



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Análisis de la situación y Propuesta de layout de una
empresa de Fabricación de Cerramientos de PVC ubicada
en Villareal (Castellón)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Ballester Engo, Fernando

Tutor/a: García Sabater, José Pedro

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Análisis de la situación y Propuesta de layout de una empresa de Fabricación de Cerramientos de PVC

Autor: Fernando Ballester Engo
Director : Jose Pedro García Sabater
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII)
Universidad Politécnica de Valencia
Julio 2022



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA**

AGRADECIMIENTOS

Dicen los sabios que en esta vida uno debe ser agradecido con todo lo que tiene y lo que le rodea, no voy a ser una excepción. Quiero aprovechar este apartado más emotivo para dedicar unas palabras y reflexionar sobre mi corta pero fructífera experiencia como estudiante.

Cualquier persona que haya pasado por esta etapa de la vida sabe lo importante que es rodearse de las personas indicadas que te ayuden y te motiven a seguir adelante y labrarte un futuro ejemplar. La trascendencia de estas relaciones hace que su cuidado sea crucial. Una buena manera de cuidarlas es agradecerles con cierta frecuencia su labor en tu vida.

El primer y más importante agradecimiento va dedicado a **mi familia**: mi padre, mi madre y mi hermana. Ellos son los responsables de haberme hecho llegar hasta aquí aportando una educación ejemplar y los recursos necesarios para poder crecer en un entorno sano e idóneo para una evolución sin parangón. ¡Gracias!

El segundo componente decisivo en esta fórmula han sido **mis amistades**. Todo ser humano necesita relacionarse y evadirse de sus deberes momentáneamente para compartir y disfrutar de los pequeños detalles que nos brinda la vida. ¡Gracias!

Una de las personas más decisivas en todo este proceso ha sido **mi actual pareja, María**. Sé que igual es extraño encontrar aquí una referencia de este tipo, pero encuentro especialmente necesario agradecer la labor que ha ejercido. Su ambición y su deseo insaciable por hacerlo todo con la mayor pulcritud posible hizo que empezase a mirar mi etapa educativa como una fuente de oportunidades y un enriquecedor reto, y no como un obstáculo a superar. ¡Gracias!

Por último, pero no menos importante, **mi tutor Jose Pedro García** (Josepe para los amigos). Desde su reciente candidatura a formar parte del equipo rectoral de la UPV me ha demostrado que además de un docente ejemplar, también es un amigo con el que se puede confiar con garantías de seguridad y, sobre todo, de sinceridad. ¡Gracias!

¡Muchas gracias a todos por haber hecho todo esto posible, estaré eternamente agradecido!



ÍNDICE**Glosario 9**

1	Introducción.....	12
1.1	Objeto del trabajo	12
1.2	Motivación	12
1.3	Metodología	12
1.4	Breve Descripción de la situación de partida	12
1.5	Antecedentes Teóricos	13
1.5.1	Diagrama de Gantt	13
1.5.2	Método AHP (Analytic Hierarchy Process).....	13
1.5.3	Método EDT	14
1.5.4	Diagrama de flujo con simbología ASME	15
1.5.5	Simulación por Eventos Discretos	16
1.6	Estructura del Documento	16
2	La empresa objeto de estudio.....	17
2.1	Introducción	17
2.2	Estructura Organizativa	17
2.3	Layout e Instalaciones	18
2.4	Sistema de Información	20
2.5	Productos	21
2.6	Procesos.....	22
2.7	Clientes.....	40
2.8	Proveedores	41
2.9	Conclusiones	42
3	Diseño de alternativas y selección	43
3.1	Introducción	43
3.2	Criterios de diseño	43
3.3	Alternativa 1	43
3.4	Alternativa Duplicado	44
3.5	Alternativa Incidencias.....	45
3.6	Simulación de alternativas (SIMIO)	46
3.6.1	Objetos usados.....	47
3.6.2	Diseño del layout	49
3.6.3	Simulación	49
3.6.4	Resultados de la simulación	52
3.7	Selección de alternativa multicriterio (SuperDecisions)	53
3.7.1	Criterios de selección	53
3.7.2	Atribución de los pesos a los distintos criterios.....	54
3.7.3	Ponderación de alternativas.....	55
3.8	Conclusiones	59
4	Plan de implantación	60



4.1	Introducción	60
4.2	EDT del plan a realizar	60
4.3	Tareas, responsables y sus funciones	61
4.4	Tareas y subtareas para realizar	63
4.5	Diagrama de Gantt	65
5	<i>Presupuesto</i>	<i>66</i>
6	<i>Conclusiones</i>	<i>68</i>
7	<i>Bibliografía.....</i>	<i>69</i>
8	<i>Anexo 1: Detalle de las subtareas.....</i>	<i>71</i>



Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Diagrama de Gantt realizado en el programa MS Project (Elaboración Propia)	13
Ilustración 2: Ejemplo de esquema jerárquico del método AHP (Fuente: https://prevencontrol.com/prevenblog/ahp-un-metodo-para-fortalecer-la-toma-de-decisiones-en-sst/)	14
Ilustración 3: Ejemplo de un EBT genérico (Fuente: https://www.recursoenprojectmanagement.com/work-breakdown-structure/)	14
Ilustración 4: Leyenda de símbolos ASME (Elaboración Propia)	15
Ilustración 5: Ejemplo de diagrama ASME (Fuente: https://www.scribd.com/document/379199221/Norma-Asme-Diagrama-de-Flujo)	15
Ilustración 6: Organigrama (Elaboración Propia)	18
Ilustración 7: Layout de la fábrica (Fuente: AutoCAD Incerco)	18
Ilustración 8: Esquema del layout (Elaboración Propia)	19
Ilustración 9: Detalle de producción (1) (Elaboración Propia)	19
Ilustración 10: Detalle de producción (2) (Elaboración Propia)	20
Ilustración 11: Ventana oscilobatiente (Fuente: https://www.incerco.es/ventanas/practicable-oscilobatiente-abatible)	21
Ilustración 12: Corredera vertical (Fuente: https://www.incerco.es/ventanas/corredera-vertical-top-vertical-slide)	21
Ilustración 13: Ventana Proyectante (Fuente: https://www.incerco.es/ventanas/proyectante-top-70-advance)	21
Ilustración 14: Ventana pivotante (Fuente: https://soluvent.com/profesionales-ventanas-pvc-bilbao/top-70-pivotante/)	21
Ilustración 15: Puerta plegable (Fuente: https://www.incerco.es/puertas/plegable-top-70-advance)	21
Ilustración 16: Puerta corredera (Fuente: https://www.micasarevista.com/ideas-decoracion/a36367456/como-arreglar-puerta-corredera/)	21
Ilustración 17: Puerta de paso (Fuente: https://www.incerco.es/puertas/puerta-de-paso)	21
Ilustración 18: Puerta elegant (Fuente: https://www.incerco.es/puertas/puerta-calle-elegant)	21
Ilustración 19: Puerta TOP DOOR (Fuente: https://www.incerco.es/puerta-seguridad-top-door/top-door)	22
Ilustración 20: Diagrama ASME de los procesos (Elaboración Propia)	23
Ilustración 21: Almacén Principal de PVC (Elaboración Propia)	24
Ilustración 22: Estación de corte y mecanizado Kaban (Elaboración Propia)	25
Ilustración 23: Estación de corte y mecanizado Kaban (Elaboración Propia)	26
Ilustración 24: Inserción de refuerzos (Elaboración Propia)	26
Ilustración 25: Máquina de corte Pertici (Elaboración Propia)	27
Ilustración 26: Estación de mecanizado Thorwesten (Elaboración Propia)	28
Ilustración 27: Máquina soldadora de cuadros (Elaboración Propia)	29
Ilustración 28: Zona de travesaños (Elaboración Propia)	30
Ilustración 29: Zona de colocación de herrajes en hojas (Elaboración Propia)	31
Ilustración 30: Detalle de mesa para la colocación de accesorios en marcos (Elaboración Propia)	32



Ilustración 31: Almacén intermedio de cuadros a la espera de ser ensamblados(Elaboración Propia).....	33
Ilustración 32: Almacén inteligente de vidrios(Elaboración Propia).....	34
Ilustración 33: Zona de colocación de junquillos y limpieza del producto(Elaboración Propia).....	35
Ilustración 34: Detalle de pedido paletizado y listo para ser enviado al cliente(Elaboración Propia).....	36
Ilustración 35: Camión propiedad de la empresa para realizar rutas(Elaboración Propia)....	37
Ilustración 36: Esquema general de producto	38
Ilustración 37: Ejemplo de esquema específico (mecanizado Thorwesten)	39
Ilustración 38: Ejemplo de esquema específico (colocación de herrajes)	39
Ilustración 39: Distribución de clientes por volumen de compra (Fuente: Qlick).....	40
Ilustración 40: Localización de las ventas de la empresa (Elaboración Propia).....	41
Ilustración 41: Distribución de Proveedores por valor de compra (Fuente: Qlick).....	42
Ilustración 42: Layout de la alternativa primera(Elaboración Propia).....	44
Ilustración 43: Layout de la alternativa Duplicado(Elaboración Propia)	45
Ilustración 44: Layout de la alternativa Incidencias(Elaboración Propia).....	46
Ilustración 45: Interfaz del programa SIMIO(Elaboración Propia).....	47
Ilustración 46: Source predeterminado(Fuente: SIMIO)	47
Ilustración 47: Imagen personalizada(Fuente: SIMIO)	47
Ilustración 48: Sink predeterminado(Fuente: SIMIO).....	47
Ilustración 49: Sink personalizado(Fuente propia)	47
Ilustración 50: Server predeterminado(Fuente: SIMIO).....	48
Ilustración 51: Server personalizado(Fuente: SIMIO).....	48
Ilustración 52: Combiner predeterminado(Fuente: SIMIO)	48
Ilustración 53: Combiner personalizado(Fuente: SIMIO)	48
Ilustración 54: Connector predeterminado(Fuente: SIMIO).....	48
Ilustración 55: ModelEntity predeterminado(Fuente: SIMIO)	48
Ilustración 56: Interfaz del programa SIMIO(Elaboración Propia).....	49
Ilustración 57: Representación Layout 1(Elaboración Propia).....	52
Ilustración 58: Representación Layout 2(Elaboración Propia).....	52
Ilustración 59: Representación Layout 3(Elaboración Propia).....	52
Ilustración 62: Resultados simulación layout incidencias (Fuente SIMIO)	53
Ilustración 63: Jerarquía de los grupos creados(Elaboración Propia).....	54
Ilustración 64: Atribución cualitativa del peso de los criterios(Elaboración Propia)	55
Ilustración 65: Pesos de los criterios(Elaboración Propia)	55
Ilustración 66: Ponderación del coste de operación(Elaboración Propia)	56
Ilustración 67: Pesos del coste de operación(Elaboración Propia)	56
Ilustración 68: Ponderación del impacto(Elaboración Propia)	56
Ilustración 69: Pesos del impacto(Elaboración Propia).....	57
Ilustración 70: Ponderación de la inversión(Elaboración Propia)	57
Ilustración 71: Pesos de la inversión(Elaboración Propia)	57
Ilustración 72: Ponderación cuantitativa de productividad(Elaboración Propia)	58
Ilustración 73: Pesos de productividad(Elaboración Propia).....	58



Ilustración 74: Ponderación seguridad de los trabajadores(Elaboración Propia)	58
Ilustración 75: Pesos de seguridad de trabajadores(Elaboración Propia)	59
Ilustración 76: Resultado del Software SuperDecisions(Elaboración Propia)	59
Ilustración 77: EDT del plan de implantación(Elaboración Propia).....	60
Ilustración 78: Diagrama de Gantt del proyecto(Elaboración Propia).....	65



Índice de Tablas

Tabla 1: Módulos del ERP(Elaboración Propia)	20
Tabla 2: Clasificación de productos según su mecanismo de apertura (Elaboración Propia) .	22
Tabla 3: Ficha de Compra y almacenaje de materia prima(Elaboración Propia)	24
Tabla 4: Ficha de mecanizado Kaban (Elaboración Propia).....	25
Tabla 5: Ficha de corte Kaban(Elaboración Propia).....	26
Tabla 6: Ficha inserción de refuerzos(Elaboración Propia).....	26
Tabla 7: Ficha corte Pertici(Elaboración Propia).....	27
Tabla 8: Ficha mecanizado Thorwesten(Elaboración Propia)	28
Tabla 9: Ficha soldadura cuadros(Elaboración Propia)	29
Tabla 10: Ficha travesaños y cerraderos(Elaboración Propia).....	30
Tabla 11: Ficha colocación de herrajes en hojas(Elaboración Propia)	31
Tabla 12: Ficha colocación accesorios marcos(Elaboración Propia).....	32
Tabla 13: Ficha ensamblaje cuadros(Elaboración Propia).....	33
Tabla 14: Acrilado(Elaboración Propia)	34
Tabla 15: Ficha ajunquillado Elaboración Propia)	35
Tabla 16: Ficha paletizado(Elaboración Propia).....	36
Tabla 17: Ficha transporte productos(Elaboración Propia)	37
Tabla 18: Objetos simulación de SIMIO (Elaboración Propia).....	49
Tabla 19: Resumen de la simulación (Elaboración propia)	51
Tabla 20: Escala de valoración del software SuperDecisions(Elaboración Propia)	54
Tabla 21: Responsables y funciones de los nuevos baños(Elaboración Propia)	61
Tabla 22: Responsables y funciones de la compra de las máquinas(Elaboración Propia)	62
Tabla 23: Responsables y funciones para el cambio de zona de carga de camiones(Elaboración Propia)	62
Tabla 24: Responsables y funciones de la documentación de procesos(Elaboración Propia). 63	
Tabla 25: Responsables y funciones de la formación de los cambios productivos realizados(Elaboración Propia).....	63
Tabla 26: Nombre de las tareas y subtareas a realizar en los distintos proyectos(Elaboración Propia).....	64
Tabla 27: Ejemplo de ficha informativa de las subtareas (Elaboración propia)	65
Tabla 28: Detalle del coste de cada una de las subtareas del proyecto(Elaboración Propia) ..	67
Tabla 29: Impacto económico total del proyecto(Elaboración Propia)	67
Tabla 30: Ficha informativa del estudio y compra de la nueva máquina(Elaboración Propia)71	
Tabla 31: Ficha informativa del transporte de las máquinas(Elaboración Propia).....	72
Tabla 32: Ficha informativa de la instalación de la estación de mecanizado y corte(Elaboración Propia)	73
Tabla 33: Ficha informativa de la instalación de la soldadora(Elaboración Propia)	74
Tabla 34: Ficha informativa de la formación a los empleados Incerco(Elaboración Propia)..	75
Tabla 35: Ficha informativa formación y soporte del software(Elaboración Propia).....	76
Tabla 36: Ficha informativa de formación del personal de mantenimiento(Elaboración Propia)	77
Tabla 37: Ficha informativa del periodo de pruebas de ambas máquinas(Elaboraci.....	78
Tabla 38: Ficha informativa del periodo de pruebas(Elaboración Propia)	79



Tabla 39: Ficha informativa de planos de los nuevos baños(Elaboración Propia)	80
Tabla 40: Ficha informativa de la instalación sanitaria(Elaboración Propia)	81
Tabla 41: Ficha informativa de la instalación eléctrica(Elaboración Propia)	82
Tabla 42: Ficha informativa de los cerramientos y acabados(Fuente propia)	83
Tabla 43: Ficha informativa de la señalización de seguridad(Elaboración Propia).....	84
Tabla 44: Ficha informativa de limpieza de la zona destino(Elaboración Propia)	85
Tabla 45: Ficha informativa del traslado de pedidos(Elaboración Propia).....	86
Tabla 46: Ficha informativa de organización de los pedidos(Elaboración Propia)	87
Tabla 47: Ficha informativa de comunicación de los clientes afectados(Elaboración Propia) 88	
Tabla 48: Ficha informativa del listado de procesos(Elaboración Propia)	89
Tabla 49: Ficha informativa de contactar con los responsables(Elaboración Propia)	90
Tabla 50: Ficha informativa de la realización del manual(Elaboración Propia).....	91
Tabla 51: Ficha informativa de la impresión y reparto de los manuales(Elaboración Propia) 92	
Tabla 52: Ficha informativa de la formación a los responsables(Elaboración Propia)	93
Tabla 53: Ficha informativa de la charla informativa(Elaboración Propia)	94
Tabla 54: Ficha informativa del periodo de incentivos(Elaboración Propia)	95
Tabla 55: Ficha informativa del periodo de rotación(Fuente propia)	96



Glosario

PVC(policloruro de vinilo)

Es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro que conforma un polímero versátil con propiedades de aislamiento térmico y acústico.

Cerramiento PVC

Elemento que separa el interior y el exterior de un habitáculo y está formado por elementos de PVC y de vidrio.

Marco

Elemento que recoge las hojas y está entre los muros de la edificación. También se puede denominar bastidor.

Hoja

Parte móvil de la ventana fijada al marco con un sistema de bisagras que alberga también el sistema principal de herrajes. Es la parte más visible del producto.

Inversora

Perfil que se usa para hacer ventanas oscilobatientes o practicables de dos hojas, para que cierre una hoja sobre otra herméticamente.

Guía

Perfil por donde se desliza la persiana, proporciona estabilidad y rigidez a la persiana además de conducirla por su recorrido.

Travesaño

Perfil colocado en la ventana para separar dos zonas distintas ya sean fijos o vidrios.

Junquillos

Perfil que va clipado al interior del marco o la hoja y cuya finalidad es mantener el vidrio perfectamente fijado herméticamente a la ventana y evitar movimiento alguno.

Calzos

Protege la unidad de vidrio y evita el contacto directo de la misma con el PVC y posibles irregularidades como pueden ser cabezas de tornillos, evitando así la rotura del vidrio y el deterioro de la perfilería.

Paletizado

Acción y efecto de disponer mercancía sobre un palé o cuna para su almacenaje y transporte. Las cargas se paletizan para conseguir uniformidad, facilidad de manipulación y seguridad en el transporte; así se ahorra espacio y se rentabiliza el tiempo de carga, descarga y manipulación.

Oscilobatiente

Tipo de ventana que permite una apertura superior por el que podrá circular el aire, es decir, permite abrir la ventana con un eje de giro alternativo.

Proyectante

Sistema de apertura exterior cuyo eje de giro está situado horizontalmente en la parte superior de la hoja.

Pivotante

También conocida como giratoria, en esta apertura la hoja gira alrededor de un eje central, habitualmente horizontal.

RAL

Códigos numéricos normalizados que representan colores creados por el Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung en Alemania el 1927.

ERP(Enterprise Resource Planning)

Es un tipo de software que las organizaciones utilizan para gestionar las actividades empresariales diarias, como la contabilidad, el aprovisionamiento, la gestión de proyectos, la gestión de riesgos, el cumplimiento y las operaciones de la cadena de suministro.

SQL

Lenguaje gestor para el manejo de la información en las bases de datos internas de la empresa.

Qlick

Plataforma que permite extraer el valor oculto detrás de los datos que se generan en tu empresa y representarlos de manera visual y sencilla.

AutoCad

Software de diseño que permite la creación y edición profesional de geometría 2D y modelos 3D con sólidos, superficies y objetos.

PrefSuite

Paquete de software o tipo de ERP que integra todos los apartados para empresas dedicadas a la industria del cerramiento acristalado.

SIMIO

Software para Windows de modelización, simulación y animación 3D de flujos de procesos por eventos discretos, basado en un enfoque que combina objetos y procedimientos para producir modelos de comportamiento de sistemas logísticos, industriales o de servicios.

SuperDecisions

Software de toma de decisiones que funciona en base a dos métodos de toma de decisiones multicriterio

AHP (Analytic Hierarchy Process)

Técnica estructurada para tratar con decisiones complejas atendiendo a criterios cuantitativos y/o cualitativos que condicionan la solución.

EDP (Estructura de Descomposición del Proyecto)

Técnica de descomposición de las tareas que se organizan en un diagrama de árbol jerárquico y plantea el plan de implantación.

Diagrama de Gantt

Herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

Layout

Disposición de los recursos en el espacio físico, también conocido como distribución en planta.

Organigrama

Representación gráfica de la estructura de una empresa o una institución, en la cual se muestran las relaciones entre sus diferentes partes y la función de cada una de ellas, así como de las personas que trabajan en las mismas.

RRHH (recursos humanos)

Es el conjunto de los empleados o colaboradores de una organización, sector económico o de una economía completa.

1 Introducción

1.1 Objeto del trabajo

La labor que ocupa este trabajo académico es la selección de una solución argumentada y justificada que resuelva la problemática encontrada en el análisis. Esto, seguido de un plan de implantación que documente los cambios que se vayan a realizar. La solución buscada consistirá en una alternativa al layout actual de la empresa bajo estudio.

1.2 Motivación

El proyecto lo motiva la necesidad de la organización de aumentar considerablemente su capacidad productiva. Este aumento se materializará a finales del año 2022 debido a un contrato exitoso con una empresa francesa importante del sector. Aunque también cabe mencionar que la posibilidad de aprender y poder acercarse durante un periodo de tiempo al mundo empresarial real ya constituye un aliciente.

1.3 Metodología

Primeramente, se deberá hacer un estudio exhaustivo a toda la empresa, desde su organización interna hasta su red de clientes. Esto permitirá tener una visión global de la situación, objetivos y valores de Incerco. Durante este estudio, la parte más importante será la documentación y la comprensión de los procesos intervinientes en la producción de cerramientos de PVC.

A continuación, con la ayuda del director general, se establecerán los criterios que condicionarán la elección de las alternativas. Estas alternativas se construirán (con la ayuda del software SIMIO para simularlas) una vez se haya estudiado el layout actual y se haya concluido que no tiene la capacidad suficiente para abastecer la futura demanda. Finalmente, usando el método AHP y el software SuperDecisions resultará la alternativa que se adapte a nuestros objetivos. Con todo esto se elaborará un plan para poder realizar los cambios escogidos.

1.4 Breve Descripción de la situación de partida

Incerco es una empresa mediana, de unos 90 trabajadores, localizada en Villarreal. Durante los últimos años ha experimentado un importante crecimiento hasta convertirse en la empresa con más capacidad productiva de este sector a nivel nacional. Esto ha ido de la mano de un aumento de la plantilla, así como, del traslado de la totalidad de la planta a un nuevo emplazamiento con mucha más capacidad.

Adicionalmente, el contrato mencionado anteriormente con los franceses ha servido para tener una estabilidad y seguridad que permite invertir en innovaciones y mejoras del proceso productivo. Este paso puede llegar a ser frustrante si no se estudia su complejidad y si no se proyecta con la antelación suficiente. Es sin duda un escenario que alberga mucho aprendizaje y brinda la oportunidad de poner en práctica muchos conocimientos aprendidos en estos cuatro años.

1.5 Antecedentes Teóricos

1.5.1 Diagrama de Gantt

El Diagrama de Gantt es una herramienta de planificación de proyectos donde se representan todas las tareas del proceso, su duración, sus fechas de inicio y final, los recursos que cada una consume y la relación que hay entre ellas. El objetivo de esta técnica es la organización de todas las tareas de un proyecto de forma clara, ordenada de manera que no existan sobreasignaciones de los recursos utilizados y se cumplan los plazos establecidos.

La forma más habitual de crearlo es con la herramienta MSProject (Arroyo Vázquez, M. (2021)) mostrada en la **Ilustración 1** del paquete de programas oficiales de Windows, aunque antiguamente se realizaba en una especie de tabla donde se iban apuntando los progresos de las tareas ordenados cronológicamente.

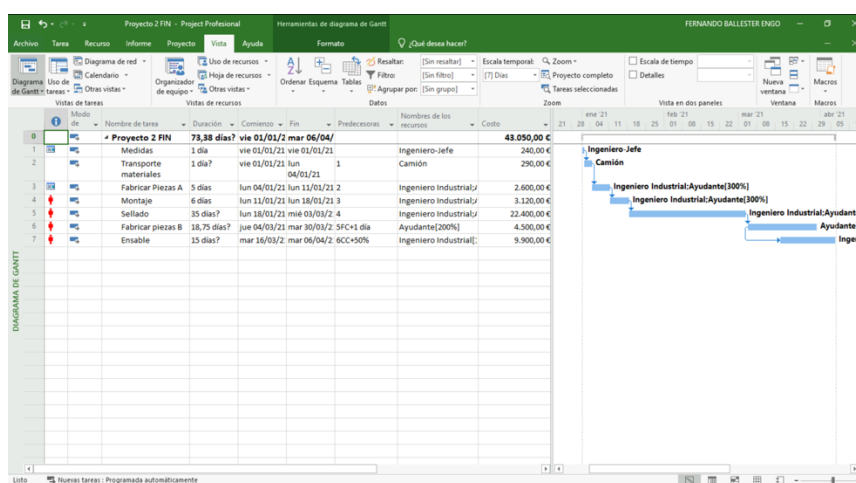


Ilustración 1: Diagrama de Gantt realizado en el programa MS Project (Elaboración Propia)

1.5.2 Método AHP (Analytic Hierarchy Process)

Se trata de un método de selección multicriterio creado en la década de los 70 (Aragónés Beltrán P. et al, 2015). Este calcula cuál es la opción óptima de las planteadas atendiendo a unos criterios de decisión jerarquizados escogidos con anterioridad como en la **Ilustración 2**. Esto se consigue asignando la importancia tanto de los criterios de decisión como de las distintas alternativas atendiendo a estos criterios. Para esto, se asignan unos pesos, es decir, porcentajes en tanto por uno que representan la importancia.

Esto se puede realizar manualmente, pero cada vez más se usan softwares especializados para esto. Uno de los muchos que existen es el software SuperDecisions (Adams, W. J. L., & Saaty, R. 2003). Este programa te permite introducir la jerarquía entre los criterios y las alternativas, así como introducir los pesos. Se pueden introducir de manera cuantitativa (número concreto) o cualitativa (posición en una escala cualitativa del 1 al 10).

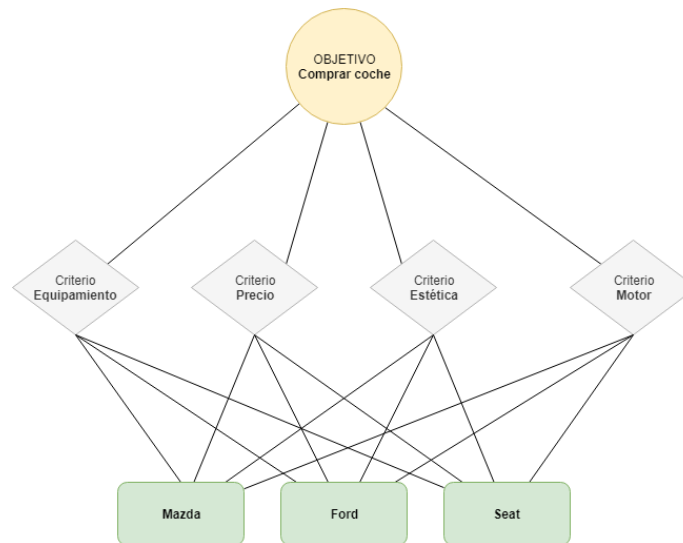


Ilustración 2: Ejemplo de esquema jerárquico del método AHP (Fuente: <https://prevencontrol.com/prevenblog/ahp-un-metodo-para-fortalecer-la-toma-de-decisiones-en-sst/>)

1.5.3 Método EDT

El método EDT (Estructura de Descomposición del Trabajo) o en inglés, WBS (Work Breakdown Structure) es un documento que descompone y describe el alcance del proyecto en cuestión (Palomares Chust, A. (2011)). Se representa un esquema, como el de la **Ilustración 3**, donde se especifican todas las tareas o paquetes de tareas que contiene el proyecto con una jerarquía descendente. Esto permite tener una visión global de la magnitud del proyecto. Se suele usar para realizar planes de implantación, ya que si se realiza un WBS ya se tiene una hoja de ruta de los trabajos que se tienen que llevar a cabo.

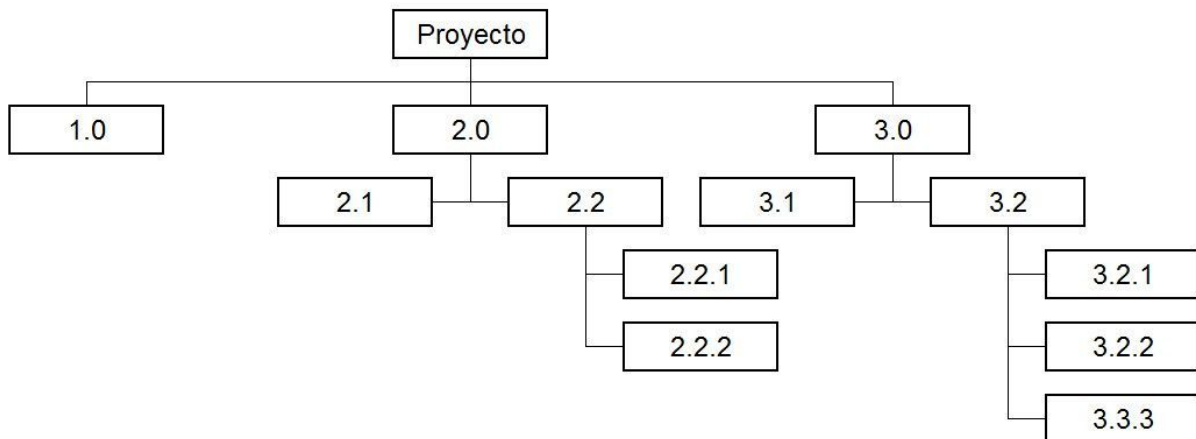


Ilustración 3: Ejemplo de un EBT genérico (Fuente: <https://www.rekursosenprojectmanagement.com/work-breakdown-structure/>)

1.5.4 Diagrama de flujo con simbología ASME

El diagrama de flujo es uno de los diagramas más usados en cuanto a representación de procesos se refiere (García Sabater et al. 2004). Se trata de una representación mediante unos símbolos cuya leyenda adjuntada en la **Ilustración 4** está normalizada. Estos diagramas se usan para describir gráficamente la sucesión de procesos que intervienen en el flujo de trabajo y fabricación de un producto como se puede observar en la **Ilustración 5**. Cada tipo de proceso se suele enumerar en orden ascendente para poder identificarlos. De esta manera se puede tener una imagen global de lo que se tiene materializado en planta además de ayudar a tomar decisiones sobre esto mismo.



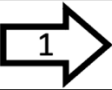

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Operación
	Operación Inspección
	Transporte
	Almacén

Ilustración 4: Leyenda de símbolos ASME (Elaboración Propia)

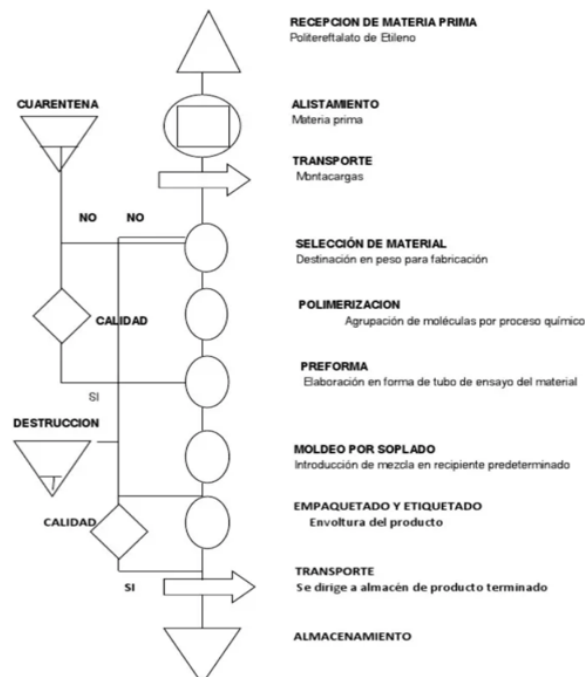


Ilustración 5: Ejemplo de diagrama ASME
(Fuente: <https://www.scribd.com/document/379199221/Norma-Asme-Diagrama-de-Flujo>)

1.5.5 Simulación por Eventos Discretos

La simulación por eventos discretos (Alfonso, U. M., & Carla, M. V. (2013)) es una herramienta para simular el comportamiento y desempeño de procesos del mundo real. La mayoría de los procesos de una organización se pueden describir con una serie de *eventos* separados y *discretos*, que ocurren a lo largo de cierto *tiempo*, y que alteran el *estado* de un *sistema*.

Las *entidades* (camiones, pacientes, productos, u otros) poseen ciertos *atributos* (nivel de carga, tipo de atención a realizarse, clasificación y demás información relevante), que junto a la *lógica del sistema* determinará el camino, tiempo y recursos involucrados en cada caso.

Las herramientas de simulación por eventos discretos nos permitirán organizar estos resultados para poder extraer conclusiones de utilidad para luego tomar acciones en el sistema real. El software usado en este TFG se trata de SIMIO, ya que se dispone de licencia proporcionada por la UPV y realiza las tareas que se necesitan.

1.6 Estructura del Documento

La estructura que se sigue en este documento coincide con la metodología anteriormente expuesta.

El documento está dividido en 8 capítulos. Los capítulos centrales que contienen todo el trabajo realizado son los apartados 2, 3, 4, 5, 6 y 7. El resto (1 y 8) expresan la introducción al documento y la bibliografía de este respectivamente. Cabe mencionar también que todas las páginas anteriores al capítulo 1 son auxiliares; el índice, las tablas de contenido y el glosario ayudan a entender la totalidad del trabajo.

Los capítulos centrales concentran todo el trabajo realizado y se dividen de la siguiente manera: información relativa a la empresa Incerco, el objeto de estudio que justificará el resto del documento, el diseño y la selección de las alternativas propuestas, el detalle del plan de implantación de la opción escogida, el presupuesto que conlleva esta opción y, por último, las conclusiones de todo el escrito.

2 La empresa objeto de estudio

2.1 Introducción

Antes de empezar a analizar la organización de la producción, es necesario conocer con mayor detalle la empresa en cuestión y sus aspectos más relevantes. Esto ayudará a plasmar una imagen precisa de la empresa, su entorno y su situación actual, información imprescindible para poder realizar el trabajo.

A continuación, se expondrán apartados que pondrán en contexto la problemática. Estructurado en 8 apartados, en este capítulo se tratará:

- Estructura organizativa
- Layout e instalaciones
- Sistema de información
- Productos
- Procesos
- Clientes
- Proveedores
- Conclusiones

2.2 Estructura Organizativa

La estructura de la empresa es clara y la cual se puede observar en la **Ilustración 6**. El director y fundador de la empresa es Francesc Renau, ingeniero mecánico con más de 15 años al frente de la misma. Él dirige los cinco departamentos fundamentales que tiene la empresa: compras, ventas, administración, producción y RRHH.

El departamento de compras lo forman Albert y Alberto. Es el primero que se encarga de realizar y gestionar los pedidos de compra atendiendo a las revisiones de stock y de material que realiza el segundo. Los operarios notifican de las faltas de material a Alberto y este lo comunica a su superior.

El departamento de producción lo componen Fernando, Jose Manuel y Cristian. Fernando, Ingeniero Informático, es el encargado de que los códigos de las distintas máquinas realicen los procesos correctos. Jose es el responsable de la base de datos, de la gestión interna de los datos y de la gestión del ERP. Por último, Cristian es el encargado de programar la producción en lotes de producción de la planta, así como de resolver cualquier incidencia en esta producción ya que se trata del trabajador con mayor experiencia de planta.

El departamento de ventas, Pascual, el director de ventas, y los comerciales de todas las delegaciones nacionales. Estos se encargan de tratar y gestionar las relaciones con toda la cartera de clientes.

En el tercer de ellos se encuentran Núria y Cristina. Ellas se encargan de administrar todos los asuntos relacionados con la administración: nóminas, facturación, financiación, balance de cuentas...

Por último, al frente del departamento de RRHH se encuentra Nacho, el cual gestiona la aplicación de gestión de asistencia, vacaciones, convenios, etc.

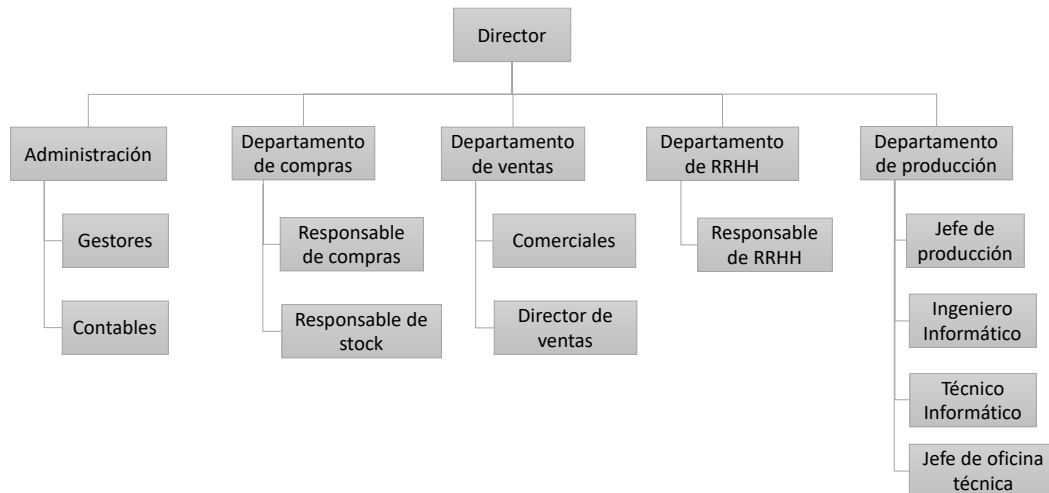


Ilustración 6: Organigrama (Elaboración Propia)

2.3 Layout e Instalaciones

Para describir las instalaciones de la empresa se adjunta la distribución de la planta realizada en AutoCAD (**Ilustración 7**) por el departamento de producción de Incerco para tener información acerca de la disposición y dimensiones de las diferentes zonas.

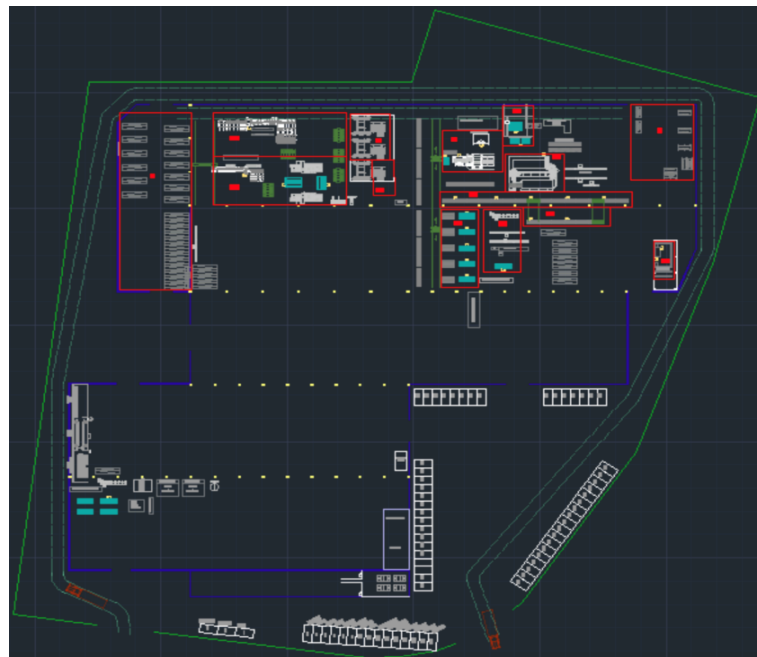


Ilustración 7: Layout de la fábrica (Fuente: AutoCAD Incerco)

Además de esta imagen, más abajo también se incluirán tres imágenes donde se detallarán de forma esquemática las zonas dedicadas a cada proceso. En la **Ilustración 8** se detalla el layout de la planta entera con la división de zonas.

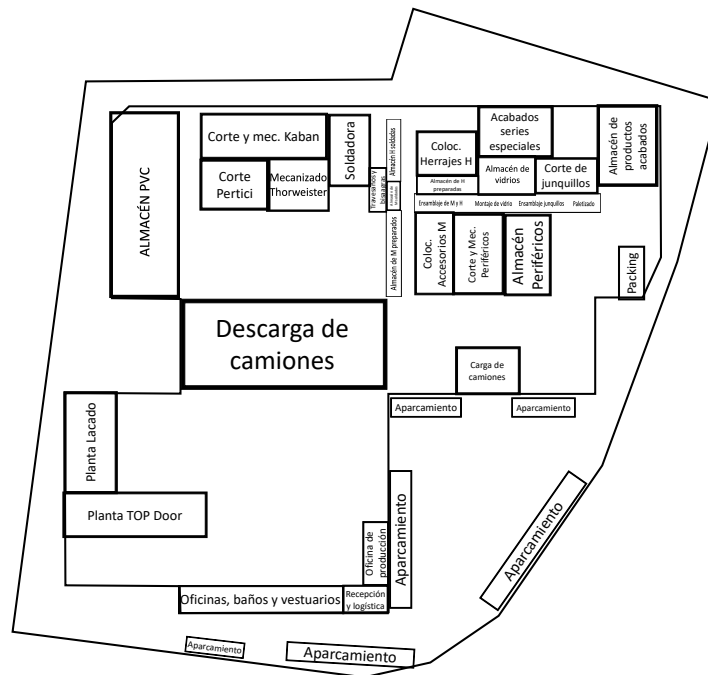


Ilustración 8: Esquema del layout (Elaboración Propia)

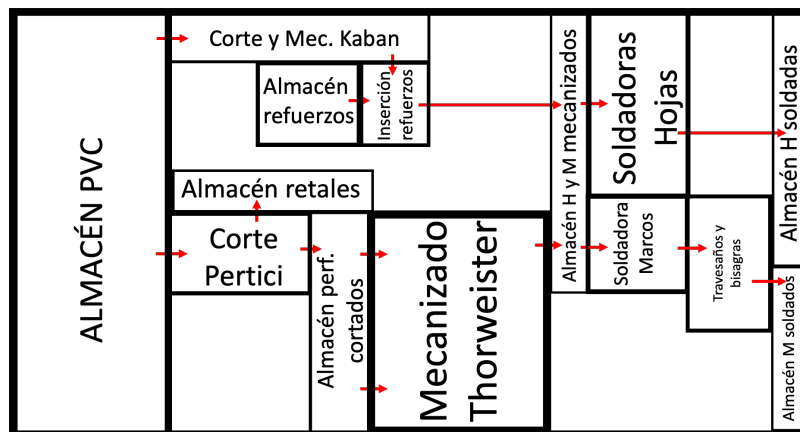


Ilustración 9: Detalle de producción (1) (Elaboración Propia)

En la **Ilustración 9** y en la **Ilustración 10** se detalla la parte de la planta dedicada al PVC, desde el almacén de perfiles hasta la soldadura y desde ésta hasta la parte final, respectivamente.

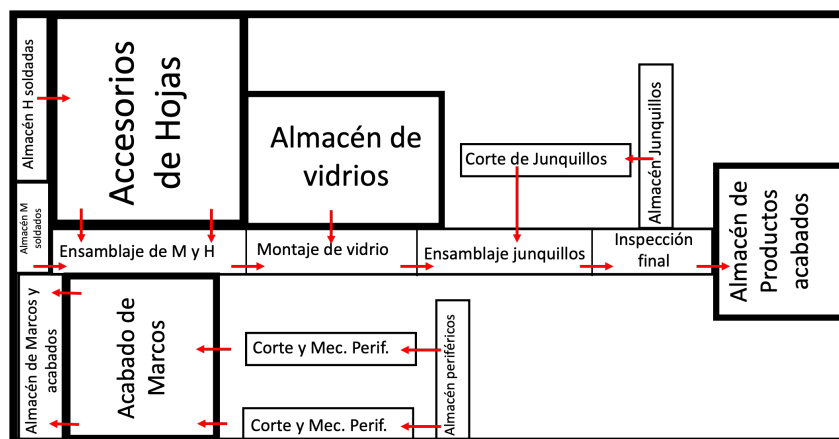


Ilustración 10: Detalle de producción (2) (Elaboración Propia)

2.4 Sistema de Información

El sistema de información usado es el software PrefSuite. Este programa se engloba dentro de los ERP (Enterprise Resource Planning). Alberga un conjunto de programas que facilitan el flujo de información en la empresa a partir de una base de datos escrita en lenguaje SQL (Structured Query Language). PrefSuite es una herramienta creada para la gestión de empresas dedicadas a la producción de cerramiento acristalado. Esta consta de 6 módulos que se presenta en la **Tabla 1**:

PrefCAD	Dedicada al diseño de las distintas configuraciones de ventanas
PrefGest	Gestiona toda la información interna relativa a facturas, proveedores, albaranes, inventarios, históricos de producción y demás documentos para la gestión interna de la empresa
PrefCIM	Permite instalar monitores interactivos a lo largo de la cadena de producción para mostrar así a los trabajadores el trabajo a realizar
PrefWise	Relaciona los modelos diseñados con sus especificaciones de fabricación para poder añadirlo a la línea calculando automáticamente los mecanizados y las demás tareas a realizar
PrefCAM	Permite la conexión puente entre las máquinas y la base de datos del sistema para realizar las acciones correspondientes
PrefWeb	Plataforma donde los clientes pueden configurar su pedido a medida sin intervención de la empresa, de forma rápida y sencilla

Tabla 1: Módulos del ERP(Elaboración Propia)

2.5 Productos

La empresa cuenta actualmente de tres líneas de negocio: ventanas de PVC, puertas de PVC, y una línea de puertas especiales, TOP DOOR como se indica en la **Tabla 2**. Aunque solo se van a analizar en este estudio los productos de PVC y aproximadamente el 85% de la producción está dedicada a estos, es importante tener una idea de todos los productos que se ofrecen.

PRODUCTOS	TIPOS SEGÚN SISTEMA APERTURA			
VENTANAS PVC	<p>Oscilobatiente</p>  <p>Ilustración 11: Ventana oscilobatiente (Fuente: https://www.incerco.es/ventanas/practicable-oscilobatiente-abatible)</p>	<p>Corredera vertical</p>  <p>Ilustración 12: Corredera vertical (Fuente: https://www.incerco.es/ventanas/corredera-vertical-top-vertical-slide)</p>	<p>Proyectante</p>  <p>Ilustración 13: Ventana Proyectante (Fuente: https://www.incerco.es/ventanas/proyectante-top-70-advance)</p>	<p>Pivotante</p>  <p>Ilustración 14: Ventana pivotante (Fuente: https://soluvent.com/profesionales-ventanas-pvc-bilbao/top-70-pivotante/)</p>
	<p>Plegables</p>  <p>Ilustración 15: Puerta plegable (Fuente: https://www.incerco.es/puertas/plegable-top-70-advance)</p>	<p>Correderas</p>  <p>Ilustración 16: Puerta corredera (Fuente: https://www.micasarevista.com/ideas-decoracion/a36367456/como-arreglar-puerta-corredera/)</p>	<p>De paso</p>  <p>Ilustración 17: Puerta de paso (Fuente: https://www.incerco.es/puertas/puerta-de-paso)</p>	<p>Elegant</p>  <p>Ilustración 18: Puerta elegant (Fuente: https://www.incerco.es/puertas/puerta-calle-elegant)</p>



Tabla 2: Clasificación de productos según su mecanismo de apertura (Elaboración Propia)

Para empezar, están las ventanas que se clasifican en distintos tipos atendiendo a su forma de apertura o maniobrabilidad. Hay cuatro tipos: oscilobatientes, proyectantes, pivotante y corredera vertical. Estas se ofrecen en todos los colores disponibles la gama de colores RAL y, además, disponen de una máquina que es capaz de lacar cualquier perfil de PVC con el color que se desee en su planta de lacado.

Por otro lado, están las puertas de PVC. Estas tienen un catálogo algo más amplio. Disponen de todo tipo de correderas, plegables, puertas de paso e incluso una gama más alta con acabados superiores para puertas principales llamada Elegant.

Por último, las TOP DOOR. Estas son puertas especiales pensadas para casas grandes o chalés. Una de las características únicas de este tipo de puertas es el acabado con placas de cerámica, la cual le da una estética inigualable. Su coste es mayor y es por esto por lo que su demanda no es comparable al resto de la producción.

Aunque no se haya mencionado con anterioridad, la empresa cuenta con una máquina única en España que tiene la capacidad de pintar los perfiles de PVC con casi todos los tonos de la gama de colores RAL. Esto es aprovechado por la empresa de dos maneras. La primera es, poder ofrecer una gama mucho más amplia de colores en su catálogo ya que pueden lacarlos ellos mismos. La segunda, aunque mucho más minoritaria, es funcionar como un servicio de lacado para empresas que lo soliciten. Dada la complejidad y la escasa explotación de esta parte de la planta, no será considerada parte del estudio.

2.6 Procesos

A continuación, se van a exponer y describir mediante una ficha informativa todos los procesos que intervienen en la empresa (desde la Tabla 3 hasta la Tabla 17). Pero antes, para tener una visión global de todo el conjunto de procesos, en la **Ilustración 20**, se procederá a diagramar mediante un diagrama ASME todos los pasos por los que pasan los productos. Así se tendrá la información suficiente para posteriormente seguir las fichas con un mapa conceptual previo.

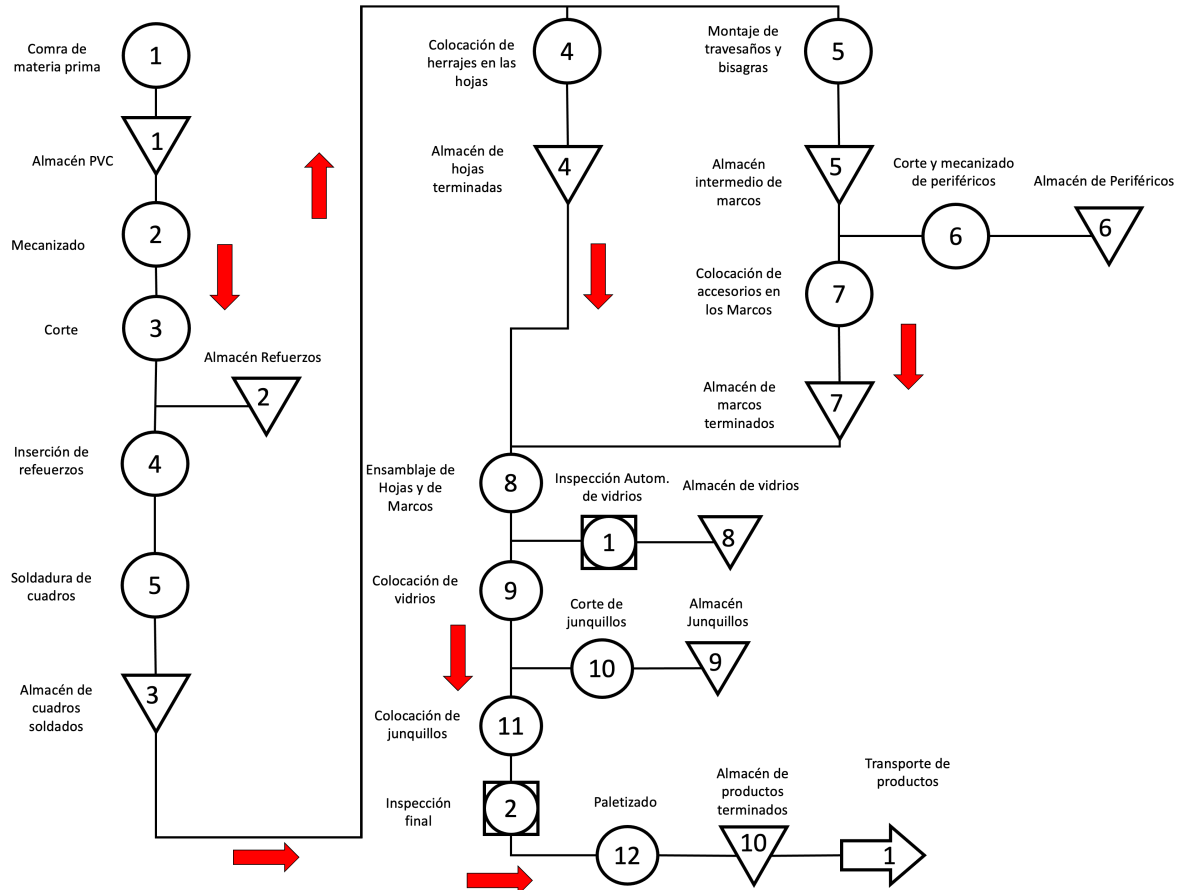


Ilustración 20: Diagrama ASME de los procesos(Elaboración Propia)


Nombre del proceso Compra y almacenaje de materia prima		Código P.1
 <p>Ilustración 21: Almacén Principal de PVC(Elaboración Propia)</p>		Responsables Jefe de compras y responsable de stock e inventario
Detalle del proceso		
<p>El acopio de los distintos materiales necesarios para la producción se realiza semanalmente en función de las necesidades y el stock que exista en ese momento. Los perfiles con más rotación se reciben semanalmente suministrados por Deceuninck y se almacenan en el Almacén de PVC. El resto de material auxiliar se recibe periódicamente 2 o incluso 3 veces por semana y se lleva a su almacén correspondiente.</p>		
Proceso precedente	Proceso siguiente	Productividad
N/A	Corte y mecanizado	N/A
Recursos necesarios		
Humanos	Materiales	
2 operarios en oficina	-Capital para la compra de material	
1 mozo de almacén	-Máquina de carga y descarga de perfiles	

Tabla 3: Ficha de Compra y almacenaje de materia prima(Elaboración Propia)


Nombre del proceso Mecanizado(Kaban)		Código P.2.1
		Responsable Jefe de producción
<p>Ilustración 22: Estación de corte y mecanizado Kaban(Elaboración Propia)</p>		
Detalle del proceso		
<p>El jefe de producción crea, organiza e inserta en el ERP los lotes de producción optimizados por colores para ese día. El operario responsable de la máquina de corte se encarga de insertar en la máquina los perfiles correspondientes que le indique la pantalla del sistema. Una vez están los perfiles preparados la máquina se va alimentando y va realizando los mecanizados correspondientes de los desagües, los agujero de los cerraderos, los orificios de las manetas, es decir, todo lo que implique eliminar PVC para poder luego colocar alguna pieza o para que la ventana funcione como debería</p>		
Procesos precedente	Procesos siguiente	Productividad
Compra y almacenaje de materias primas	Corte	2.67 uds./min
Recursos necesarios		
Personal	Materiales	
1 maquinista	-Perfiles de PVC → Hojas y marcos	

Tabla 4: Ficha de mecanizado Kaban (Elaboración Propia)

Tabla 5: Ficha de corte Kaban(Elaboración Propia)


<p>Nombre del proceso Nombre del proceso Inserción del refuerzo de acero Corte (Kaban)</p>		<p>Código Código P.2.23</p>
 <p>Ilustración 24: Inserción de refuerzos(Elaboración Propia)</p>		<p>Responsable Responsable Jefe de producción</p>
<p>Detalle del proceso</p> <p>Detalle del proceso Una vez el perfil tiene todos los mecanizados correspondientes, pasa a la segunda parte de la máquina donde una sierra mecánica circular corta los perfiles con la angulación que se precise (biselado a 45° en corte a 90°) y a la medida que contiene el archivo de corte perteneciente. Una vez realizado esto, se añade la pegatina de identificación que se usará en el resto de la planta para poder hacer su seguimiento.</p>		
<p>Procesos precedente</p> <p>Mecanizado Corte y mecanizado Kaban</p>	<p>Procesos siguiente</p> <p>Inserción de refuerzos Soldadura</p>	<p>Productividad</p> <p>2.67 uds./min 2.67 uds./min</p>
<p>Mecanizado Thorwesten</p>		
<p>Recursos necesarios</p>		
<p>Personal</p> <p>1 maquinista 2 operarios</p>	<p>Materiales</p> <p>-Perfiles de PVC → Hojas y marcos -Palos cortados → Guías, Inversoras, Travesaños</p>	

Tabla 6: Ficha inserción de refuerzos(Elaboración Propia)

Nombre del proceso Corte (Pertici)		Código P.2.4
 <p>Ilustración 25: Máquina de corte Pertici(Elaboración Propia)</p>		Responsable Jefe de producción
Detalle del proceso		
<p>El procedimiento es exactamente el mismo que la T.2.1 excepto la entrada de perfiles. Esta máquina es capaz solo de cortar y es menos eficiente, es por esto que se usa para perfiles con menos rotación y/o perfiles especiales</p>		
Procesos precedente	Procesos siguiente	Productividad
Compra y almacenaje de materias primas	Mecanizado Thorwesten	15 uds/min
Recursos necesarios		
Personal	Materiales	
1 maquinista	-Perfiles de PVC → Guías, Inversoras y Travesaños	

Tabla 7: Ficha corte Pertici(Elaboración Propia)


Nombre del proceso Mecanizado Thorwesten		Código P.2.5
 <p>Ilustración 26: Estación de mecanizado Thorwesten(Elaboración Propia)</p>		Responsable Jefe de producción
Detalle del proceso		
<p>El primer operario inserta en los palos cortados el refuerzo de acero correspondiente y los inserta en una de las dos máquinas de mecanizado. Estas se encargan de mecanizar tanto el PVC como el refuerzo. Finalmente, el segundo operario coloca cerraderos estándar en los palos que lo precisen y los organiza en los carros para el siguiente proceso. Los palos que pasan por aquí son todos los cortados en la Pertici y los cortados en la Kaban que necesitan un mecanizado en el refuerzo</p>		
Procesos precedentes	Procesos siguiente	Productividad
Corte Pertici Corte y mecanizado Kaban	Soldadura	1.367 uds/min
Recursos necesarios		
Personal	Materiales	
2 operarios	-Palos cortados → Guías, Inversoras, Travesaños	

Tabla 8: Ficha mecanizado Thorwesten(Elaboración Propia)

Nombre del proceso Soldadura		Código P.3
		Responsable Jefe de producción
<p>Ilustración 27: Máquina soldadora de cuadros(Elaboración Propia</p>		
<p>Detalle del proceso</p> <p>Los operarios colocan los 4 palos que forman 1 cuadro para que las máquinas los suelden. Una vez realizado el proceso, los cuadros resultantes se almacenan en unos estantes temporales mediante un clasificador automático. Las hojas son llevadas directamente a las estanterías metálicas donde esperarán al siguiente proceso. Los marcos, en cambio, pasarán por una zona de travesaños donde también se les colocará los cerraderos correspondientes</p>		
Procesos precedentes	Procesos siguiente	Productividad
Corte y mecanizado Kaban Mecanizado Thorwesten	Colocación de herrajes Zona de travesaños	0.33 uds./min
Recursos necesarios		
Personal	Materiales	
1 operario por máquina	-Marcos y hojas cortados, mecanizados y con refuerzo	

Tabla 9: Ficha soldadura cuadros(Elaboración Propia)

Nombre del proceso		Código
Colocación de travesaños y bisagras		P.4
 <p>Ilustración 28: Zona de travesaños (Elaboración Propia)</p>		Responsable Jefe de producción
Detalle del proceso		
<p>Los marcos soldados pasan por 2 mesas donde se le añaden las bisagras y los travesaños correspondientes. Tanto los productos que no pasan por esta zona como los que ya hayan sido manufacturados se almacenan en los estantes dónde, depende de su configuración, pasarán a la zona de accesorios o a la última línea</p>		
Procesos precedentes	Procesos siguiente	Productividad
Soldadura	Preparado de marcos Ensamblaje de cuadros	0.25 uds./min
Recursos necesarios		
Personal	Materiales	
2 operarios	-Marcos que precisen de algún travesaño	

Tabla 10: Ficha travesaños y cerraderos(Elaboración Propia)


Nombre del proceso Colocación de herrajes en hojas		Código P.5
 <p>Ilustración 29: Zona de colocación de herrajes en hojas(Elaboración Propia)</p>		Responsable Jefe de producción
Detalle del proceso		
<p>La colocación de los herrajes perimetrales que permitirán el funcionamiento de las hojas se realiza justo después de la soldadura. Dos operarios se encargan de buscarlas e introducirlas en la línea ordenándolas por pedido. Los dos primeros insertan los herrajes esquineros y el siguiente coloca los tramos rectos. Se dejan preparados para que la máquina correspondiente los atornille a la hoja automáticamente y los guarde en unos estantes. Además de esto, si la hoja es pasiva, se le añade la inversora con sus tapas superiores e inferiores correspondientes</p>		
Procesos precedentes	Procesos siguiente	Productividad
Soldadura	Ensamblaje de cuadros	0,467 uds./min
Recursos necesarios		
Personal	Materiales	
3 operarios	-Hojas soldadas, Herrajes perimetrales, Tornillos, Inversoras y sus tapas	

Tabla 11: Ficha colocación de herrajes en hojas(Elaboración Propia)

Nombre del proceso Colocación accesorios en marcos		Código P.6
 <p>Ilustración 30: Detalle de mesa para la colocación de accesorios en marcos(Elaboración Propia)</p>		Responsable Jefe de producción
Detalle del proceso		
<p>La zona de accesorios de los marcos se divide en 5 mesas independientes en las que cada empleado realiza las operaciones correspondientes atendiendo al tipo de marco y a las especificaciones demandadas por el cliente. Estas mesas a menudo precisan del corte y mecanizado de los periféricos y de los tapajuntas. La colocación de accesorios en los marcos es el proceso más largo de la cadena, ya que; instalar mosquiteras, cuadros de persiana o perfiles periféricos es un proceso costoso y manual.</p>		
Procesos precedentes	Procesos siguiente	Productividad
Zona de travesaños	Ensamblaje de cuadros	0,0556 uds./min
Recursos necesarios		
Personal	Materiales	
5 operarios	-Marcos, Guías y cajones de persiana, Mosquiteras, Tapajuntas, Soleras, Alféizares, Ampliadores, Bisagras	

Tabla 12: Ficha colocación accesorios marcos(Elaboración Propia)

Nombre del proceso Ensamblaje de cuadros		Código P.7
 <p>Ilustración 31: Almacén intermedio de cuadros a la espera de ser ensamblados(Elaboración Propia)</p>		Responsable Jefe de producción
Detalle del proceso		
<p>Una vez los cuadros de hojas y marcos están listos, se realiza el ensamblaje de ambos en la primera parte de la línea final. Mientras un operario se encarga de localizar e insertarlos en la línea, otro se encarga de insertar los bulones en las bisagras para poder así comprobar el correcto funcionamiento del producto</p>		
Procesos precedentes	Procesos siguiente	Productividad
Colocación de herrajes Colocación de accesorios	Acrystalado	0.25 uds./min
Recursos necesarios		
Personal	Materiales	
1 operario	-Marcos y hojas preparados, Bulones para las bisagras estándar	

Tabla 13: Ficha ensamblaje cuadros(Elaboración Propia)


Nombre del proceso Acristalado		Código P.8
 <p>Ilustración 32: Almacén inteligente de vidrios(Elaboración Propia)</p>		Responsable Jefe de producción
Detalle del proceso		
<p>Los cuadros ensamblados avanzan por la línea hasta llegar a la salida del almacén inteligente de vidrios. En caso de que el producto precise de vidrio, el operario demandará al almacén el vidrio que se necesite. El almacén lo busca y lo proporciona automáticamente. Se instala el vidrio y se pasa a la siguiente fase. Si el producto no precisa de vidrio, simplemente se deja pasar a la siguiente parte</p>		
Procesos precedentes	Procesos siguiente	Productividad
Ensamblaje de cuadros	Ajunquillado	0,143 uds./min
Recursos necesarios		
Personal	Materiales	
1 operario	-Ventanas, Vidrios, Calzos para ajustar vidrios, Cola para fijar los calzos al vidrio	

Tabla 14: Acristalado(Elaboración Propia)


Nombre del proceso Ajunquillado		Código P.9
 <p>Ilustración 33: Zona de colocación de junquillos y limpieza del producto(Elaboración Propia)</p>		Responsable Jefe de producción
Detalle del proceso		
<p>La última parte de la esta línea consiste en fijar los productos que hayan sido acristalados mediante los junquillos pre cortados a medida en su zona de corte correspondiente. Después de esto se hace una inspección final y una limpieza general de la ventana hasta dejarla lista para su paletizado</p>		
Procesos precedentes Acristalado	Procesos siguiente Paletizado	Productividad 0.128 uds./min
Recursos necesarios		
Personal 2 operarios	Materiales -Ventanas, Junquillos previamente cortados a medida, Limpiacristales	

Tabla 15: Ficha ajunquillado (Elaboración Propia)

Nombre del proceso Paletizado		Código P.10
		Responsable Jefe de producción
<p>Ilustración 34: Detalle de pedido paletizado y listo para ser enviado al cliente(Elaboración Propia)</p>		
<p>Detalle del proceso</p> <p>Finalmente, entre dos operarios, se cargan los productos manualmente, con una araña de ventosas o con el puente grúa (según las dimensiones y el peso del producto) en las cunas correspondientes. Se embalan con cinta adhesiva transparente y se aseguran para que no sufran caídas o golpes durante su transporte hasta el destino</p>		
Procesos precedentes Ajunquillado	Procesos siguiente Transporte	Productividad
Recursos necesarios		
Personal 1 operario	Materiales -Producto terminado, Film transparente, Cinta adhesiva	

Tabla 16: Ficha paletizado(Elaboración Propia)

Nombre del proceso Transporte de productos		Código P.11
		Responsable Responsable de logística
<p>Ilustración 35: Camión propiedad de la empresa para realizar rutas(Elaboración Propia)</p>		
Detalle del proceso		
<p>El transporte se puede realizar de dos maneras distintas: mediante camiones propios o recogiendo en la fábrica. Los camiones, propiedad de la empresa, se encargan de realizar rutas optimizadas por el departamento de logística por las distintas delegaciones nacionales. Estas rutas se programan una vez haya suficientes productos para llenar el camión. Por otro lado, a los clientes locales o con emplazamiento próximo a la planta se les brinda la opción de pasar con sus propios medios por la fábrica y recoger sus productos</p>		
Procesos precedentes Paletizado	Procesos siguiente N/A	Productividad
Recursos necesarios		
Personal 2 operarios	Materiales -Contenedores llenos	

Tabla 17: Ficha transporte productos(Elaboración Propia)

Todos estos procesos tienen un orden y un diagrama que los une como el expuesto anteriormente, pero añadiendo algunas decisiones que el operario debe tomar. Esto forma parte de un trabajo de normalización del modus operandi de cada proceso que se realizó durante la estancia en la empresa. Además, se tienen diagramas de decisión de cada proceso con la finalidad de formar a nuevos trabajadores e incluso de formar a los propios trabajadores de planta para que los procesos queden definidos y sin ambigüedades. En la **Ilustración 36** está el esquema general mientras que en la **Ilustración 37** **Ilustración 38**, unos ejemplos de los específicos.

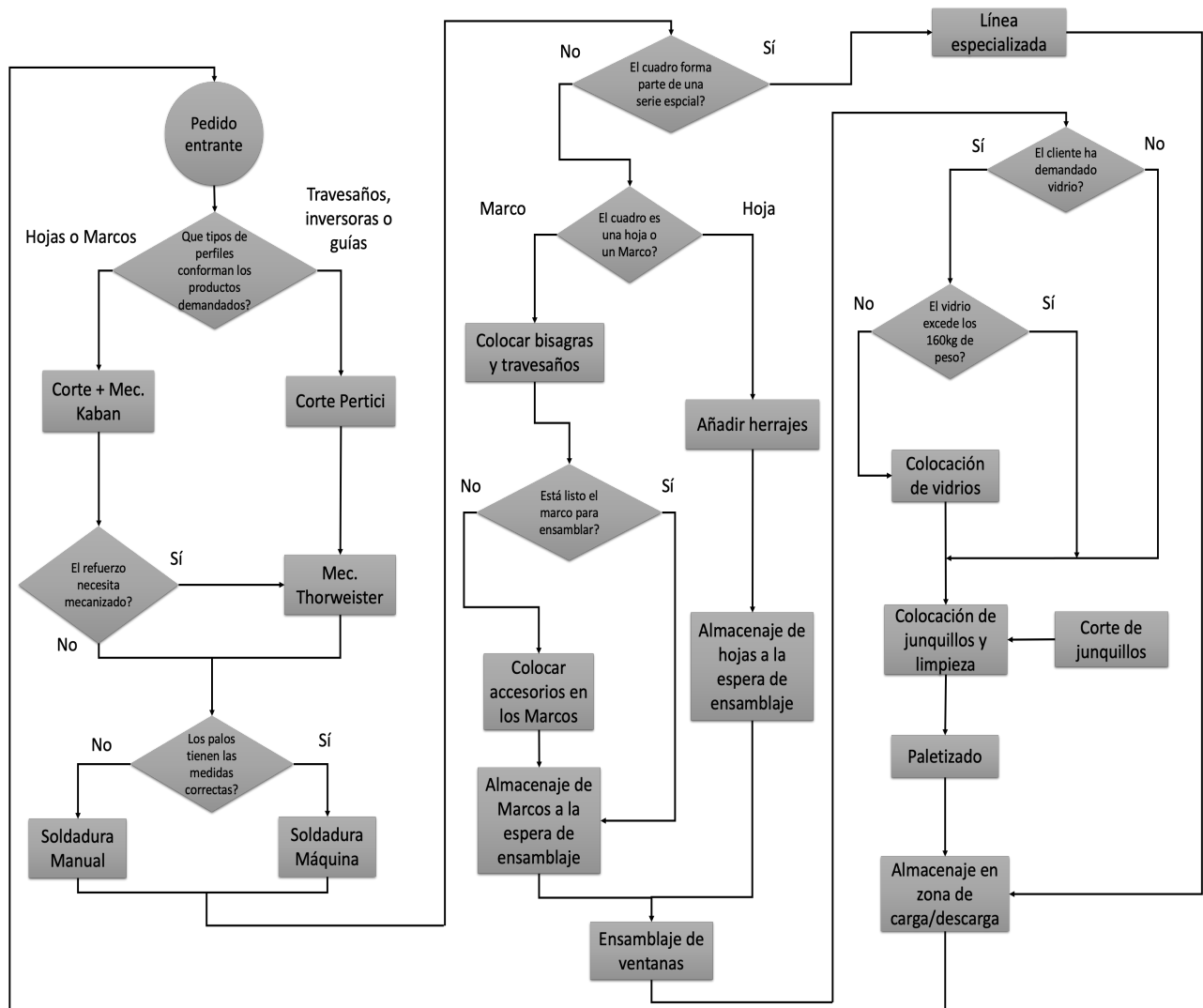


Ilustración 36: Esquema general de producto

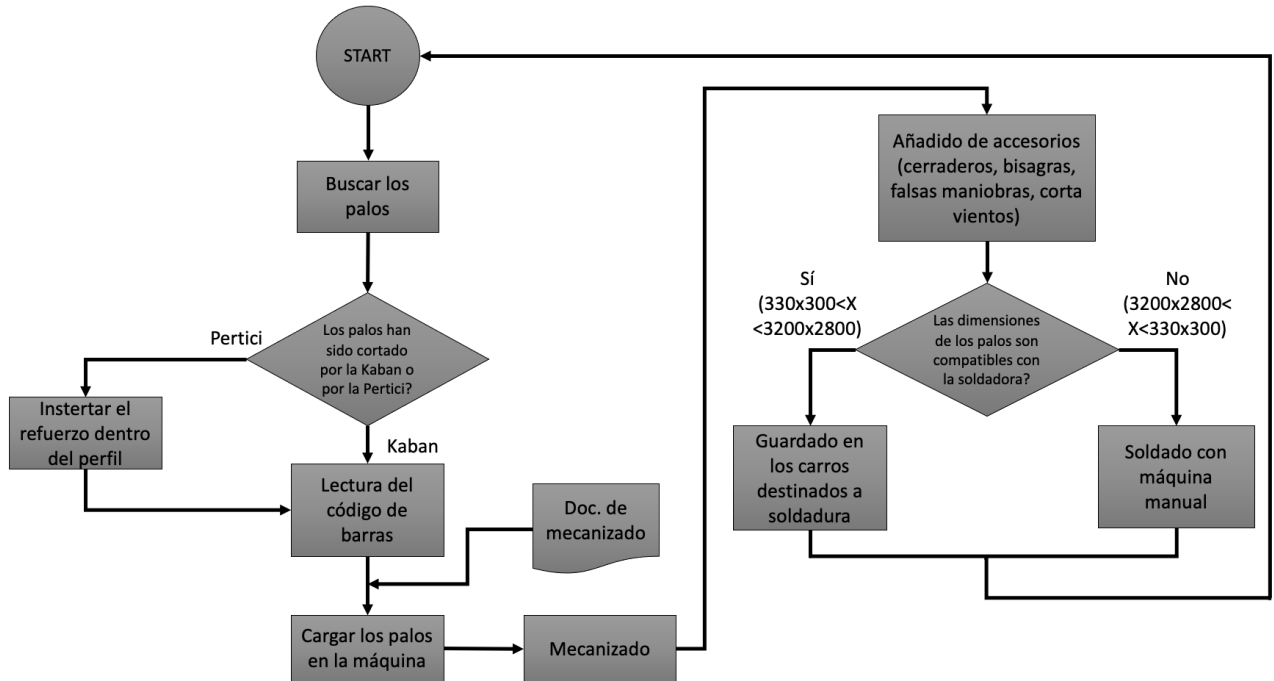


Ilustración 37: Ejemplo de esquema específico (mecanizado Thorwesten)

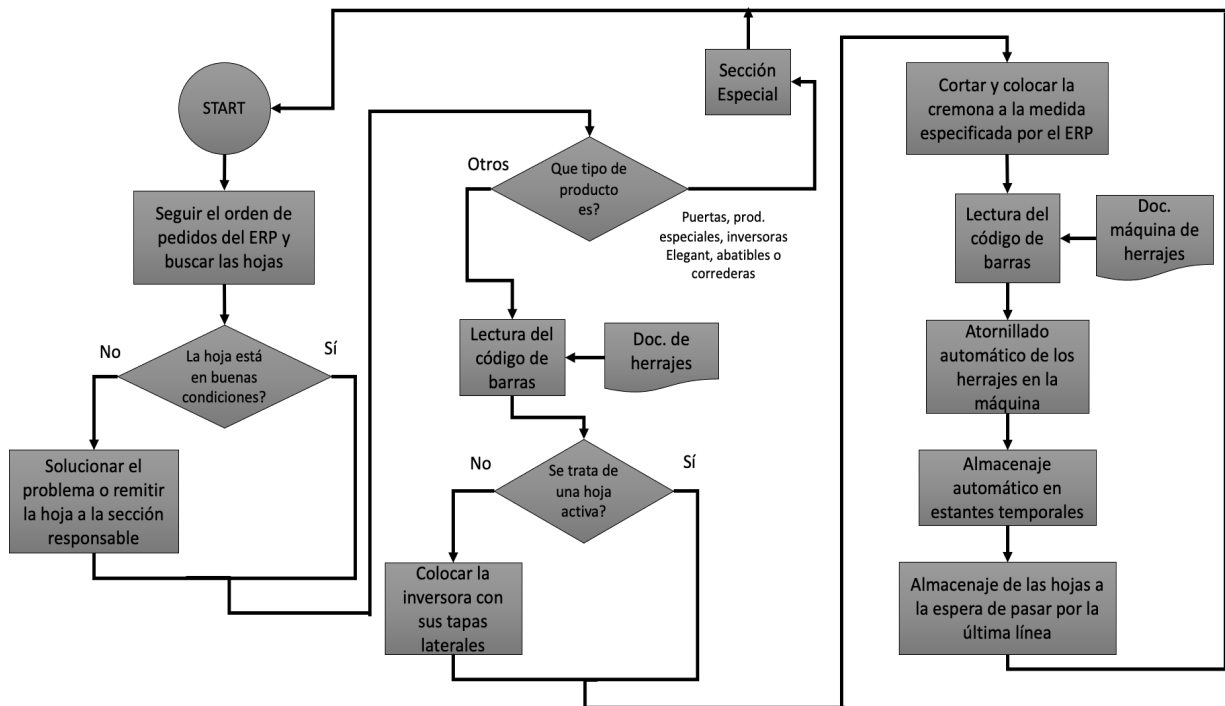


Ilustración 38: Ejemplo de esquema específico (colocación de herrajes)

2.7 Clientes

Incerco es una empresa con una venta dedicada al “B to B”, es decir, al “Business to Business”. La venta no se realiza a clientes individuales nunca. Sus clientes objetivo son empresas dedicadas a utilizar sus productos, ya sea en obras, montajes o reformas, o a venderlos a terceros en tiendas especializadas en cerramientos de PVC. En caso de que algún particular contacte con ellos demandando su servicio, estos lo redireccionan a algún cliente suyo para que gestione la venta a través de este. Así mantienen su red de clientes limpia de particulares y, por otra parte, amplían el mercado de los clientes.

Los clientes se extienden por distintos puntos de España e incluso del mundo. En el mapa adjunto en la **Ilustración 40** se puede observar los distintos emplazamientos del registro de ventas. En España, cuenta con comerciales que cubren las siguientes comunidades autónomas: Cataluña, las Islas Baleares, la Comunidad Valenciana, Madrid, Andalucía, País Vasco, Navarra y Cantabria. Fuera de nuestro país, se han llegado a hacer grandes proyectos en Guinea Ecuatorial, Dubái y, próximamente, se empezará a colaborar con una empresa del Sur de Francia.

Atendiendo al reparto de los distintos clientes, se observa en la **Ilustración 39**: Distribución de clientes por volumen de compra (Fuente: Qlick) que se disponen de una gran cantidad de ellos sin que unos pocos concentren la gran parte de las ventas. Este es un factor positivo a tener en cuenta porque elimina la dependencia de un gran porcentaje de la producción en tan solo unos pocos clientes. Los clientes con mayor volumen de ventas son: Nuevo Estilo Carpintería S.L., QS Ventanas Alcoy S.L., Cristalería y Aluminios Grau S.L., Cerrajería Llofra S.L. y Decembro S.L.

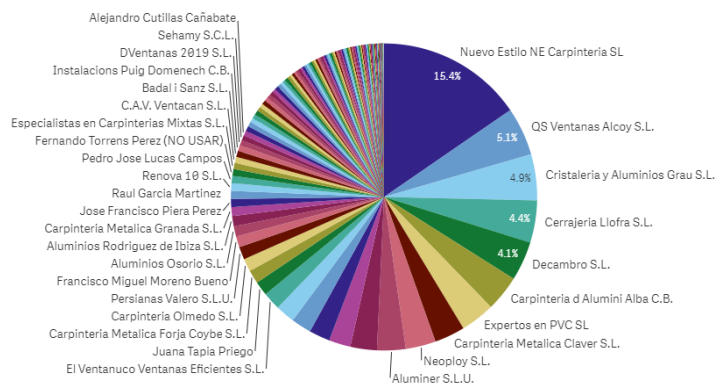


Ilustración 39: Distribución de clientes por volumen de compra (Fuente: Qlick)



Ilustración 40: Localización de las ventas de la empresa (Elaboración Propia)

2.8 Proveedores

Cómo se puede observar en el gráfico de tarta de la **Ilustración 41**, casi el 50% del grueso de las compras se centraliza en **Deceuninck**. Se trata de una empresa alemana que les provee casi todo el material de PVC, ya sean perfiles principales como auxiliares. Esto lo coloca en el proveedor más importante con diferencia.

Seguidamente, está **ProCoM S.A. (Procedimientos de Construcción Moderna S.A.)** la cual proporciona el herraje necesario para realizar los mecanismos de los distintos cerramientos.

Coperpal S.L proporciona todos los cajones de persiana que se pueden añadir a las ventanas producidas.

El cuarto proveedor con más peso se trata de **Unión Vidriera Levante S.L.**, como su propio nombre indica, producen los vidrios que se incorporan a ciertas ventanas e incluso puertas. Por último, hay que destacar los proveedores minoritarios que también juegan un papel fundamental. **Wurth** proporciona consumibles (guantes, tornillos, herramientas...); **Pinturas Sanz** que aporta todo el material químico de la planta de lacado; **Centro Alum** se encarga de suministrar todos los perfiles de aluminio; y, por último, **Gebhardt Stahl GmbH** también alemana, que brinda los refuerzos de acero fundido que se introducen en el interior de los perfiles de PVC.

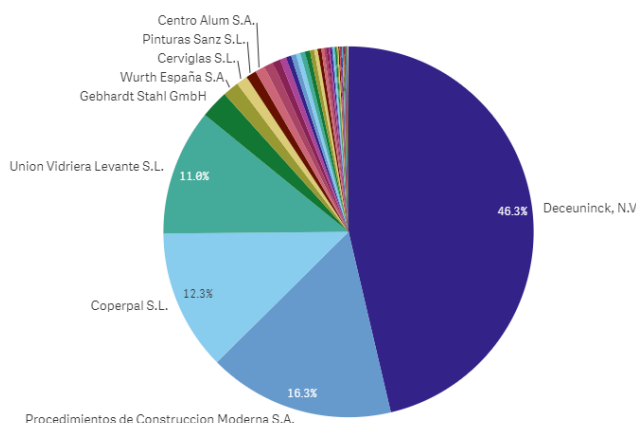


Ilustración 41: Distribución de Proveedores por valor de compra (Fuente: Qlick)

2.9 Conclusiones

Una vez estudiada la empresa y sus aspectos más relevantes se plantea el objeto de estudio que gobernará el resto del trabajo. Una primera toma de contacto que contextualizará y justificará la hoja de ruta del proyecto.

El objeto principal del problema es la incapacidad de la planta actual de albergar toda la demanda que existe. Una demanda que, a raíz de un contrato formalizado con una empresa francesa, se verá incrementada un mínimo del 80% de su capacidad actual en un periodo de tiempo inferior a un año. Esta situación precisa del aumento de la capacidad productiva actual, lo cual pasa por modificar el layout y adaptarlo para la nueva demanda diaria de productos. Esta modificación vendrá condicionada por la compra de nuevas máquinas que permitan una mayor capacidad productiva.

Antes de empezar a analizar e investigar las posibles disposiciones de los elementos de la planta, se debe acotar el área de estudio. Para este acometido se debe analizar los criterios de diseño para poder así plantear alternativas sólidas y válidas.

3 Diseño de alternativas y selección

3.1 Introducción

Para poder modificar el layout existente se debe atender a sus requerimientos de diseño. Estos requerimientos ayudaran a reducir el número de soluciones posibles, pero, aun así, quedan muchas alternativas posibles.

Con la ayuda de las herramientas necesarias, se plantearán 3 posibles layouts que tratan de conseguir los objetivos propuestos. Se utilizará simulación de eventos discretos para evaluar el impacto en la productividad de las diferentes alternativas.

La elección de la alternativa definitiva se realizará con el método AHP (Analytic Hierarchy Process).

3.2 Criterios de diseño

Después de realizar un análisis exhaustivo de la situación de la empresa y de todas las zonas de la planta, se tiene información suficiente para acotar los criterios. Estos serán:

- **La seguridad de los operarios:** la localización de los baños y los vestuarios requiere el desplazamiento de los operarios en bicicleta o a pie. Estos tienen que cruzar toda la nave y exponerse a riesgos de atropellamiento por vehículos, camiones y máquinas de movimientos de cargas en la zona de descarga de camiones.
- **Aumento de la capacidad productiva:** para poder hacer frente a la creciente demanda se deberán comprar máquinas nuevas. Al añadirlas, se tiene que estudiar de qué manera incorporarlas en planta y si se tendrá que reorganizar la producción.
- **Significante número de incidencias:** la cantidad de incidencias que se producen al día es el factor que más retrasa la producción habitual. La gestión de estas incidencias es crucial para que su impacto sea reducido. Para esto, se propondrá una opción donde se dedique parte de la planta a la gestión de incidencias y repeticiones. Esto, evidentemente, mermará la capacidad productiva de la planta, pero significará un avance en la efectividad y la rapidez de la gestión de estos contratiempos.

3.3 Alternativa 1

En el primer caso se realizará la compra de dos máquinas nuevas, una soldadora de 6 puntos y una estación de corte y mecanizado, así como, la ampliación del ajunquillado y paletizado en la línea final, como se puede observar en los recuadros naranjas de la **Ilustración 42**: Layout de la alternativa primera (Elaboración Propia). La primera ampliación se realiza para agilizar estos primeros procesos de la línea y poder abastecer los procesos siguientes con el proceso productivo más avanzado. En el caso de la estación, consigue sacar un palo cortado, mecanizado, con refuerzo insertado y con los cerraderos estándar atornillados en ciclos de tan solo 15 segundos. La nueva soldadora, además de ser más rápida que las actuales, es capaz de soldar un travesaño a la ventana y atornillar las bisagras

estándar, evitando el paso por la mesa de travesaños. Esto se traducirá en un mayor flujo aguas abajo para que se asegure la producción continua.

Las otras dos ampliaciones tienen su justificación en el análisis de productividad llevado a cabo, en este caso, en la última línea. Estos últimos procesos se convierten en el cuello de botella ya que consumen más tiempo y a causa del primer cambio, se verán más tensadas.

Por último, se ha cambiado la zona de carga de camiones por comodidad y seguridad para los trabajadores y se han instalado los baños y vestuarios de los empleados en una zona mucho más accesible y segura para que apenas se tengan que desplazar.



Ilustración 42: Layout de la alternativa primera (Elaboración Propia)

3.4 Alternativa Duplicado

En este segundo caso se han producido algunos cambios adicionales. En el caso de la última línea se ha duplicado entera y se ha cambiado la disposición de los almacenes de material necesario en esta última zona tales como vidrios y junquillos, cambios representados en la **Ilustración 43**. Esto se ha realizado para que estas sean accesibles desde las dos partes de la línea y aumentar así su eficiencia. La inversión por realizar será mayor que en la anterior alternativa.

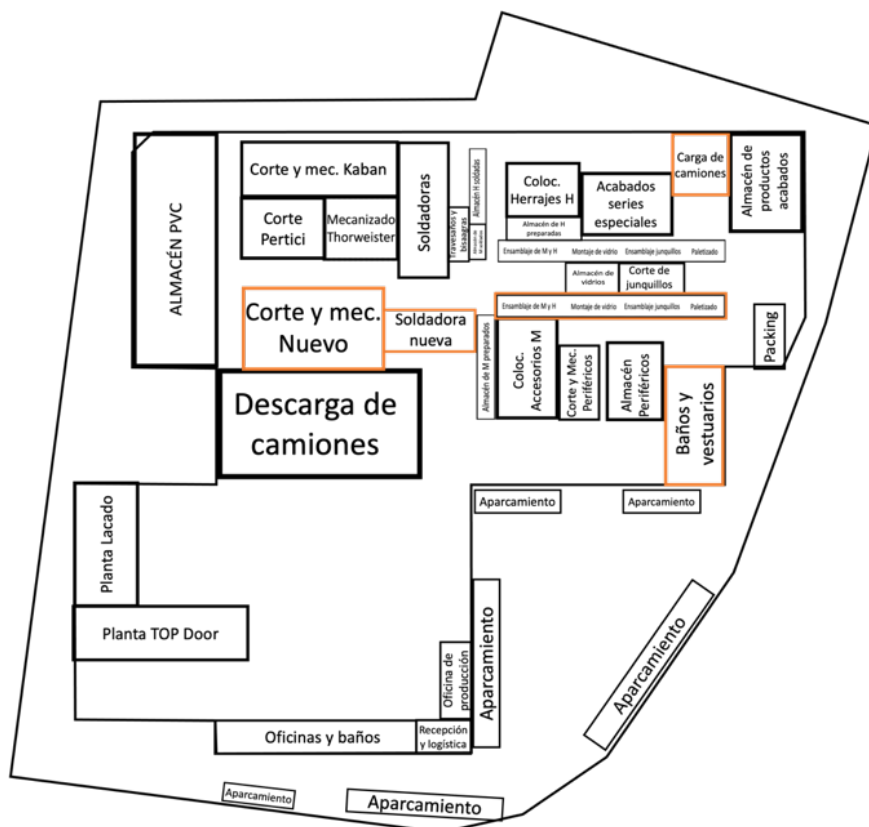


Ilustración 43: Layout de la alternativa Duplicado(Elaboración Propia)

3.5 Alternativa Incidencias

Por último, está la alternativa que más cambios implica. La idea de esta opción es crear un sistema de gestión de incidencias. Tras mi paso por la empresa identifiqué que la gestión de incidencias era el mayor problema que afectaba la productividad. Esto me dio la idea de crear un layout que se preocupara expresamente de esto, creando una línea completa de producción (aprovechando la incorporación de las máquinas nuevas) que sirviera como vía de escape de todos estos problemas. Para este acometido, se crea una nueva última línea que se encargue solo de gestionar esto, así como, nuevos almacenes intermedios como se puede ver en la **Ilustración 44**. Todo esto se suma a los cambios realizados en la alternativa anterior.



Ilustración 44: Layout de la alternativa Incidencias(Elaboración Propia)

3.6 Simulación de alternativas (SIMIO)

Simio es un software de organización industrial (Félez Blasco, A., & Oliveros Colay, M. (2014)) incluido en el paquete de programas con licencia proporcionado por la UPV. Su principal uso recae en poder simular una distribución en planta cualquiera. Esto se consigue mediante el despliegue de distintos actores que dispone el programa para simular almacenes de materias primas, procesos, combinadores, separadores, hasta incluso operarios y camiones. Estos elementos se pueden configurar y relacionar entre ellos para poder establecer el flujo de las materias pertinentes. Para entender su funcionamiento, se mostrará su interfaz en la **Ilustración 45**.

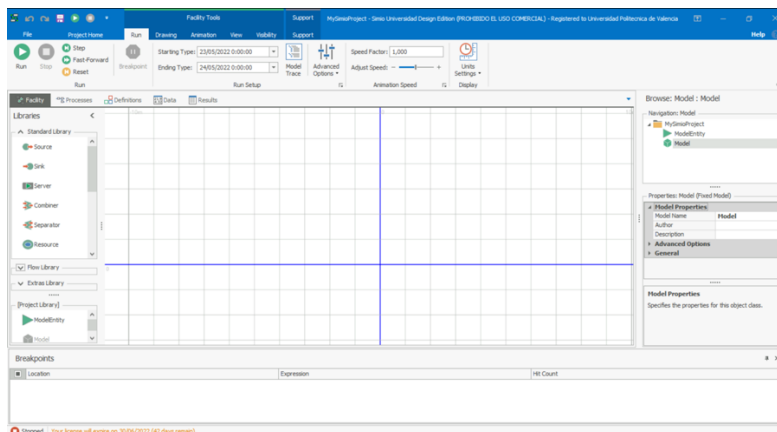






Ilustración 45: Interfaz del programa SIMIO(Elaboración Propia)

3.6.1 Objetos usados

Para el correcto desarrollo de la simulación se precisan de objetos que simulen nuestra planta. Cada objeto tiene una función y unas propiedades que se podrá editar para representar los flujos de material. Estos tienen una imagen genérica que posteriormente se puede configurar y cambiar por un símbolo que se adapte a nuestras máquinas o zonas. Se detallan en la siguiente **Tabla 18**:

Nombre del objeto	Descripción	Imagen predeterminada	Imagen personalizada
Source	Como su traducción al español indica (fuente) se trata de nuestro primer elemento en la cadena de producción. Este proporcionará, a través de unos parámetros, los elementos básicos que conforman nuestro producto	 Ilustración 46: Source predeterminado(Fuente: SIMIO)	 Ilustración 47: Imagen personalizada(Fuente: SIMIO)
Sink	Su nombre en español (sumidero) indica que se encontrará al final de la línea, es decir, representará un almacén donde los productos sean almacenados una vez procesados	 Ilustración 48: Sink predeterminado(Fuente: SIMIO)	 Ilustración 49: Sink personalizado(Fuente propia)


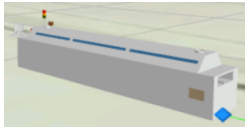


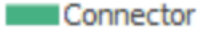
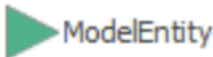
<i>Server</i>	Este objeto será la base de nuestro despliegue. Este simulará todos los procesos de la planta. Cada uno se puede configurar individualmente para que tenga las características del proceso que representa	 Ilustración 50: Server predeterminado(Fuente: SIMIO)	 Ilustración 51: Server personalizado(Fuente: SIMIO)
<i>Combiner</i>	Hay ocasiones en las que se precisa de un proceso el cual una dos productos para crear otro diferente. Este es el caso que simula el combinador.	 Ilustración 52: Combiner predeterminado(Fuente: SIMIO)	 Ilustración 53: Combiner personalizado(Fuente: SIMIO)
<i>Connector</i>	Todos los elementos deben estar conectados entre sí para que el flujo del material quede definido. Para esto se tienen varias opciones, pero la que más se adapta a mi caso es el conector. Este no contabiliza el tiempo que se tarda en recorrer el camino ya que los trayectos intermedios de los productos son despreciables.	 Ilustración 54: Connector predeterminado(Fuente: SIMIO)	-
<i>ModelEntity</i>	Por último, está el elemento que le da sentido a todos los procesos, el modelo de la entidad que se trata en planta. En este caso se podría referir a los distintos estados por los que pasan los perfiles de PVC. Estos, pueden ser configurados a cualquier nivel de detalle, peso, dimensiones, velocidad de transporte, volumen...	 Ilustración 55: ModelEntity predeterminado(Fuente: SIMIO)	-

Tabla 18: Objetos simulación de SIMIO (Elaboración Propia)

3.6.2 Diseño del layout

Para poder construir la distribución en planta y a escala, se hace uso de las herramientas que permiten cambiar el fondo de la cuadrícula donde se pospondrá los elementos antes mencionados. Así, se podrá colocar en el fondo la imagen de satélite donde se encuentra exactamente la fábrica, así como, los límites de la parcela.

Una vez situada la planta, se colocan todos los objetos necesarios para hacer funcionar la planta como en la realidad. El paso más importante será conectar todos los objetos entre sí. Esta conexión, aparte de estar planteada debe atender a los flujos de los materiales que se desee. Para poder reflejar esto en el layout se debe asignar a los distintos conectores su peso correspondiente, es decir, el porcentaje de producto que se quiera que siga ese camino.

3.6.3 Simulación

Teniendo ya todo listo y representando la realidad, solo se tiene que establecer la ventana temporal en la que se quiera realizar la simulación. Para realizar esto se va a la sección **Run Setup(1)** resaltado con rectángulos rojos en la **Ilustración 56** la fecha de comienzo y la de finalización del proceso.

Para poder saber los resultados del cálculo se debe ir a la pestaña de **Results(2)** donde se encuentran los datos de entrada, salida, tiempos de espera, unidades que no han acabado el proceso etc. Todos estos datos ayudarán a esgrimir, en este caso, que alternativa proporciona una mayor productividad con el mismo intervalo temporal.

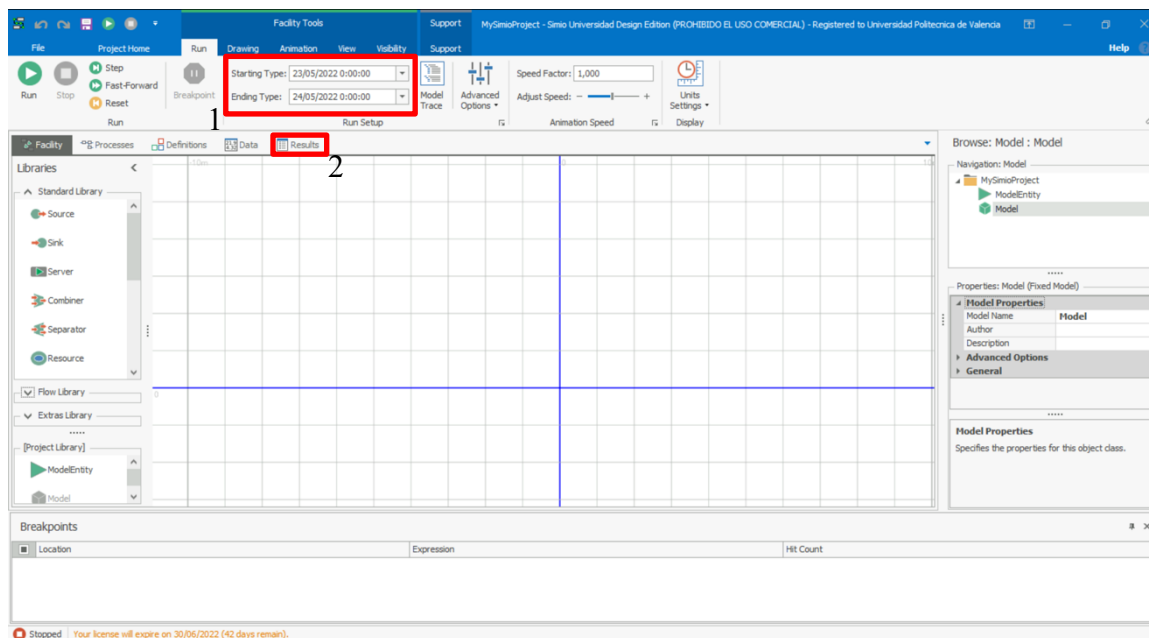
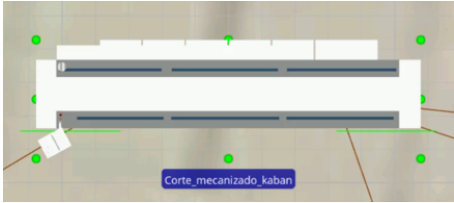
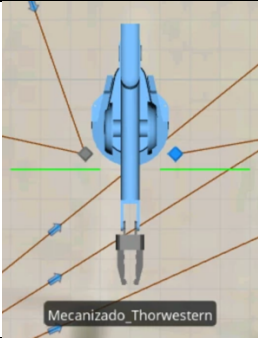




Ilustración 56: Interfaz del programa SIMIO(Elaboración Propia)

Para comprender las representaciones se especifican en esta tabla, las representaciones de cada uno de los procesos que intervienen así cómo los datos base que se han tenido que introducir para configurar cada estación como la capacidad, el tiempo del proceso por unidad de tiempo, los tiempos de transferencia y las capacidades de entrada y de salida de cada máquina.

PROCESO	REPRESENTACIÓN SIMIO	DATOS BASE
Corte		<p>Properties: Corte_mecanizado_kaban (Server)</p> <ul style="list-style-type: none"> Process Logic <ul style="list-style-type: none"> Capacity Type: Fixed Initial Capacity: 1 Ranking Rule: First In First Out Dynamic Selection ...: None Transfer-In Time: 0.0 Process Type: Specific Time Processing Time: 3 Off Shift Rule: Suspend Processing Other Processing Options Buffer Logic <ul style="list-style-type: none"> Input Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 9 Balking & Reneging Options Output Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 8
Mecanizado		<p>Properties: Mecanizado_Thorwestern (Server)</p> <ul style="list-style-type: none"> Process Logic <ul style="list-style-type: none"> Capacity Type: Fixed Initial Capacity: 1 Ranking Rule: First In First Out Dynamic Selection ...: None Transfer-In Time: 0.0 Process Type: Specific Time Processing Time: 1.4 Off Shift Rule: Suspend Processing Other Processing Options Buffer Logic <ul style="list-style-type: none"> Input Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 192 Balking & Reneging Options Output Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 96
Soldadura		<p>Properties: Soldadora_M (Server)</p> <ul style="list-style-type: none"> Process Logic <ul style="list-style-type: none"> Capacity Type: Fixed Initial Capacity: 1 Ranking Rule: First In First Out Dynamic Selection ...: None Transfer-In Time: 0.0 Process Type: Specific Time Processing Time: 3.67 Off Shift Rule: Suspend Processing Other Processing Options Buffer Logic <ul style="list-style-type: none"> Input Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 96 Balking & Reneging Options Output Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 0
Colocación de travesaños y bisagras		<p>Properties: Travesaños_bisagras (Server)</p> <ul style="list-style-type: none"> Process Logic <ul style="list-style-type: none"> Capacity Type: Fixed Initial Capacity: 1 Ranking Rule: First In First Out Dynamic Selection ...: None Transfer-In Time: 0.0 Process Type: Specific Time Processing Time: 4 Off Shift Rule: Suspend Processing Other Processing Options Buffer Logic <ul style="list-style-type: none"> Input Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 45 Balking & Reneging Options Output Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 106



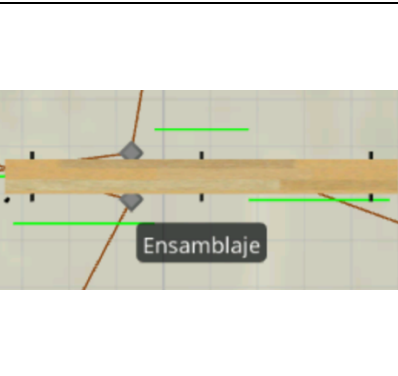
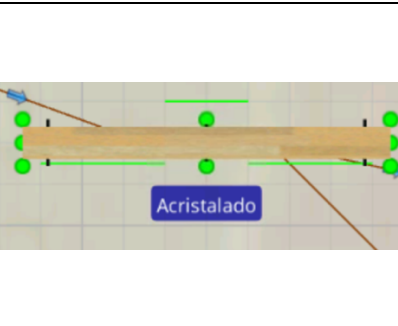
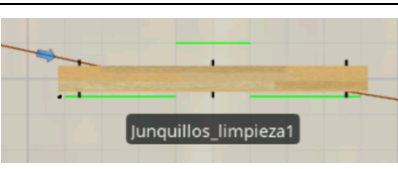
<p>Colocación de herraje</p>		<p>Properties: Colocación_herrajes (Server)</p> <ul style="list-style-type: none"> Process Logic <ul style="list-style-type: none"> Capacity Type: Fixed Initial Capacity: 1 Ranking Rule: First In First Out Dynamic Selection ...: None Transfer-In Time: 0.0 Process Type: Specific Time Processing Time: 4.3 Off Shift Rule: Suspend Processing Other Processing Options Buffer Logic <ul style="list-style-type: none"> Input Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 176 Balking & Reneging Options Output Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 300
<p>Colocación de accesorios</p>		<p>Properties: Colocación_accesorios (Server)</p> <ul style="list-style-type: none"> Process Logic <ul style="list-style-type: none"> Capacity Type: Fixed Initial Capacity: 4 Ranking Rule: First In First Out Dynamic Selection ...: None Transfer-In Time: 0.0 Process Type: Specific Time Processing Time: 18 Off Shift Rule: Suspend Processing Other Processing Options Buffer Logic <ul style="list-style-type: none"> Input Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 25 Balking & Reneging Options Output Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 87
<p>Ensamblaje de cuadros</p>		<p>Properties: Ensamblaje (Combiner)</p> <ul style="list-style-type: none"> Process Logic <ul style="list-style-type: none"> Capacity Type: Fixed Initial Capacity: 1 Parent Transfer...: 0.0 Member Transf...: 0.0 Process Type: Specific Time Processing Time: 4 Off Shift Rule: Suspend Processing Other Processing Options Buffer Logic <ul style="list-style-type: none"> Parent Input Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: Infinity Balking & Reneging Options Member Input Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 387 Balking & Reneging Options Output Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 5
<p>Acristalado</p>		<p>Properties: Acristalado (Server)</p> <ul style="list-style-type: none"> Process Logic <ul style="list-style-type: none"> Capacity Type: Fixed Initial Capacity: 1 Ranking Rule: First In First Out Dynamic Selection ...: None Transfer-In Time: 0.0 Process Type: Specific Time Processing Time: 6.5 Off Shift Rule: Suspend Processing Other Processing Options Buffer Logic <ul style="list-style-type: none"> Input Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 0 Balking & Reneging Options Output Buffer <ul style="list-style-type: none"> Capacity: 0
<p>Ajunquillado</p>		<p>Properties: Almacén_prod_acabado (Sink)</p> <ul style="list-style-type: none"> Process Logic <ul style="list-style-type: none"> Transfer-In Time: 1 State Assignments <ul style="list-style-type: none"> On Entering: 1 Row

Tabla 19: Resumen de la simulación (Elaboración propia)

A continuación, se muestran en las ilustraciones **Ilustración 57**, **Ilustración 58** y **Ilustración 59** las representaciones de los layouts anteriormente presentados en la aplicación Simio.



Ilustración 57: Representación Layout 1(Elaboración Propia)



Ilustración 58: Representación Layout 2(Elaboración Propia)

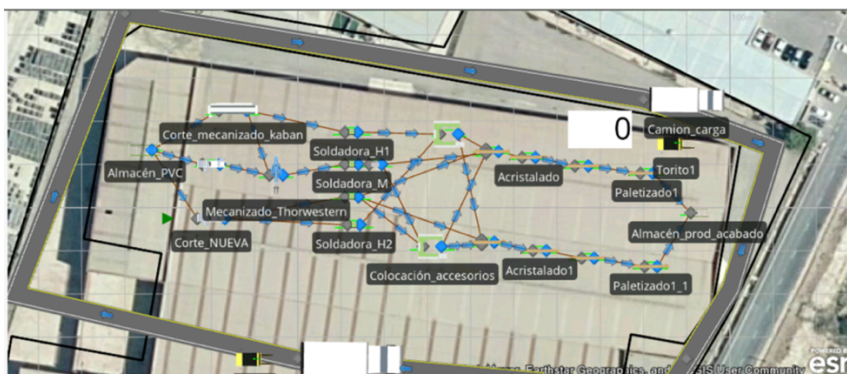


Ilustración 59: Representación Layout 3(Elaboración Propia)

3.6.4 Resultados de la simulación

Toda simulación está sujeta a unos resultados que permiten comparar las alternativas propuestas y elegir la más adecuada. En este caso, el dato que se ha priorizado es la productividad, es decir, la cantidad de ventanas que se realizan en un periodo de tiempo de 16 horas o 2 turnos. Para esto se ha creado una variable contador y se ha referenciado a la cantidad de productos terminados

que acaban en el almacén de productos. Este número nos indicará la productividad de cada alternativa. En la **Ilustración 60**, la **Ilustración 61** y la **Ilustración 62** se muestran los resultados que salen en la tabla una vez se ha simulado el layout.

Sink	Almacén_prod_acab...	[DestroyedEntities]	FlowTime	TimeInSystem	Average (Hou...	7,7213	7,5051	7,8190	0,0660
					Maximum (Ho...	15,1906	14,9035	15,5875	0,1478
					Minimum (Hou...	0,5758	0,4532	0,7057	0,0520
					Observations	139,5000	35,0000	142,0000	1,5544
		InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	139,5000	35,0000	142,0000	1,5544
				NumberExited	Total	139,5000	35,0000	142,0000	1,5544

Ilustración 60: Resultados simulación layout 1(Fuente: SIMIO)

Sink	Almacén_prod_acab...	[DestroyedEntities]	FlowTime	TimeInSystem	Average (Hou...	6,5076	6,3139	6,7452	0,0834
					Maximum (Ho...	14,8744	14,7619	15,0687	0,0739
					Minimum (Hou...	0,5309	0,4330	0,6336	0,0465
					Observations	284,7000	84,0000	286,0000	0,4828
		InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	284,7000	84,0000	286,0000	0,4828
				NumberExited	Total	284,7000	84,0000	286,0000	0,4828

Ilustración 61: Resultados simulación layout duplicado (Fuente: SIMIO)

Almacén_prod_acab...	[DestroyedEntities]	FlowTime	TimeInSystem	Average (Hou...	7,2379	7,1123	7,4186	0,0693	
				Maximum (Ho...	14,2733	14,1367	14,5367	0,0940	
					Minimum (Hou...	0,6125	0,5950	0,6533	0,0155
					Observations	142,6000	42,0000	143,0000	0,3694
		InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	142,6000	42,0000	143,0000	0,3694
				NumberExited	Total	142,6000	42,0000	143,0000	0,3694

Ilustración 62: Resultados simulación layout incidencias (Fuente SIMIO)

Como se puede comprobar, la alternativa de duplicado dispara la productividad al doble que sus alternativas. Esto es justificable ya que se ha duplicado casi la planta entera. Desde un punto de vista teórico se elegiría esta opción, pero en la realidad se deben tener en cuenta otros factores para realizar esta decisión. En el siguiente apartado se abordará esta cuestión.

3.7 Selección de alternativa multicriterio (SuperDecisions)

Para poder estudiar las distintas alternativas y poder decidir posteriormente, se precisa de un software especializado en este tipo de situaciones. Es un software sencillo y, a su vez, gratuito: SuperDecisions. De una forma intuitiva, se construye el modelo AHP que se utiliza para tomar la decisión.

3.7.1 Criterios de selección

Según las preferencias de la empresa y la situación de esta, los criterios son:

- 1. Inversión inicial:** cantidad de líquido a aportar para financiar el proyecto, ya sea a través de crédito o a través de patrimonio.
- 2. Coste de operación:** dinero que costaría explotar la opción elegida.
- 3. Impacto:** la cantidad de cambios y su dificultad que afectaran la planta.

4. **Seguridad de los trabajadores:** los baños están en un sitio más accesible.
5. **Productividad (uds. producidas diarias):** resultado de las unidades producidas en una jornada dado por el simulador antes utilizado, SIMIO.

Grupos creados en el software

Una vez se tiene todos los elementos definidos, se organizan y relacionan dentro del programa de la forma que se muestra en la **Ilustración 61**.

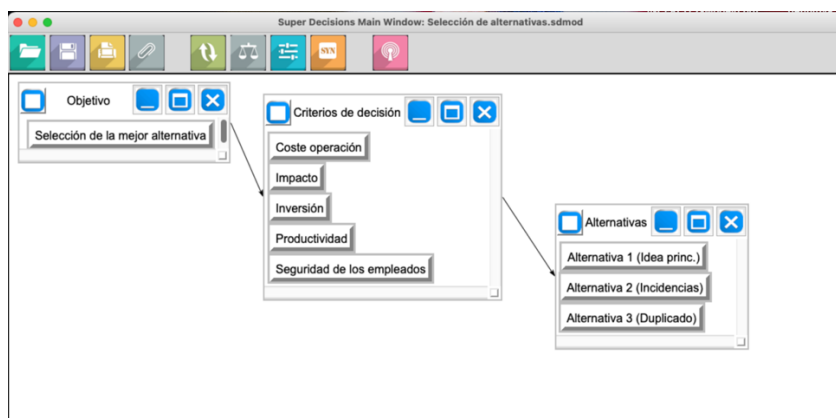


Ilustración 61: Jerarquía de los grupos creados(Elaboración Propia)

3.7.2 Atribución de los pesos a los distintos criterios

Cada criterio anteriormente definido debe tener una relación de peso superior o inferior con los demás criterios. Esto se realiza de maneras distintas atendiendo a la naturaleza de estos. A los que se pueden medir en una escala objetiva, se les aplica ese valor directamente, pero en cambio, si la cualidad que representan es cualitativa, se aplica un método para puntuar esa cualidad. En este caso, la escala del 1 al 9 es lo más idónea ya que el software utiliza esta misma.

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

Tabla 20: Escala de valoración del software SuperDecisions(Elaboración Propia)

A continuación, en la **Ilustración 62** y **Ilustración 63**, se muestra la configuración cualitativa de estos pesos en el programa.

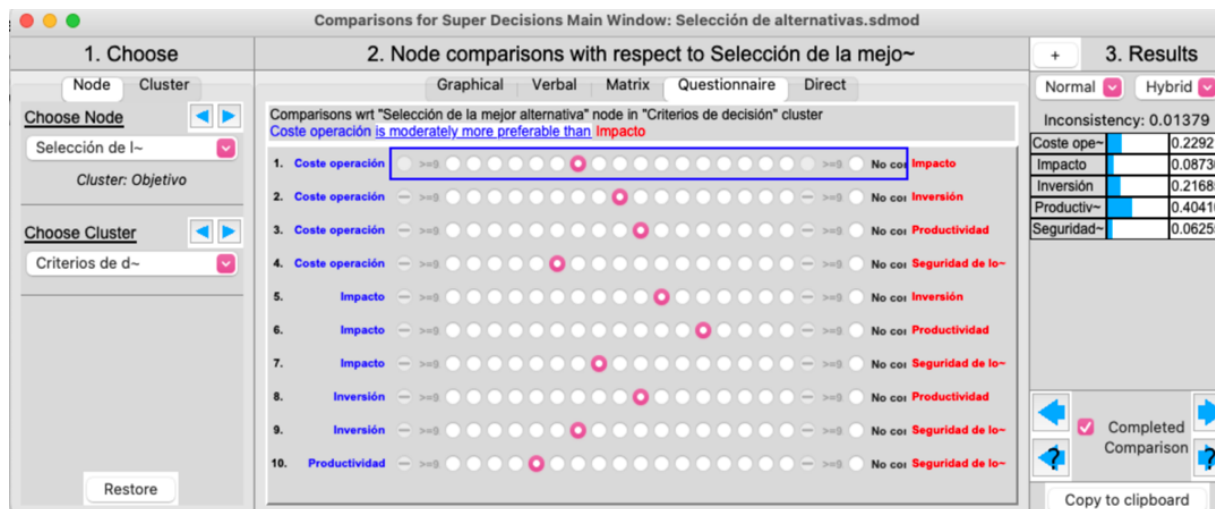


Ilustración 62: Atribución cualitativa del peso de los criterios(Elaboración Propia)

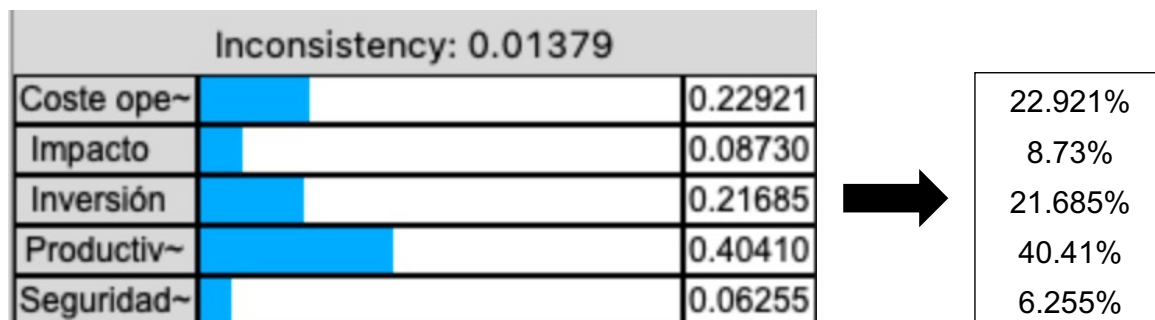


Ilustración 63: Pesos de los criterios(Elaboración Propia)

La inconsistencia que aparece en la parte superior de la imagen anterior hace referencia a la coherencia que tienen las puntuaciones realizadas por parte del usuario. Es importante que resulte un valor pequeño (menor de 0.1), ya que denota una buena relación entre todas las decisiones tomadas.

3.7.3 Ponderación de alternativas

Atendiendo a las características de cada una de las opciones posibles, se atribuirá a cada pareja la cuantificación que corresponda en la matriz de valoración para que al final se vea cuál de los layouts se adapta a los distintos criterios de selección.

-COSTE DE OPREACIÓN

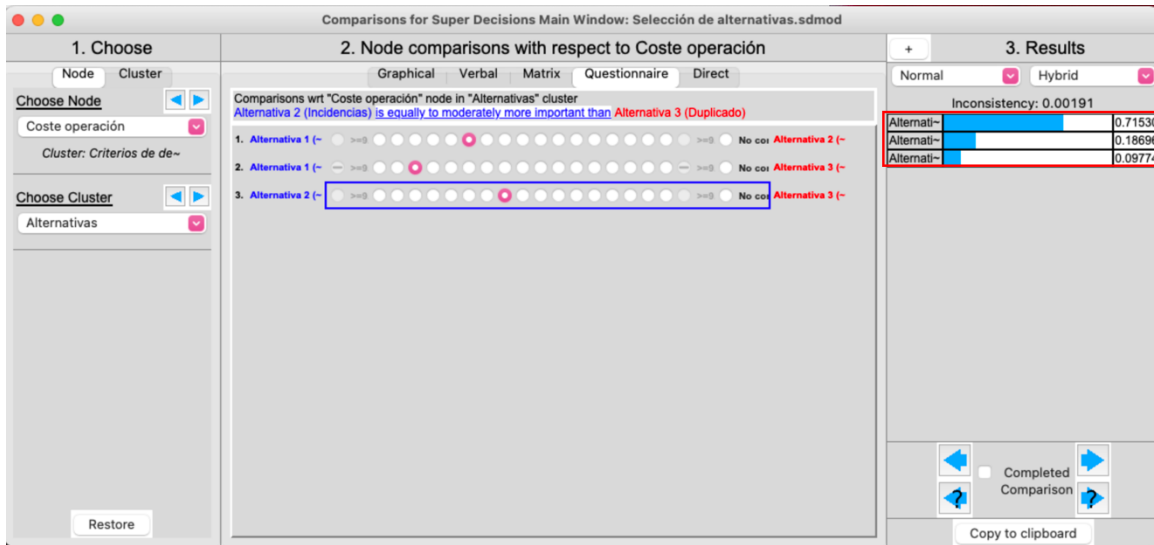


Ilustración 64: Ponderación del coste de operación(Elaboración Propia)

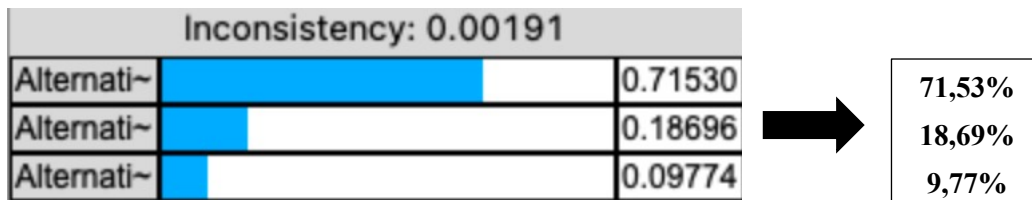


Ilustración 65: Pesos del coste de operación(Elaboración Propia)

-IMPACTO SOBRE EL LAYOUT ACTUAL

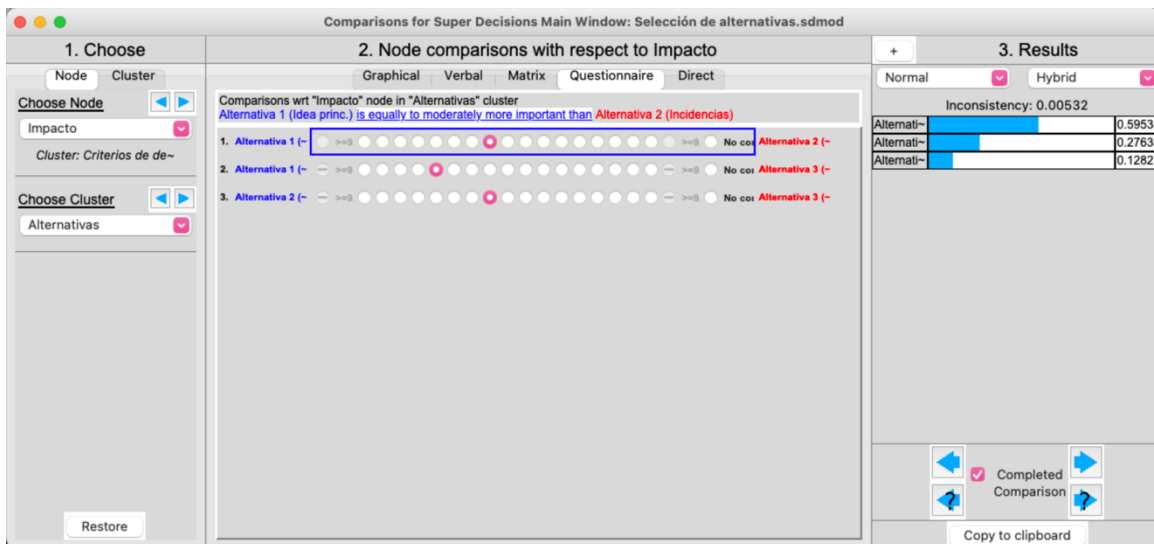


Ilustración 66: Ponderación del impacto(Elaboración Propia)

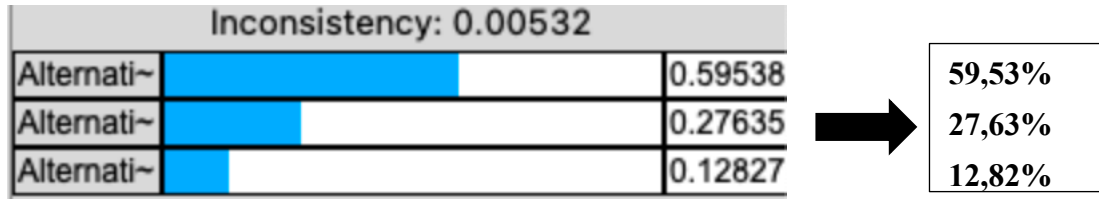


Ilustración 67: Pesos del impacto (Elaboración Propia)

-INVERSIÓN

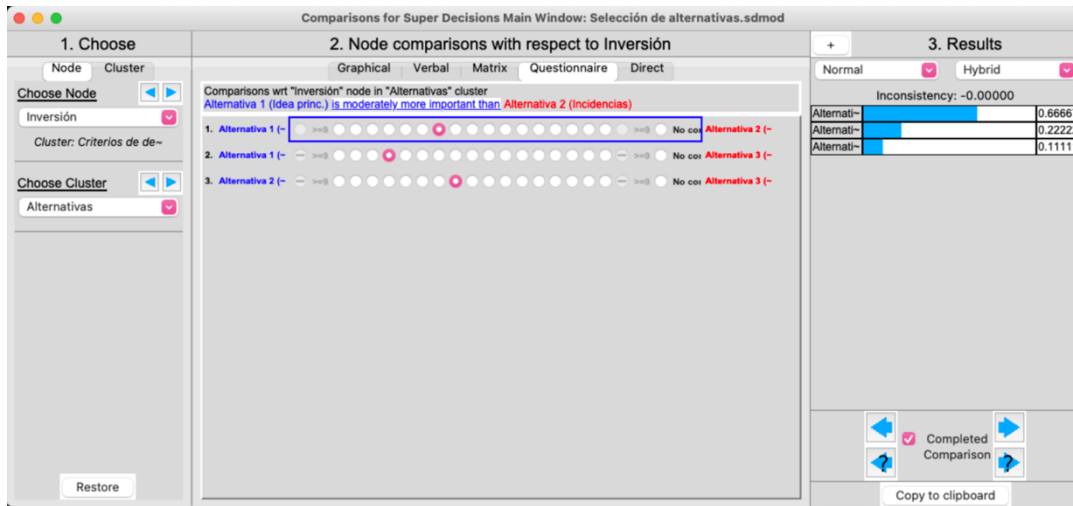


Ilustración 68: Ponderación de la inversión (Elaboración Propia)

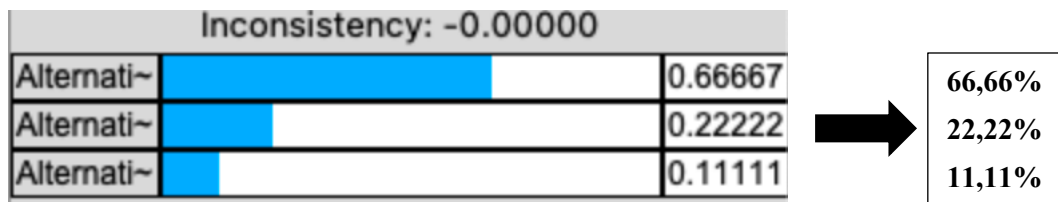


Ilustración 69: Pesos de la inversión (Elaboración Propia)

-PRODUCTIVIDAD

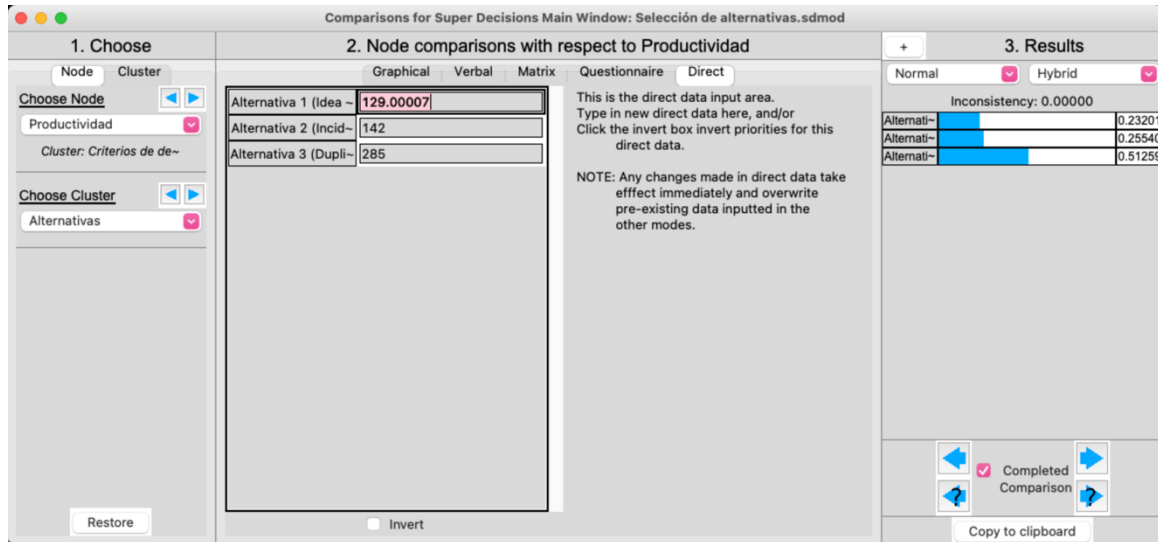


Ilustración 70: Ponderación cuantitativa de productividad(Elaboración Propia)

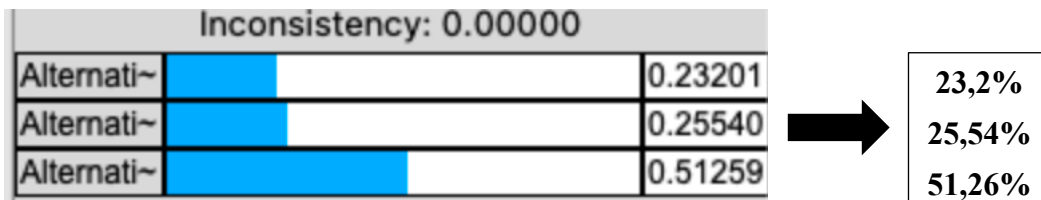


Ilustración 71: Pesos de productividad(Elaboración Propia)

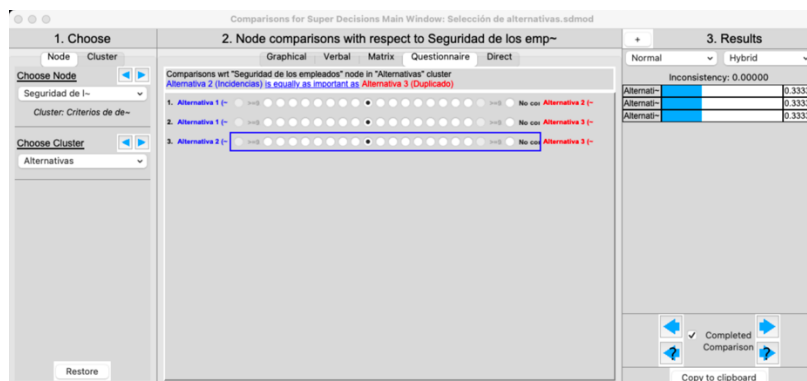


Ilustración 72: Ponderación seguridad de los trabajadores(Elaboración Propia)

-SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES

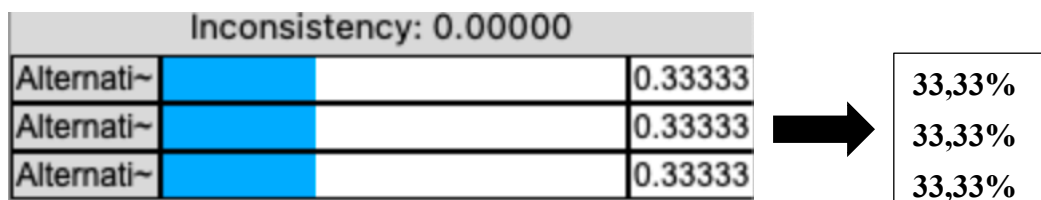


Ilustración 73: Pesos de seguridad de trabajadores(Elaboración Propia)

Una vez realizadas estas comparaciones entre las tres alternativas se observa los resultados en la **Ilustración 74** para esclarecer cual es el layout que se adapta a los criterios establecidos.




Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
Alternativa_1		1.000000	0.760118	0.760118
Alternativa_2		0.117118	0.089024	0.089024
Alternativa_3		0.198466	0.150858	0.150858

Ilustración 74: Resultado del Software SuperDecisions(Elaboración Propia)

3.8 Conclusiones

Una vez presentadas las 3 variantes y elegida la que con los datos disponibles parece más adecuada, se pasa a organizar y planificar una estrategia de implantación de los cambios que sean necesarios para materializarla. Esto será imprescindible para hacer un buen uso de la inversión.

4 Plan de implantación

4.1 Introducción

Una vez escogida la alternativa que se adapta a nuestros requerimientos y nuestros objetivos se debe idear un plan para materializarla. Para poder hacer esto, se necesitan herramientas para organizar, temporizar y cuantificar los recursos capitales y humanos que se van a ver involucrados. Las etapas de esta organización serán: un EDT del plan de implantación, la definición de los responsables del proyecto, la enumeración y descripción de las tareas a realizar y el diagrama de Gantt.

4.2 EDT del plan a realizar

Todo proyecto o plan de implantación necesita un mapa conceptual que permita tener una imagen global del conjunto de tareas y subtareas que se vayan a desarrollar en dicho proyecto. Para conseguir esto se realiza un EDT que organiza en cinco ramas todas las tareas que se deben llevar a cabo como el de la **Ilustración 75**. Una vez se tienen todas las subtareas organizadas con su tarea principal se pasará a documentar y detallar cada una de ellas.



Ilustración 75: EDT del plan de implantación(Elaboración Propia)

4.3 Tareas, responsables y sus funciones

Tarea a realizar	
Construcción de nuevos baños para la seguridad de los trabajadores	
Responsables	Funciones
Arquitecto de la contrata	Diseñar la estructura y la disposición de los nuevos baños
Ingeniero eléctrico de la contrata	Diseñar los circuitos y el cuadro eléctrico de los baños, así como la conexión a la red de la planta
Ingeniero responsable de la contrata	Planificación, proyección y supervisión de todas las tareas
Jefe de obra	Llevar a cabo la obra con los recursos necesarios

Tabla 21: Responsables y funciones de los nuevos baños(Elaboración Propia)

Tarea a realizar	
Compra y puesta en marcha de dos máquinas nuevas	
Responsables	Funciones
Director general Incerco	Estudiar, valorar y proyectar la inversión de las nuevas máquinas
Operarios de la empresa proveedora de las máquinas	Instalación de máquinas y formación a los operarios y al responsable de producción del funcionamiento de la máquina
Departamento técnico Incerco e ingeniero informático	Coordinar la base de datos Incerco con los nuevos códigos máquina
Responsable de stock y almacenes Incerco	Estudio y análisis de los cambios de stock y del material de rotación atendiendo al cambio productivo realizado

Responsable de producción Incerco	Cambio en los lotes de producción atendiendo a los nuevos flujos y la nueva productividad
Responsable de compras Incerco	Aumentar las compras atendiendo al aumento productivo

Tabla 22: Responsables y funciones de la compra de las máquinas(Elaboración Propia)

Tarea a realizar	
Cambio de la zona de carga de camiones	
Responsables	Funciones
Operarios de la empresa proveedora de las máquinas	Instalación de máquinas y formación a los operarios y al responsable de producción del funcionamiento de la máquina
Departamento técnico Incerco	Avisar a todos los clientes
Responsable de stock y almacenes Incerco	Estudio y análisis de los cambios de stock y del material de rotación atendiendo al cambio productivo realizado
Responsable de producción Incerco	Cambio en los lotes de producción atendiendo a los nuevos flujos y la nueva productividad
Responsable de compras Incerco	Aumentar las compras atendiendo al aumento productivo

Tabla 23: Responsables y funciones para el cambio de zona de carga de camiones(Elaboración Propia)

Tarea a realizar	
Documentación de todos los procesos de planta	
Responsables	Funciones

Responsables de los procesos Incerco	Colaborar con el ingeniero para transcribir su conocimiento
Ingeniero junior Incerco	Llevar a cabo los manuales
Responsable del departamento técnico	Revisar la documentación realizada
Director general Incerco	Validar la tarea
Responsable de producción Incerco	Realizar formación a los responsables para hacer saber el correcto uso del manual

Tabla 24: Responsables y funciones de la documentación de procesos(Elaboración Propia)

Tarea a realizar	
Formación de los cambios productivos realizados	
Responsables	Funciones
Director general Incerco	Charla formal e informativa del sistema de incentivos y de la rotación de puestos
Responsable de RRHH Incerco	Realizar una sesión formativa de todos los cambios producidos en la planta

Tabla 25: Responsables y funciones de la formación de los cambios productivos realizados(Elaboración Propia)

4.4 Tareas y subtareas para realizar

Compra y puesta en marcha de dos máquinas nuevas	Estudio y compra de las máquinas
	Transporte de las máquinas
	Instalación de la estación de corte y mecanizado
	Instalación de la soldadora nueva
	Formación a los operarios
	Formación y soporte del software
	Formación personal de mantenimiento
Construcción de nuevos baños	Periodo de pruebas
	Adecuación y limpieza de la parte implicada de la nave
	Planos de los baños
	Instalación sanitaria

	Instalación eléctrica
	Acabados y adecuación
	Señalización de seguridad
Cambio de zona de carga de camiones	Limpieza de la zona destino
	Traslado de pedidos de la antigua zona
	Organización de los pedidos en la nueva zona
	Comunicación a todos los clientes afectados
Documentación de procesos en planta	Listado de todos los procesos de planta
	Contactar con los responsables
	Realizar los manuales y clasificarlos en la base de datos
	Impresión y colocación en planta de los manuales
	Formación a los responsables de cada proceso
Formación del cambio productivo	Charla para informar de los nuevos cambios
	Periodo de incentivos para aprender los nuevos puestos
	Rotación de la plantilla

Tabla 26: Nombre de las tareas y subtareas a realizar en los distintos proyectos (Elaboración Propia)

Todas estas subtareas quedarán recogidas en el **Anexo 1**: Detalle de las subtareas dónde se completarán unas tablas como la adjunta aquí abajo (**Tabla 27**). Estas fichas darán información importante de cada tarea como los recursos que se precisan, el responsable de la tarea, su descripción y objetivo e incluso la inversión que se debe realizar en cada una de ellas.

Nombre de la subtarea	Nombre de la tarea
Responsable	
Código	Duración
Fecha de inicio	Fecha de finalización
Tareas precedentes	Tareas siguientes
Definición de la subtarea	

Descripción	
Objetivo	
Recursos necesarios	
Personal	Materiales
Coste	

Tabla 27: Ejemplo de ficha informativa de las subtareas (Elaboración propia)

4.5 Diagrama de Gantt

Para poder planificar nuestro proyecto se usará un diagrama de Gantt con el programa Project. En este se pondrán todas las subtareas que conforman las tareas del proyecto, su duración y la relación entre ellas. En este caso todas las tareas son del tipo FC (Comienzo Fin) ya que siguen un orden natural, lógico y no existe ninguna tarea urgente que precise de preferencia. En la

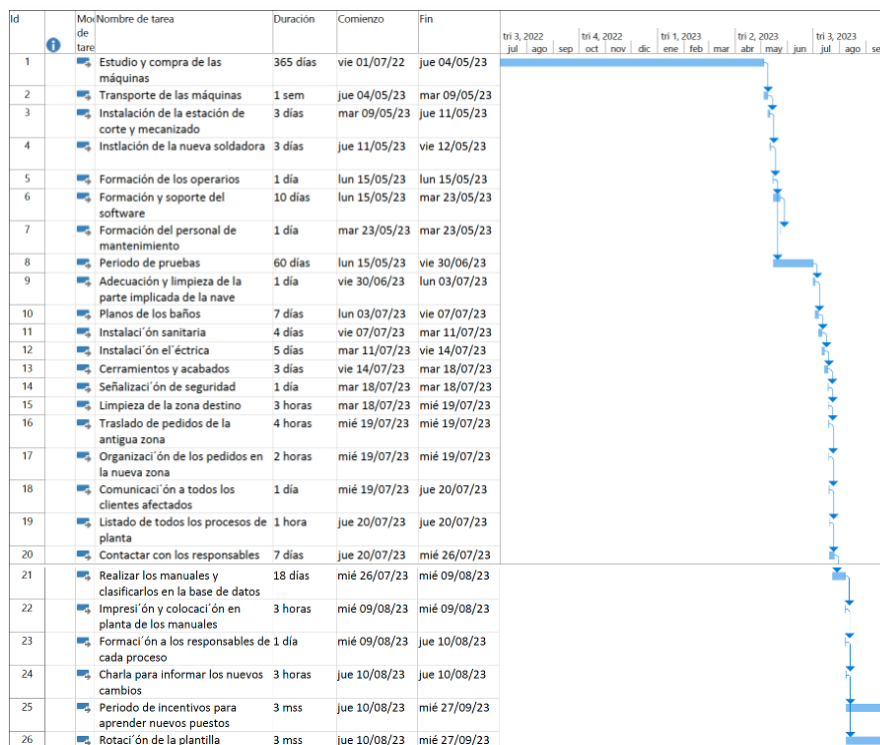


Ilustración 76: Diagrama de Gantt del proyecto se puede observar que el proyecto comenzará el 1 de julio de 2022 y finalizará el 27 de septiembre de 2023, siendo el proceso más largo el de negociación, estudio y compra de las máquinas.

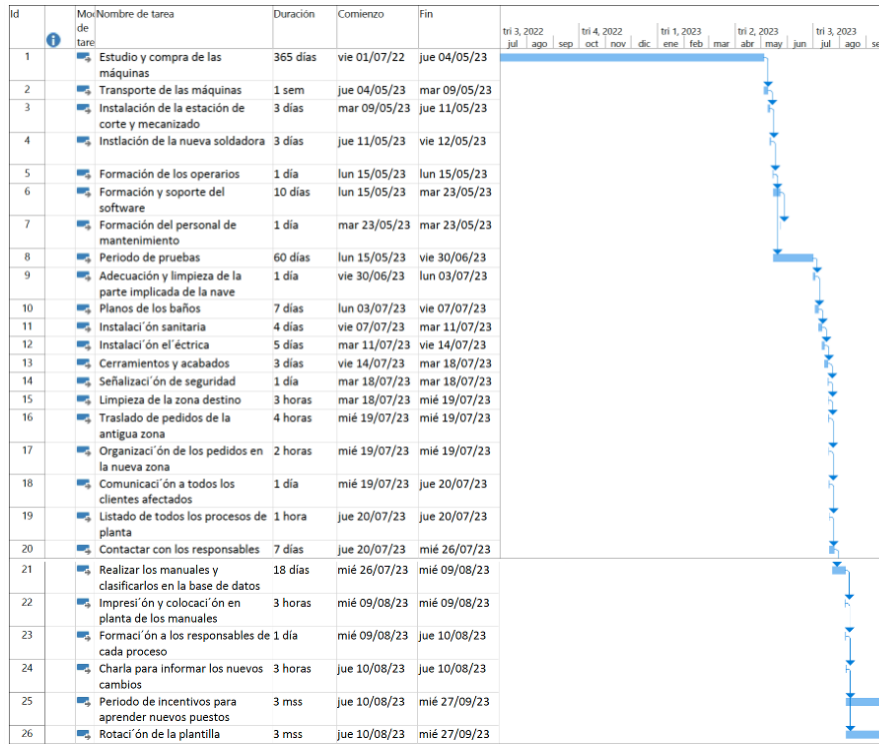


Ilustración 76: Diagrama de Gantt del proyecto(Elaboración Propia)

5 Presupuesto

Todo proyecto precisa de un presupuesto que sume el capital necesario para llevar a cabo todos los procesos. En la **Tabla 28** se especifican las subtareas, las veces que se realizarán, su precio individual y su precio total. También se añade al final el desglose del PEM, los gastos generales, el beneficio industrial y el IVA.

Tarea	Descripción	Cant.	Precio individual	Precio total
T.1.1	Estudio y compra de las máquinas	1	1.600.000€	1.600.000€
T.1.2	Transporte de las máquinas	1	12.000€	12.000€
T.1.3	Instalación de la estación de corte y mecanizado	1	10.000€	10.000€
T.1.4	Instalación de la soldadora nueva	1	6.000€	6.000€
T.1.5	Formación a los operarios	1	500€	500€
T.1.6	Formación y soporte del software	1	2.400€	2.400€
T.1.7	Formación personal de mantenimiento	1	80€	80€
T.1.8	Periodo de pruebas	1	19.200€	19.200€
T.2.1	Adecuación de la parte implicada de la nave	1	240€	240€
T.2.2	Planos de los baños nuevos	1	500€	500€
T.2.3	Instalación sanitaria	1	4.500€	4.500€
T.2.4	Instalación eléctrica	1	6.000€	6.000€
T.2.5	Cerramientos y acabados	1	2.000€	2.000€
T.2.6	Señalización de seguridad	1	50€	50€
T.3.1	Limpieza de la zona destino	1	240€	240€
T.3.2	Traslado de pedidos de la zona antigua	1	320€	320€
T.3.3	Organización de los pedidos en la nueva zona	1	240€	240€

T.3.4	Comunicación a los clientes afectados	1	320€	320€
T.4.1.	Listado de todos los procesos de planta	1	20€	20€
T.4.2	Contactar con el responsable	1	560€	560€
T.4.3.	Realizar los manuales y clasificarlos en la base de datos	1	1.440€	1.440€
T.4.4.	Impresión y colocación en planta de los manuales	1	30€	30€
T.4.5.	Formación a los responsables de cada proceso	1	240€	240€
T.5.1.	Charla para informar de los nuevos cambios	1	-€	-€
T.5.2.	Periodo de incentivos para aprender los nuevos puestos	1	10.000€	10.000€
T.5.3.	Rotación de la plantilla	1	20.000€	20.000€

Tabla 28: Detalle del coste de cada una de las subtareas del proyecto(Elaboración Propia)

Presupuesto de ejecución material	1.696.800€
Gastos generales (4%)	67.872€
Beneficio industrial (15%)	264.700,8€
Presupuesto total (sin IVA)	2.029.372,8€
IVA (21%)	426.168,288€
Presupuesto total (con IVA)	2.455.541,09€

Tabla 29: Impacto económico total del proyecto(Elaboración Propia)

El presupuesto asciende a una cantidad total de dos millones cuatrocientos cincuenta y cinco mil, quinientos cuarenta y un euros con nueve céntimos.

6 Conclusiones

En este último capítulo se resumen las tareas realizadas y las conclusiones que se desprenden de ellas, lecciones aprendidas, limitaciones del estudio y líneas futuras de trabajo.

Primeramente, se estudió la empresa, los agentes intervinientes y sus características desde el contacto del cliente con la empresa hasta el envío de la mercancía correspondiente. Se conformó así una visión global de toda la fábrica, con la que se identificó la problemática existente. Se hizo hincapié en la zona productiva, donde se documentaron y se midieron las productividades de todos los procesos que intervienen en la fabricación de cerramientos de PVC.

Una vez se documentó todo lo mencionado se analizó y concluyó que se precisaba de un aumento de la capacidad productiva para satisfacer la demanda creciente que se estaba experimentando. Para llevar a cabo esto, se estudiaron los criterios de diseño a considerar para modificar el layout existente. Estos fueron: el aumento de la capacidad productiva, la seguridad de los trabajadores y la cantidad de incidencias existentes

Se crearon tres alternativas nuevas distintas a la explotada actualmente y para poder valorarlas correctamente se decidió utilizar un software de simulación (SIMIO) y poder predecir como respondería la productividad de la planta a los cambios realizados. Atendiendo a este dato, así como a otros factores decisivos en la toma de decisión se eligió la alternativa idónea mediante un software especializado en selección multicriterio.

Con la alternativa escogida ya solo quedaba realizar un plan de implantación con aproximaciones de la totalidad de las tareas que se deberían de realizar, su consumo de tiempo, dinero precisado, recursos materiales y mano de obra. Todo esto justificado con un diagrama de Gantt, un EPT de las tareas a realizar y un presupuesto que reflejara el impacto que tendrían los cambios propuestos.

El presente TFG se ha realizado al tiempo que se trabajaba en la empresa en un ámbito no directamente relacionado con el mismo. La función fundamental que realizaba era la documentación para el manual de calidad de la empresa. Durante los estudios de GITI la herramienta de simulación no se trabaja pues forma parte del currículum de Máster. Es por ello por lo que no se ha hecho un análisis de escenarios riguroso que podría llevar a otros resultados.

De la actividad realizada se ha obtenido un conjunto de lecciones aprendidas entre las que destaca la importancia del conocimiento de técnicas para el correcto desarrollo de cualquier proyecto y la importancia de comunicar adecuadamente con los diferentes niveles de la empresa, pues cada uno de ellos puede tener intereses más o menos contrapuestos.

En la empresa aún tienen un camino que recorrer, el cambio de layout propuesto se ha tenido que posponer por la falta de disponibilidad de la maquinaria comprada, es posible que, durante el periodo de llegada, y teniendo en cuenta la fluctuación en los precios de las materias primas, aún haya opciones de modificación de la estructura actualmente prevista. Es por esto por lo que no se han podido hacer una conclusiones sobre los resultados de la aplicación de todos los cambios propuestos.

7 Bibliografía

- Adams, W. J. L., & Saaty, R. (2003). Super decisions software guide. *Super Decisions*, 9, 43.
- Alfonso, U. M., & Carla, M. V. (2013). *Modelado y simulación de eventos discretos*. Editorial UNED.
- Apuntes de Proyectos (2015, Ref. 370, Publicaciones UPV) Capítulos 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 12, páginas 109 a 271
- Aragonés Beltrán, P., Chaparro González, F. V., & Carrillo Gallego, F. J. (2015). Proceso de selección de cartera de proyectos de ahorro energético en edificios hospitalarios basado en el método AHP.
- Arroyo Vázquez, M. (2021). Configuración del Proyecto en MS Project: ejercicio práctico. <http://hdl.handle.net/10251/168399>
- Cuadernos de Ingeniería de proyectos I. Diseño básico de Plantas Industriales". SPUPV. 440, Capítulos 2, 3, 4, 5, 6, 10 y 12
- Félez Blasco, A., & Oliveros Colay, M. (2014). Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos. *Zaragoza: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial*.
- García Sabater, J. P., Alarcón Valero, F., & Albarracín Guillem, J. M. (2004). Problemas resueltos de diseño de sistemas productivos y logísticos. Valencia: Universitat Politècnica de València, Serv. De Publicaciones
- García Sabater, Cardós Carboneras, Albarracín Guillem, & García Sabater, 2004
- Garcia Sabater, J. P. (30 de Agosto de 2018). Consejos de Escritura de Proyectos, Tesis y Trabajos de Investigación. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18355/Consejos%20de%20Escriturav6.pdf?sequence=5>
- Garcia Sabater, J. P. (30 de Agosto de 2018). Como Estructurar un Trabajo Fin de Master. Obtenido de http://jpgarcia.webs.upv.es/?page_id=34
- Palomares Chust, A. (2011). Estructura de desglose del trabajo (EDT). <http://hdl.handle.net/10251/10819>

Fuentes web utilizadas

- <https://www.scribd.com/document/379199221/Norma-Asme-Diagrama-de-Flujo>)
- <https://www.teamleader.es/blog/diagrama-de-gantt>
- <https://prevencontrol.com/prevenblog/ahp-un-metodo-para-fortalecer-la-toma-de-decisiones-en-sst/>)
- https://poliformat.upv.es/access/content/group/GRA_11419_2021/2.%20Temas%202016-17/Tema%208.2_Diseño%20de%20productos.%20Metodolog%C3%ADa%20y%20técnicas.%20Parte%202.pdf
- [Tema 11. Por qué tantos proyectos acaban tarde.pdf](#)

- http://jpgarcia.webs.upv.es/?page_id=34
- <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18355/Consejos%20de%20Escriturav6.pdf?sequence=5+>
- <http://hdl.handle.net/10251/168399>
- <http://hdl.handle.net/10251/10819>
- <https://www.atlasconsultora.com/simulacion-por-eventos-discretos-y-cuando-simular/>



8 Anexo 1: Detalle de las subtareas

Nombre de la subtarea Estudio y compra de las máquinas	Nombre de la tarea Compra y puesta en marcha de dos máquinas nuevas
Responsable Director general Incerco	
Código T.1.1	Duración 1 año
Fecha de inicio 01/07/22	Fecha de finalización 04/05/23
Tareas precedentes N/A	Tareas siguientes Transporte de las máquinas
Definición de la subtarea	
Descripción Las compras se realizan a la empresa Graf, una empresa italiana que proporciona centros de mecanizado, soldadoras y más tipos de maquinaria industrial. Las compras de este tipo de máquinas suelen tardar mucho ya que hay muchísimas variables a tener en cuenta. Una vez hecha la decisión, la producción de este tipo de máquinas es larga, muchas veces incluso de 1 año	
Objetivo Comprar las máquinas necesarias para aumentar la productividad de la planta	
Recursos necesarios	
Personal Director General	Materiales N/A
Coste 1.600.000€	

Tabla 30: Ficha informativa del estudio y compra de la nueva máquina(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Transporte de las máquinas	Nombre de la tarea Compra y puesta en marcha de dos máquinas nuevas
Responsable Empresa proveedora y departamento de logística	
Código T.1.2	Duración 1 semana
Fecha de inicio 04/05/2023	Fecha de finalización 09/05/2023
Subtareas precedentes Estudio y compra de las máquinas	Subtareas siguientes Formación a los operarios encargados
Definición de la subtarea	
Descripción Las máquinas se trasladan por medio terrestre. La empresa pone a disposición de sus clientes camiones especializados para el transporte de este tipo de maquinaria industrial. Las máquinas van desmontadas en piezas que después se ensamblarán en la planta de Incerco. Así mismo también se desplazarán a la empresa los operarios encargados del montaje y el ensamblaje. Una vez en España el departamento de logística se preocupará por recibir la maquinaria y descargarla	
Objetivos Desplazar las máquinas desde Italia hasta España	
Recursos necesarios	
Personal Operarios del proveedor y departamento de logística de Incerco	Materiales N/A
Coste 12.000€	

Tabla 31: Ficha informativa del transporte de las máquinas(Elaboración Propia)



Nombre de la subtarea Instalación de la estación de corte y mecanizado	Nombre de la tarea Compra y puesta en marcha de dos máquinas nuevas
Responsable Operarios de Graf	
Código T.1.3	Duración 1 semana
Fecha de inicio 09/05/2023	Fecha de finalización 11/05/2023
Subtareas precedentes Transporte de las máquinas	Subtareas siguientes Formación a los operarios encargados
Definición de la tarea	
Descripción Los mismos operarios de la empresa Graf adecuarán el espacio y montarán la máquina para dejarla operativa con la ayuda, si procede, de algún operario Incerco	
Objetivos Instalar la estación de mecanizado y corte en planta para su posterior explotación	
Recursos necesarios	
Personal Operarios Graf y operarios Incerco	Materiales N/A
Coste 10.000€	

Tabla 32: Ficha informativa de la instalación de la estación de mecanizado y corte(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Instalación de la soldadora nueva	Nombre de la tarea Compra y puesta en marcha de dos máquinas nuevas
Responsable Operarios de Graf	
Código T.1.4	Duración 1 semana
Fecha de inicio 11/05/2023	Fecha de finalización /12/2022
Subtareas precedentes Instalación de estación de mecanizado y corte	Subtareas siguientes Formación a los operarios encargados
Definición de la subtarea	
Descripción Los mismos operarios de la empresa Graf adecuarán el espacio y montarán la máquina para dejarla operativa con la ayuda, si procede, de algún operario Incerco	
Objetivos Instalar la soldadora en planta para su posterior explotación	
Recursos necesarios	
Personal Operarios Graf y operarios Incerco	Materiales N/A
Coste 6.000€	

Tabla 33: Ficha informativa de la instalación de la soldadora(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Formación a los operarios	Nombre del proyecto Compra y puesta en marcha de dos máquinas nuevas
Responsable Jefe de producción y operarios de Graf	
Código T.1.5	Duración 1 día
Fecha de inicio 20/12/2023	Fecha de finalización 23/12/2023
Tareas precedentes Formación a los operarios encargados	Tareas siguientes N/A
Definición de la tarea	
Descripción Los mismos instaladores de las máquinas hacen conocedores a los empleados Incerco del funcionamiento óptimo de estas, así como del reemplazo de los consumibles y de sus posibles fallos. A pesar de esto la máquina está conectada constantemente con la empresa proveedora para poder tener soporte técnico en cualquier momento	
Objetivos Formar a los operarios y al jefe de producción Incerco	
Recursos necesarios	
Personal Jefe de producción, operarios Incerco y operarios Graf	Materiales N/A
Coste 500€	

Tabla 34: Ficha informativa de la formación a los empleados Incerco(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Formación y soporte del software	Nombre de la tarea Compra y puesta en marcha de dos máquinas nuevas
Responsable Jefe de producción	
Código T.1.6	Duración 10 días
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Subtareas precedentes Formación a los operarios encargados	Subtareas siguientes Formación del personal de mantenimiento
Definición de la subtarea	
Descripción Cada máquina trabaja con unos códigos distintos, es por esto por lo que el informático y el departamento técnico se encargarán de transcribir y asegurarse de hacer coincidir todos los procesos con los códigos correspondientes	
Objetivos Adecuar los códigos máquina actuales a los de la máquina nueva	
Recursos necesarios	
Personal Informático, Departamento Técnico y jefe de Producción	Materiales N/A
Coste 2.400€	

Tabla 35: Ficha informativa formación y soporte del software(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Formación del personal de mantenimiento	Nombre de la tarea Compra y puesta en marcha de dos máquinas nuevas
Responsable Jefe de producción	
Código T.1.7	Duración 1 día
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Subtareas precedentes Formación a los operarios encargados	Subtareas siguientes Periodo de pruebas
Definición de la subtarea	
Descripción Cada máquina trabaja con unos códigos distintos, es por esto por lo que el informático y el departamento técnico se encargarán de transcribir y asegurarse de hacer coincidir todos los procesos con los códigos correspondientes	
Objetivos Adecuar los códigos máquina actuales a los de la máquina nueva	
Recursos necesarios	
Personal Jefe de producción y personal de mantenimiento	Materiales N/A
Coste 80€	

Tabla 36: Ficha informativa de formación del personal de mantenimiento(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Periodo de pruebas	Nombre de la tarea Compra y puesta en marcha de dos máquinas nuevas
Responsable Jefe de producción y operarios de la empresa	
Código T.1.8	Duración 60 días
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Subtareas precedentes Formación a los operarios encargados	Subtareas siguientes Adecuación y limpieza de la parte implicada de la nave
Definición de la subtarea	
Descripción Tanto una máquina como la otra necesitarán un periodo de adaptación hasta que los operarios se acostumbren a su modus operandi. Este tiempo es aproximado, pero no será hasta los 6 meses después de la instalación, que la planta integre estas dos máquinas sin incidencias relevantes	
Objetivos Detectar posibles fallos y adaptar la plantilla a los nuevos funcionamientos de las máquinas	
Recursos necesarios	
Personal Jefe de producción y operarios Incerco	Materiales N/A
Coste 19.200€	

Tabla 37: Ficha informativa del periodo de pruebas de ambas máquinas(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Adecuación y limpieza de la parte implicada de la nave	Nombre de la tarea Construcción de nuevos baños
Responsable Jefe de producción	
Código T.2.1	Duración 1 día
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Periodo de pruebas	Subtareas siguientes Planos de los baños
Definición de la tarea	
Descripción Los operarios limpiarán y dejarán la nueva zona de los baños despejada para su posterior uso. Esto será necesario porque esta parte de la planta está en estos momentos dedicada a productos por acabar	
Objetivos Dejar operativa la nueva zona donde se colocarán los baños	
Recursos necesarios	
Personal Jefe de producción y operarios Incerco	Materiales Material de limpieza y mula mecánica
Coste 240€	

Tabla 38: Ficha informativa del periodo de pruebas(Elaboración Propia)



Nombre de la subtarea Planos de los baños	Nombre de la tarea Construcción de nuevos baños
Responsable Ingeniero jefe de la contrata	
Código T.2.2	Duración 7 días
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Adecuación y limpieza de la parte implicada de la nave	Subtareas siguientes Instalación sanitaria
Definición de la tarea	
Descripción El arquitecto visitará la planta para tomar medidas y realizar posteriormente los planos correspondientes de los baños atendiendo a las especificaciones del director general de Incerco	
Objetivos Crear la disposición y el diseño de los nuevos baños	
Recursos necesarios	
Personal Arquitecto de la contrata	Materiales N/A
Coste 500€	

Tabla 39: Ficha informativa de planos de los nuevos baños(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Instalación sanitaria	Nombre de la tarea Construcción de nuevos baños
Responsable Ingeniero jefe de la contrata	
Código T.2.3	Duración 4 días
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Planos de los baños	Subtareas siguientes Instalación eléctrica
Definición de la tarea	
Descripción Los obreros contratados realizarán los baños atendiendo a los planos y las indicaciones del arquitecto	
Objetivos Realizar las instalaciones sanitarias que permitan la instalación de los baños	
Recursos necesarios	
Personal Jefe de obras y peones de la contrata	Materiales N/A
Coste 4.500€	

Tabla 40: Ficha informativa de la instalación sanitaria(Elaboración Propia)



Nombre de la subtarea Instalación eléctrica	Nombre de la tarea Construcción de nuevos baños
Responsable Ingeniero jefe de la contrata	
Código T.2.4	Duración 5 días
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Instalación sanitaria	Subtareas siguientes Cerramientos y acabados
Definición de la tarea	
Descripción Los electricistas de la contrata realizarán la instalación eléctrica atendiendo a las capacidades de la planta y las características de su instalación existente	
Objetivos Realizar las instalaciones eléctricas	
Recursos necesarios	
Personal Ingeniero eléctrico y electricistas	Materiales N/A
Coste 6.000€	

Tabla 41: Ficha informativa de la instalación eléctrica(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Cerramientos y acabados	Nombre de la tarea Construcción de nuevos baños
Responsable Ingeniero jefe de la contrata	
Código T.2.5	Duración 3 días
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Instalación eléctrica	Subtareas siguientes Cerramientos y acabados
Definición de la tarea	
Descripción Los obreros acabaran los detalles de la obra, así como realizaran el cerramiento del recinto	
Objetivos Aislar los baños del resto de la planta	
Recursos necesarios	
Personal Jefe de obras y peones	Materiales N/A
Coste 2.000€	

Tabla 42: Ficha informativa de los cerramientos y acabados(Fuente propia)



Nombre de la subtarea Señalización de seguridad	Nombre de la tarea Construcción de nuevos baños
Responsable Ingeniero jefe de la contrata	
Código T.2.6	Duración 1 día
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Cerramientos y acabados	Subtareas siguientes Limpieza de la zona destino
Definición de la tarea	
Descripción Los obreros deberán colocar tanto precinto reflectante como señales alrededor de los baños para evitar accidentes con las mulas mecánicas. También deberán señalar un “camino” para los operarios y señalizarlos de forma que se distinga y se minimicen los accidentes	
Objetivos Reducir la probabilidad de accidente	
Recursos necesarios	
Personal Jefe de obras y peones	Materiales Carteles, precinto reflectante y pintura
Coste 50€	

Tabla 43: Ficha informativa de la señalización de seguridad(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Limpieza de la zona destino	Nombre de la tarea Cambio de zona de carga de camiones
Responsable Jefe de producción	
Código T.3.1	Duración 3 horas
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Señalización de seguridad	Subtareas siguientes Traslado de pedidos de la antigua zona
Definición de la tarea	
Descripción El operario Incerco adecuará la nueva zona de cargas de camiones, limpiándola y reubicando los objetos que haya allí	
Objetivos Dejar operativa la nueva zona de cargas	
Recursos necesarios	
Personal Departamento de logística	Materiales Mula mecánica
Coste 240€	

Tabla 44: Ficha informativa de limpieza de la zona destino(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Traslado de pedidos	Nombre de la tarea Cambio de zona de carga de camiones
Responsable Jefe de producción	
Código T.3.2	Duración 4 horas
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Traslado de pedidos	Subtareas siguientes Organización de los pedidos
Definición de la tarea	
Descripción El operario Incerco trasladará todos los pedidos que haya a la espera de cargarse a la nueva zona destinada para ello.	
Objetivos Habilitar la nueva zona de cargas	
Recursos necesarios	
Personal Departamento de logística	Materiales Mula mecánica
Coste 320€	

Tabla 45: Ficha informativa del traslado de pedidos(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Organización de los pedidos	Nombre de la tarea Cambio de zona de carga de camiones
Responsable Jefe de producción	
Código T.3.3	Duración 2 horas
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Traslado de pedidos	Subtareas siguientes Comunicación a los clientes afectados
Definición de la tarea	
Descripción El operario Incerco organizará los pedidos existentes por orden de salida para facilitar su carga en el camión	
Objetivos Facilitar la carga de los camiones	
Recursos necesarios	
Personal Departamento de logística	Materiales Mula mecánica
Coste 40€	

Tabla 46: Ficha informativa de organización de los pedidos(Elaboración Propia)



Nombre de la subtarea Comunicación de los clientes afectados	Nombre de la tarea Cambio de zona de carga de camiones
Responsable Jefe de producción	
Código T.3.4	Duración 1 día
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Organización de pedidos	Subtareas siguientes Listado de todos los procesos de la planta
Definición de la tarea	
Descripción El departamento técnico se encargará de llamar a todos los clientes que habitualmente pasan por la empresa para recoger sus pedidos para notificarles que a partir de este momento los camiones deberán hacer otro recorrido hasta llegar a la zona de cargas	
Objetivos Informar a los clientes del cambio de zona de carga	
Recursos necesarios	
Personal Departamento técnico	Materiales Mula mecánica
Coste 320€	

Tabla 47: Ficha informativa de comunicación de los clientes afectados(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Listado de los procesos de la planta	Nombre de la tarea Documentación de procesos en planta
Responsable Jefe de producción	
Código T.4.1	Duración 1 hora
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Comunicación a los clientes	Subtareas siguientes Contactar con los responsables de los procesos
Definición de la tarea	
Descripción El ingeniero junior recorrerá toda la planta para realizar la lista que contenga todos los procesos que se lleven a cabo en planta	
Objetivos Documentar los procesos productivos de la empresa	
Recursos necesarios	
Personal Ingeniero Junior	Materiales N/A
Coste 20€	

Tabla 48: Ficha informativa del listado de procesos(Elaboración Propia)



Nombre de la subtarea Hablar con los responsables de los procesos	Nombre de la tarea Documentación de procesos en planta
Responsable Jefe de producción	
Código T.4.2	Duración 7 días
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Listado de procesos	Subtareas siguientes Realizar los manuales y clasificarlos
Definición de la tarea	
Descripción El ingeniero junior se encargará de hablar con los responsables de todos los procesos para que le comuniquen todos los pasos del proceso que supervisan	
Objetivos Documentar los procesos productivos de la empresa	
Recursos necesarios	
Personal Ingeniero Junior y responsables de los procesos	Materiales N/A
Coste 560€	

Tabla 49: Ficha informativa de contactar con los responsables(Elaboración Propia)



Nombre de la subtarea Realizar los manuales y clasificarlos	Nombre de la tarea Documentación de procesos en planta
Responsable Jefe de producción	
Código T.4.3	Duración 18 días
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Contacto con los responsables de los procesos	Subtareas siguientes Imprimir y colocar los manuales
Definición de la tarea	
Descripción El ingeniero junior redactará los manuales de cada uno de los procesos con la información que le han dado los responsables de los distintos procesos	
Objetivos Documentar los procesos productivos de la empresa	
Recursos necesarios	
Personal Ingeniero Junior	Materiales N/A
Coste 1.440€	

Tabla 50: Ficha informativa de la realización del manual(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Imprimir y colocar los manuales en planta	Nombre de la tarea Documentación de procesos en planta
Responsable Jefe de producción	
Código T.4.4	Duración 3 horas
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Realizar los manuales y clasificarlos	Subtareas siguientes Formación a los responsables de cada proceso
Definición de la tarea	
Descripción El ingeniero junior imprimirá los manuales que haya realizado y los repartirá por toda la planta, Dando uno por operario	
Objetivos Documentar los procesos productivos de la empresa	
Recursos necesarios	
Personal Ingeniero Junior	Materiales N/A
Coste 30€	

Tabla 51: Ficha informativa de la impresión y reparto de los manuales(Elaboración Propia)



Nombre de la subtarea Formación de los responsables de procesos	Nombre de la tarea Documentación de procesos en planta
Responsable Jefe de producción	
Código T.4.5	Duración 1 día
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Imprimir y repartir los manuales en planta	Subtareas siguientes Charla informativa de nuevos cambios
Definición de la tarea	
Descripción Con la ayuda del jefe de producción, el ingeniero junior impartirá un curso de formación a los responsables para explicarles cómo funciona el manual, nuevas características de los procesos y también se les explicará el resto de los procesos de la planta, para que sean más conscientes de la repercusión que pueden tener sus decisiones	
Objetivos Formar a los responsables y aumentar su consciencia	
Recursos necesarios	
Personal Ingeniero Junior y jefe de Producción	Materiales N/A
Coste 240€	

Tabla 52: Ficha informativa de la formación a los responsables(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Charla para informar de los cambios	Nombre de la tarea Información del cambio productivo e incentivos
Responsable Director General	
Código T.5.1	Duración 3 horas
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Formación a los responsables	Subtareas siguientes Periodo de incentivos
Definición de la tarea	
Descripción El director general realizará una charla informativa donde dará información tanto del cambio productivo que se ha producido por las nuevas máquinas como del sistema de incentivos y de rotación que se abre a partir de ese momento	
Objetivos Informar y aplicar incentivos a los trabajadores	
Recursos necesarios	
Personal Director general	Materiales N/A
Coste -€	

Tabla 53: Ficha informativa de la charla informativa(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Periodo de incentivos	Nombre de la tarea Información del cambio productivo e incentivos
Responsable Jefe de Producción	
Código T.5.2	Duración 3 meses
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Charla informativa	Subtareas siguientes Periodo de rotación
Definición de la tarea	
Descripción Los operarios podrán optar a un aumento en su sueldo en caso de que muestren interés por aprender las nuevas funciones que demandan las nuevas máquinas. Se valorará el esfuerzo y las ganas de los trabajadores para aplicar este incentivo	
Objetivos Informar y aplicar incentivos a los trabajadores	
Recursos necesarios	
Personal Director general, RRHH y jefe de producción	Materiales N/A
Coste 10.000€	

Tabla 54: Ficha informativa del periodo de incentivos(Elaboración Propia)

Nombre de la subtarea Periodo de rotación	Nombre de la tarea Información del cambio productivo e incentivos
Responsable Jefe de Producción	
Código T.5.3	Duración 3 meses
Fecha de inicio 09/01/2023	Fecha de finalización 09/07/2023
Tareas precedentes Periodo de incentivos	Subtareas siguientes N/A
Definición de la tarea	
Descripción Los operarios podrán optar a aprender un proceso que no sea el suyo para poder tener así una plantilla más polivalente. Al hacer esto también se les recompensará con dinero si realizan correctamente las tareas	
Objetivos Informar y aplicar incentivos a los trabajadores	
Recursos necesarios	
Personal Director general, RRHH y jefe de producción	Materiales N/A
Coste 20.000€	

Tabla 55: Ficha informativa del periodo de rotación(Fuente propia)