



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

TRABAJO DE FIN DE GRADO

DESARROLLO DE FLUJOS LOGÍSTICOS DE UNA EMPRESA DE VENTA Y TRANSFORMACIÓN DE MATERIALES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

Autora

Carolina García Pérez

Tutor

Francisco Javier Sánchez Alejo

Madrid, Junio 2017

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi tutor Francisco Javier Sánchez toda la atención que me ha dedicado, su ayuda y orientación, que han sido fundamentales para conseguir realizar este proyecto.

Me gustaría también dar las gracias a mis padres, porque su apoyo, su confianza incondicional en mi, su paciencia y sus consejos, han hecho que pueda llegar hasta aquí.

A Carlos, por estar siempre ahí, porque me ha hecho mucho más fácil todo este camino, y por ayudarme a superarme a mí misma.

Y, por último, agradecer también a mis amigos que siempre han confiado en mí, y me han animado cuando más lo necesitaba.

RESUMEN

Dentro del mundo empresarial, en los últimos años la logística y su gestión han cobrado una especial importancia, por lo que las compañías consideran como uno de sus principales activos el contar con una buena red logística, que les aporte valor añadido.

El principal objetivo de la logística es el análisis de las actividades principales de las empresas respecto al aprovisionamiento de materiales, su tratamiento y su utilización en procesos posteriores de fabricación, de los que se obtendrán los productos terminados. Además, se encarga del estudio del almacenamiento de estos productos, y su distribución a los clientes finales.

En este trabajo se ha realizado el estudio de los flujos logísticos en una empresa de venta y transformación de materiales de aislamiento acústico. Se trata de una empresa de venta a particulares, que ofrece dos tipos de productos: los de venta directa, que se ofertan tal cual se reciben del proveedor; y los productos personalizados por parte de los clientes, que sufrirán las operaciones de transformación en la misma empresa.

Se ha escogido una empresa relacionada con el aislamiento acústico puesto que el ruido genera una sensación de incomodidad que siempre ha sido objeto de estudio por parte de la física, de la ingeniería y de la arquitectura. Los productos en los que va a centrarse este trabajo se enfocan en la atenuación y disminución del ruido en espacios cerrados, por lo que el fenómeno de la reverberación cobra especial importancia.

Puesto que los proveedores son los encargados de dotar a la empresa de las materias primas necesarias para su funcionamiento, se ha analizado la relación con ellos. Se han elaborado criterios en los que basarse para seleccionarlos, y se ha descrito cómo es su trato con la empresa.

Se han descrito también los materiales ofertados, divididos en cinco grupos de familias. Estas familias son las que se han considerado más representativas y significativas dentro de los productos de aislamiento acústico. Incluidos en estos cinco grupos se encuentran los materiales más solicitados por los clientes, con la ventaja de que podrán realizarlos a su medida.

Se ha realizado un estudio de las necesidades de almacenaje, mediante un análisis de los volúmenes de venta de los productos, y diseñando el almacén de forma que puedan cubrirse las necesidades de producción y distribución. De la misma manera se ha elaborado

una distribución para el almacén, teniendo en cuenta los tipos de materiales, y tratando de optimizar el tiempo y los recursos disponibles.

También se ha estudiado la gestión logística que se realiza en la empresa. Comienza con la elaboración de la orden de compra de los materiales dirigida a los proveedores correspondientes. Una vez pasados los tiempos de entrega, los pedidos llegan a almacén, donde son recepcionados y aceptados por la empresa. Y tras recibir los pedidos de los clientes, se realizan la planificación y el control de la producción, con ayuda de indicadores y otros recursos de gran utilidad. Se han estudiado también las fases de picking, expedición y entrega de los materiales.

Por tanto, en este trabajo se pretende obtener una imagen global de las tareas que abarca la gestión logística de una empresa, definiendo las responsabilidades y tareas necesarias para asegurar la satisfacción de la demanda de los clientes.

ÍNDICE

RESUMEN	0
ÍNDICE.....	2
INTRODUCCIÓN.....	5
1. OBJETIVOS.....	7
2. ACERCAMIENTO TEÓRICO.....	8
3.1. Introducción al aislamiento acústico	8
3.2. Introducción a la logística	11
3.2.1. Planificación y abastecimiento.....	13
3.2.2. Gestión de almacenes.....	14
3.2.3. Almacenamiento e inventarios	16
3.2.4. Gestión de transporte y distribución	20
3.2.5. Producción	20
3.2.6. Gestión medioambiental.....	21
3.2.7. Comercialización	22
3.2.8. Gestión de soporte administrativo	23
3.3. Introducción al sistema Lean Manufacturing	25
3.3.1. Introducción	25
3.3.2. Conceptos generales	25
3.3.3. Estructura.....	26
3.3.4. Principios.....	27
3.3.5. Técnicas.....	28
3.3.6. Jidoka	30
3.3.7. Técnicas de calidad	30
3.3.8. Heijunka	31
3. ESQUEMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO.....	34
4. APROVISIONAMIENTO DE LOS MATERIALES	38
Familia A. Cortinas acústicas y telas.....	40
Familia B. Silenciadores.....	42
Familia C. Antivibraciones	43
Familia D. Láminas absorbentes	45
Familia E. Láminas aislamiento a impacto TECSOUND	46
5. DIMENSIONAMIENTO DEL ALMACÉN	49
6.1. Análisis de los datos de actividad del almacén	50
6.1.1. Volúmenes de venta por familia	50

6.2. Nivel de stock por artículo	51
6.3. Dimensionamiento del almacén	57
6.3.1. Zona de producto recibido de proveedor	58
6.3.2. Zona de operaciones	63
6.3.3. Zona de producto terminado	72
6.3.4. Zona de picking	72
6.3.5. Vestuarios	73
6.3.4. Zona de descanso	74
6.3.5. Material y local de primeros auxilios	74
6.3.6. Zona de venta.....	75
6.3.7. Zona de oficina	76
6.4. Distribución del almacén.....	77
6. GESTIÓN LOGÍSTICA	80
7.1. Orden de compra de los materiales.....	80
7.2. Recepción de los materiales	81
7.3. Recepción de los pedidos de cliente	82
7.4. Producción	83
7.4.1. Planificación de producción	84
7.4.2. Control de la producción.....	87
7.4.1. Indicadores de rendimiento: KPI's	89
7.4.2. Fichaje de los operarios en las tareas	91
7.4.3. Control de productos terminados.....	92
7.4.4. Control de productos no conformes	93
7.4.5. Tiempos de entrega al cliente	94
7.5. Despacho de los materiales por Almacén	97
7.6. Picking de los materiales (Preparación de pedidos del cliente).....	98
7.6.1. Optimización del recorrido	99
7.7. Consolidación en la zona de expedición	100
7. CONCLUSIONES	101
8. BIBLIOGRAFÍA.....	104
9. PLANIFICACIÓN TEMPORAL Y PRESUPUESTO	105
11.1. PLANIFICACIÓN TEMPORAL	105
11.2. PRESUPUESTO	107
ÍNDICE DE FIGURAS	109
INDICE DE TABLAS	111
10. ANEXOS	112

ANEXO I: NORMA RD486.....	112
ANEXO II: ESTANTERÍAS MECALUX	117
ANEXO III: INFORMACIÓN COMERCIAL MAQUINARIA	121
Plegadora	121
Punzonadora	121
Cortadora láser.....	122
Sierra de cinta	123
11. PLANOS.....	124

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual, es muy común encontrarse con sensación de ruido en lugares de concurrencia pública, como edificios residenciales, industriales o comerciales. Este ruido produce una fuerte sensación de incomodidad, por lo que se encuentra entre los retos de ingenieros y arquitectos tratar de eliminarlo, o atenuarlo suficientemente, para generar sensación de confort.

En este contexto se sitúa la empresa objeto de estudio, que se encargará de la venta y transformación de materiales de aislamiento acústico. Los materiales ofrecidos por la empresa atenuarán o disminuirán el ruido en espacios cerrados, ya sea aéreo o de impacto, mejorando la calidad acústica y la sensación de comodidad en los mismos.

Dentro de la ingeniería acústica, es importante determinar qué materiales acústicos son los más adecuados para atenuar la sensación de ruido en un determinado habitáculo, con qué características físicas deben contar y en qué cantidad son recomendables. De esto se encargan los ingenieros acústicos, que establecen el número y forma óptimos de los materiales. Una vez definida esta primera fase, los diseñadores de interiores son los responsables del diseño final de los materiales, colores, acabados... En definitiva, son quienes adaptan las características necesarias de los materiales para que cumplan con su labor de atenuar el ruido con un diseño que sea acorde a los deseos del cliente.

El objetivo de este trabajo es definir y desarrollar los flujos logísticos de esta empresa dedicada a la venta y transformación de materiales de aislamiento acústico. Para ello, se analizarán todas las fases de la gestión logística, estudiando desde el aprovisionamiento de los materiales, hasta el estudio de las necesidades de almacenaje, manipulación y ubicación del material en el almacén, gestión de stocks, y la entrega final a los clientes.

Como puede intuirse por el título del proyecto, se trata de una empresa que va a contar con dos vertientes en la forma de ofrecer sus productos a los clientes. Por un lado, venderá productos tal cual los recibe de los proveedores, para aquellos que los necesiten de esa misma forma, sin modificaciones. Por otra parte, ofrece la posibilidad de personalizarlos, y realizarlos a medida. Es decir, los clientes pueden decidir realizar sus pedidos a partir de ciertos materiales base que establece la empresa, customizándolos de manera individualizada. Una vez realizados los pedidos, será la propia empresa quien se encargue de analizar qué operaciones serán necesarias para obtener los productos finales requeridos. Por tanto, los productos personalizados

necesitarán pasar por una o varias fases de transformación dentro de la empresa, hasta adquirir su aspecto final.

Los clientes finales normalmente serán particulares que buscan elementos para mejorar el aislamiento acústico de sus lugares requeridos, o diseñadores que, tras la fase de medición de ingenieros acústicos, traten de adaptar los productos necesarios al diseño de interiores que deseen. Estos últimos serán los que en su mayoría pidan productos a medida. Debido a esta situación, uno de los objetivos será proporcionar los mejores plazos de entrega posibles para ambos, aunque habrá que tener en cuenta que, en el caso de los pedidos personalizados, que pasan por una fase de transformación, la entrega no puede ser inmediata, aunque sí se tratará de dar los mejores plazos posibles.

No se trata de una empresa mayorista, sino de un pequeño negocio en vías de expansión que cuenta cada vez con una mayor confianza por parte de los clientes, y que busca incrementar su calidad y gestión de forma continua. La idea de la personalización de los productos le confiere una forma de diferenciación con sus competidores que le proporciona un atractivo interesante, y que se espera que tenga efectos cada vez más positivos en las ventas futuras.

Por tanto, se va a analizar en este proyecto la gestión logística de la empresa, tratando de realizar un enfoque general de todas las funciones de la misma, de forma que quede claro cómo actúa diariamente, cuáles son las tareas que debe realizar para sacar sus pedidos adelante, y qué aspectos pueden considerarse puntos importantes en los que hay que centrar esfuerzos para no incurrir en retrasos o entregas fallidas. La confianza de los clientes se considera vital para el correcto funcionamiento de la empresa, ya que si se perdiera, sería muy difícil recuperarla, lo que tendría consecuencias fatales para el desempeño de la misma.

1. OBJETIVOS

El objetivo principal del trabajo es definir y estudiar los flujos logísticos que se dan en una empresa de venta y transformación de materiales de aislamiento acústico.

Para conseguirlo, hay que definir otros objetivos secundarios que tienen también una gran importancia. El primero de ellos es el de realizar el esquema general de funcionamiento de la empresa, que servirá como punto de partida para todo el proyecto, y podrá recurrirse a él en cualquier momento para despejar cualquier duda que pudiera surgir acerca de la forma de actuar de la misma. Además, hay que estudiar el aprovisionamiento de los materiales y la relación con los proveedores, así como el dimensionamiento y la distribución del almacén donde estarán guardados los productos. Es también un objetivo fundamental del proyecto estudiar otros aspectos de la gestión logística de la empresa, que abarca una amplia cantidad de tareas, y es una pieza clave para el correcto funcionamiento de la misma. Para hacerlo, se estudiará desde la emisión de la orden de compra de materiales a los proveedores y recepción de éstos en el almacén de la empresa, hasta el momento de preparación y picking de los productos finales al cliente.

Además, aunque no está entre los objetivos del proyecto estudiar las características de los aislamientos, y cuáles son las ventajas y desventajas de cada uno de ellos, sí se intentará hacer una aproximación al mundo del aislamiento acústico, buscando una familiarización con algunos conceptos del mismo.

Uno de los objetivos importantes es asegurar los mejores plazos de entrega posibles, dando garantías de buena calidad en todos los productos de la empresa, asegurando un elevado nivel de satisfacción en los clientes, lo que sin duda, repercutirá en los niveles de venta futuros.

2. ACERCAMIENTO TEÓRICO

El proyecto trata de una empresa que se dedica a la venta y transformación de materiales de aislamiento acústico, y en particular, a los flujos logísticos que existen en ella. Es necesario por tanto hacer una aproximación teórica al entorno de los aislamientos acústicos, así como al mundo de la logística.

3.1. Introducción al aislamiento acústico

El **sonido**, según (www.andimat.es), es una alteración física de un medio (gaseoso, líquido o sólido) que produce variaciones de presión recogidas por el oído humano en forma de vibraciones en el tímpano. La unidad auditiva del sonido es el decibelio (dB).

Intensidad del **sonido** es, según la misma fuente, la potencia con la que se transmite la onda sonora que viaja por el espacio. Los sonidos que percibimos deben superar el umbral auditivo (0 dB), y no llegar al umbral de dolor (140 dB).

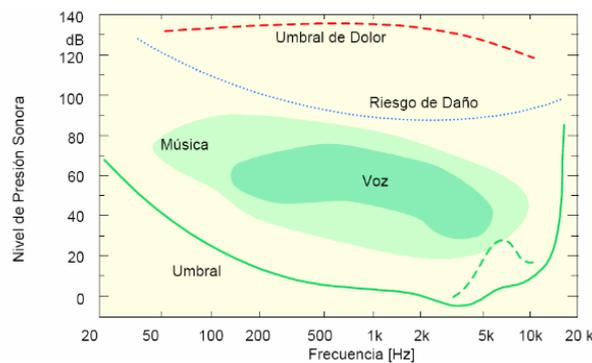


Figura 1 Campo audible en dB y frecuencias. Fuente: www.andimat.es

Conviene también definir los fenómenos más importantes del sonido:

- La **reflexión del sonido** se da cuando las ondas sonoras chocan contra una pared rígida. Como se ve en la imagen, el sonido choca contra la pared, y se refleja volviendo al punto de donde partió.



Figura 2 Reflexión del sonido

- La **refracción** se produce cuando el sonido pasa de un medio a otro, y como consecuencia cambia de dirección y velocidad. Las ondas sonoras viajan más rápido en una capa de aire a mayor temperatura.



Figura 3 Refracción del sonido

- La **difracción** se produce cuando la onda sonora encuentra un obstáculo en su camino y lo sortea en diferentes direcciones, como se muestra en la siguiente imagen.

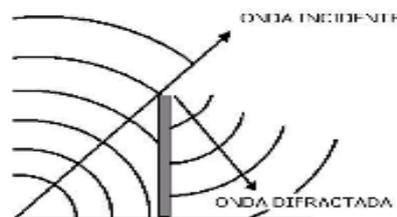


Figura 4 Difracción del sonido

- La **reverberación** (que tiene gran importancia en el problema que se busca solucionar con el aislamiento acústico), son las reflexiones que rebotan en el interior de un recinto y llegan al oyente. En un recinto cerrado resulta incómoda y molesta, y hay que tratar de eliminarla.

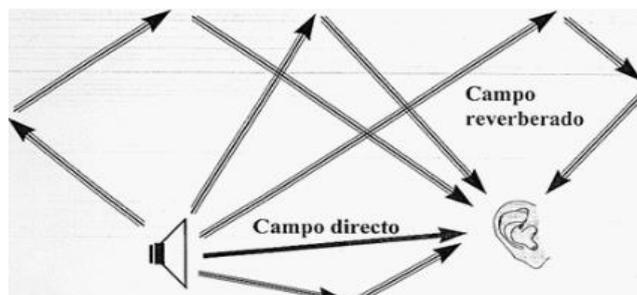


Figura 5 Reverberación

- La **absorción** es un *fenómeno que afecta a la propagación del sonido*. Cuando una onda sonora alcanza una superficie, la mayor parte de su energía se refleja, pero un porcentaje de ésta es absorbido por el nuevo medio. Todos los medios absorben un porcentaje de energía que propagan, ya que ninguno es completamente opaco. En la imagen se puede ver cómo de la onda incidente, una parte es absorbida por el medio, mientras que el resto es reflejada o transmitida.

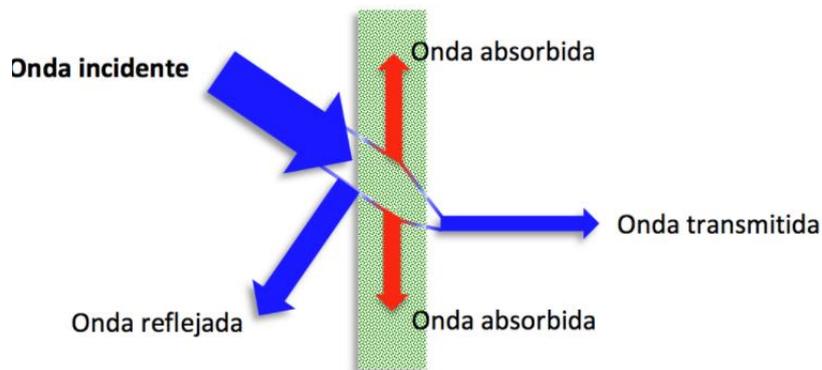


Figura 6 Partes de la onda

El **ruido** es un sonido molesto que produce sensación de incomodidad y que se sufre habitualmente en el lugar de trabajo o residencia. Según su forma de transmitirse, se clasifica en ruido aéreo, o ruido de impacto. Para combatir el ruido, la forma más inmediata es la de interponer una masa suficiente entre la fuente emisora y el recinto receptor. Si no se puede alcanzar una masa suficiente, conviene complementar el aislamiento acústico con materiales que aporten absorción acústica.

Es importante poder diferenciar entre aislamiento acústico y absorción acústica:

- El **aislamiento** consiste en impedir la propagación de la energía acústica incidente.



Figura 7 Aislamiento acústico

- La **absorción** consiste en la transformación de parte de la energía acústica en calor.

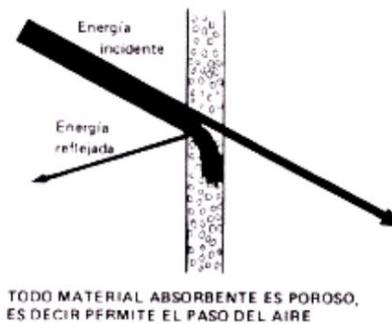


Figura 8 Absorción acústica

- El **coeficiente de absorción acústica** indica, según (Wikipedia), *la cantidad de sonido que absorbe una superficie en relación con la incidente.*

Los **materiales acústicos** son los que tienen propiedades específicas por las que se les utiliza habitualmente en las soluciones constructivas de la acústica. Aislar acústicamente es *proporcionar una protección al recinto contra la transmisión del ruido generado.*

Por tanto, aislar acústicamente a ruido aéreo tiene como objetivo que las ondas sonoras pierdan la mayor cantidad de energía posible al atravesar el cerramiento. Sin embargo, cuando se intenta aislar acústicamente al ruido de impacto, se tiene por objetivo cortar el camino de transmisión de vibraciones mediante la interposición de materiales elásticos.

3.2. Introducción a la logística

Durante años, la función logística era considerada como una *función rutinaria dentro de la empresa, se tomaba como un generador de costes sin capacidad de diferenciación* (Ballou, 2004). Sin embargo, desde 1960, la función logística comienza a adquirir una orientación al cliente, tratando de ajustarse a sus necesidades y satisfacción.

Según (Council of Supply Chain Management Professionals, 2008), *la función logística es la parte de la gestión del canal de aprovisionamiento que planifica, implementa y controla la gestión eficiente y efectiva del flujo directo e inverso y el almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada entre el punto de origen y el de consumo en función de los requisitos del cliente.* Empieza a concebirse como un activo capaz de aportar ventajas competitivas. La **logística** se considera como el conjunto de métodos, medios y recursos necesarios para desarrollar con éxito la organización de una empresa,

o de un servicio, en especial de distribución. La logística empresarial, por medio de la administración logística y de la cadena de suministro, cubre la gestión y la planificación de actividades de los departamentos de compras, producción, transporte, almacenaje, mantenimiento y distribución. La función logística se encarga de la gestión de los flujos físicos (materias primas o productos acabados, entre otros).

La función de la logística es, por tanto, la de implementar y controlar eficientemente los materiales y los productos, desde su origen hasta su consumo, satisfaciendo así las necesidades de los clientes al menor coste posible. Según (Gestiopolis), *el alcance de la logística abarca toda la organización, desde la gestión de las materias primas hasta la entrega del producto terminado*. Es tarea de la gestión logística planificar y coordinar todas las actividades necesarias para conseguir los niveles deseados de servicio y calidad al menor coste posible. La logística es un componente de valor agregado, que enlaza las necesidades del mercado y la actividad operativa de la empresa.

Una acción logística bien diseñada, coordinada con marketing y orientada al cliente, es una de las herramientas más contundentes para crear fidelidad en los clientes, dándole mayor valor al producto que se entrega.

Para poder suministrar correctamente los productos y servicios, es importante que la empresa defina claramente algunos puntos como:

- Niveles de existencias adecuados y su seguimiento
- Exigencias de los clientes
- Sistemas de transporte y entregas de los productos
- Frecuencia y fiabilidad de los proveedores
- Disponibilidad de stock
- Cumplimiento de plazos
- Calidad de la documentación

Con la globalización, las empresas han implementado estrategias y planes de acción de mejora en las operaciones logísticas. Entre los factores más destacados en la evolución de la logística se encuentran:

- Aumento de líneas de producción
- Elevada eficiencia en la producción
- Cada vez menos inventarios
- Estrategias Just In Time

- Desarrollo de sistemas de información

Las actividades que debe abarcar la logística en una empresa se muestran en la siguiente tabla:

Actividades Logística	
Planificación y abastecimiento	Gestión de almacenes
<ul style="list-style-type: none"> • Planificación • Compras • Planificación del aprovisionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Despacho • Distribución física de mercancías • Gestión de devoluciones
Almacenamiento e inventarios	Gestión de transporte y distribución
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y administración del almacenamiento • Gestión de inventarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte interno • Transporte externo
Producción	Gestión medioambiental
<ul style="list-style-type: none"> • Planificación de la producción • Control de la producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje de residuos y de productos desechados por el cliente • Protección del medio ambiente
Gestión de soporte administrativo	
<ul style="list-style-type: none"> • Control de calidad • Mantenimiento • Soporte informático 	

Tabla 1 Estudio de la caracterización logística. Fuente: Adaptación SENA 2006

3.2.1. Planificación y abastecimiento

La **planificación** tiene una gran importancia en las empresas. *La planificación de la cadena de suministros se centra en la coordinación de los procesos para mejorar la eficiencia de la misma*, (Instituto Tecnológico de Aragón).

El **abastecimiento** es la *función logística por la que se provee a una empresa de todo el material necesario para su funcionamiento*. Es un concepto muy similar al de provisión o suministro. Una de las principales tareas de los encargados del aprovisionamiento de la

empresa será la de localizar proveedores fiables y progresivos de suministro, asegurando y manteniendo su cooperación e interés. Por tanto, el responsable del aprovisionamiento deberá desarrollar estrategias, dirigidas hacia las compras, el desarrollo de los proveedores y las negociaciones, que concuerden con los objetivos de la organización, tanto a corto como a largo plazo.

Este punto de la logística es el responsable de la planificación y el control de los materiales, así como de la planificación de la producción, la investigación de los materiales y la programación de compras, el tráfico de entrada y salida de los almacenes, y la eliminación de los desperdicios o residuos sobrantes.

*La función de compras se ocupa del proceso de adquisición de bienes y servicios necesarios para el desarrollo de las actividades de la organización, ya sea tanto del abastecimiento de las materias primas básicas para los procesos de transformación, como de las maquinarias y equipos, (IE). Cobran especial importancia las preguntas **qué, cuándo, cómo, cuánto** y dónde comprar. Para realizar satisfactoriamente estos procesos, deben cumplirse una serie de tareas como:*

- Investigar los mercados
- Confeccionar, actualizar y seleccionar los proveedores
- Negociar precios, calidad, fechas y modalidades de entrega, así como fechas y formas de pago.
- Realizar contratos y órdenes de compra
- Registrar los pedidos y elaborar cronogramas de entrega
- Realizar seguimiento de pedidos y activar las compras
- Efectuar el control de las cantidades recibidas; rechazar o aceptar las entregas
- Administrar la devolución de productos defectuosos, o de distinta calidad de la solicitada o cantidades erróneas.
- Evaluar a los proveedores
- Administrar las normas de embalaje
- Formular y presentar estadísticas relacionadas con esta función

3.2.2. Gestión de almacenes

Dentro de la cadena logística tiene una gran importancia la **gestión de almacenes**, que es un sistema que abarca todas las operaciones que se dan dentro del almacén (Recepción, Ubicación, Preparación y Carga). Según (www.industriaonline.es), “la

gestión de almacenes tiene como objetivo optimizar un área logística funcional que actúa en dos etapas de flujo como lo son el abastecimiento y la distribución física, y es una de las actividades más importantes para el funcionamiento de una organización". "Los objetivos de la gestión de almacenes son: la rapidez de entregas, la fiabilidad, la reducción de costes, la maximización del volumen disponible, la minimización de las operaciones de manipulación y el transporte. Y los beneficios que justifican su importancia son: reducción de tareas administrativas, agilidad del desarrollo del resto de procesos logísticos, optimización de la gestión del nivel de inversión del circulante, mejora de la calidad del producto, optimización de costes, reducción de tiempos de proceso, y nivel de satisfacción del cliente."

Las compras no quedan completas hasta que se reciben los materiales. Los responsables de la recepción de las mercancías deben comprobar que los tipos de artículos, la cantidad, variedad y cantidad coincidan con las órdenes emitidas desde el departamento de compras. Para ello se realizan contabilizaciones físicas, comparando estas cantidades con la copia de la orden de compra que se posee y con el remito del proveedor que acompaña al envío.

- *Operaciones de almacenaje*

Las operaciones de almacenaje más importantes son:

- **FIFO:** es un término proveniente del inglés que significa "*First In, First Out*", y que significa que lo primero que entre será lo primero en salir del almacén. Es un sistema muy apropiado para productos perecederos y obsolescencias. También se utiliza por razones de control eficiente del inventario.
- **LIFO:** también proviene del inglés, y significa "*Last In, First Out*", es decir, que lo último en entrar será lo primero en salir. De esta forma en el inventario final quedan los productos que se compraron primero. Esta forma de administración del almacén es muy útil cuando los precios de los productos aumentan continuamente.
- **FEFO:** significa "*First Expired-First Out*". Es una forma de almacenaje en el que el artículo de fecha más cercana de caducidad será el primero en salir.

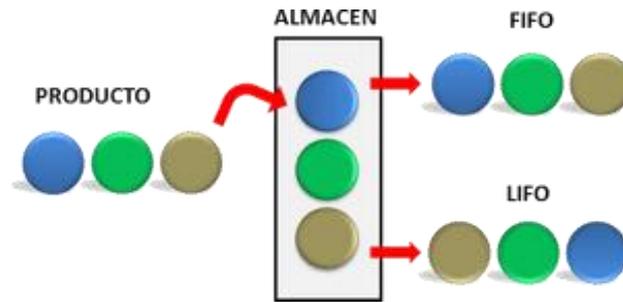


Figura 9 Sistemas FIFO/LIFO. Fuente: www.wordpress.es

Dentro de las operaciones de almacén también es muy importante el control de las entradas y salidas.

- Cuando se reciben los pedidos, se realizan albaranes de entrada, haciendo que aumente el stock disponible. Después llegarán las facturas de compras que corresponden a dichos albaranes.
- Hay que tener el control de los pedidos a recibir en todo momento.
- Los pedidos que se envían a cliente se sirven con albaranes de venta. Estos albaranes por tanto van asociados a una disminución del stock disponible, y a ellos les corresponde una factura de ventas.

Gracias a este control de entradas y salidas, es posible saber el nivel de existencias que hay en el almacén en todo momento.

3.2.3. Almacenamiento e inventarios

Stock es, según (Valdemoro), el *conjunto de materiales y artículos que se almacenan, tanto los que son necesarios para el proceso productivo como los que se guardan.*

Los stocks están compuestos por la materia prima, los productos semiterminados, los productos terminados, los bienes de equipo y recambios, los materiales diversos (que sirven para mantener las máquinas a punto), los productos defectuosos u obsoletos, los envases y los residuos.

Nivel de stock es, según la misma fuente, la *cantidad de existencias de un artículo almacenada en un momento determinado.* La rotura de stock ocurre cuando no se puede proporcionar la demanda de un artículo por falta de existencias en el almacén, lo que ocasiona una pérdida de ventas, de imagen y de confianza de los clientes. Por eso siempre hay que intentar tener un nivel de stock óptimo, que evite roturas de inventario, y que a la vez no tenga exceso en el almacén.

La **rotura de stock** se calcula como:

$$\text{Rotura de stock} = \frac{\text{pedidos no satisfechos}}{\text{pedidos totales}} \times 100$$

Hay que tener en cuenta que el inventario total incluye tanto las existencias disponibles como aquellas que están pedidas.

Hay varios tipos de stock, pero los que van a ser de utilidad en esta empresa son:

- **Stock de ciclo:** es el que atiende la demanda normal de los clientes.
- **Stock de seguridad (SS):** sirve para atender demandas no previstas de los clientes, o entregas con retraso por parte de los proveedores, y para evitar roturas de stock.
- **Stock cero:** es el que se utiliza en el sistema Just In Time, que consiste en trabajar bajo demanda. Sólo se empieza a producir cuando hay un pedido concreto. Este va a ser el caso de todas las transformaciones que se pidan en la empresa, que sólo se empezarán a producir una vez que exista el pedido.
- **Stock físico:** es la cantidad de artículos que hay disponibles en el almacén en un momento determinado. No puede ser negativo.
- **Stock neto:** es el stock físico menos la demanda que no ha sido satisfecha. El stock neto puede ser negativo.
- **Stock disponible:** es el stock físico, más los pedidos que hay hechos a los proveedores, menos la demanda no satisfecha.

El concepto de **picking**, o preparación de pedidos es, según (Torres): *“la actividad que desarrolla dentro del almacén un equipo de personal para preparar los pedidos de los clientes”*. Es un punto muy importante dentro de la cadena logística, que afecta en gran medida a la productividad de la misma.

Un **proveedor** es, según (debitoor), *“una persona o una empresa que abastece a otras empresas con existencias (artículos), los cuales serán transformados para venderlos posteriormente o directamente se compran para su venta”*. El plazo de entrega por parte del proveedor es el tiempo total que transcurre desde que se realiza el pedido al proveedor, hasta que éste llega al almacén de la empresa.

El **punto de reorden** o **ROP**, es, según (Joannès Vermorel), *“la cantidad de inventario que con una probabilidad del nivel de servicio deseado, no será superada por la demanda”*. Según Lokad, hacer corresponder de forma precisa las reórdenes con las

entregas es la clave para medir el retraso del suministro, y en consecuencia el tiempo de entrega, para que se pueda crear un registro del proveedor adecuado.

La gestión de stocks utiliza todas las técnicas disponibles que se pueden aplicar a la gestión de la demanda, y los costes correspondientes al stock de una empresa, donde se implementan varios modelos para realizar una correcta planificación del stock. El objetivo es controlar y administrar los stocks de forma que pueda mantenerse un nivel de stock tal que se pueda satisfacer al máximo la demanda de los clientes con el menor coste posible de aprovisionamiento.

Los costes que hay que tener en cuenta en la gestión de stocks son: el coste de adquisición del producto, el coste de almacenamiento, el coste del pedido y el coste de rotura de stock.

Punto de pedido se produce cuando el stock de un artículo disminuye por debajo del stock definido como mínimo o de seguridad, creando una orden de reaprovisionamiento para volver a alcanzar esa misma cantidad.

Nivel de servicio es el porcentaje de veces que no habrá rotura de stock.

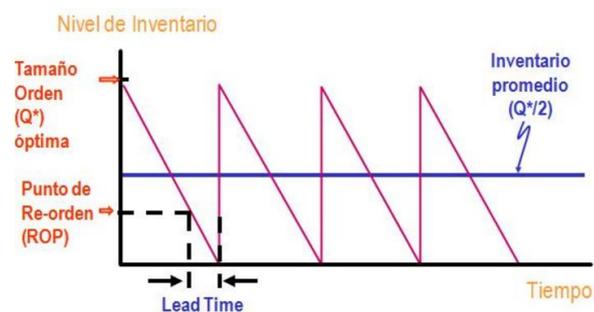


Figura 10 Punto de pedido. Fuente: www.investigaciondeoperaciones.net

El punto de pedido se calcula con la siguiente ecuación:

$$PP = SS + (PE * DM)$$

- PP= Punto de pedido
- SS= stock de seguridad
- PE= Plazo de entrega al proveedor
- DM= demanda media durante el plazo de entrega

El Lote Óptimo Q es el número de unidades de pedido que se piden en cada encargo, y se calcula como:

$$Q = \frac{\sqrt{2 * e * D}}{P * i}$$

- e= coste de emisión por pedido (€)
- D= demanda anual (uds/año)
- P= precio unitario (€/ud)
- i= Tasa de interés de almacenamiento (i=0,25%/año)

Para el cálculo del coste de emisión de cada pedido se utiliza la fórmula:

$$e = (D * P) / Q$$

Para el cálculo del stock de seguridad debe aplicarse la siguiente fórmula:

$$SS = (PME - PE) * DE$$

- SS= Stock de seguridad
- PME= plazo máximo de entrega en que el proveedor nos haga llegar el producto suponiendo que hay retraso
- PE= plazo de entrega normal en que el proveedor envía la mercancía en circunstancias normales
- DE=demanda media que se ha calculado para ese producto determinado en situación de normalidad.

El stock máximo se va a calcular como:

$$S_{max} = SS + Q$$

En este punto se tratará también la localización de la mercancía en la zona más adecuada del almacén, de forma que se pueda acceder a ella fácilmente. Para poder hacerlo, se utilizan medios de transporte internos como carretillas o cintas transportadoras, y medios fijos como estanterías o depósitos.

La planificación de inventarios planifica y controla los mismos para cumplir con las prioridades competitivas de la empresa. Es vital para contar con el pleno potencial de la cadena de valor.

Para el control de inventarios pueden utilizarse dos métodos diferentes:

- **Método de control de inventarios por Demanda (PULL):** este sistema de control de inventarios empieza con el pedido del cliente. Con esta estrategia, las empresas sólo tienen productos para cumplir con la demanda de los clientes. Su principal

ventaja es que no habrá exceso de stock que necesite ser almacenado, disminuyendo los costes por almacenamiento, por transporte, y los niveles de inventario, mientras que la desventaja más importante es la posibilidad de incurrir en roturas de stock. Un ejemplo de método Pull es el sistema Just In Time.

- **Método de control de inventarios por Incrementos (PUSH):** consiste en pronosticar el inventario necesario para satisfacer la demanda del cliente. Las empresas deben predecir qué productos van a comprar los clientes y en qué cantidad. La mayor desventaja de este sistema es que la predicción puede ser inexacta ya que las ventas pueden variar de un año a otro, y además se puede generar una gran cantidad de stock, siendo los costes para la empresa muy elevados.
- **Sistema PULL-PUSH:** Hay empresas que han optado por una combinación de ambos sistemas, escogiendo lo mejor de ambos. Exige una mayor precisión en la predicción de las ventas y ajusta los niveles de inventario según la base real de mercancías.

3.2.4. Gestión de transporte y distribución

Es uno de los procesos principales de la estrategia logística en las empresas, ya que puede llegar a aportar una parte importante del coste final del producto. Las dos tareas más importantes en las que se centra son la elección del medio de transporte que se va a utilizar y la programación de los movimientos a emplear.

Cuando el transporte es propio la empresa tiene una mayor flexibilidad para la gestión del mismo; sin embargo, a veces es más eficiente subcontractarlo.

3.2.5. Producción

Es la fase del proceso logístico que planifica, implementa y controla la transformación de las materias primas en productos terminados. Aporta valor agregado por producción y suministro de bienes y servicios, es decir, crea productos y servicios al mismo tiempo que crea valor.

La gestión de la producción, también llamada gestión de operaciones, se orienta a la utilización económica de unos medios por los trabajadores, con el objetivo de la transformación de unos materiales en los productos requeridos. Se ha convertido en una parte fundamental para la mejora de la competitividad de las empresas. Los principales objetivos de la producción son:

- Conseguir que los artículos se entreguen al cliente en la fecha, cantidad y calidad requeridas.
- Conseguir que los productos se fabriquen con los costes previstos, y que éstos sean los mínimos posibles.
- Crear un procedimiento que trate de minimizar los conflictos personales y entre departamentos.

Y las principales funciones del departamento de producción son:

- **Planificación:** es la estimación de qué recursos y en qué cantidades se necesitan, además de la fecha estimada de ejecución.
- **Control de la producción:** es la supervisión continua de existencias, proveedores, mano de obra y maquinaria, para lo que se establecen índices de control.
- **Seguimiento:** para poder realizar un correcto control es necesario contar con documentación que se rellenará con la información pertinente en el momento oportuno.

En el cuerpo del proyecto va a utilizarse también el concepto de **Product Slotting**, que, según (Atox) es *"la forma estratégica en la que se coloca la mercancía dentro de un almacén con el fin de mejorar el rendimiento en las tareas de manutención"*.

3.2.6. Gestión medioambiental

Según el Plan Nacional de Medio Ambiente promulgado por el Gobierno Holandés (Holanda es uno de los países que más activo se ha mostrado en la implantación de una política nacional muy activa a favor de la protección del medioambiente) a comienzos de los años 90's, la gestión medioambiental *"supone prevenir o minimizar los efectos no deseados de las actividades del hombre"*, y su principal objetivo es la conservación de la capacidad de carga del medio ambiente para el desarrollo sostenible, que *"es la forma de satisfacer las necesidades de la generación actual sin comprometer las posibilidades de generaciones futuras de satisfacer las suyas"*.

Inicialmente, las normas ISO que trataron los sistemas de gestión ambiental de forma específica fueron:

- ISO 14.001:1996. Sistema de gestión ambiental. Especificaciones con guías para su uso.

- ISO 14.004:1996. Sistemas de gestión ambiental: Guías y principios generales. Sistema y Técnicas de soporte.

En noviembre de 2004, ISO publicó una revisión de la primera norma, la ISO 14001:2004, con el título "Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso". Esta norma proporciona mayor claridad al texto aprobado en 1996, y mejora la compatibilidad con la norma ISO 9001:2000 de gestión del sistema de calidad.

- *Modelo SGMA*

En la siguiente figura se pueden ver los apartados en los que la norma agrupa los requisitos para diseñar e implantar, controlar y revisar un sistema de gestión ambiental, empezando por la declaración de la política ambiental, que es la pieza clave del sistema, ya que el sistema de gestión ambiental es definido por la propia norma como: "*la parte de sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales*".



Figura 11 Modelo de SGMA según ISO 14.001. Fuente: Organización de Sistemas Productivos

3.2.7. Comercialización

Esta parte de la empresa es la encargada de crear la demanda y vender los productos en los distintos mercados. Para ello es necesario analizar las características propias de cada mercado, establecer planes de marketing o conocer las actividades y acciones de los competidores. El precio, la calidad del producto, la distribución o la publicidad son factores claves en el plan de marketing.

Para cada segmento de mercado se realizará un **marketing mix**, que combina cuatro variables para analizar el mercado. Estas cuatro variables son: el producto, la distribución, el precio y la promoción.

3.2.8. Gestión de soporte administrativo

Incluye las actividades relacionadas con la información y comunicaciones, la calidad en la empresa, las finanzas o el mantenimiento.

- *Información y comunicaciones: Soporte informático*

En la actualidad existen multitud de programas informáticos que facilitan enormemente las tareas de gestión en las empresas. Se ha vuelto imprescindible el contar con un buen programa logístico que pueda trabajar con un gran volumen de documentación, para mantener un orden y organización óptimos en la empresa. Además, esto ayuda a reducir costes y a tomar las mejores decisiones respecto a los almacenajes y al envío de bienes. La productividad laboral y la eficiencia de los procesos aumentan, y los clientes están más satisfechos porque se reducen los tiempos de entrega.

Los programas logísticos pueden clasificarse en varias categorías:

- Software para gestión de transportes
 - ❖ **SAP**: hace más sencilla la gestión del transporte. Automatiza los procesos de ejecución, licitación, monitorización e instalación para el transporte de cargas. Además, integra las finanzas con los procesos de gestión.
SAP es un programa muy conocido y utilizado, que da muy buenos resultados.
 - ❖ **IBM Enterprise Content Management**: ayuda a las empresas en la gestión del transporte para enfrentarse a problemas como la globalización, la mejora en seguridad, o la necesidad de tener cadenas de suministro más flexibles. Desde la entrada, recoge electrónicamente los documentos en papel, manteniéndolos durante todo su ciclo de vida. Aporta además consistencia, precisión y puntualidad en la publicación de documentación y procedimientos.
 - ❖ **TRANSICS**: tiene una propuesta de plataforma integral que permite alcanzar la economía de costes al facilitar la elección de la mejor alternativa en cada caso. Su sistema permite un automatismo que garantiza la agilidad y la seguridad de los procesos. Tiene herramientas que permiten controlar la carga, la distribución, los conductores o los pedidos.

- Software para gestión de almacenes
 - ❖ **Aqua Intelligent Warehouse:** es un programa que se utiliza para el control, optimización y gestión de los procesos del almacén. Trata de maximizar el espacio del almacén, minimizar los costes asociados al almacenamiento y mejorar los niveles de servicio de la empresa.
Ofrece un sistema de mapas de almacén, y gestiona también las entradas y salidas del mismo, además de los movimientos que se producen dentro del mismo. Cuenta también con un sistema de terminales de radiofrecuencia que permiten acceder a la contabilidad del stock disponible en cualquier momento.
 - ❖ **SIGA:** automatiza el control de la mercancía mediante la toma de datos en remoto gracias a un sistema de terminales móviles PDA vía Wifi que tienen un lector de código de barras.
Gracias a este programa se mejoran el picking y la verificación o control de las mercancías, y se garantiza la gestión en tiempo real de los flujos de información asociados a las operaciones logísticas. Además, integra de forma eficaz la gestión de los almacenes con el software de gestión de la empresa (ERP), y acelera los procesos, reduciendo tiempos y minimizando los errores humanos. SIGA se comunica directamente con la base de datos del sistema de gestión del cliente.
 - ❖ **SQL Pyme:** es un software ERP para empresas que tienen capacidad para adaptarse a su actividad y crecer en la medida en que sea necesario incorporar funcionalidades novedosas.

- *Calidad*

Es importante tener en cuenta que la calidad que proporcionan las empresas en sus productos está directamente relacionada con la satisfacción que experimentan los clientes. La norma **ISO 9001** establece el marco para la aplicación de un Sistema de Gestión de Calidad que trate de optimizar al máximo las fases de la producción en la empresa.

Para implantar la norma ISO 9001:2015 pueden seguirse pasos como:

- Definir la orientación estratégica
- Establecer relaciones con los clientes
- Evaluar y analizar el sistema de gestión para mejorar
- Definir los procesos de gestión, y hacerlos funcionar
- Gestión de proveedores externos

- Operar un sistema de gestión integrado
 - *Finanzas*

Este departamento tiene las funciones principales de inversión y financiación:

- La **inversión** se da cuando la empresa quiere hacer crecer el negocio, o cuenta con liquidez en exceso que puede utilizar para hacerlo crecer.
- La **financiación** busca fuentes como créditos, préstamos, o emisión de acciones, y las analiza para poder entender cuáles presentan mejores condiciones y mayores facilidades para la empresa.

3.3. Introducción al sistema Lean Manufacturing

El sistema **Lean Manufacturing** está cada vez más extendido entre las empresas, y sus beneficios son ampliamente conocidos. Se ha podido demostrar que las organizaciones que tienen asumidos en su cultura empresarial los pilares sobre los que se asienta esta filosofía cosechan más éxito, y en definitiva, obtienen unos mejores resultados.

Además, estas organizaciones se caracterizan por implicar activamente a todo el personal en las decisiones del día a día, mejorando significativamente la motivación y la calidad del trabajo. En la empresa objeto de estudio también van a implantarse las medidas del Lean Manufacturing, que se explican a continuación.

3.3.1. Introducción

El origen del Lean Manufacturing es el sistema de producción Just In Time (JIT) desarrollado por la empresa automovilística Toyota en los años 50. Lean Manufacturing consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que pretenden mejorar los procesos productivos, reduciendo todos los "desperdicios", definidos como todos aquellos procesos o actividades que utilizan más recursos de los estrictamente necesarios.

La primera industria en utilizar este sistema fue la automovilística, obteniendo muy buenos resultados. En la actualidad, las experiencias demuestran que el Lean Manufacturing puede aplicarse a cualquier tipo de industria.

3.3.2. Conceptos generales

La filosofía de trabajo del Lean Manufacturing está basada en las personas, y define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción mediante la identificación y

eliminación de todo tipo de "desperdicios", que como se ha comentado en el punto anterior, son todos aquellos procesos que utilizan más recursos de los estrictamente necesarios. Estos desperdicios pueden ser de varios tipos, entre los que se encuentran: sobreproducción, tiempo de espera, inventario, movimiento o defectos. Estos desperdicios no añaden valor alguno al cliente, por lo que deberían ser eliminados.

Para conseguir sus objetivos, el Lean despliega sus técnicas sobre todas las áreas operativas de fabricación: gestión de la calidad, organización de los puestos de trabajo, mantenimiento o gestión de la cadena de suministro. Lean no es algo estático, sino que está en continua evolución, adoptando los nuevos conceptos que ayuden a la optimización de la producción, y la eliminación de actividades innecesarias.

Los objetivos de toda empresa que busque el éxito en su sector deberían ser los siguientes:

- Reducir los tiempos de preparación de máquinas para mejorar la flexibilidad y disminuir los plazos de ejecución.
- Conseguir una distribución en planta que garantice un nivel bajo de stock, y que facilite el control directo por visibilidad.
- Conseguir que sea fácil realizar el producto sin errores.
- Intentar que el personal que está en la línea sea el primero en intentar solventar los problemas.
- Conservar y mejorar el equipo que hay en la empresa antes de pensar en otros posibles nuevos equipos. Fomentar el mantenimiento preventivo implicando a los trabajadores.
- Aumentar la frecuencia de entrega de los productos.
- Conseguir que la detección de fallos se realice en el origen, de forma que se puedan crear mecanismos sencillos que detecten los errores de inmediato, e impidiendo que puedan extenderse a otras fases de la producción.
- Asegurar que todos los empleados están informados con asiduidad sobre los problemas, necesidades y satisfacción de los clientes.

3.3.3. Estructura

La estructura del sistema Lean se puede explicar mediante la casa de la figura siguiente. Puede entenderse de ella que el sistema sólo será fuerte mientras que las columnas y los cimientos también lo sean, y que con que una parte no funcione bien, todo el sistema se hace más débil.

3.3.4. Principios

Los principios más destacados que podrán ser aplicados a la empresa objeto de estudio en este trabajo son:

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- Reflexión constante y mejora continua.
- Identificar y eliminar actividades innecesarias.
- Promover personas multidisciplinares.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Control visual para la detección de problemas.
- Conseguir la eliminación de defectos.

Uno de los principios del Lean Manufacturing es el de eliminar despilfarros, y aumentar el valor añadido de los procesos.

La estructura de precios en este sistema se basa en la sencilla ecuación:

$$\text{Coste} = \text{Precio de mercado} - \text{Beneficio}$$

Los despilfarros por sobreproducción consisten en la fabricación de más cantidad de la necesaria. En el caso de esta empresa, en principio no va a darse, ya que sólo se fabrica bajo demanda. Sin embargo, sí podría ocurrir que haya demasiado stock en el almacén, ya que la empresa también se dedica a la venta directa de los productos recibidos de proveedor. Algunas características de este tipo de despilfarro son:

DESPILFARRO	SOLUCIÓN
Mucho stock	Reducción de tiempos de preparación SMED
Equipos sobredimensionados	Flujo pieza a pieza
Equipos obsoletos	Cuidado y actualización de equipos
Mucho espacio para almacenaje	Sistema pull mediante Kanban

Tabla 2 Despilfarros sobreproducción. Fuente: Elaboración propia

También hay despilfarros por tiempos de espera. En este caso se trata de procesos ineficientes que llevan a la pérdida de tiempo. Es importante también localizarlos para tratar de eliminarlos, puesto que ocasionan pérdidas para la empresa, que podrían solucionarse con algunas medidas como las expuestas a continuación. Se da en casos como estos:

DESPILFARRO	SOLUCIÓN
Operario tiene que esperar a máquina	Cambio rápido de técnicas y utillajes (SMED)
Paradas no planificadas	Layout específico de producto
Máquina espera a operario	Layout específico de producto
Un operario tiene que esperar a otro	Formación polivalente a los trabajadores

Tabla 3 Despilfarros en tiempos de espera. Fuente: Elaboración propia

Otro de los posibles despilfarros es el debido al transporte, movimiento de un material, o manipulación innecesaria. Puede ocurrir si los contenedores son demasiado grandes o difíciles de manipular.

El último de los despilfarros es el debido a defectos, rechazos y reprocesos, y está directamente relacionado con la calidad de los productos realizados en la fábrica. Significa una gran pérdida de productividad, ya que incluye el trabajo adicional de realizar el proceso por segunda vez por no haberlo realizado correctamente a la primera.

Las características de este tipo de desperdicios son falta de tiempo, dinero y materiales, mala planificación, baja calidad, maquinaria poco fiable o baja motivación de los trabajadores. Para intentar solucionarlo, pueden implantarse sistemas anti-error, aumentar la fiabilidad de las máquinas y el mantenimiento preventivo, control visual mediante Kanban y 5S, y mejora del entorno del proceso.

3.3.5. Técnicas

En la práctica, el Lean Manufacturing se aplica a las empresas mediante diversas técnicas, diferentes entre sí, que se han ido implantando con éxito en distintos sectores. Las técnicas principales se dividen en tres grupos.

En el primer grupo se encuentran todas las técnicas que son aplicables a empresas de cualquier sector. Son las siguientes:

- Técnica de las 5S: Se basa en una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo. Hay que tratar de eliminar defectos del tipo de aspecto sucio de la planta, desorden, elementos rotos o desinterés de los trabajadores, así como falta de espacio, o movimientos y traslados innecesarios.
Las 5S son: Eliminar (Seiri), Ordenar (Seiton), Limpieza e Inspección (Seiso), Estandarizar (Seiketsu), y Disciplina (Shitsuke).

Las principales acciones que se engloban dentro de cada una de las 5S son las que están resumidas en los siguientes puntos:

- **SMED:** Son los sistemas que se utilizan para la reducción de los tiempos de preparación. Es importante reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones y del equipo, o hacer uso de operaciones en paralelo.
- **Estandarización:** Elaboración de instrucciones gráficas o por escrito que muestran la mejor forma de hacer las cosas. Estas instrucciones deben ser simples y claras, y garantizar su cumplimiento.

TPM: es un conjunto de técnicas de mantenimiento que tratan de eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. Tiene cuatro objetivos fundamentales: maximizar la eficacia del equipo, desarrollar sistemas de mantenimiento productivo, implicar a todos los departamentos, e implicar de forma activa a todos los empleados. Dentro del TPM, cobra especial importancia el OEE (Índice de Eficiencia Global del Equipo).

$$OEE = D * E * C$$

El coeficiente de disponibilidad (D) es la fracción de tiempo que el equipo está operando, de forma que queda claro el tiempo perdido en averías y paradas.

El coeficiente de eficiencia (E) se encarga de la medición del nivel de funcionamiento del equipo teniendo en cuenta las pérdidas por tiempos muertos, paradas, y pérdidas por una velocidad operativa menor que la de diseño.

Y el coeficiente de calidad (C) es el encargado de medir la fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad, quedando patente la parte del tiempo destinada a la producción de piezas defectuosas.

Se considera que un OEE del 85% o superior es muy bueno.

- **Control visual:** Es un conjunto de técnicas que pretenden facilitar a los trabajadores el conocimiento del estado del sistema. Entre algunas de las técnicas más importantes están la identificación de espacios y equipos, así como de actividades, recursos y productos, las marcas sobre el suelo, marcas sobre técnicas y estándares, áreas de comunicación y descanso, limpieza e información e instrucciones. También se recomiendan señales de monitorización de las máquinas, registros de problemas, o el desarrollo de un programa de responsabilidades compartidas, fomentando la participación del personal de producción en proyectos de mejora de sus áreas de trabajo.

Del segundo grupo, la técnica más importante aplicable a la empresa acústica de la que se trata, es la técnica de calidad, cuyo objetivo es la persecución y eliminación de defectos.

En el tercer grupo se encuentran las técnicas más específicas que cambian la forma de planificar los medios de producción y la cadena logística. Las dos más destacadas son:

- **Heijunka:** son técnicas que sirven para la planificación y nivelación de la demanda de los clientes durante un determinado lapso de tiempo, y que van hacia la producción en flujo continuo.
- **Kanban:** es un sistema de control de la producción basado en tarjetas.

3.3.6. Jidoka

Jidoka es un término japonés que significa *automatización con un toque humano*. El objetivo fundamental de este concepto es que el sistema tenga un propio autocontrol de calidad, de manera que si se detecta algún error, el proceso se detenga, impidiendo que las piezas con fallos avancen en el proceso. Así, también se minimiza el número de piezas a reparar.

Es importante también el sistema de inspección a prueba de errores, que también es conocido como **poka-yoke**. Este sistema persigue evitar los defectos en su totalidad, debe ser barato, y es muy recomendable que los trabajadores puedan diseñarlos.

3.3.7. Técnicas de calidad

Estas técnicas tienen como objetivo realizar productos de calidad, que estén bien hechos a la primera, evitando tener que reprocesarlos o hacerles modificaciones por segunda vez.

Algunas de las técnicas más destacadas son los chequeos de autocontrol, la matriz de autocalidad MAQ (esta matriz permite observar dónde son producidos los defectos, y hasta dónde llegan), el ciclo PDCA (sirve para la corrección y la indentificación de los fallos) y la técnica de los cero defectos.

		FASE DONDE SE PRODUCE EL DEFECTO							Total ppm
		Proveedor Externo	Proveedor Interno	Fase 1	Fase 2	Fase 3	—	Fase n	
FASE DONDE SE DETECTA EL DEFECTO	Fase 1								
	Fase 2								
	Fase 3								
	—								
	Fase n								
	Cliente interno								
	Cliente externo								
	Total ppm								
		TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS EN UN PERIODO					TOTAL PPM		

Objetivo: Diagonalizar la matriz aquí. Los defectos se detectan donde se producen

Tabla 4 Matriz de autocalidad. Fuente: EOI

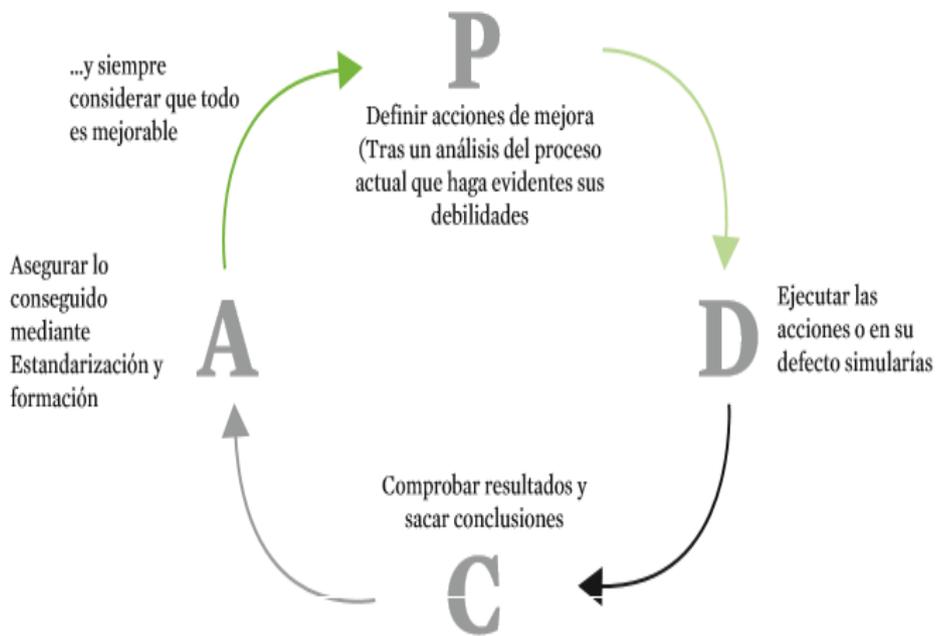


Figura 12 Ciclo PDCA. Fuente: EOI

3.3.8. Heijunka

La técnica **Heijunka** se utiliza para la planificación y nivelación de la demanda de los clientes durante un período de tiempo determinado. Para implantarla, se utilizan otras técnicas

como el uso de células de trabajo, un flujo continuo pieza a pieza, o nivelar el mix y el volumen de producción.

- *Kanban*

Es un *sistema de control y programación sincronizada de la producción que se basa en tarjetas*. Es la herramienta principal que asegura una calidad excelente, y la producción de la cantidad exacta en el momento justo.

Cada proceso retira los conjuntos que necesita de las anteriores etapas, y éstos empiezan a fabricar solamente las piezas que se han retirado, de forma que se sincroniza el flujo de los materiales de los proveedores con el de la zona de operaciones de la empresa. Las tarjetas se sitúan en los envases de los materiales. Todos los envases tendrán su tarjeta, que indica además la cantidad que debe haber en el envase en todo momento.

Es muy común la utilización de un código de colores para que resulte muy sencillo de forma visual identificar cómo va la producción del material determinado.

KANBAN					
COD.	54352511				
DESCR.	ARANDELA PLANA 11 X 4 mm				
ALTA	LINHA	KB GRADE	CANTIDAD	# DE CAIXAS	LOCALIZACIÓN EN ALMACÉN
	2	D5	350	5	K-W2.237.988

KANBAN					
COD.	32874479				
DESCR.	TUERCA HEXAGONAL M16				
BAJA	LINHA	KB GRADE	CANTIDAD	# DE CAIXAS	LOCALIZACIÓN EN ALMACÉN
	2	A1	200	1	S-K2.128.578

Figura 13 Ejemplos de tarjetas Kanban. Fuente: www.leanmanufacturing10.com

Hay dos tipos de kanban: el de producción, que indica qué hay que fabricar y en qué cantidad del proceso posterior, y el de transporte, que dice qué y cuánto material hay que coger del proceso inmediatamente anterior.

- *Hoja de ruta*

A continuación se puede ver una hoja de ruta, donde se recomienda seguir una secuencia de fases para la implantación del Lean Manufacturing.

Lo primero que debe hacerse es el diagnóstico y formación: definir los recursos necesarios para trabajar, cómo hay que hacerlo, y por dónde se debe empezar. Para ello hay que hacer una recogida de datos, trazar la cadena de valor futura, lanzar el plan de mejora, estabilizarlo, estandarizarlo, y producir en flujo.

El mapa de cadena de valor (VSM), representa tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Facilita de manera visual la identificación

de todas las actividades que no aportan valor añadido a la empresa, y que por tanto deben eliminarse. Algunos ejemplos de símbolos VSM son los siguientes:

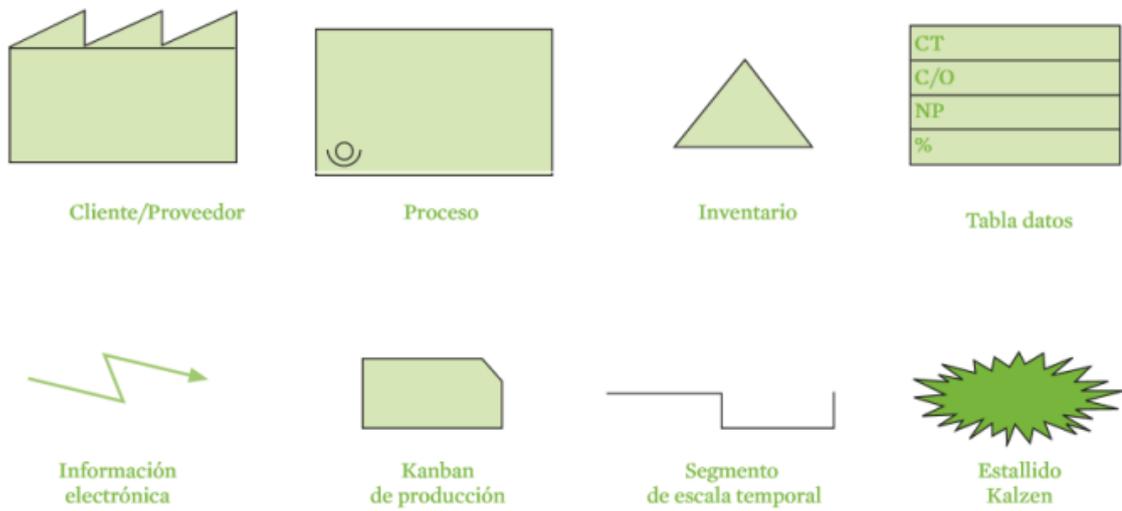


Figura 14 Ejemplos de VSM. Fuente: EOI

3. ESQUEMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO

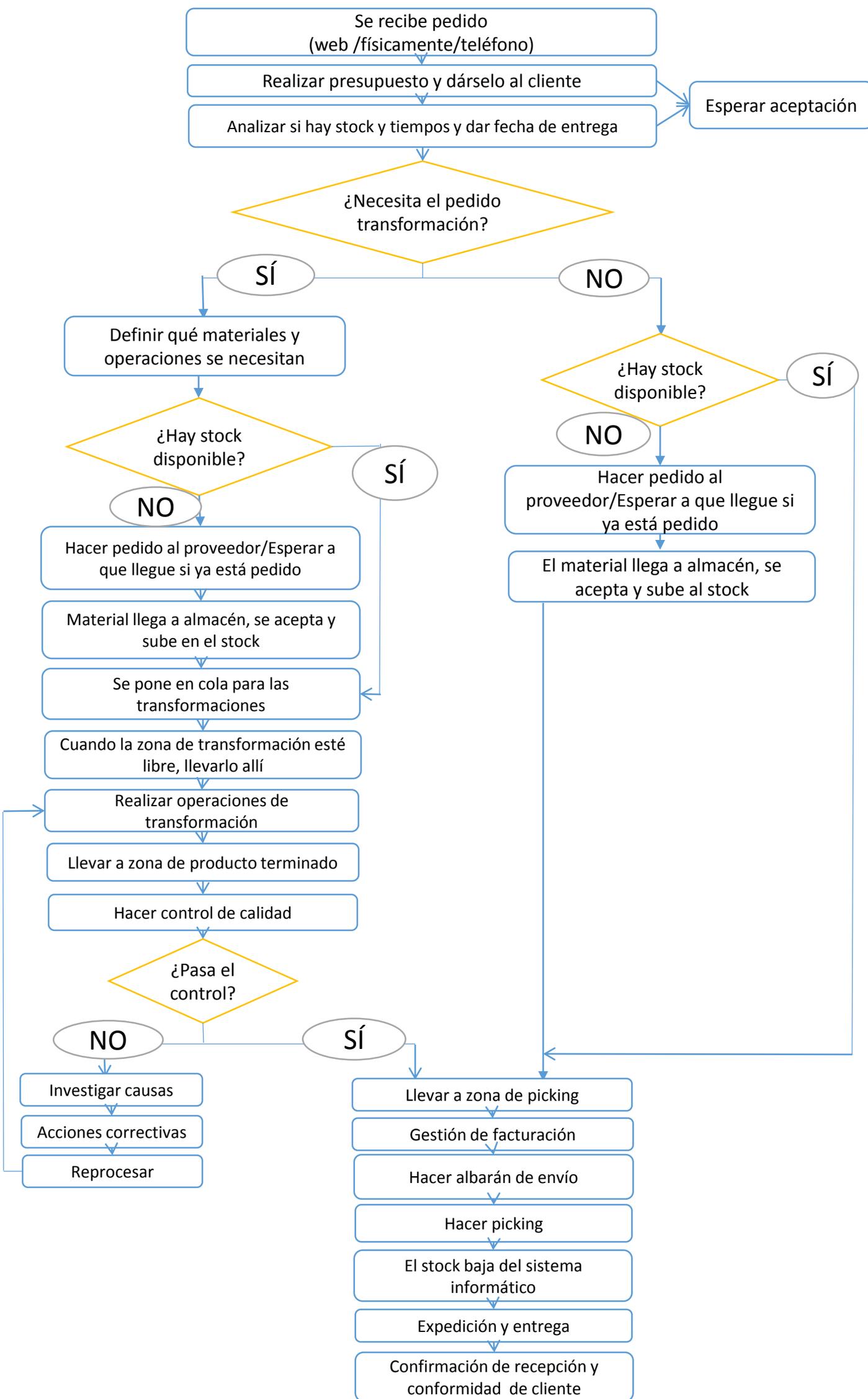
La empresa de estudio se dedica a la venta y transformación de materiales de aislamiento acústico. Se van a abordar los flujos logísticos de la misma, desde la relación con los proveedores, hasta la entrega final a cliente, siendo el objetivo principal del trabajo definir y estudiar los flujos logísticos que se dan en la empresa. Para ello será necesario analizar la gestión logística que se realiza, dividiendo en distintas fases todas las operaciones para entender y simplificar el proceso.

La principal característica distintiva de la empresa es la posibilidad que ofrece a los clientes de personalización de los productos, sin dejar de lado la opción de comprar directamente los materiales ofertados. Dentro del entorno del aislamiento acústico, la posibilidad de personalizar los elementos absorbentes del ruido es una importante ventaja, ya que en la mayoría de las ocasiones se trata de elementos que van a tener que integrarse en habitaciones o espacios a los que van a afectar en su aspecto. Por eso, es común que los clientes busquen adaptarlos en la mayor medida posible a los lugares en los que quieran disminuir la reverberación acústica, o el ruido ambiente.

Esta posibilidad hace que la empresa vaya a tener que realizar operaciones de transformación que consigan la personalización de los productos que los clientes hayan pedido. El almacén de la empresa cuenta con una zona de maquinaria en la que se realizarán estas operaciones, y donde estarán todas las herramientas y máquinas necesarias para la realización de las tareas oportunas.

La empresa contará con un stock de seguridad para los pedidos de venta directa, lo que ayudará a no incurrir en roturas de stock. Los pedidos de venta directa pueden escogerse entre un número determinado de modelos, que siempre son los mismos, y por tanto sí puede hacerse una previsión de la demanda. Además, los pedidos personalizados están formados por artículos de venta directa, así que también se necesitará contar con stock de éstos para ellos, pese a que con estos productos personalizados se sigue un sistema Just In Time, es decir, fabricación bajo demanda.

A continuación se ha realizado el flujograma del funcionamiento de la empresa. Se divide en las fases por las que se pasa en el día a día de la empresa, y detalla las decisiones que tienen que tomarse, y los diversos casos que se pueden llegar a presentar.



Como se observa en la figura, todo comienza con la recepción de un pedido, que puede realizarse vía online mediante la plataforma web con la que contará la empresa, físicamente en tienda, o telefónicamente.

En cualquiera de los casos, tras la recepción del pedido, el personal de oficinas de la empresa elabora un presupuesto, que le hace llegar al cliente por teléfono, o a través de un correo electrónico.

Como se puede observar también, se trabaja con dos casos principales: materiales de venta directa o productos que requieren de transformaciones para obtener la forma final. Siempre tras la recepción del pedido por parte del cliente, el personal de oficina debe analizar si se requiere de transformación o no, y tras verificar informáticamente la disponibilidad de stocks, hacer una estimación del tiempo que será necesario para llevar a cabo con éxito el encargo, y comunicarle al cliente la fecha de entrega estimada.

En caso de que se trate de una venta directa que no requiera de transformación, las fases a seguir son: comprobación informática de si hay stock del material pedido; si lo hay (lo que significa que existe físicamente en el almacén, y que no se ha asignado previamente a algún proceso que requiera transformación), el material va a la zona de picking. Se realiza el albarán de envío, y se realizan el picking, la expedición y la entrega. Si no lo hubiera, se realiza el pedido al proveedor (o, si ya hay pedidos en camino que satisfagan esa cantidad de pedido, se espera a que lleguen). Una vez que estén en el almacén, se siguen las mismas fases que en el punto anterior. Tras la elaboración del albarán de envío se pueden hacer el picking, la expedición y la entrega final.

Cuando sí se requiere de transformación de los productos para la consecución del pedido final, es necesario determinar qué fases de operación y qué materiales van a ser necesarios. Y una vez que esto es conocido, hay que consultar como en el caso anterior si hay stock disponible. Si lo hay, se coloca el pedido en cola, y cuando las máquinas necesarias estén libres, pueden empezarse las tareas de transformación. Si no, hay que realizar un pedido al proveedor (o esperar a que llegue si hay algún pedido de esos materiales en camino). Cuando se recibe la mercancía en el almacén, hay que comprobar con el albarán de entrega y la orden de compra que todo es correcto, y aceptar y mostrar la conformidad con el pedido en cuanto a calidad, cantidad y forma de entrega. El material se pone en la cola de las transformaciones, y de igual forma que ocurre en el caso anterior, cuando las máquinas necesarias para las operaciones del pedido que se está realizando están libres, se pueden efectuar las transformaciones.

Cuando éstas se terminan, se lleva a la zona de producto terminado, donde tendrá que pasar el control de calidad. Una vez que se ha superado, se mueve el pedido a la zona de picking, donde tras realizarse el albarán de envío, el pedido está preparado para las fases de picking, expedición y entrega.

En caso de que el producto terminado no pase el control de calidad, será necesario investigar las causas de los problemas para implantar medidas correctivas y preventivas en los pedidos posteriores, que traten de eliminar de raíz los problemas que hayan podido suceder, para que no vuelvan a repetirse. Para el pedido concreto que ha sido rechazado, habrá que determinar si es más conveniente reprocesarlo, o comenzar desde el principio. Estos casos suponen un alto coste para la empresa, ya que se pierden tanto tiempo como dinero. Además, habrá que darle prioridad máxima una vez que se ve que no ha pasado el control de calidad para tratar de no incumplir con el compromiso adquirido con el cliente, y en caso de no ser posible enviar el pedido en el plazo previsto, hay que avisar al cliente de la demora, pidiendo disculpas y haciendo un pequeño descuento en el pedido.

En caso de devoluciones por parte del cliente, habrá que reprocesar el pedido, o elaborarlo desde el principio. Estos casos suponen una pérdida de confianza por parte del cliente muy difícil de recuperar, por lo que hay que intentar evitarlos mediante unos correctos controles de calidad.

Por tanto, pueden observarse en el flujograma todas las fases por las que pasa la gestión logística de la empresa, lo que es de gran utilidad para poder consultarlas en cualquier momento.

4. APROVISIONAMIENTO DE LOS MATERIALES

En la empresa objeto de estudio, los materiales de aislamiento acústico que se ofrecerán a los clientes van a estar divididos en cinco grupos:

- Cortinas acústicas y telas
- Silenciadores
- Antivibraciones
- Absorbentes
- Aislamiento acústico: láminas aislamiento a impacto

La empresa también permite a los clientes la personalización de los productos, por lo que es posible una combinación de materiales, o una transformación de los mismos.

En este sector hay un número importante de fabricantes, así que existe competencia a la hora de elegir los proveedores. Es por ello que para seleccionar a los que más se adaptan a las necesidades de la empresa se han tenido en cuenta los siguientes factores: el precio, una buena calidad, las condiciones de pago y el servicio ofrecido.

Tras el estudio de los posibles proveedores basándose en los criterios de selección que se han definido anteriormente, se han elegido los tres proveedores con condiciones y productos que más se ajustan a las necesidades de la empresa. Lógicamente, los criterios económicos son fundamentales para elegir al proveedor, se han seleccionado aquellos cuyo precio final es el más bajo, teniendo en cuenta el precio de los materiales, los descuentos comerciales y el pago de los gastos ocasionados (transporte, carga y descarga, embalajes..). Pero también han tenido una gran importancia a la hora de hacer la selección los criterios de calidad, que aseguran que los materiales cumplen con los requisitos necesarios, pasando por exhaustivas pruebas y realizando todas las muestras que se consideren oportunas. Dentro de los criterios de calidad destacan el servicio postventa, el período de garantía o la imagen que el proveedor tenga en el mercado.

Además, el prestigio de los proveedores, sus instalaciones y localización son factores a tener en cuenta para realizar la elección.

Para seleccionar los proveedores con los que se va a contar, resulta de utilidad realizar una ficha como la siguiente, en la que se pueden ver de forma rápida y sencilla las principales características de cada proveedor, facilitando la comparación entre ellos y la elección de cuáles son los más convenientes para la empresa:

Nombre	ACUSMAT
Datos Técnicos	C/Carnicería nº31 12592, Xilxes (Castellón)
Artículo/s Suministrado/s	Cortinas acústicas y telas, silenciadores, antivibraciones
Precio	90-650€
Descuentos	Comerciales
Forma de pago	Acepta financiación
Plazo de entrega	3/4 días
Transporte	Soportado por el vendedor
Facilidades	Devoluciones
Observaciones	Alta calidad, buen servicio de entrega

Tabla 5 Características de los proveedores. Ejemplo ACUSMAT. Fuente: Adaptación de Escudero Serrano (2009)

Analizando el mercado de los aislamientos acústicos, se han elegido los tres proveedores con condiciones y productos que más se ajustan a las necesidades de la empresa:

- **ACUSMAT:** con sede en Dénia (Alicante), y en Xilxes (Castellón). ACUSMAT está especializada en materiales de aislamiento y acondicionamiento acústico. En general, el contacto con ellos será telefónico para hacer los encargos. ACUSMAT será el principal proveedor de la empresa. Pueden realizársele pedidos de todos los grupos de productos que tiene la empresa.



Figura 15 Logo ACUSMAT. Fuente: Acusmat

- **TEXSA:** con sede en Barcelona. TEXSA está especializada en la impermeabilización, y aislamientos térmico y acústico. Sus productos están avalados por AENOR, y poseen el sello CE. Los pedidos principales que se le harán a TEXSA son láminas de aislamiento acústico contra ruidos de impacto.



Figura 16 Logo TEXSA. Fuente: TEXSA

- **SERINAC:** aunque tiene la sede en Alicante, dispone de una base en Madrid y suministrará láminas absorbentes básicas. Serán muy utilizadas en posteriores transformaciones a medida del cliente. Es una empresa habilitada por la Comunidad de Madrid para emitir certificados de aislamiento acústico.



Figura 17 Logo SERINAC. Fuente: SERINAC

Para comprender mejor los productos que va a ofrecer la empresa y que van a ser explicados a continuación, se ha realizado una tabla a modo resumen con las cinco familias principales de productos que se venden:

Familia	Descripción	Productos/Familia	Proveedor
A	Cortinas acústicas y telas	4	ACUSMAT
B	Silenciadores	4	ACUSMAT
C	Antivibraciones	4	ACUSMAT
D	Láminas absorbentes	2	SERINAC
E	Láminas aislamiento impacto	2	TEXSA

Tabla 6 Familias de productos. Fuente: Elaboración propia

Ahora se va a proceder a la explicación y muestra de los componentes de cada una de las familias que se ofrecerán en la empresa:

Familia A. Cortinas acústicas y telas

Las cortinas acústicas y telas son utilizadas para absorber el ruido y para tener control sobre la resonancia. Tanto el lugar donde se coloque, como el grosor, la trama y el precio del tejido, afectan a la eficiencia con la que se absorbe el sonido. ACUSMAT garantiza un coeficiente de absorción elevado.

Los tipos de cortinas acústicas que se ofrecen son los siguientes:

- **Cortina reverb-out negra:** es de algodón 100%, y proporciona un aislamiento acústico de 6 dB. Tiene una alta absorción acústica por lo que se emplea en cines y teatros. Además, es ignífuga.



Figura 18 Cortina acústica 6dB negra. Fuente: ACUSMAT

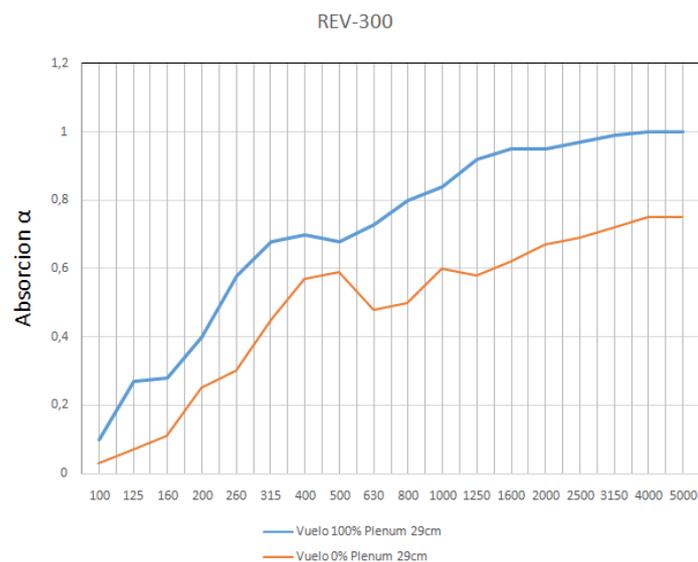


Figura 19 Características acústicas cortina 6dB. Fuente: ACUSMAT

- **Cortina reverb-out blanca:** tiene las mismas características que la anterior, con la única diferencia de que es blanca en vez de negra.



Figura 20 Cortina acústica 6dB blanca. Fuente: ACUSMAT

- **Cortina RV-1220 Reverb-Out triple gris:** proporciona un aislamiento acústico de 15 dB, y también es ignífuga.



Figura 21 Cortina acústica 15 dB. Fuente: ACUSMAT

- **Rollo tela acústica mod SABINE 006:** se trata de un tejido ignífugo, opaco y absorbente acústico. Es ampliamente utilizado para acondicionamiento acústico de recintos.



Figura 22 Rollo tela acústica. Fuente: ACUSMAT

Familia B. Silenciadores

Los silenciadores son dispositivos que normalmente tienen forma cilíndrica o rectangular, cuyo objetivo es reducir o eliminar ruidos fuertes y molestos.

El proveedor va a suministrar a la empresa los dos tipos de silenciadores: rectangulares y cilíndricos.

- **Silenciador rectangular SD 150/250:** está especialmente indicado para la instalación en rejillas de extracción de aire que cumplan la normativa de protección de ruido.

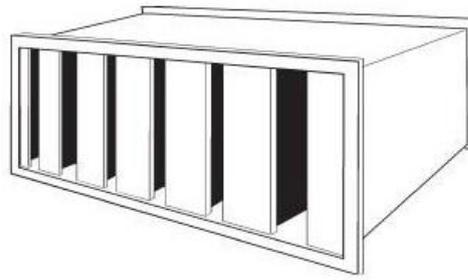


Figura 23 Silenciador rectangular SD 150/250. Fuente: ACUSMAT

- **Silenciador SP 15:** está dotado de celdillas absorbentes en disposición paralela que permiten el flujo de altos caudales con baja pérdida de carga. Su aspecto exterior es como el de la Figura 27, y sus características acústicas son las siguientes:

Hz	ATENUACIÓN (dB)			
	Longitud (mm.)			
	600	1.200	1.800	2.400
125	5	9	12	16
250	9	18	26	30
500	15	32	48	50
1K	20	38	50	50
2K	16	30	48	50
4K	9	21	31	42

Figura 24 Características acústicas del SP15. Fuente: ACUSMAT

- **Silenciador cilíndrico SCS (Sin núcleo):** Está fabricado de chapa de acero galvanizado en caliente. Suele utilizarse para la atenuación de ruidos provocados en instalaciones de ventilación. La elección del silenciador se toma en función de dos parámetros: atenuación necesaria y pérdida de carga admisible.

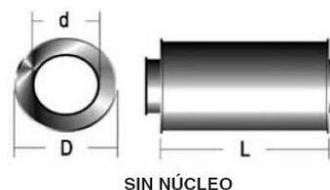


Figura 25 Silenciador SCS sin núcleo. Fuente: ACUSMAT

- **Silenciador cilíndrico SCS (Con núcleo):** tiene las mismas características que el anterior, pero éste dispone de un núcleo.

Familia C. Antivibraciones

Como su nombre indica, disminuyen los ruidos vibratorios. Se ofrecen varios tipos:

- **Silemblock 12-15 Hz:** es utilizado en la construcción de techos acústicos o en el soporte de máquinas cuyo régimen de trabajo está por encima de 1200 rpm.



Figura 26 Silemblock 12-15 Hz. Fuente: ACUSMAT

- **Silemblock 3.5-5 Hz:** se utiliza para lo mismo que el silemblock anterior, pero en este caso los soportes de caucho alcanzan frecuencias de 3.5-5 Hz.



Figura 27 Silemblock 3.5-5 Hz. Fuente: ACUSMAT

- **Aislador de muelle pequeños equipos:** como su nombre indica, se utiliza para el aislamiento de pequeños equipos, cuyo régimen de trabajo sea superior a 800 rpm.



Figura 28 Aislador de muelle pequeños equipos. Fuente: ACUSMAT

- **Aislador de muelle de máquinas:** se emplea en el aislamiento de máquinas con rotaciones que tengan un régimen de trabajo superior a 800 rpm.



Figura 29 Aislador de muelle de máquinas con rotaciones. Fuente: ACUSMAT

Familia D. Láminas absorbentes

Las láminas absorbentes tienen la capacidad de absorber una alta porción de energía de las ondas sonoras cuando éstas inciden sobre ellas, reduciendo así la cantidad de energía sonora que es reflejada por el material.

- **Lámina BASIC:** está especialmente recomendada para solucionar los problemas de reverberación en medias y altas frecuencias en lugares de concurrencia pública como bares, restaurantes, polideportivos, aulas u oficinas. Se recomienda su uso en recintos donde se requiera atenuación del ruido producido por la palabra hablada. Además, es resistente al fuego. Está disponible en tres colores.



Figura 30 Lámina BASIC. Fuente: SERINAC

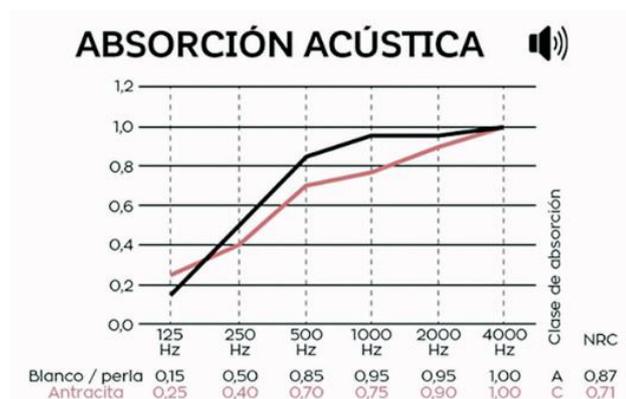


Figura 31 Datos absorción acústica láminas BASIC. Fuente: SERINAC

- **Lámina CUÑA, color blanco:** este material permite realizar diseños irregulares y aleatorios que mejoran la difusión acústica de la sala. Se instala pegado en techos y/o paredes, y está indicado para solucionar problemas de medias y altas frecuencias en lugares como estudios de grabación, salas de ensayo, restaurantes, discotecas, oficinas o industria en general. También se encuentra disponible en tres colores.



Figura 32 Lámina CUÑA. Fuente SERINAC

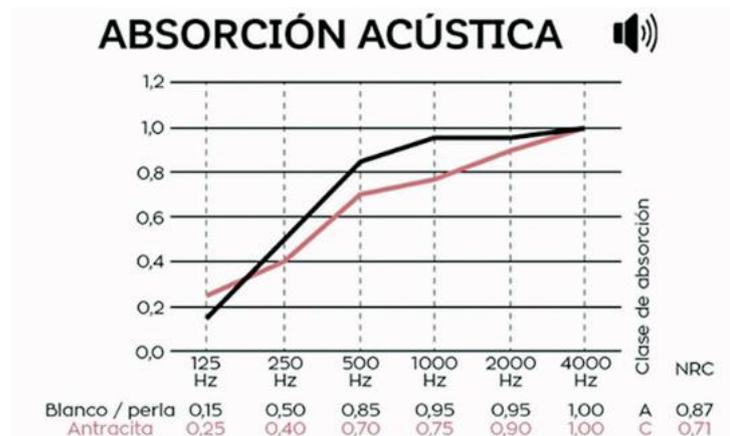


Figura 33 Datos absorción acústica lámina CUÑA. Fuente: SERINAC

Familia E. Láminas aislamiento a impacto TECSOUND

Son láminas diseñadas para mejorar el aislamiento acústico al reducir la transmisión de sonidos por ruido de impacto o vibraciones acústicas. Las que se ofrecen en la empresa son:

- **TECSOUND S50 Band 50:** se utiliza como elemento aislante acústico en los diversos aislantes constructivos, y se caracteriza por una alta resistencia a la tracción y al desgarro. Son resistentes al frío y al calor, y fáciles de cortar y manipular. No absorben agua, y tienen muy buena resistencia al envejecimiento. Son muy útiles para aislar a ruido aéreo en techos y cubiertas ligeras, reducen el nivel de ruido de impacto y vibraciones en forjados, y reducen también el ruido de impacto y de pisada en suelos de parquet, laminados y tarima. Además, son ampliamente utilizados para reducir el ruido producido por agentes atmosféricos, como lluvia, granizo o viento.



Figura 34 TECSOUND S50 Band 50. Fuente: TEXSA

- **TECSOUND FT:** es un complejo insonorizante formado por un fieltro poroso y la lámina sintética TECSOUND. Proporciona un alto aislamiento acústico en paredes, techos y cubiertas.



Figura 35 TECSOUND FT. Fuente: TEXSA

Para facilitar la comprensión del estudio de los flujos logísticos, se va a seleccionar un solo artículo por cada familia. En concreto se ha escogido el primer elemento descrito de cada una de las familias. Si quisiera hacerse el análisis de todos los artículos, podría realizarse de forma sencilla, ya que el procedimiento utilizado es fácilmente extrapolable a más de un producto.

A continuación se ha elaborado una tabla en la que se pueden ver las dimensiones de los artículos con los que va a trabajar la empresa, y sus respectivos precios, además del pedido mínimo que se le puede hacer al proveedor.

Familia	Descripción	Dimensiones (m)	Precio (€/ud)	Pedido mínimo(ud)
A	Cortina reverb-out negra	3 x 2,91 x 0.02	93.90	1
B	Silenciador rectangular SD 150/250	1,53 x 0,4 x 1,2	643.72	1
C	Silemblock 12-15 Hz	0.44 x 0.4 x 0.43	92.50	25
D	Lámina BASIC	0.6 x 0.6 x 0.04	13.20	30
E	TECSOUND S50 Band 50	8 x 1.22 x 0.0175	135.45	1

Tabla 7 Precios y dimensiones

Plazos de entrega del proveedor

También tiene una gran importancia qué plazos de entrega es capaz de asegurar a la empresa cada uno de los proveedores. Por eso, se ha establecido con cada proveedor y para cada uno de los artículos un **plazo normal de entrega (PE)**, y un **plazo máximo de entrega (PME)**.

La reordenación a los proveedores se realizará todos los días que lleguen pedidos al almacén. De esta forma no hay que sumar más tiempos al de suministro del material.

Tras hablar con los proveedores, se ha llegado a un acuerdo para que los plazos de entrega sean los que se resumen en la tabla:

Familia	Descripción	Proveedor	PE (días)	PME(días)
A	Cortina reverb-out negra	ACUSMAT	3	5
B	Silenciador rectangular SD 150/250	ACUSMAT	4	6
C	Silemblock 12-15 Hz	ACUSMAT	3	5
D	Lámina BASIC	SERINAC	3	5
E	TECSOUND S50 Band 50	TEXSA	2	4

Tabla 8 Plazos de entrega del proveedor. Fuente: Elaboración propia

5. DIMENSIONAMIENTO DEL ALMACÉN

En primer lugar se va a hacer el dimensionamiento del almacén, según el volumen y tamaño de artículos con los que trabaja la empresa.

Se van a tener en cuenta además las dos vías a las que se dedica la empresa a la hora de estudiar la gestión del almacén. Por un lado, los productos que se venden exactamente igual a como se han comprado a los proveedores. Estos productos tendrán un stock de seguridad en el almacén, para poder servir a los clientes de forma rápida desde que hacen el pedido. Para estos materiales se va a seguir el sistema Punto de Pedido, es decir, se contará con un stock de seguridad para cada uno de ellos (que se va a calcular también en este apartado), y cuando se baje de un determinado punto en el nivel de stock (llamado punto de pedido), se realizará el pedido al proveedor para que no se produzcan roturas de stock.

Por otra parte, todos los productos personalizados no contarán con stock en el almacén, y seguirán un sistema Just In Time, en el que se fabricará bajo demanda. Con este sistema se reduce al máximo el nivel de inventario.

Es posible sin embargo que aunque se trate de productos personalizados, éstos estén compuestos por dos o más artículos de los que sí haya stock en el almacén. En este caso, podrían pasar directamente a las operaciones de transformación que necesiten, una vez que las máquinas requeridas estén libres.

El peor de los casos es aquél en el que un producto a medida esté compuesto por artículos de los que no haya stock, teniendo que hacer el pedido a los proveedores de los artículos, esperar su llegada, y una vez en la empresa hacer las operaciones necesarias para que adquiera su aspecto final. Este caso es el que va a necesitar más tiempo hasta la entrega a cliente.

Para la gestión del almacén, van a analizarse todos los productos que se adquieren de los proveedores y que se van a llevar al mismo, bien para hacer el picking y expedición al cliente directamente, o bien para posteriormente llevarlos a pasar operaciones de transformación.

6.1. Análisis de los datos de actividad del almacén

6.1.1. Volúmenes de venta por familia

Para poder hacer el estudio de la gestión del almacén, se ha realizado una tabla con las unidades de venta anuales por familias de artículos. Los datos que aparecen en la tabla son una aproximación que se ha realizado en base a la estimación de las posibles ventas anuales en la empresa:

Familia	Descripción	Ventas anuales(Ud/año)	Demanda Media (Ud/día)
A	Cortina reverb-out negra	1863	8
B	Silenciador rectangular SD 150/250	725	3
C	Silemblock 12-15 Hz	6852	26
D	Lámina BASIC	912	4
E	TECSOUND S50 Band 50	3214	13

Tabla 9 Ventas anuales

Como se puede ver en la tabla, el artículo más vendido es el de antivibraciones, seguido por las láminas de aislamiento a impacto TECSOUND.

La demanda media diaria es un dato importante a la hora de calcular cuál es el lote óptimo que habrá que pedir a los proveedores, y para fijar el stock de seguridad del almacén. Además, en la columna de la Demanda Media Diaria se ha redondeado la cifra obtenida a la unidad mayor.

A continuación se expresa en la siguiente tabla cuál es el lote óptimo que hay que pedir a los proveedores de cada uno de los artículos.

Familia	Descripción	Coste emisión (€/pedido)	Lote óptimo Q
A	Cortina reverb-out negra	75,64	110
B	Silenciador rectangular SD 150/250	497,76	67
C	Silemblock 12-15 Hz	82,27	221
D	Lámina BASIC	9,85	74
E	TECSOUND S50 Band 50	112,81	147

Tabla 10 Cálculo Lote Óptimo. Fuente: Elaboración propia

En las fórmulas utilizadas, expresadas en el Acercamiento Teórico, se ve que hay una dependencia entre el lote óptimo y el coste de emisión de los pedidos, así que se han realizado varias iteraciones para llegar a los resultados finales que se muestran en la tabla.

Sin embargo, aunque esos son los lotes óptimos, para las familias C y D hay que tener en cuenta que los pedidos mínimos son de 25 y 30 unidades, respectivamente. Por tanto, a la hora de calcular los stocks mínimo, medio y máximo, el lote óptimo se sustituirá por los múltiplos de 25 y 30, respectivamente, más cercanos a los lotes óptimos calculados para esos dos artículos.

Se ha elaborado también una tabla en la que se puede ver el volumen de ventas, tanto anual como semanal de cada artículo. Para poder hacerlo, se ha calculado el volumen de ventas en un año (multiplicando el volumen de cada uno de los artículos por las ventas anuales), y en una semana. Se ha supuesto que en un año hay 52 semanas.

Familia	Descripción	Volumen ventas/año (m ³ /año)	Volumen ventas/semana(m ³ /sem)
A	Cortina reverb-out negra	325,28	6,25
B	Silenciador rectangular SD 150/250	532,44	10,24
C	Silemblock 12-15 Hz	518,56	9,97
D	Lámina BASIC	13,13	0,25
E	TECSOUND S50 Band 50	548,95	10,55

Tabla 11 Volumen de ventas. Fuente: Elaboración propia

Según se puede ver en la tabla, los artículos con mayor volumen de ventas semanal son las láminas de aislamiento a impacto TECSOUND, seguidos de los silenciadores, mientras que las láminas absorbentes son las que menor volumen semanal ocupan.

6.2. Nivel de stock por artículo

Se va a proceder al análisis de los niveles de stock de cada artículo: stock mínimo o de seguridad, stock medio y stock máximo. Es importante que en el almacén siempre haya una cantidad de mercancía que amortigüe los efectos del stock en circunstancias imprevistas, como un repentino aumento en la demanda, o un retraso inesperado en la recepción de mercancía.

Según los datos recogidos en las Tablas 7 y 8 pueden realizarse los cálculos correspondientes para determinar los stocks mínimo, medio y máximo.

Familia	Descripción	Stock seguridad (ud)	Stock máximo(ud)	Stock medio(ud)
A	Cortina reverb-out negra	14,33	123,9	69,11
B	Silenciador rectangular SD 150/250	5,57	72,54	39,1
C	Silemblock 12-15 Hz	52,7	273,51	163,1
D	Lámina BASIC	3,5	77,3	40,4
E	TECSOUND S50 Band 50	24,72	171,1	97,8

Tabla 12 Volumen de stock. Fuente: Elaboración propia

Ahora se va a calcular el punto de pedido para cada una de las familias. Para calcularlo se utilizan las ecuaciones del sistema de Punto de Pedido expresadas en el Acercamiento Teórico.

En la siguiente tabla se ven los datos correspondientes:

Familia	Descripción	Punto de pedido (uds)
A	Cortina reverb-out negra	35,82
B	Silenciador rectangular SD 150/250	16,73
C	Silemblock 12-15 Hz	131,77
D	Lámina BASIC	14,03
E	TECSOUND S50 Band 50	49,44

Tabla 13 Punto de pedido. Fuente: Elaboración propia

A continuación se han realizado las gráficas del punto de pedido para cada una de las familias:

- Familia A. Cortinas y telas.

En el gráfico se puede apreciar cómo el pedido se realiza al alcanzar la cantidad estipulada como de punto de pedido. Desde que se realiza hasta que pasa el período de entrega, se va consumiendo el stock hasta alcanzar el stock de seguridad o stock mínimo.

En todas las familias es de gran importancia el tener un stock de seguridad o stock mínimo, ya que sólo se ha tenido en cuenta para los cálculos el caso de venta directa. Sin embargo,

pese a que para los pedidos customizados se sigue un sistema Just In Time, ya que el pedido está formado por varios artículos de los adquiridos al proveedor, si en ese momento hay artículos en stock que no estén ya asignados a otros procesos, pueden cogerse y pasar directamente a la fase de transformación, ahorrando el tiempo que habría que esperar a la entrega del proveedor.

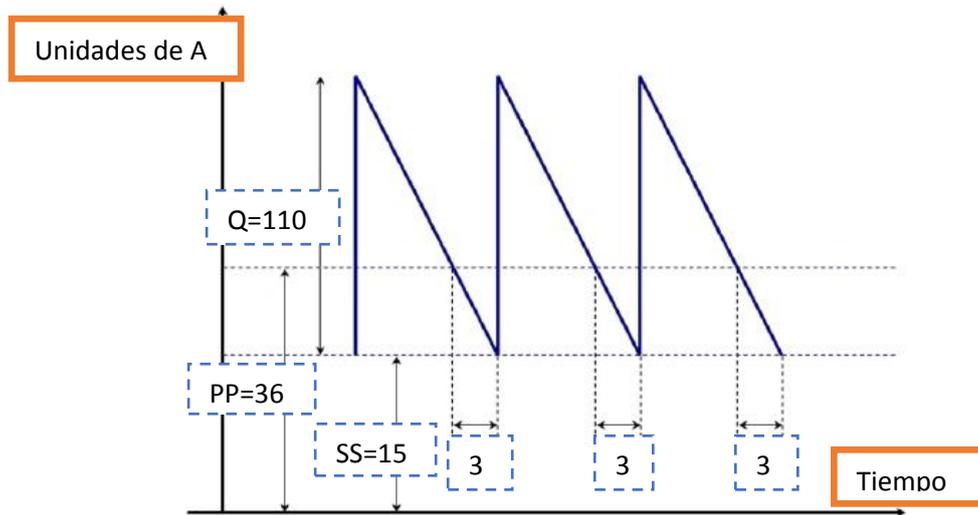


Figura 36 Punto de Pedido A. Fuente: Elaboración propia

- Familia B. Silenciadores

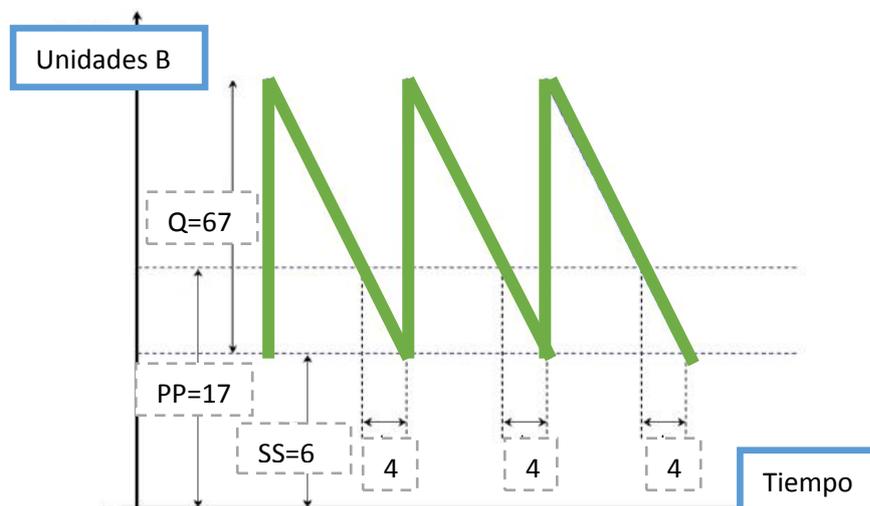


Figura 37 Punto de pedido B. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la familia B, el período de entrega por parte del proveedor es de un día más. Desde que se realiza el pedido al proveedor (al llegar a 17 unidades de silenciadores en el almacén), quedan 11 unidades restantes hasta llegar al stock de seguridad. Puesto que la

demanda es de unas 2 unidades al día, se pueden pasar esos 4 días hasta que llegue el pedido sin producirse roturas de stock.

Se puede ver también que el tamaño de lote óptimo (Q) es de 38 unidades. De esta forma, se calcula que aproximadamente se harán dos pedidos mensuales (aunque esto es una media, y dependerá en todo caso de los pedidos recibidos en el mes determinado).

- Familia C: Antivibraciones

Para la familia de antivibraciones, el gráfico resultante es el de la figura que se muestra debajo. El tiempo normal que tarda el proveedor en hacer cada pedido es de 3 días. Siempre que en almacén se baje de 132 unidades de antivibraciones se realizará el pedido. Sin embargo, en este caso hay que tener en cuenta que estos artículos sólo pueden pedirse de 25 en 25 unidades, por eso se ha **calculado un lote óptimo de 225** (en realidad es de 220 unidades). En el almacén siempre se tendrá un stock mínimo de 53 unidades. Aunque los pedidos a proveedor han de hacerse de 25 en 25, a los clientes de esta empresa se les da la posibilidad de comprarlos individualmente. Es por esta razón por la que todos los datos salvo el lote óptimo no son múltiplos de 25.

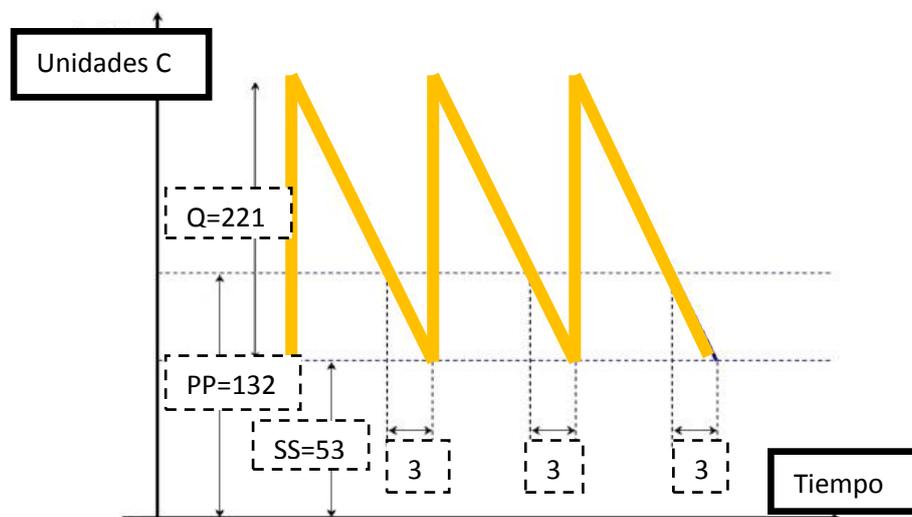


Figura 38 Punto de pedido C. Fuente: Elaboración propia

- Familia D: Láminas absorbentes

En este caso, el período normal de entrega del proveedor es también de 3 días. El stock va disminuyendo conforme llegan los pedidos de este artículo, y es al llegar a 14 unidades en el almacén cuando se produce el pedido **de 90 unidades al proveedor**. El lote óptimo es de 74 unidades, pero como ocurre en el caso anterior, el pedido mínimo son 30 unidades, por

lo que hay que redondear a las 90 láminas absorbentes (múltiplo de 30). También como ocurre con los antivibraciones, a los clientes se les da la posibilidad de comprar las láminas individualmente.

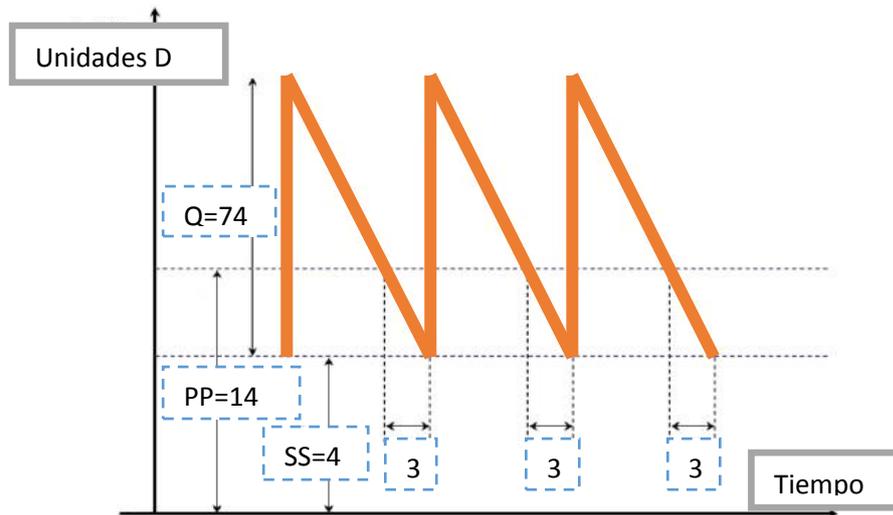


Figura 39 Punto pedido D. Fuente: Elaboración propia

- Familia E. Láminas aislamiento a impacto TECSOUND

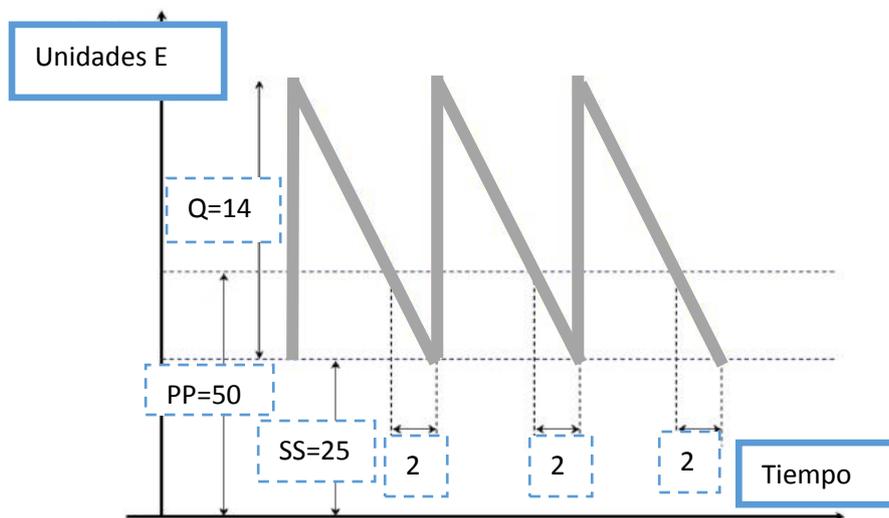


Figura 40 Punto Pedido E. Fuente: Elaboración propia

Por último, la familia E es la que menor tiempo de entrega tiene para sus pedidos, sólo 2 días. Los pedidos a proveedor se realizarán cuando el nivel de stock llegue a 50 unidades, y siempre se dispondrá en almacén de un stock de seguridad de 25 unidades. El lote óptimo

calculado para este familia es de **14 unidades**. Debido a que se produce una demanda diaria de unas 12 láminas de aislamiento a impacto al día, y teniendo en cuenta que el stock de seguridad es de 25 láminas, y el tiempo normal de entrega de 2 días, se estima que no se incurrirá en roturas de stock.

Diagrama de Pareto

Se va a realizar ahora un Diagrama de Pareto, cuyo objetivo es el de conseguir una clasificación de los artículos, para ver cuáles son más importantes, o tienen más movimiento dentro del almacén.

Gracias al Diagrama de Pareto puede asignarse un orden de prioridades. A la izquierda de la gráfica van a quedar patentes las ventas más importantes para la empresa, aunque sean las menos abundantes, mientras que a la derecha se situarán la mayoría de las ventas, pero que tienen un efecto positivo menos acusado para la empresa.

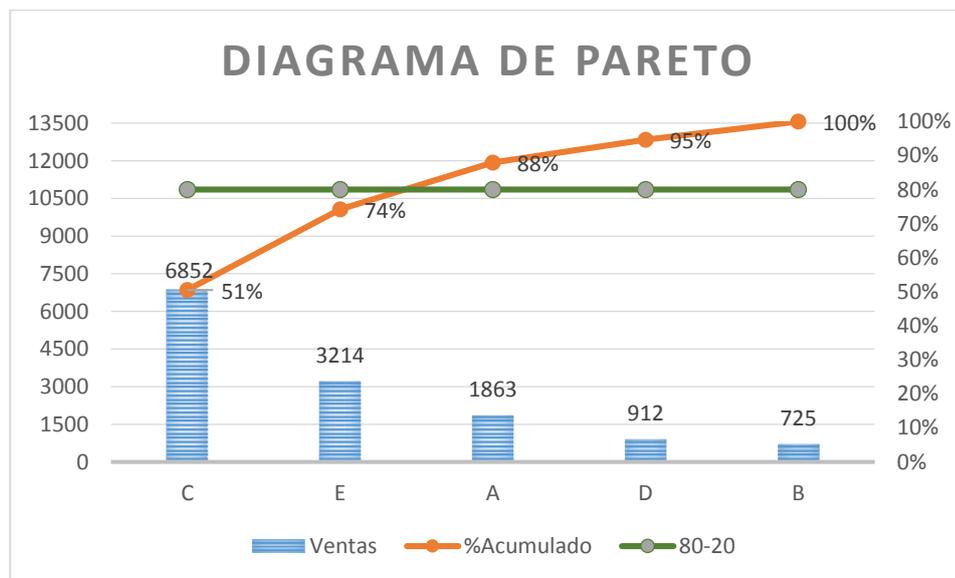


Tabla 14 Diagrama de Pareto

Según se puede ver en el Diagrama de Pareto, las familias C(antivibraciones) y E (láminas aislamiento a impacto TECSOUND) son las que representan el 80% de las ventas de la empresa, mientras que las otras tres familias forman el 20% restante de las ventas.

Esto indica que hay que tener especial cuidado con las familias C y E, ya que suponen la principal fuente de ventas de la empresa, son los principales activos de la misma. Por ello, habrá que prestar especial atención a que estas dos familias cumplan sus pedidos con normalidad, y con alta calidad, para no incurrir en roturas de stock, o en una bajada de interés en ellas por parte de los clientes.

6.3. Dimensionamiento del almacén

El edificio está formado por una nave con forma rectangular, que tiene una superficie de 557 m². Está constituida por una planta baja de 400 m², y una planta superior de 147 m². Se encuentra situada en Rivas Vaciamadrid, al lado de la A3 (carretera que comunica con Valencia y Alicante, de donde son dos proveedores).

En la planta baja se sitúa el almacén, y la zona de transformación de los artículos que así lo requieran. En la planta alta se sitúa la zona de oficinas.

La capacidad que se ha determinado para el almacén se ha calculado teniendo en cuenta los siguientes factores que afectan al régimen de funcionamiento:

- La semana laboral es de **5 días**, y la jornada de 8 horas al día.
- Se tendrá siempre en almacén un stock mínimo correspondiente a lo que se ha calculado, y como máximo el stock máximo calculado en la Tabla 12.
- La zona de producto recibido por el proveedor se ha dimensionado siguiendo un sistema de punto de pedido. En ningún momento se superará el stock máximo de ninguno de los artículos en el almacén, y hasta que no bajen del nivel del punto de pedido, no se realizarán nuevos pedidos.
- La zona de producto terminado se ha dimensionado de forma que tenga capacidad para albergar la producción de una semana de funcionamiento de la fábrica. Por tanto, las entregas a cliente no deberán superar el plazo de cinco días hábiles desde el momento en que se acaben las operaciones de transformación.

La fábrica cuenta con un almacén, que dispone del espacio necesario para que el personal pueda circular por los pasillos. El almacén se dividirá en distintas zonas:

- **Producto recibido de proveedor:** aquí se disponen todos los artículos recibidos del proveedor.
- **Zona de operaciones:** aquí se desarrollarán las actividades de transformación de los materiales.
- **Productos de embalaje:** aquí se encontrarán los pallets, las etiquetas y las cajas.
- **Producto terminado:** una vez realizadas las operaciones de transformación de los productos, se enviarán a esta zona del almacén.
- **Zona de picking:** en esta zona se realizarán el despacho y picking de los pedidos a los clientes.

- **Vestuarios:** lugares con taquillas y aseos para permitir al personal poder cambiarse, y guardar sus efectos personales durante la jornada laboral.
- **Zona de descanso:** área con mesas y sillas para poder comer, y hacer descansos entre horas.
- **Zona de primeros auxilios:** pequeña habitación que cuenta con una camilla para poder atender emergencias sanitarias.
- **Zona de venta:** área dedicada a la venta de los productos ofrecidos por la empresa, y a la recogida de pedidos y proporción de información.

En la planta alta estará la zona de oficinas, de la que también se hablará a continuación.

6.3.1. Zona de producto recibido de proveedor

Se encuentra en la zona delantera de la nave, comunicando con el exterior mediante la puerta de entrada del tráiler.

Todos los productos se van a almacenar en cajas divididos en las distintas familias. En la siguiente tabla se ven las dimensiones de las cajas, y el número de unidades de cada artículo que contiene cada una.

Los proveedores envían los pedidos en estas cajas, que se encuentran colocadas sobre pallets convencionales. Según la familia de la que se trate, las cajas tendrán distintas dimensiones, de las que va a realizarse una estimación para poder hacer el correcto dimensionamiento del almacén.

Habrán por tanto 5 tipos de cajas, dependiendo de la familia de productos que vayan a almacenar. Las dimensiones de las cajas se miden en metros, y están dadas como largo x alto x ancho:

Familia	Descripción	Dimensiones Caja (m)	Productos/Caja
A	Cortina reverb-out negra	0,4 x 0,8 x 0,4	3
B	Silenciador rectangular SD 150/250	0.8 x 1.53 x 1.2	2
C	Silemblock 12-15 Hz	1,2 x 1 x 2	25
D	Lámina BASIC	0,5 x 0,65 x 0,5	30
E	TECSOUND S50 Band 50	0,5 x 1,15 x 0,65	2

Tabla 15 Dimensiones de las cajas. Fuente: Elaboración propia

Todas las cajas se colocarán sobre un palet estándar de 1 x 1,20 m. Hay que tener en cuenta que las entregas del proveedor vienen dadas en cajas colocadas sobre pallets estándar, por lo que no hay que realizar grandes cambios en la forma de almacenamiento en la nave. Se sigue el mismo formato para almacenar todas las familias, reduciendo tiempos e ineficiencias innecesarias.

El palet utilizado también se denomina Europalet, y se manipula por el lado más estrecho. En su parte inferior lleva incorporados nueve tacos y tres patines.

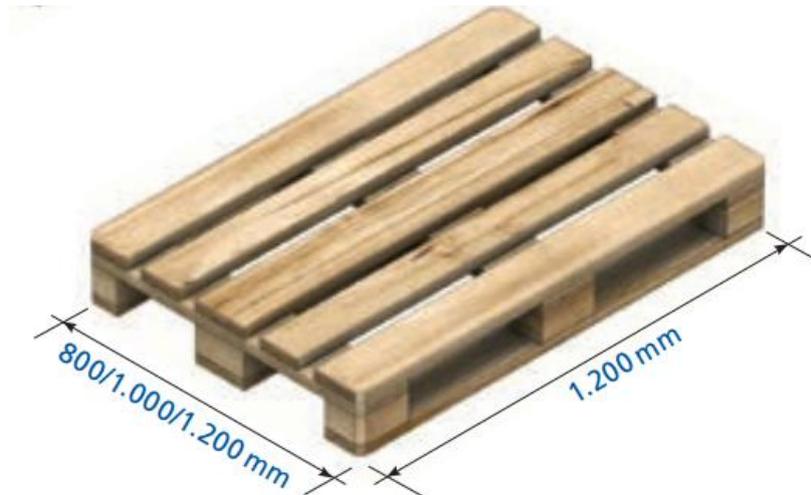


Figura 41 Palet estándar 1 x 1.20 m. Fuente: Mecalux

Familia	Descripción	Cajas/Base Palet	Pisos/Palet	Cajas/Palet	Art./Palet
A	Cortina reverb-out negra	6	5	30	90
B	Silenciador rectangular SD 150/250	1	3	3	6
C	Silemblock 12-15 Hz	1	1	1	25
D	Lámina BASIC	4	1	4	120
E	TECSOUND S50 Band 50	2	4	8	16

Tabla 16 Artículos/Palet. Fuente: Elaboración propia

Ahora se va a realizar la comparativa entre los artículos que hay por palet de cada familia, y los stocks mínimos y máximos necesarios por familia que se calcularon en la Tabla 12.

Comparando estos dos datos puede deducirse fácilmente el número de palets necesarios por cada grupo de artículos.

Familia	Descripción	Art./Palet	Stock mínimo	Stock máximo	Palets Necesarios
A	Cortina reverb-out negra	90	14,33	123,9	2
B	Silenciador rectangular SD 150/250	6	5,57	73,54	13
C	Silemblock 12-15 Hz	25	52,7	273,5	11
D	Lámina BASIC	120	3,5	77,29	1
E	TECSOUND S50 Band 50	16	24,72	171,1	11

Tabla 17 Palets necesarios por familia. Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla sumando los palets necesarios por cada familia, el número máximo de palets que se podrán guardar en el almacén es de 38.

A continuación se ha elaborado una tabla a modo resumen en la que se pueden ver el área que deben ocupar cada una de las familias, lo que servirá para dimensionar esta primera zona del almacén:

Familia	Descripción	Area/Familia(m ²)
A	Cortina reverb-out negra	1,65
B	Silenciador rectangular SD 150/250	14,5
C	Silemblock 12-15 Hz	13,13
D	Lámina BASIC	0,77
E	TECSOUND S50 Band 50	12,82

Tabla 18 Volumen y área de los productos recibidos de proveedor

Sumando las áreas máximas de la tabla se obtiene que el área máxima total es de 42,89 m². Hay que tener en cuenta que se debe dejar espacio para los pasillos, y la suficiente amplitud como para poder mantener un orden y ambiente de trabajo agradable. Por ello se estima un área de 78 m² en la zona de producto recibido del proveedor. Esta zona además contará con una amplia entrada para los camiones de reparto de los materiales, para que se pueda trabajar con la suficiente comodidad, y se eviten fallos debidos al desorden.

En el almacén se va a contar con estanterías de la marca Mecalux, donde se almacenará de forma segura y organizada el máximo número de unidades de carga aprovechando el espacio que haya disponible. Se han seleccionado las estanterías para paletización convencional, puesto que es en pallets estándar como se recibe la mercancía. Se ha escogido este sistema porque tiene ventajas destacadas como:

- La retirada de mercancías es muy sencilla, ya que permite el acceso a cada pallet sin tener que mover el resto
- Sencillo control de los stocks, cada hueco es un pallet
- Se adapta fácilmente a todo tipo de cargas



Figura 42 Estantería Pallets. Fuente: Mecalux

Para definir la anchura mínima del pasillo hay que definir el tipo y modelo de carretilla elevadora. Se ha escogido un retráctil, por lo que la distancia mínima de pasillo es de 2,6 a 2,9 m, y la altura máxima de elevación que se consigue es de 12 m.



Figura 43 Retráctil. Fuente: Mecalux

Como se muestra en la siguiente imagen, por cada piso de la estantería se pueden colocar tres palets, y las estanterías tienen cinco alturas. Con un sencillo cálculo se deduce que podrán colocarse 15 palets en cada estantería. Por tanto, en base a la Tabla 17, serán necesarias tres estanterías para abarcar el número máximo de palets que puede haber en total en el almacén (38). La colocación de las estanterías será una pegada a otra, como se muestra en la imagen:



Figura 44 Dos estanterías de tres alturas. Fuente: Mecalux

En la empresa, se utilizarán tres estanterías tal como se muestra en la imagen superior, pero de cinco alturas cada una, pudiendo abarcar un total de 45 palets, aunque el número máximo es de 38. Sin embargo, puede resultar útil tener más huecos por si en algún

momento aumenta la capacidad del almacén, o hay retrasos en las entregas y hubiera que acumular más cajas en la nave.

6.3.2. Zona de operaciones

Esta zona está destinada a todas las operaciones de transformación que van a sufrir los distintos materiales para conseguir su forma final deseada. Por aquí sólo pasarán los artículos que los clientes quieran personalizados, y que, partiendo de la materia prima obtenida de los proveedores, pasarán por unas determinadas transformaciones hasta conseguir la forma y características que se deseen.

Por tanto, esta zona estará compuesta por máquinas y herramientas que sirvan para realizar estas operaciones de transformación. Se situará entre la zona de productos enviados por el proveedor, y la zona de producto terminado. En ella van a realizarse las tareas de producción de la fábrica.

Hay que tener en cuenta además que los productos que pasarán por esta fase serán los de las familias A (cortinas y telas), D (láminas absorbentes) y E (láminas de aislamiento al ruido de impacto TECSOUND). Los silenciadores y antivibraciones no pasarán por esta zona, porque los clientes los adquieren tal cual se reciben del proveedor, no necesitan de ninguna transformación dentro de la empresa.

- *Maquinaria*

Debido a la naturaleza de la empresa, hay que contar con varias máquinas y herramientas que realicen las operaciones de transformación necesarias para el customizado de los artículos.

Los artículos que se van a transformar son telas y espumas, que requerirán de cortes, doblados, redondeados, agujereado, pintura, o pegado de varias partes. Al ser cada uno de los pedidos personalizados, no todos los materiales van a pasar por las mismas fases, ni todas ellas van a ser necesarias para completar la transformación deseada.

Las máquinas y herramientas con las que se cuenta en la empresa son:

- Plegadora
- Punzonadora
- Cortadora láser
- Sierra de cinta para aislamientos

Además, para poder hacer las distintas operaciones, serán necesarios algunos elementos auxiliares:

- Kit Caja de Herramientas
- Mesa herramienta con soportes
- Carrito
- Adhesivo especial sin disolvente
- Silicona neutra
- Anilina Industrial
- Pintura en aerosol

Se va a proceder a analizar ahora el tamaño y dimensiones de cada una de las máquinas, para poder realizar el dimensionamiento de la zona de operaciones.

- Plegadora

El objetivo de la plegadora es el de enrollar, o realizar el plegado longitudinal o transversal de las cortinas, o láminas absorbentes.

Se ha elegido una plegadora de tejidos, del tipo FTI-FTI3, que puede plegar láminas de hasta 1200 x 2000 mm, y como mínimo 480 x 480 mm. Tiene 20 programas programables por el PLC, y como media produce 900 unidades/h (50 m /min). El proveedor de este tipo de plegadora es Indemac.

Debido a su elevada productividad, se cuenta con una sola plegadora en la fábrica.

Las dimensiones de la plegadora son 2m (altura) x 3 m (ancho) x 4 m (largo). Por tanto, ocupa un área de 12 m².



Figura 45 Plegadora de tejidos. Fuente: www.directindustry.es

- Punzonadora

Es una máquina que se utiliza para perforar y conformar planchas de distintos materiales usando un punzón y una matriz semejante a una prensa.

Es muy útil en las operaciones de conformado que se van a tener que realizar, ya que además de hacer agujeros, puede dar distintos relieves a las espumas acústicas.

La punzonadora elegida es de cuatro columnas, tiene un área de corte de 1220mm x 610mm, ó de 1600 x 610 mm. La marca es HONGGANG, y cuenta con certificación CE. Además, sus dimensiones son 1950 (longitud) x 1320 (ancho) x 1260 mm (alto). Está indicada para láminas de plástico u hojas de espuma, así como textiles, caucho, cuero u otras telas, por lo que es válida para los materiales que van a necesitar pasar por ella. Es adecuada para una sola capa, o para múltiples capas de la hoja o rollo de material. Tiene una precisión de $\pm 0,1$ mm, un peso de 2500 kg, y una potencia del motor de 4 KW. La fuerza de corte puede ser de 30, 40 ó 50 toneladas, siendo posible personalizarlo según lo que sea más adecuado para cada uno de los casos.



Figura 46 Punzonadora. Fuente: www.alibaba.com

El área que ocupa la punzonadora en el almacén es de 2,6 m², lo que se tendrá en cuenta a la hora de dimensionar la zona de operaciones.

- Cortadora láser

El corte por láser consiste en un proceso sin contacto que se sirve de un láser para cortar materiales, lo que produce cortes dimensionalmente precisos y de gran calidad.

Se ha elegido la cortadora láser porque presenta varias ventajas con respecto al corte convencional: los bordes de corte son precisos, sin necesidad de mecanización posterior. Como es un proceso sin contacto, no hay desgaste en las herramientas, lo que asegura una calidad de corte uniformemente elevada. Una de las ventajas más destacadas, que

resulta de gran utilidad en esta empresa, es que permite una alta flexibilidad en la elección de los contornos, sin creación o cambio en la herramienta. Además, no hay aplastamientos ni distorsión de material.

La cortadora láser elegida es: Sistema de Corte Láser CO₂ L-3200, que tiene un área de procesamiento de 1800 (ancho) x 3200 (longitud) mm. Las dimensiones de la máquina son de 3550 (ancho) x 4000 (longitud) x 1530 (alto) mm, y es de la marca *eurolaser*.



Figura 47 Cortadora láser. Fuente: www.eurolaser.com

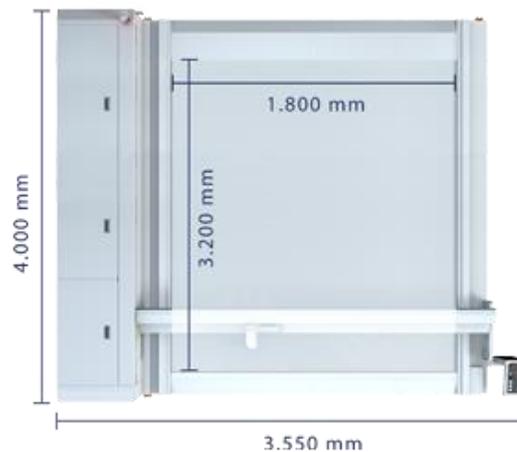


Figura 48 Dimensiones cortadora láser. Fuente: www.eurolaser.com

Por tanto, la superficie que ocupa la cortadora es de 14,2 m².

- Sierra de cinta

La sierra de cinta es una sierra de pedal o eléctrica, que tiene una tira de metal dentada, larga, estrecha y flexible. Esta tira se desplaza sobre dos ruedas que están en el mismo plano vertical con un espacio entre ellas.

La sierra de cinta escogida está especialmente indicada para textiles, hojas de espuma y aislamientos, y tiene un corte de alta precisión. Es posible hacer cortes de capas múltiples de tela que tienen un grosor de hasta 310mm.

Las dimensiones de corte de las piezas pueden ser de 2000 x 1800 mm, mientras que las medidas de la máquina son 2500 x 1800 x 2000 mm. Por tanto, la superficie que ocupa la sierra de cinta en el almacén es de 4,5 m².



Figura 49 Sierra de cinta. Fuente: www.directindustry.es

Se resume a continuación en una tabla la superficie ocupada por las máquinas y herramientas existentes en la zona de maquinaria:

Máquina	Dimensiones(m)	Superficie(m ²)	Precio (€)
Plegadora	2 x 3 x 4	12	55.000
Punzonadora	1,26 x 1,95 x 1,32	2,6	3.800
Cortadora láser	1,53 x 4 x 3,55	14,2	9.800
Sierra de cinta	2 x 2,5 x 1,8	4,5	3.250

Tabla 19 Superficie maquinaria

Además, dentro de la zona de operaciones es necesario contar con otros elementos auxiliares, que hacen posible el correcto funcionamiento de todas las tareas del almacén, por lo que también hay que conocer sus dimensiones, para poder hacer el dimensionamiento total de la zona:

- [Kit caja de herramientas](#)

Siempre es necesario en un taller contar con una caja de herramientas, ya que en muchas ocasiones pueden ser necesarias.

Se ha seleccionado una caja de herramientas de Bricor, muy completa, que cuenta con todos los elementos básicos que pueden ser útiles para operaciones de corte, arreglos, o acabados de los materiales.

La caja de herramientas se situará en uno de los cajones del banco de trabajo, para mantener un orden y limpieza en el almacén.



Figura 50 Caja de herramientas. Fuente: www.bricor.es

- Mesa herramienta con soportes

La mesa herramienta es un banco de trabajo en el que se pueden apoyar los materiales para realizar en ellos un trabajo específico. Estará compuesta por las cajoneras (en las que se pueden guardar pequeñas herramientas o útiles necesarios para realizar las operaciones), la encimera (que sirve de base de apoyo a los materiales), y los accesorios.

La mesa herramienta escogida es la siguiente: Banco de trabajo modular WOLFCRAFT, de dimensiones 161 x 86 x 65 cm (ancho x alto x fondo). Tiene 8 cajones de tamaño mediano, en los que se podrán guardar pequeñas herramientas y accesorios (siliconas, tornillos, cúteres, pinceles, etc.), y dos cajones de tamaño grande (en uno de ellos estará guardada la caja de herramientas). Se ha comprado en Leroymerlin, por 578,25€.

La superficie que ocupa el banco de trabajo es de 1,05 m².



Figura 51 Banco de trabajo. Fuente: www.leroymerlin.es

- Carrito de herramientas

También puede resultar de utilidad dentro de un taller tener un carrito con el que poder transportar herramientas fácilmente de unos sitios a otros gracias a sus ruedas. Los carritos también se utilizarán para llevar materiales por el almacén.



Figura 52 Carritos herramientas. Fuente: www.manomano.es

Se ha encontrado una oferta de dos carritos con tres estantes cada uno, por 96€.

Cada carrito tiene las siguientes dimensiones: 840 x 410 x 780 mm, y una capacidad de carga máxima de 100 kg. La superficie que ocupan ambos carritos en el almacén es de 0,32 m².

- Adhesivos y siliconas

Los adhesivos especiales sin disolventes y las siliconas neutras son muy importantes para las operaciones de transformación, ya que es muy común que en el final del tratamiento de los materiales haya que realizar operaciones de pegado de distintas capas.

Para las espumas no se recomiendan adhesivos con disolvente, ya que acaban por deteriorar las espumas acústicas, y por consiguiente, también sus propiedades aislantes.

Por tanto, en el banco de trabajo habrá cinco botes de silicona neutra de la marca Pattex, con un precio de 5€/ud, y con otros cinco botes de adhesivo especial sin disolvente, de la marca AXTON, de 4,30€ cada uno.

- Anilina Industrial y Pintura en aerosol

Para poder pintar las láminas absorbentes, y las cortinas y telas acústicas, hay que utilizar o bien anilina industrial, o bien pintura en aerosol, ya que, en caso de usar otro tipo de pinturas, al penetrar estas en los poros de la tela, se perderán todas las propiedades acústicas para las que fueron diseñadas.

La anilina es un componente orgánico levemente soluble en agua, que se disuelve con facilidad en la mayoría de los solventes orgánicos. Se usa para fabricar una amplia variedad de productos, como espuma de poliuretano o pinturas sintéticas. Además, es el precursor del color índigo, tinte que es usado para pintar de azul las telas.

La anilina se ha comprado en una tienda de pinturas (*Mi Tienda de Arte*). Se tienen en la fábrica 4 botes de anilina colorante, que han costado 3,87€ cada uno.

Por otro lado, tras estudiar las pinturas en aerosol del mercado, se ha descubierto que la marca KRYLON funciona muy bien con espumas de poliuretano y láminas absorbentes. Por ello se han adquirido 20 botes (de distintos colores) de pintura de este tipo, para poder obtener todos los colores que requieran los productos finales. Cada bote tiene un precio de 8,90€.

Tanto los botes de anilina como los de las pinturas en aerosol permanecerán guardados en los cajones del banco de trabajo.

A continuación se detalla en una tabla resumen la superficie que ocupan en el almacén los elementos auxiliares. La caja de herramientas, los adhesivos y siliconas, y la anilina y pinturas no están incluidas en la tabla, ya que están dentro del banco de trabajo, así que si tamaño no computa a la hora de hacer el dimensionamiento de la zona de operaciones.

Elemento	Dimensiones (m)	Superficie (m ²)	Precio (€)
Banco de trabajo	1,61 x 0,86 x 0,65	1,05	578,25
2 Carritos herramientas	0,84 x 0,41 x 0,78	0,32	96

Tabla 20 Dimensiones elementos auxiliares

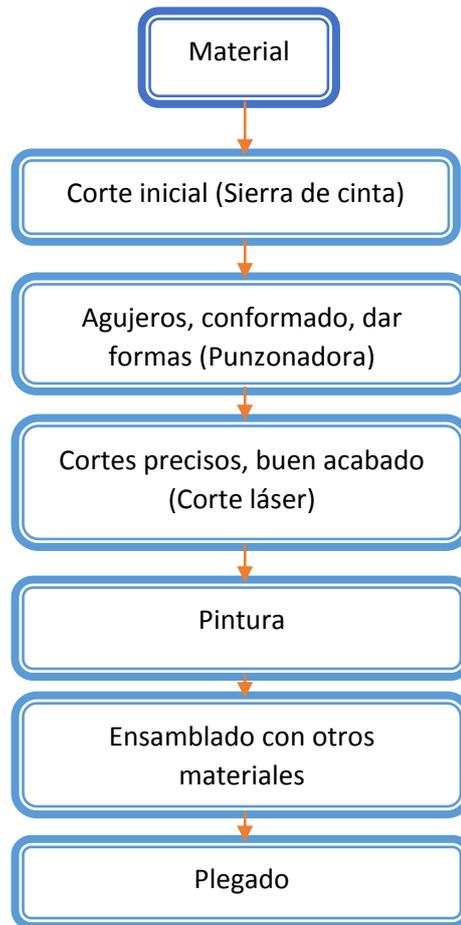
Sumando todas las áreas calculadas en la Tabla 19 y Tabla 20, se obtiene que el área total necesaria en la zona de operaciones es de 34,67 m². Para que haya espacio entre herramientas y máquinas, pasillos para los operarios, y sitio suficiente para poder transportar los carritos, se estima que la superficie de esta zona es de 78 m².

Ingeniería del proceso

Para los productos personalizados, las posibles operaciones por las que pasarán son: Corte (sierra de cinta), punzonado, corte láser, pintura, pegado y por último, plegado.

Como se ha comentado en el punto anterior, no todos los materiales necesitan pasar por las mismas fases, y puede ocurrir que el orden de operaciones sea distinto, o que no sea necesario pasar por todas las fases que pueden realizarse.

A continuación se ha realizado un diagrama en el que se pueden ver las fases que se consideran necesarias para realizar las operaciones de transformación en los productos personalizados:



Pese a que no siempre será necesario que todos los materiales pasen por todas las etapas, ya que eso dependerá de cuál sea el encargo del cliente, pero las del diagrama sí son todas las posibles fases por las que se puede pasar.

Calendario y horario del proceso productivo

La fábrica va a tener activa la línea de fabricación todos los días de la semana, excepto sábados y domingos. Los sábados será cuando se realice el mantenimiento y limpieza de los equipos. Sin embargo, todos los días al acabar los turnos todo se dejará ordenado y limpio, con el fin de conseguir un ambiente agradable y despejado de trabajo, aplicando así una de las medidas del Lean Manufacturing.

Habrán dos turnos de 8 horas diarios; uno de 8h a 16h, y el otro de 13h a 21h. Los dos turnos coinciden durante tres horas, para poder realizar trabajos en paralelo, y poder ponerse al día del estado de las piezas y los pedidos.

6.3.3. Zona de producto terminado

Esta zona va a estar formada por estanterías en las que se van a colocar los productos terminados. Se sitúa al lado de la zona de operaciones, de tal forma que una vez que los materiales han pasado por las transformaciones necesarias, se trasladan a esta área, para permanecer aquí hasta el posterior picking y entrega a cliente.

Según la Tabla 11, el volumen de ventas a la semana entre todos los productos ofrecidos es 37,27 m³. Se va a utilizar una estantería como las que se tienen en el almacén en la zona de producto recibido de proveedor, de tres palets por cada piso, y cinco niveles de carga.



Figura 53 Estantería 5 alturas.

Por tanto, la superficie de la zona de producto terminado está compuesta por la estantería, siendo de 4,2 m². Sin embargo, para que haya espacio suficiente para moverse y transportar material, se va a dimensionar en 44 m².

6.3.4. Zona de picking

Esta zona es la destinada al almacenamiento de los productos listos para enviar a cliente. Los productos terminados que hayan pasado el control de calidad se enviarán a esta zona, así como aquellos productos recibidos de proveedor que sean necesarios para enviar a los clientes finales. Desde aquí los operarios realizarán la preparación de pedidos cuando así se les comunique desde oficinas. Cuenta con estanterías específicamente diseñadas para picking por Mecalux.

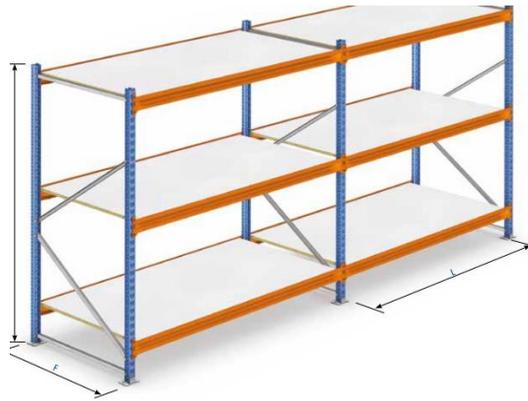


Figura 54 Estantería Picking. Fuente: Mecalux

Las medidas de cada estantería son una altura de 8m, largo de 2,7 m y ancho de 1,2m. Teniendo en cuenta que el volumen de ventas a la semana es de 37,27 m², son necesarias dos estanterías para cubrir el nivel de volumen existente. El área que se ha diseñado para la zona de picking es de 52 m².

6.3.5. Vestuarios

Habrán dos dependencias exactamente iguales, una destinada al personal femenino, y otra al masculino. Están situados en la zona central de la nave, y ocupan un área de 19,8 m² cada uno, distribuidos de forma rectangular de 3,3 m de ancho por 6 m de largo. Se estima que cada vestuario debe tener unos 2 m² por trabajador, y teniendo en cuenta que en la empresa hay 3 trabajadores masculinos, y dos mujeres, el espacio es amplio y suficiente.

Para realizar el dimensionamiento de los vestuarios la empresa se ha basado en el RD 486, en su apartado de Servicios higiénicos y locales de descanso. En su primer punto, establece que *"los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir por razones de salud o decoro que se cambien en otras dependencias"*. Este es el caso de la empresa, donde los trabajadores del almacén deberán llevar monos de trabajo, chalecos reflectantes y botas especiales. Por eso, deberán disponer de vestuarios en los que cambiarse. Los equipos y materiales que deben llevar los trabajadores los establece una empresa externa de prevención de riesgos laborales.

Además, en las proximidades de los vestuarios y de los puestos de trabajo, se dispondrá de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales. En el caso de la empresa no se dispondrá de duchas ya que los trabajos

realizados por los operarios no son excesivamente contaminantes ni originan elevada sudoración.

- *Zona destinada al personal femenino*

Esta zona está formada por:

- Vestuario: tiene un área de 19,8 m², distribuidos en 6 m de largo por 3,3 m de ancho, y tienen asientos y taquillas individuales, donde poder guardar la ropa, el calzado y los efectos personales. Cuenta además con dos lavabos con agua corriente.
- Aseo: se accede a él a través del vestuario. Tiene una superficie de 4,5 m², distribuidos en una planta rectangular de 3 m de largo por 1,5 m de ancho. Cuenta con un retrete con descarga automática de agua y papel higiénico. En este aseo por ser el del personal femenino hay además un recipiente especial y cerrado. La cabina del aseo tiene cierre interior y una percha.

- *Zona destinada al personal masculino*

Esta zona es idéntica a la del personal femenino, con la única excepción de que en los aseos se han colocado dos urinarios murales.

6.3.4. Zona de descanso

Son zonas en las que los trabajadores del almacén podrán realizar interrupciones en su trabajo para descansar. En estas áreas no se permite fumar, como protección contra el humo del tabaco a los operarios que no son fumadores. Contará con una máquina de café, dos mesas y sillas, además de dos microondas en los que se podrá calentar la comida en caso de comer en la empresa. Se dimensiona en 44 m², con unas medidas de 6,5 m de ancho por 6,7 m de largo.

6.3.5. Material y local de primeros auxilios

Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente. Se contará con un botiquín portátil que contenga antisépticos y desinfectantes autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapos, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Al tener menos de 25 trabajadores, no es necesario disponer de un local de primeros auxilios, sin embargo, sí se contará con un cuarto de 10 m² donde se encontrará el botiquín, una camilla y una fuente de agua potable. Las dimensiones son de 5m de largo por 2m de ancho.

El material de primeros auxilios será revisado periódicamente para irlo reponiendo según sea usado, o caduque.

Además se contrata un servicio de riesgos laborales. Ellos serán los encargados de establecer las normas de básicas de vestuario, seguridad y prevención de riesgos. Se encargarán de la evaluación de los riesgos en el almacén en las operaciones que realiza la empresa, y de examinar todas las máquinas y equipos de trabajo, protegiendo a los trabajadores.

6.3.6. Zona de venta

En el almacén habrá también una estancia destinada a la venta de los productos. Constará de un mostrador, dotado de una caja registradora, un ordenador y de un catálogo en el que poder ver los productos ofertados. Habrá también una silla detrás del mostrador, y dos delante para atender a las visitas. También se admitirá aquí que los clientes hagan sus pedidos personalizados.

El mostrador escogido tiene unas dimensiones de 100 cm de ancho por 80 cm de alto por 64 cm de fondo, y tiene un precio de 194€. Por tanto, la superficie que ocupa será de $0,64\text{m}^2$.

El ordenador estará sobre el mostrador. En él podrán consultarse los flujos del almacén, los productos terminados, y cómo se encuentra el stock en cada una de las zonas. La caja registradora también estará sobre el mostrador, por lo que tampoco computa a la hora de dimensionar esta zona.

La silla de detrás del mostrador es una silla de oficina, comprada en *ofisillas*, de 50 cm de altura por 50 cm de ancho por 51 cm de profundidad, y su precio es de 84€. Las dos sillas que utilizarán los clientes son dos sillas del modelo STEFAN, de la tienda IKEA, de 42 cm de ancho por 49 cm de fondo, de un precio de 19,99€ cada una. La superficie que ocupan las tres sillas es de $0,66\text{m}^2$.

La superficie ocupada total de esta zona es la suma de la del mostrador más la de las sillas: $1,31\text{ m}^2$. Sin embargo, para que haya espacio y la suficiente amplitud, se ha dimensionado esta zona de venta en 28 m^2 .



Figura 55 Mostrador. Fuente:www.oficinasmontiel.com

A continuación se va a hacer una tabla resumen de la superficie ocupada por cada una de las zonas, donde se puede comprobar que no se sobrepasa la dimensión de la planta baja de la nave, que es de 421 m².

Zona	Superficie (m ²)
Productos recibidos de proveedor	78,4
Operaciones	78,4
Producto Terminado	44
Picking	52
Vestuarios	40
Zona de descanso	44
Local primeros auxilios	10
Venta	28

Tabla 21 Dimensiones de la planta baja de la nave

Sumando los datos de la tabla se puede observar que la superficie ocupada en la planta baja es de 374,8 m². Los metros restantes hasta los 400 m² con los que cuenta la nave se emplearán en unas escaleras que comuniquen la planta baja con el piso superior, y zonas libres en las que poder dejar instrumentos en un momento dado.

A continuación va a analizarse la planta superior, que tiene una superficie de 147 m²:

6.3.7. Zona de oficina

Se accede a ellas desde la escalera que la comunica con la planta baja, aunque también hay unas escaleras exteriores que la unen con la calle como salida de emergencia.

Esta zona es un espacio diáfano, del que sólo están separados los aseos y la sala de reuniones. Los aseos se han dividido en dos, uno masculino, y otro femenino. Cada uno de ellos tiene 19,8 m², distribuidos en una planta rectangular de 3,3 m de ancho por 6 m de largo. Cada uno de los aseos está a su vez dividido en dos dependencias, una en la que se encuentra el lavabo, y otra en la que está el urinario.

El resto del espacio, es decir, los 107 m² restantes, se utilizan como zona de oficinas. Está dotada de dos mesas de oficina, de 105 cm de longitud por 50 cm de ancho cada una. Tienen cajoneras en las que poder guardar documentación y útiles de escritura, y cada una tiene un precio de 54,99€. Además, hay dos sillas de oficina, de iguales características que la que hay en la zona de venta. Separada del espacio diáfano de las oficinas se encuentra la sala de reuniones, donde se realizarán las mismas.

La sala de reuniones está formada por una mesa y seis sillas, además de una pantalla sobre la que poder proyectar presentaciones, datos, o gráficos interesantes para el personal.

Cada uno de los puestos cuenta además con un ordenador y un teléfono, para poder hacer la gestión de los pedidos, y controlar los niveles de stock en el almacén, además de dar la lista de las tareas diarias a los operarios del almacén. También hay dos impresoras que tienen la función de fotocopiadora y escáner.

Hay también tres estanterías, de dimensiones de 1 m de ancho por 2 m de alto por 0,4 m de profundidad cada una de ellas. En las estanterías se guardarán los albaranes de compra, de venta, y toda la documentación relacionada tanto con los pedidos de clientes como con las compras a los proveedores.

6.4. Distribución del almacén

En este punto se va a estudiar la distribución del almacén, según sea más conveniente para maximizar la productividad, y minimizar los tiempos de trabajo dentro del almacén.

En el caso de venta directa de los clientes de productos que se compran al proveedor, no es necesaria una distribución específica, ya que la única misión en ese caso es comprobar si hay stock informáticamente, y en caso afirmativo, trasladarlo de la zona de material recibido del proveedor a la zona de producto terminado, donde tras pasar los controles de calidad oportunos, se colocará en la zona de picking. Una vez realizado el albarán de entrega, sólo queda ir a buscarlo, y hacer el picking, la expedición y la entrega. En caso de que no haya stock disponible en el almacén, habrá que esperar a que llegue el pedido

realizado al proveedor, y una vez que llegue a la empresa, pasar por las mismas operaciones explicadas en el caso anterior.

Sin embargo, para el caso de que sean necesarias transformaciones en los productos originales, la distribución del almacén sí cobra especial importancia, ya que existen más traslados de materiales de unas zonas a otras, tienen que pasar por distintas máquinas, y puede haber más desperdicios de tiempos por cómo estén dispuestas las zonas dentro del almacén. Se ha aplicado para la distribución del almacén la filosofía expuesta en el acercamiento teórico del Lean Manufacturing, que trata de eliminar los despilfarros, y de optimizar al máximo la producción y la eficiencia de la empresa.

La distribución en planta de la planta baja del almacén queda así:

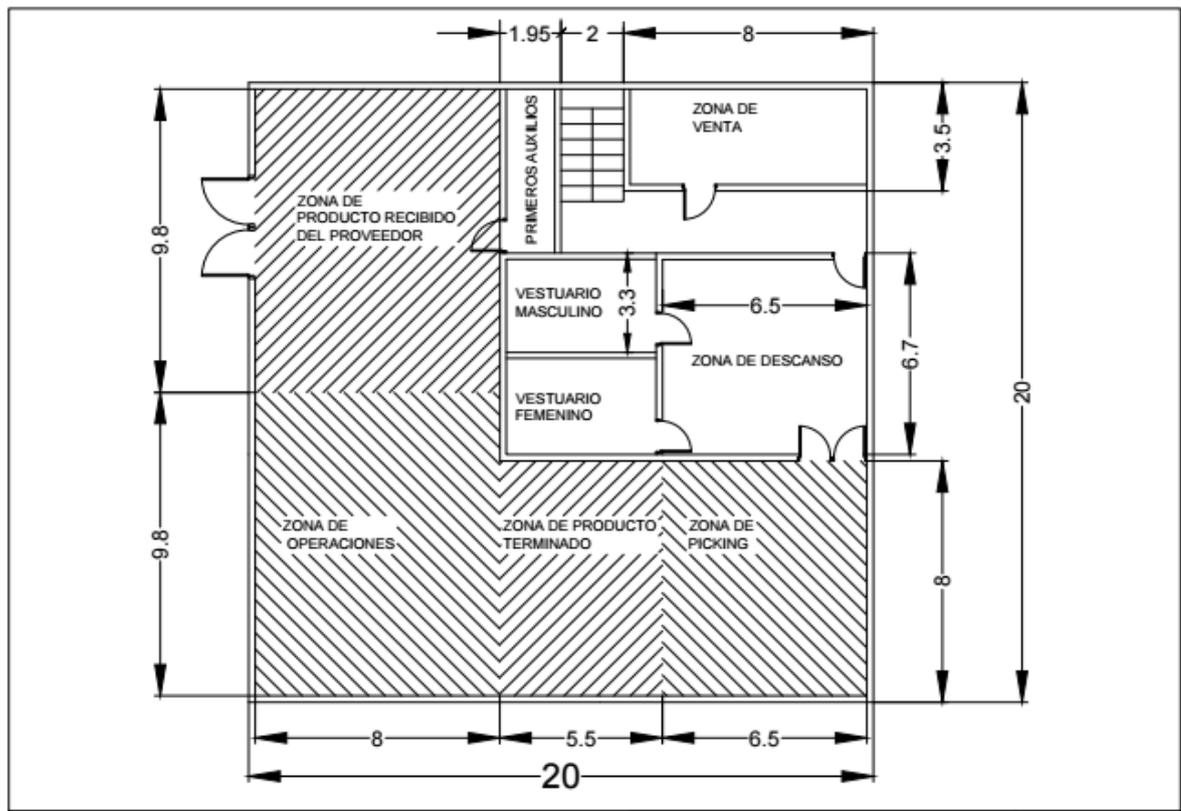


Figura 56 Plano planta baja. Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el plano anterior las distintas zonas en que se divide la planta inferior de la empresa. La mercancía proveniente de los proveedores se entrará por la puerta de la zona de producto recibido. Al lado de esta zona se encuentra la zona de operaciones, para tratar de optimizar los tiempos de traslado de los materiales de una zona a la otra. Además, de aquí puede llevarse a la zona de producto terminado, y de allí a la de picking tras pasar los oportunos controles de calidad. Además, en la zona central de la nave se encuentran los

vestuarios masculino y femenino (dentro de los cuales están los aseos), e inmediatamente a su derecha la zona de descanso, donde los trabajadores podrán realizar pausas cada cierto tiempo para poder tomar un café, sentarse un rato, o comer a la hora del almuerzo.

Al lado de la zona de producto recibido de proveedor se encuentra el local de pequeños auxilios, al que se podrá acudir rápidamente desde cualquier punto del almacén. Y, por último, en la esquina derecha superior de la nave se encuentra la zona de venta, que se ha separado lo máximo posible de la zona de operaciones para evitar ruidos de maquinaria propias del almacén.

Se ha diseñado también el plano de la zona de oficinas, que se encuentra situado en la planta superior. Se accede a esta zona mediante las escaleras, y cuenta con un espacio diáfano dedicado a las oficinas, una sala de reunión separada de esta zona, y aseos para el personal.

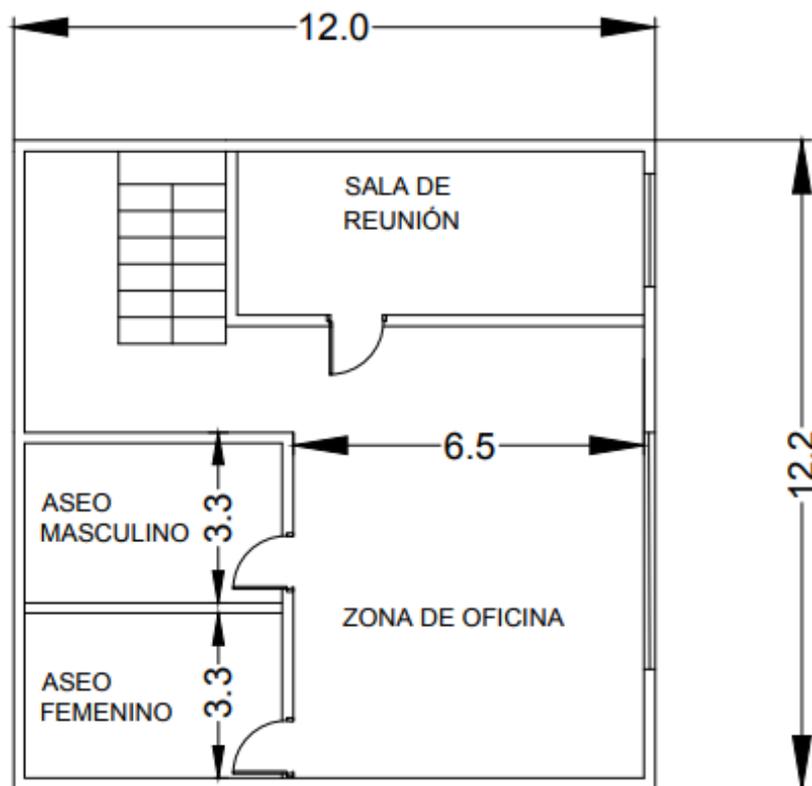


Figura 57 Planta de arriba. Fuente: Elaboración propia

6. GESTIÓN LOGÍSTICA

En la empresa, tendrá gran importancia la gestión logística, que se va a ocupar de la planificación, adquisición, transporte, abastecimiento y almacenaje de todos los materiales necesarios para la producción y venta de los artículos que ofrece la empresa.

7.1. Orden de compra de los materiales

El almacén contará con un sistema informático en el que se tenga constancia en todo momento de los materiales que hay en stock, así como de la llegada de mercancía, y la salida de productos terminados de la empresa.

Al seguir el sistema de punto de pedido, en el momento en el que se baja de la cantidad establecida como punto de pedido, se realiza una orden de compra al proveedor, para que entregue el lote calculado como óptimo Q de materiales en el plazo de entrega fijado. Este paso se realiza a través de una orden de compra, mediante la que se autoriza al proveedor a la entrega de los materiales y se le pide una factura.

AISLACUST		ORDEN DE COMPRA	
Calle del Torno 25		Fecha: 02/06/2017	
28522- Rivas Vaciamadrid (Madrid) 916669105		Autorizado por: Carolina García Pérez	
Emitido para: ACUSMAT Calle Marqués de Campo, 16		Transporte: Translimus, S.A.	
03700-Dénia (Alicante) 966117474		A la atención de: Cristina del Pozo	
		Enviar el: 05/06/2017	
DESCRIPCIÓN		PRECIO	
Cortina Reverb-Out Negra (x 110)		8.800,00 €	
	Subtotal	8.800,00 €	
	Impuestos		
	Impuesto ventas	0,00 €	
	Otros		
	Total	8.800,00 €	
Firma del empleado Carolina García Pérez		Fecha 02/06/2017	

Figura 58 Ejemplo Orden de Compra en la empresa. Fuente: Elaboración propia

En la orden de compra, el personal de oficina rellena el campo de "Emitido para", con los datos del proveedor a quien le esté realizando el pedido. Además, tiene que especificar qué artículos va a pedir, y en qué cantidad. También especificará la empresa de transporte con

la que se va a recibir el pedido, y en qué fecha. Al trabajar siempre con los proveedores TEXSA, ACUSMAT y SERINAC, ya están especificados los tiempos de entrega de los pedidos en condiciones normales, así como las empresas de transporte que van a ocuparse del envío de los materiales.

Se cuenta con tres plantillas según el proveedor al que se le esté realizando el pedido, en las que ya está relleno el campo con los datos del proveedor, y sólo hay que escribir el material que se le pide, de forma que se agiliza el proceso. Como se ha asimilado del Lean Manufacturing, se busca eliminar despilfarros, y tiempos y recursos que no aporten valor al producto ofrecido.

7.2. Recepción de los materiales

El almacén debe estar diseñado de forma que no haya congestiones en la zona de recepción de los materiales recibidos del proveedor. En esta fase del proceso se planifican las entradas de los artículos, descarga de los mismos y verificación mediante las actualizaciones del inventario.

Los proveedores entregan el material que ha sido pedido con el albarán que le corresponde, y en el almacén de la empresa. En la recepción del almacén se escanea el albarán y se introduce en el sistema informático, donde el personal de oficina lo revisa, confronta los datos entre la orden de compra y el albarán, verifica que todo es correcto y se ordena la descarga del material. Después se realiza un recuento de las cajas y se comprueba que no haya daños externos (si los hubiera hay que enviar una reclamación), anotando las anomalías que se puedan encontrar en el material.

En la empresa objeto de estudio se ha tratado de automatizar al máximo este proceso, tratando de minimizar la burocracia y tiempo empleado de los trabajadores, que no añaden ningún valor al producto. Gracias a esta filosofía se ha ganado en eficiencia en los procesos realizados, y se ha conseguido que todo el personal esté más concienciado en realizar los procesos de la mejor forma posible para no afectar a la calidad, pero no perder tiempos en tareas que no aportan valor añadido al pedido final.

De esta forma, las etapas que se siguen en el momento de recepción de los artículos son las que se muestran en el siguiente diagrama:

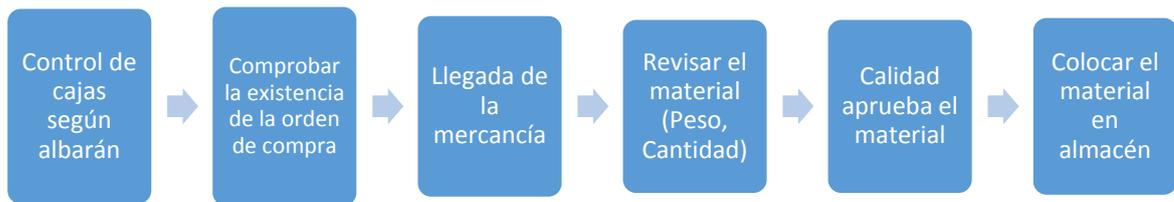


Figura 59 Fases en la Recepción de materiales. Fuente: Elaboración propia

Además, una vez que el material pasa el control de calidad y se coteja lo recibido con la orden de compra existente, el artículo se da de alta en el sistema informático, subiendo el número de unidades recibidas al nivel existente. Se genera un albarán de entrada, y se firma al transportista la documentación de entrega correcta del material. Se elabora también una nota de Ingreso por Compra, por el valor del artículo o de los artículos entregados a la empresa.

Cuando el material no pase el control de calidad, será devuelto por el transportista al proveedor, quedando pendiente la entrega del mismo, y no subirá a los niveles de inventario del almacén. Es por este motivo que la recepción no se considera terminada hasta que la empresa no manifieste su conformidad con los artículos recibidos.

7.3. Recepción de los pedidos de cliente

El personal de oficina es el encargado de recibir los pedidos que los clientes realizan a la empresa. Hay tres formas de realizar los pedidos. Telefónicamente, vía email, o de forma física en la tienda.

Cualquiera que sea la manera de realizar el pedido, el personal de oficina lo da de alta en el sistema informático. En ese momento, lo analiza, y decide si tiene que pasar por alguna fase de transformación o no. Si son artículos de venta directa, mediante el sistema informático se comprueba si se dispone o no de stock (cuando el stock ya esté asignado a otro proceso, aunque siga en el almacén, no aparece como disponible en el programa informático, sino como asignado a otra operación). Si está disponible, se asigna al número de pedido correspondiente. Si no lo está, habrá que esperar a la llegada del siguiente lote por parte del proveedor. Al haber introducido el pedido en el sistema, si se ha bajado del punto de pedido, se realiza la orden de compra por cantidad Q al proveedor correspondiente, y en el sistema ya aparece esa cantidad como pedida. Por eso, se asigna a los primeros artículos de ese lote que no estén asignados a ningún otro artículo la cantidad

requerida de artículo que hay en el pedido. Así se procede con todos los artículos que figuren en el pedido siempre que sean de venta directa. Si todos los artículos están disponibles en el almacén, este pedido ya está preparado para la fase de picking y despacho en almacén, y se avisa al cliente de que en ese día se el pedido va a salir del almacén. Esta tarea les aparecerá a los operarios del almacén en el sistema informático, y serán los encargados de realizar el picking. Todos los días, cada dos horas aproximadamente, los operarios y el personal de oficina revisan mediante una transacción informática si hay pedidos listos para picking; los operarios para realizarlo, y los trabajadores de oficina para avisar al cliente de que su pedido saldrá ese día del almacén y poder realizar el albarán de envío.

Cuando uno, varios, o todos los artículos del pedido necesitan operaciones de transformación, el personal de oficina tiene que analizar qué materiales se necesitan para obtener el producto final, y en la reunión diaria que se tiene con los operarios del almacén, y con la ayuda de los tiempos predefinidos para cada tarea, decidir cuánto tiempo se estima que se puede tardar en realizarlo, y dar la fecha estimada de salida del pedido del almacén al cliente.

Los productos personalizados están siempre compuestos por artículos de las familias que se expusieron en el punto 4. Por tanto, los materiales necesarios para el producto final se asignan al mismo en el sistema informático, de la misma forma que se realiza en el caso de venta directa. Una vez que todos los artículos están disponibles en el almacén, aparece como listo para realizar las transformaciones en el sistema informático. Filtrando por una transacción del programa, que los operarios también revisarán a diario, aparecerán los pedidos listos para realizar puesto que ya no tienen faltas de material. Estos pedidos se ponen a la cola de las máquinas. Una vez que se muestran en esta lista, los operarios comienzan a realizar las modificaciones por orden, hasta obtener el producto final. Al terminarlo se traslada a la zona de producto terminado. Cuando el pedido final ya está realizado, se cierran todas las órdenes en el programa informático, y pasa a aparecer en la lista de los pedidos listos para realizar el picking. Cuando los operarios revisan esta lista, realizan el picking, y el personal de oficina avisa al cliente de que su pedido saldrá ese día del almacén.

7.4. Producción

En la empresa, el proceso de producción se realiza para los pedidos personalizados que pueden hacer los clientes. Se basan en los materiales de los que dispone siempre la

empresa, pero pueden cambiar el color, la forma, o ir pegados unos con otros para conseguir una amplia variedad de diseños, y a la vez adaptarse por completo a las necesidades y deseos de los clientes.

7.4.1. Planificación de producción

Con la planificación de la producción se busca definir unos objetivos futuros con el fin de alcanzarlos. Hay que tener en cuenta que los objetivos se van modificando con el tiempo, por lo que hay que conseguir uniformidad y coherencia en los criterios en el momento de fijarlos. En la empresa se van a tener en cuenta tres tipos de planificación: a largo, a medio y a corto plazo. Cuanto más a largo plazo se realicen los planes mayor será el error alcanzado.

Cuando se recibe un pedido, hay que analizar de qué está formado, y si después de hacerlo se ve que cuenta con uno o más pedidos personalizados, hay que realizar una investigación de cuáles son los artículos que componen cada uno de los productos personalizados. Una vez decididos, se tiene que crear una Orden de Producción en el programa informático, en la que se detallan los materiales por los que está compuesto el pedido. Dentro de esta orden, aparecerán aquellos artículos que estén en stock disponibles en el almacén, o aquellos que no estén disponibles, y que estén pendientes de llegar. Al realizar la orden de producción, se asigna automáticamente a los productos en stock, o a los que están de camino, esta orden, por lo que ya aparecerán como no disponibles para otras ventas o transformaciones.

The screenshot shows the SAP 'Orden de fabricación visualizar: Resumen de componentes' interface. The main data fields are as follows:

Orden	1000284	CL	ZPPS
Material	100300100020437	MCO MKIII 19' P/TORRE TINACO	Ce. 2010
Status	LIB. IMPR PREC LOAS MACO NLIQ SUJL		

The 'Cantidades' section contains:

Ctd. total	15	PZA	% rechazo	0	0.00
Entregado	0	Entr. min./máx.	0		

The 'Fechas' section contains:

	Fe. extrem.	Programado	Notific.
Final	03.12.2014 00:00	02.12.2014 07:54	
Inicio	02.12.2014 05:59	02.12.2014 06:00	00:00
Liberación		02.12.2014	02.12.2014

The 'Programación' section shows:

Clase	1 Hacia adelante
Reducción	No se ha reducido
Nota	Sin nota programación
Prioridad	

The 'Holgura programación' section shows:

Clave horizonte	000
Tiempo anticipo	0 Días labor.
Tiempo seguridad	0 Días labor.
Horizonte liber.	0 Días labor.

Figura 60 Ejemplo Orden de Fabricación. Fuente: SAP

- *Planificación a largo plazo*

Esta es la fase en la que la empresa define sus grandes objetivos, que serán de carácter genérico e implicarán a varios departamentos. Los principales objetivos a largo plazo de la empresa son:

- La tecnología que se emplea en la fabricación del producto, que como se ve en la maquinaria especificada, depende de cada artículo.
- Dar el mejor servicio posible al cliente, ofreciéndole tanto la opción de la personalización de los productos como la de venta directa de una amplia gama de artículos absorbentes acústicamente.
- Contar con personal cualificado y multidisciplinar que esté comprometido con la cultura y los objetivos de la empresa.
- Relaciones sólidas con los proveedores, llegando a acuerdos y estando en contacto directo con frecuencia.
- Localización de la nave. Está situada en la localidad madrileña de Rivas Vaciamadrid, en la carretera de Valencia. Por tanto se puede llegar en 15 minutos desde el centro de Madrid en coche, y también cuenta con Metro y varios autobuses. Además, hace que los proveedores originarios de la Comunidad Valenciana puedan llegar a la fábrica sin tener que pasar por el centro de Madrid, ganando en comodidad y rapidez.

- *Planificación a medio plazo*

El principal objetivo de esta planificación será el de determinar las políticas productivas mediante las que se va a llevar a cabo la producción en la empresa. Aquí se incluirán los productos que se fabriquen en horario extraordinario, o los servicios que hayan sido subcontratados. Para el caso concreto de la empresa objeto de estudio, en esta planificación se incluirán:

- Previsiones de ventas.
- Peticiones de los servicios postventa y repuestos.
- Promociones u ofertas.
- Peticiones de productos no servidos en etapas anteriores.
- Stocks de seguridad.

- *El plan de producción*

Se realiza con los datos estimados de la demanda anual dividida en meses. Sin embargo, al limitarse la fabricación a los artículos que requieren de personalización, el plan de

producción que se sigue en la empresa se basa en el sistema Just in Time, por lo que no se va a tabular con datos estimados, sino que se producirá bajo demanda.

- *Planificación a corto plazo*

Es el plan operativo de la empresa, en el que se ven los objetivos inmediatos que hay que tratar de conseguir, y las actividades inmediatas que hay que realizar. En esta etapa los puntos principales que se tienen en cuenta son:

- Cuánto hay que producir
- Qué hay que producir
- Cuándo hay que producirlo

Estas preguntas se realizarán diariamente en la empresa. Al tener que producir bajo demanda, se considera oportuno tener una reunión todos los días a primera hora de la mañana en la que el personal de oficina comunica los nuevos pedidos que hay que fabricar a los operarios, siendo estos los responsables de establecer los posibles plazos de finalización de las operaciones de transformación. Además, el personal de almacén explicará si se tiene todo el material necesario, si hay que comprar artículos, o si hay problemas en la producción. Es obligación del personal de oficina comprobar que todo se realiza correctamente y apoyar en todo lo necesario a los operarios. También en estas reuniones se llevará el seguimiento de todos los pedidos pendientes, tratando de cumplir siempre los plazos que hayan sido fijados. De esta manera, todo el personal que está trabajando en la empresa sabe en todo momento qué se está haciendo, de qué manera, y cuándo se estima que se acabará de realizar. Es muy importante que esto sea así, ya que cuanto más partícipes se sientan todos los empleados mayor es la motivación y la responsabilidad de todos con los objetivos de la empresa, y mayores posibilidades de éxito tendrá.

- *El programa maestro de producción (MPS)*

Este programa es un documento en el que se muestran los objetivos de la planificación diaria del almacén. Será la base de la producción de la empresa, y de él se derivan los órdenes de trabajo. Este programa será el que se vaya elaborando a diario en las reuniones, y fijará qué productos hay que realizar, en qué cantidad, y las fechas de comienzo y finalización de las tareas. Al ser un sistema Just In Time el que se sigue en la empresa, estos períodos serán de uno o dos días como máximo.

En las reuniones diarias, se comentarán todas las órdenes de fabricación que estén pendientes para asignar órdenes y prioridades teniendo en cuenta los convenios con los clientes, las recomendaciones de los operarios, o los retrasos en los pedidos, y se elaborará una lista con los que hay que realizar durante el día, y los tiempos de trabajo. Todo esto forma parte de la fase de planificación de la producción. En un tablero Kanban como el siguiente es donde se apuntarán en cada columna según corresponda las tareas:

KANBAN		
PENDIENTES	EN PROGRESO	TERMINADAS
Pedido 4132: cortina acústica verde 0.85x0.76m	Pedido 4133: lámina basic + lámina aislamiento a impacto 0.85x0.55m	Pedido 4135: Lámina basic redondeada negra con bordes pico
Pedido 4137: 2 láminas triangulares superpuestas azul turquesa		Pedido 4136: Cortina acústica 1.00x0.65m

Figura 61 Tablero Kanban Tareas. Fuente: Elaboración propia

7.4.2. Control de la producción

Después de la realización del Kanban con todas las tareas en la empresa, que tienen distinto código de colores según la urgencia que requieran, se hace necesario el control de la producción. El control de la producción va a medir indicadores como los tiempos que se han dedicado a cada trabajo, qué operarios realizaron cada tarea, cuántas unidades se produjeron de cada artículo, o qué productividad ha tenido cada operario. Es clave para medir si se está trabajando de forma eficiente, para mantener la competitividad entre los empleados, y para estudiar la posibilidad de errores que se estén cometiendo con el fin de mejorar. También es muy importante ya que asegura que los productos fabricados tienen una elevada calidad.



Figura 62 Estado General de las tareas en la empresa. Fuente: Elaboración propia

Para que todo funcione correctamente, es importante que todas las tareas tengan un responsable, que esté claramente definido, que esté capacitado para la realización de dicha tarea, y que se sepa en todo momento en qué punto se encuentra la misma. Para que esto siempre esté claro, se realizan tablas como la siguiente:

1 **Lista de tareas**

2

3 Tarea	Estado	Prioridad	Fecha de entrega	Asignado
4 Gestionar recepción pedido 4258	Ejecutado	Baja	15/05/2017	Carolina
5 Pintar lámina Basic pedido 4239	En progreso	Alta	03/05/2017	Ángel
6 Picking pedido 4255	Sin empezar	Alta	28/04/2017	Carlos
7 Albarán salida pedido 4255	Sin empezar	Alta	28/04/2017	Carolina
8 Cortar cortina reverb-out negra pedido 4240	En progreso	Alta	05/05/2017	Ángel
9 Ensamblar dos láminas pedido 4246	En progreso	Media	08/05/2017	Ángel
10 Picking pedido 4256	Ejecutado	Alta	28/04/2017	Carolina
11				
12				

Tabla 22 Lista tareas. Fuente: Elaboración propia

Además, es muy importante llevar un control de los tiempos de producción, para no perder el ritmo de trabajo, cumplir los plazos previstos y tener claros cuáles son los objetivos que se quieren conseguir. Por eso, para cada pedido se realiza informáticamente una estimación de los tiempos que le llevará cada una de las tareas que necesita para su fabricación. En la siguiente gráfica se puede ver claramente el momento de inicio y fin de cada una de las tareas, así como su duración en días, y si están o no superpuestas en el tiempo. Además, según el color del que estén rellenas, se ve a simple vista la prioridad de cada una.

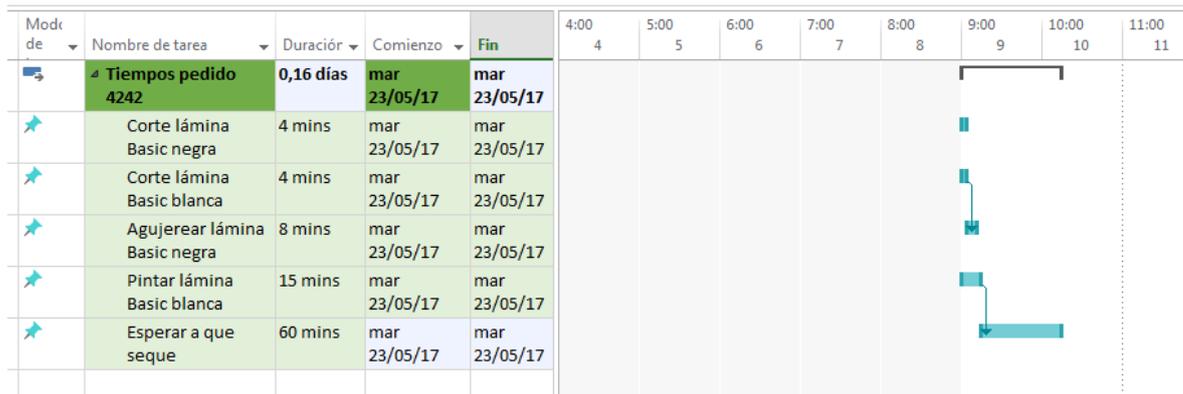


Figura 63 Tiempos estimados para un pedido. Fuente: Elaboración propia

Para que el control de la producción se tenga claro en todos los niveles de la empresa, además de exponerse en la reunión diaria para comentarlo y definir propuestas de mejora por todas las partes, se colocan paneles de control por el almacén, que miden los porcentajes de realización de las tareas. Además, al usar también un código de colores, resulta muy sencillo y rápido apreciar cómo va la producción de forma visual.

En las siguientes figuras de paneles de producción se muestran la producción real, la ideal, y la eficiencia de la producción. Se señala también el tiempo en el que los operarios están parados:



Figura 64 Ejemplos Paneles de Eficiencia. Fuente: www.citsadigital.com

7.4.1. Indicadores de rendimiento: KPI's

Son una pieza clave para conocer la eficiencia de la empresa, y miden el desempeño de un determinado proceso. Los KPI's que se utilizan en la empresa son simples, concisos, equiparables unos con otros, y relevantes.

En concreto, los KPI's que se utilizan en la empresa son los siguientes:

- Relación inventarios/Ventas
- Cantidad de horas utilizadas
- Tasa de realización
- Horas/Operario

En la zona de operaciones del almacén se colocarán también paneles como los siguientes, en los que se mide la efectividad de las máquinas, y los porcentajes de anticipado o de retraso que se lleven en el día, para medir el nivel de prioridad de cada tarea. En concreto, este panel es un KPI de tasa de realización, en el que se puede apreciar la franja de avance que lleva el pedido. Está dividido en %Anticipado (parte del pedido que está adelantada a las previsiones), %En Progreso (lo que se está realizando en ese momento), %Requerido (fracción del pedido que está prevista terminar en ese día), y %Resto (la parte del pedido que no está establecido terminar en el día del que se trate). Se puede ver también que cada franja tiene un color: verde para la parte ya realizada, amarillo lo que se está haciendo, y naranja la parte del pedido que todavía no se ha realizado pero está previsto que se termine en el día.

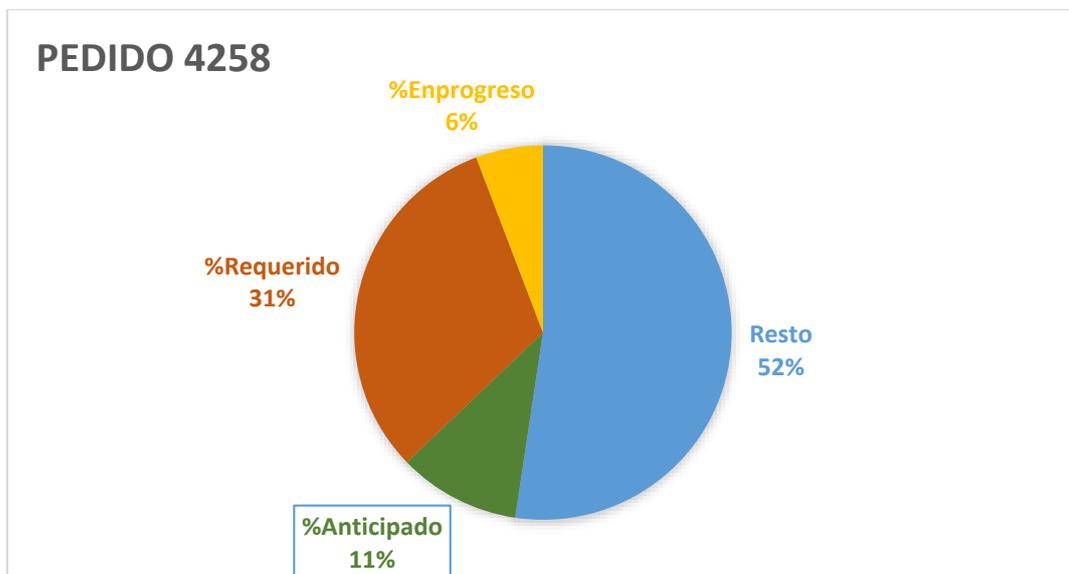


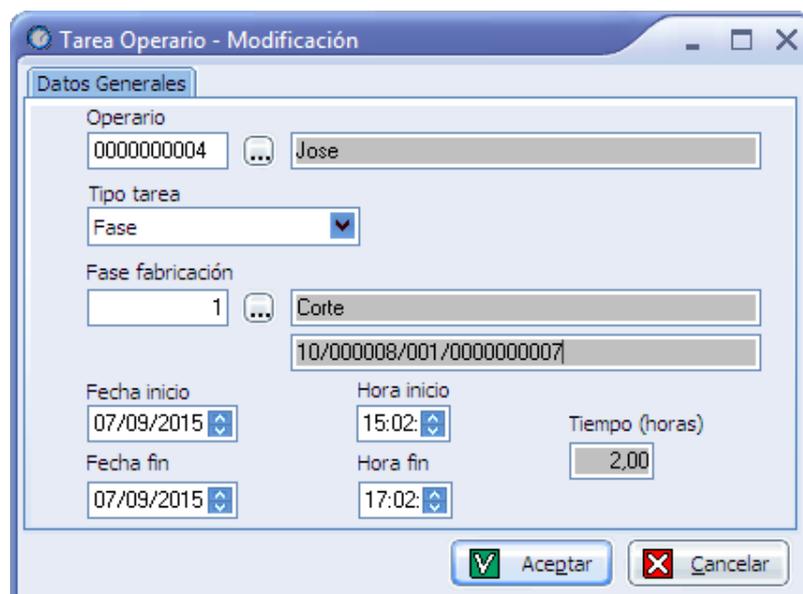
Figura 65 Nivel Progreso Pedido. Fuente: Elaboración propia

A finales de cada mes, habrá una reunión para analizar los KPI's mensuales, estableciendo objetivos y puntos de mejora que se tendrán que aplicar en el mes inmediatamente posterior. De esta forma, al mes siguiente se comprobará si las nuevas medidas han surtido efecto, y deben aplicarse desde entonces, o si por el contrario, no han tenido impacto positivo en la productividad, y deben pensarse otras acciones correctoras.

7.4.2. Fichaje de los operarios en las tareas

Cada operario tiene que realizar unas tareas, como se ha visto en puntos anteriores. Hay una lista de tareas, en la que cada una de ellas tiene siempre un responsable, que será el encargado de realizarlas con éxito. Para tener un control de los tiempos que cada operario utiliza en la realización de las operaciones, es necesario que estén fichados en las órdenes de fabricación. De esta manera, cuando el operario va a realizar la tarea que tiene encomendada, se ficha en la orden de producción correspondiente, que empieza a contar el tiempo que va a necesitar para realizarla. Una vez que concluye su labor, cierra la orden, quedando registrado el tiempo que ha utilizado, y mostrándose claramente el responsable de la misma.

Los operarios se fichan en las órdenes mediante el sistema informático, como se muestra en el siguiente ejemplo:



The screenshot shows a software window titled "Tarea Operario - Modificación" with a "Datos Generales" tab. The form contains the following fields:

- Operario: 000000004 (ID) and Jose (Name)
- Tipo tarea: Fase (dropdown menu)
- Fase fabricación: 1 (dropdown menu) and Corte (Task Name)
- Fecha inicio: 07/09/2015 (calendar icon)
- Hora inicio: 15:02 (time spinner)
- Fecha fin: 07/09/2015 (calendar icon)
- Hora fin: 17:02 (time spinner)
- Tiempo (horas): 2,00 (text input)

Buttons for "Aceptar" (Accept) and "Cancelar" (Cancel) are located at the bottom right.

Figura 66 Ejemplo de Plantilla fichaje de los operarios en órdenes. Fuente: InGnio

Gracias a estos fichajes informáticos, se obtendrá el tiempo que cada uno de los operarios ha estado trabajando, además del tiempo que le han dedicado a cada tarea. Así, podrá realizarse una media de cuánto tiempo se está necesitando para cada fase de transformaciones, y se puede saber si los operarios están por encima o por debajo de la media.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		HORAS ESTIMADAS/ SEMANA					HORAS REALES EMPLEADAS/SEMANA				
2	OPERARIO/TAREA	Corte	Punzonado	Pegar	Pintar	Plegar	Corte	Punzonado	Pegar	Pintar	Plegar
3	Ángel	5	2	10	8	5	5	2,5	9	8,5	4
4	Carlos	5	3	8	8	7	4	3	7,5	8	6,5
5	José	8	4	5	8	5	7	3	6	8	5
6											
7											
8				Igual a lo previsto							
9				Menor de lo previsto							
10				Mayor de lo previsto							
11											

Tabla 23 Control Tiempos Operarios/Tareas. Fuente: Elaboración propia

En la tabla de Excel se lleva el control de los tiempos utilizados por los empleados para hacer las distintas tareas en horas en una semana. En azul están remarcadas las operaciones para las que han tardado el tiempo que estaba previsto, en verde las que han llevado menos tiempo de lo normal, y en rojo las que se han retrasado más de lo esperado. Semanalmente hay que revisar estos tiempos, y consultar los motivos de los adelantos o retrasos de las operaciones. Puede ocurrir que sea porque realmente no se necesitaba tanto tiempo como se había planteado, porque han surgido complicaciones en los casos de los retrasos, etc. En cualquier caso, habrá que recopilar toda la información de lo que ha ido sucediendo con el fin de ajustar al máximo los tiempos y aumentar la productividad, pero sin perder de vista la buena calidad de los productos realizados.

7.4.3. Control de productos terminados

Existen procedimientos para controlar los materiales continuamente. Se considera favorable que la conformidad de la producción se base en principios que garanticen los valores declarados por los fabricantes. Dentro de la empresa también existen procedimientos para asegurar que el material no se daña al ser trasladado de unos lugares a otros del almacén, y garantizar su trazabilidad hasta el punto de venta.

Los objetivos que se persiguen con el control de productos terminados son:

- Seleccionar los artículos por familia y modelo
- Realizar las pruebas a cada producto
- Obtener resultados
- Comprobar si los resultados están dentro de unos parámetros exigidos por la norma
- Elaborar datos estadísticos con los que rellenar la documentación

Las pruebas que se realizan para hacer el control de calidad de estos productos buscan determinar:

- Las dimensiones y aspecto superficial
- Capacidad de absorción acústica
- Aislamiento a ruido de impacto
- Aislamiento a ruido aéreo

Si los materiales pasan los controles de estas cuatro características, se consideran aptos para su salida del almacén y entrega a cliente. Si no pasan alguno de los controles, deberán ser reprocesados, y analizadas las causas del error. Este caso se expone en el punto siguiente.

7.4.4. Control de productos no conformes

Cuando se han terminado las operaciones de transformación sobre un producto, tiene que realizarse el control de calidad sobre el mismo. Si no pasa este control, se trata de un producto defectuoso que no puede salir a cliente. La forma de proceder en estos casos es la siguiente:

- Elaborar los registros correspondientes
- Estudio de las causas que han producido el/los defecto/s
- Propuesta de acciones correctoras
 - ❖ Investigación de las causas de la no conformidad
 - ❖ Aplicación de controles para verificar la eficacia de las acciones correctoras
 - ❖ Programación e inicio de acciones correctivas

Dentro de los productos defectuosos, puede haber algunos que sólo necesiten ser reprocesados, mientras que otros serán rechazados totalmente y habrá que partir de cero. Hay que tener en cuenta que estos casos tienen que ser reducidos al máximo en la empresa, ya que cuando ocurren, se dan inconvenientes como pérdida de tiempo de fabricación y tiempo de los operarios, recursos, cumplimiento de plazos de entrega, retrasos en otros pedidos... Estos casos reducen enormemente la eficiencia de la empresa, y generan un importante coste que, si se aplican bien las medidas correctoras, puede ser totalmente eliminado.

7.4.5. Tiempos de entrega al cliente

Desde que se recibe el pedido por parte del cliente en las oficinas de la empresa, comienza a contar el tiempo que se va a necesitar para proporcionarle el/los productos final/es que haya pedido. Es muy importante para la imagen de la empresa que estos tiempos sean los menores posibles, de forma que los clientes obtengan una alta satisfacción con los servicios de la empresa.

Los tiempos dependerán de si se trata de un producto de venta directa o uno que requiera personalización.

- *Venta directa*

En caso de venta directa, es decir, que los pedidos no necesiten personalización alguna, hay dos opciones: que haya stock disponible en almacén, o que haya que esperar a que lleguen los artículos.

- Si hay stock disponible, el plazo máximo de entrega es de 2 días. Desde que se recibe el pedido, se comprueba informáticamente el nivel de existencias en el almacén, y si hay suficiente para abarcar el pedido, se realiza el albarán de salida y se avisa a los operarios de almacén para hacer el picking, que se realizará en el mismo día, al igual que el despacho del almacén. Se avisa al cliente de que su pedido va a salir en las próximas horas de la nave, y que será al día siguiente al de recepción del pedido cuando el material esté en el camión de transporte con destino al cliente final.
- Si no hay stock disponible, el plazo máximo de entrega será mayor que en el caso anterior. Al comprobar informáticamente que no hay stock físico en el almacén, o que el que hay está asignado a otros pedidos, habrá que esperar a que lleguen los materiales del proveedor. Por tanto, el plazo máximo de entrega será la suma del tiempo que tarda cada artículo en llegar del proveedor (se escoge el tiempo máximo de entrega del proveedor por escoger el plazo más desfavorable, aunque lo normal es que llegue antes, en el tiempo PE), y una vez en la empresa, el tiempo que se tarda en el control de calidad del producto recibido, la colocación en la zona de producto terminado del número de artículos que correspondan con el pedido, la realización del albarán de salida, el picking y el despacho por almacén. Como se ha visto en el punto anterior, todas estas operaciones dentro del almacén requerirán un tiempo máximo de 2 días.

Hay que tener en cuenta además que podría ocurrir que los materiales ya hayan salido hace días del proveedor. En ese caso, los productos serían entregados en un plazo menor a los clientes finales.

Familia	Descripción	PME	Picking + Despacho	Plazo Máx Entrega
A	Cortina reverb-out negra	5	2	7
B	Silenciador rectangular SD 150/250	6	2	8
C	Silemblock 12-15 Hz	5	2	7
D	Lámina BASIC	5	2	7
E	TECSOUND S50 Band 50	4	2	6

Tabla 24 Plazo Máximo de Entrega Venta Directa. Fuente: Elaboración Propia

- *Productos personalizados*

Cuando no se trata de venta directa, y los pedidos incluyen algún producto personalizado, para determinar el tiempo necesario para realizar el producto final hay que desglosar los tiempos estimados para las operaciones de transformación de los materiales. En la siguiente tabla se pueden ver estos tiempos:

OPERACIÓN	TIEMPO (min)
Cortar lámina	4
Hacer agujeros	8
Pintar	15
Esperar a que se seque	90
Pegar	8
Esperar a que pegue	60
Plegar	3

Tabla 25 Tiempos operaciones. Fuente: Elaboración propia

El caso más desfavorable con respecto a los tiempos es aquel en el que un producto tuviera que pasar por todas las operaciones de transformación. En ese caso, el tiempo de operaciones sería de 188 minutos (algo más de 3 h). Sin embargo, se va a tomar un tiempo máximo de 5 h, por las posibles complicaciones que puedan surgir, cuellos de botella por los que haya que retrasar el comienzo de algunas operaciones, tiempos muertos, o paradas

innecesarias de las máquinas. Este caso hay que dividirlo también entre si hay o no stock disponible para el comienzo de las tareas de transformación.

- Si hay stock disponible, a los plazos de la Tabla 25 hay que sumar los dos días de la fase de picking, despacho y control de calidad. Siempre hay que tener en cuenta que son los tiempos máximos, ya que si no todas las operaciones son necesarias el tiempo sería menor. El plazo máximo de entrega en este caso es de 1 día + 1 día = 2 días.
- Si no hay stock disponible, el tiempo máximo de entrega será el plazo máximo de entrega (PME) por parte de los proveedores, más los tiempos de las operaciones que sean necesarios, más los dos días estipulados para el despacho y picking de los materiales.

Familia	Descripción	PME	Despacho y picking	Tiempo máx. Operaciones	Tiempo máx. Total
A	Cortina reverb-out negra	5	1	1	7
B	Silenciador rectangular SD 150/250	6	1	1	8
C	Silemblock 12-15 Hz	5	1	1	7
D	Lámina BASIC	5	1	1	7
E	TECSOUND S50 Band 50	4	1	1	6

Tabla 26 Tiempo máximo de entrega productos personalizados. Fuente: Elaboración propia

Al tener estas tablas como referencia, siempre que se recibe un pedido de un cliente, tras analizar si se trata de venta directa o de un producto personalizado, y si hay o no stock disponible, se hará una estimación de los días necesarios para obtener el pedido final del cliente. De esta manera, se le hará saber el mismo día de la recepción del pedido el tiempo estimado para tener su pedido listo vía email, o telefónicamente.

Además, cuando el producto ya está en la zona de producto terminado y se va a proceder al despacho de los materiales y el picking, se le mandará un email de que su pedido va a salir en las próximas horas del almacén.

Cuando un pedido esté compuesto por varios artículos diferentes, puede ocurrir que algunos sean de venta directa, otros personalizados... En estos casos, el plazo máximo de entrega será el más desfavorable entre todos los productos, y no se realizará el despacho y el picking de los mismos hasta que no estén listos todos los artículos que había dentro del

pedido, de tal forma que cuando se haga el envío, se mande todo junto al cliente final (a no ser que el cliente especifique que quiere recibir los artículos por separado).

Conviene analizar también el tiempo máximo que los artículos permanecen en el almacén siempre que haya pedidos continuos. En base a las tablas realizadas en los dos puntos anteriores, se puede ver que el período máximo que un artículo está en el almacén es de 2 días (el tiempo que tarda en llegar desde el proveedor no hay que contarle en este punto). El tiempo de 2 días es razonable, y hace posible ir renovando constantemente el stock, no permitiendo la obsolescencia del mismo, y además hace que no se almacenen los inventarios de manera innecesaria. Ese cálculo supone que el almacén está continuamente recibiendo pedidos y moviendo el stock. Si no fuera así, podría permanecer más de 2 días en el almacén, pero se considera por las ventas diarias estimadas que este caso sería muy poco probable, por lo que no se considera en el análisis.

7.5. Despacho de los materiales por Almacén

Mediante el pedido realizado por el cliente se debe comprobar que todo es correcto. Se verifican los precios de los artículos pedidos, y se genera un Pedido de Venta. Si todo es correcto y hay stocks suficientes, Almacén avisa a Logística, que genera el albarán de venta. Este albarán sale por la impresora de Almacén, donde uno de los operarios lo pega a la caja correspondiente a los artículos que van a ser enviados.

Al tener el albarán pegado a la caja de los artículos necesarios, resulta muy sencillo identificar lo que contiene la misma, y en qué cantidades. Esta rápida identificación visual es de gran utilidad para agilizar los trámites y evitar errores a la hora de transportar las cajas a unas u otras zonas del almacén.

En el albarán se incluyen los datos de la empresa y sus responsables, así como los de los clientes que reciben el pedido. Hay que incluir los materiales que se envían, en qué cantidades están, y sus precios (indicando también posibles descuentos). Finalmente aparece el precio total del pedido y la fecha de envío.

Una vez que se haya enviado, se recibirá vía mail o físicamente el albarán firmado como señal de conformidad de haber recibido el material correcto y en buen estado. A continuación se muestra un ejemplo de albarán de la empresa:

Estos materiales estarán incluidos en cajas, en las que hay pegatinas de colores con el nombre, cantidad, color y características de los materiales que hay en su interior, para poder identificar fácilmente de qué se trata.

7.6.1. Optimización del recorrido

Está comprobado que la preparación de pedidos supone más de la mitad de los costes operativos en una empresa, y más del 50% del tiempo se pierde en desplazamientos no productivos. Por eso, la optimización del picking es una de las claves en el diseño y en la gestión logística del almacén.

- *Product Slotting*

Se utiliza esta filosofía para organizar la mercancía de tal forma que se optimice el picking. Gracias a su implantación se reducen las distancias que los operarios tienen que recorrer a la hora de realizar estas tareas de preparación de pedidos, por lo que su impacto es directo en el rendimiento de la compañía.

En la zona de picking se cuenta con una estantería específicamente diseñada para picking por Mecalux. Se considera que cada posición en que se puede guardar material en un estante es un slot. Los slots más cercanos a los puestos de los operarios que vayan a realizar el picking son más favorables puesto que habrá que recorrer menos distancia; sin embargo, aquellos slots que estén situados en estantes más altos o más bajos harán que el picking sea más lento.

Por ello, será una tarea importante definir qué productos se colocarán en mejores slots, y cuáles en peores. Normalmente los que se sitúan en los mejores slots son los más demandados, los que estadísticamente tienen una mayor rotación.

A la hora de hacer el picking de los pedidos es importante utilizar la ruta más rápida posible, de forma que se aumente al máximo la productividad. Si no se estudia de antemano cuál es la ruta más rápida, es posible que se produzcan repeticiones innecesarias del recorrido, pasando más de una vez por los mismos puntos, lo que genera pérdidas de tiempo que se pueden evitar.

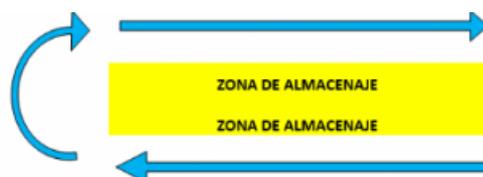


Figura 68 Sentido del recorrido. Fuente: Adaptación www.meetlogistics.com

De esta forma, el operario empezará el recorrido en la zona más cercana a donde se encuentre su puesto, siguiendo un criterio que lo haga avanzar en un solo sentido a lo largo de cada uno de los pasillos.

Durante la operación, es importante que el operario no se salte referencias a menos que sea indispensable, y acabará el recorrido en el área más cercana a la de expedición de los pedidos.

7.7. Consolidación en la zona de expedición

En esta última fase de los pedidos en la empresa, hay algunas cuestiones importantes que deben ser consideradas.

Al final del recorrido se comprobará que todos los artículos de cada pedido han sido incluidos, y son los correctos. Esta operación es sencilla y rápida de comprobar, ya que en cada caja hay etiquetas con la información necesaria de qué materiales llevan en su interior.

Además, hay pedidos en los que se incluyen cajas recién llegadas al almacén, y otras que llevan más tiempo almacenadas, por lo que cuando sea necesario se sanearán las cajas de los envases que llevan más tiempo guardados, con el fin de homogeneizar la imagen del pedido, y darle un aspecto de limpieza y uniformidad.

Los pedidos terminados que estén colocados en la zona de expedición no serán manipulados por otro operario que no sea el encargado de cargarlos, y estarán dispuestos en zonas diferenciadas y separadas del resto de zonas del almacén.

7. CONCLUSIONES

El objetivo principal del proyecto era el estudio de los flujos logísticos de la empresa estudiada, que dedica sus esfuerzos a la venta y transformación de materiales de aislamiento acústico.

El primer objetivo de la empresa ha sido definir qué materiales se van a ofrecer, y en qué familias están divididos. Para determinar estos materiales, se ha hecho un breve análisis sobre cuáles son los materiales absorbentes acústicamente más demandados por los clientes. De esta forma, se han seleccionado las cinco familias que más suelen utilizarse para amortiguar o disminuir el ruido en recintos cerrados. Dentro de cada familia, han sido escogidos los productos más representativos y utilizados de cada una. Se ha hecho un análisis de sus características tanto físicas como acústicas, y son los que mejores atenuaciones pueden obtener.

Para simplificar la comprensión de la gestión de los materiales, se han seleccionado el primero de los artículos de cada familia para realizar todos los cálculos. Extrapolando el análisis realizado, se puede obtener fácilmente todo lo calculado para el resto de los integrantes de las familias.

Además, se ha decidido también que la empresa ofrecerá a los clientes la posibilidad de personalizar sus productos, lo que significa que tendrá que contar con una zona de producción en la que realizar estas modificaciones en los artículos. Esta decisión se ha tomado al comprobar que en el entorno de los aislamientos acústicos ya existen algunas compañías que permiten hacer diseños especiales de los materiales, lo que se ha considerado un fuerte atractivo para los clientes.

Una vez seleccionadas las familias que se van a ofrecer en la empresa, el primero de los objetivos secundarios era el análisis de la relación de los proveedores encargados de suministrar a la empresa los materiales de aislamiento acústico. Tras un estudio del mercado de los aislamientos, y en base a criterios como el precio, la calidad, los tiempos de entrega, los descuentos, o la forma de entrega de los productos, se han seleccionado los tres proveedores que se ha considerado que mejor se adaptan a las necesidades de la empresa. Se ha contactado telefónicamente con ellos, para tener información verídica sobre sus precios, formas y tiempos de entrega normales de sus productos.

Se ha realizado también el dimensionamiento del almacén, según el tamaño y volumen de los materiales con los que trabaja la empresa. El almacén se ha dividido en varias zonas,

según las tareas que serán necesarias en cada una de ellas. Para poder hacer un correcto dimensionamiento, se ha estimado el volumen de ventas por cada familia en un año, y en un día. Se ha determinado que para no incurrir en roturas de stock se siga un sistema de punto de pedido en el almacén, por lo que se ha tenido que determinar también el lote óptimo de pedido (Q^*) y la cantidad de cada artículo por debajo de la cual se realizarán los pedidos (punto de pedido). Con estos y otros datos se han podido calcular los stocks máximo, medio y de seguridad para cada artículo. Además, la zona de producto terminado y de picking también han sido dimensionadas en función de los volúmenes de ventas estimados en la empresa.

Para el dimensionamiento de la zona de operaciones se han tenido en cuenta todas las máquinas y herramientas necesarias para la realización de las operaciones de transformación de los materiales personalizados. Se ha hecho un estudio de cuáles son las operaciones más comunes, y se han seleccionado de entre una gran cantidad de máquinas posibles, las más adecuadas a las necesidades de la empresa. Tras comprobar las medidas de todas ellas se ha podido dimensionar también la zona de operaciones del almacén. Además de las zonas descritas también se ha concluido que son necesarias una zona de primeros auxilios, donde podrán atenderse percances leves ocurridos durante el trabajo, una zona de descanso, vestuarios, y zona de venta. En la planta de arriba estará situada la zona de oficinas, desde donde se gestionarán los pedidos, y toda la documentación necesaria para el correcto funcionamiento del día a día de la empresa. Se ha decidido que las reuniones también se realizarán en esta zona.

Además, otro de los objetivos era realizar la distribución del almacén. Se ha diseñado de forma que haya los menores despilfarros de espacio y de desplazamientos posibles. No hay tabiques separando las zonas de producto recibido del proveedor, operaciones, producto terminado y picking, para que pueda realizarse un rápido control visual de la situación, y los traslados de materiales y de trabajadores de unas áreas a otras puedan realizarse lo más rápido posible.

Se han diseñado también las órdenes de compra de los materiales a los proveedores, y establecido el procedimiento de recepción de los pedidos en el almacén, así como el de recogida de pedidos por parte de los clientes a la empresa.

Como objetivo importante del trabajo también se encontraba definir la parte de producción en la empresa. Se ha decidido que el soporte informático con el que cuenta esta compañía sea SAP, ya que tras la experiencia laboral que tuve en mis prácticas pude comprobar la

utilidad del programa, y que abarca todos los aspectos importantes en la gestión logística. Para desglosar las tareas de producción, se han dividido en planificación de producción, y control de la producción. Tras investigar ampliamente sobre el control de la producción, se ha comprobado que son muy útiles los paneles, gráficos, y kanban colocados en todas las tareas de fabricación, así como en las reuniones. Sus distintos colores permiten hacerse una idea de la situación de manera rápida y clara, y pueden remarcarse los puntos a mejorar, siendo conscientes en todo momento de qué queda por hacer, la evolución obtenida, y el porcentaje que se ha realizado ya.

Se concluye además que el control de tiempos en las tareas es una medida interesante para mantener la competitividad en la empresa, ver qué problemas están pudiendo ocurrir, y establecer los tiempos de entrega y de fabricación de las tareas según el nivel de productividad de los empleados. También es importante el reconocimiento del trabajo bien hecho, y el hacer partícipe a todos los empleados de todo lo que está ocurriendo en la empresa, tanto lo bueno como lo malo, aumentando así el espíritu de equipo, y el compromiso de todo el personal con los objetivos finales de la misma.

Se ha realizado además un estudio del despacho de los materiales por almacén, la elaboración de los albaranes de envío, el picking (tratando de optimizar el recorrido al realizarlo) y la entrega final de los productos a los clientes. En esta última fase se ha comprobado que es muy interesante para la empresa conocer el feedback de los clientes, cuya satisfacción es el principal activo de la empresa, ya que siempre aportará nuevos puntos de vista, fallos que pueden estarse cometiendo, o problemas a los que gracias a ellos pueden buscarse soluciones.

8. BIBLIOGRAFÍA

Logística: Administración de la Cadena de Suministro, Ronald H. Ballou, Quinta Edición

Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes, ANDIMAT
<<www.andimat.es>>

Página web oficial de la Escuela Organización Industrial, EOI <<www.eoi.es>>

Apuntes Organización Sistemas Productivos, ETSII, Universidad Politécnica de Madrid.
Unidad Docente: Organización de la Producción

Apuntes Organización de la Producción, ETSII, Universidad Politécnica de Madrid. Unidad
Docente: Organización de la Producción

Logística de Almacenamiento (2014), María José Escudero Serrano

Sistemas de planificación y control de la fabricación, Vollmann Thomas E.; Berry, William L.;
Whybark, D. Clay

Almacenes: Análisis, diseño y organización (2008): Julio Juan Anaya Tejero

Gestión de la logística en la empresa (2014), Juan Velasco Sánchez

Gestión de Aprovisionamiento: Administración (2009), María José Escudero Serrano

Innovación y mejora de procesos logísticos, Julio Juan Anaya Tejero; Sonia Polanco Martín

Logística de aprovisionamiento, Juan José Manzano Orrego

Logística de almacenaje (2011), Ander Errasti

Logística para el desarrollo competitivo (2003), Alejandro Iglesias

La logística en la empresa (2014), Ana Núñez Carballosa; José López Parada; José María
Castán Farrero

9. PLANIFICACIÓN TEMPORAL Y PRESUPUESTO

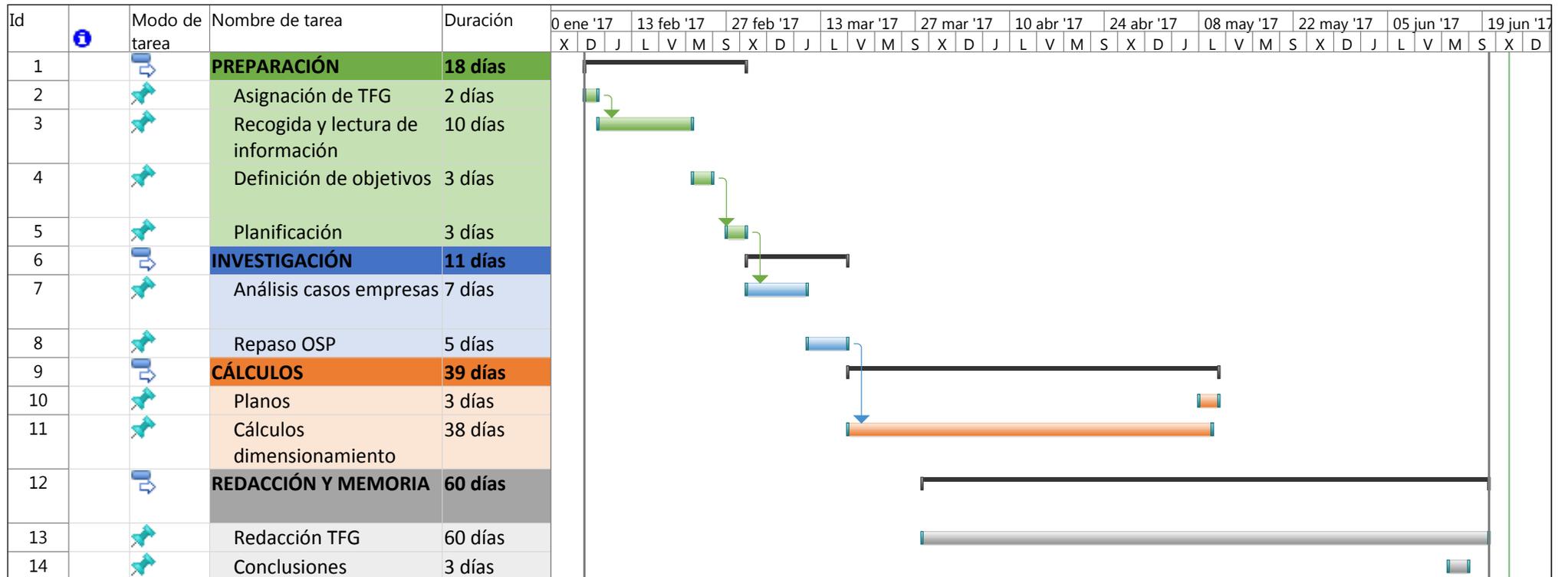
11.1. PLANIFICACIÓN TEMPORAL

El trabajo puede dividirse en tres bloques principales: preparación y definición de objetivos, investigación de empresas y redacción de la memoria, que ha ocupado una parte fundamental del tiempo de la elaboración del proyecto.

La asignación del tema y el comienzo de las actividades de recopilación de información empezaron en febrero de 2017. Después, hubo que definir qué objetivos eran los principales a desarrollar, y se comenzó una tarea de investigación y análisis de información.

Acabadas estas fases, comenzó a redactarse la memoria, mientras se realizaron todos los cálculos necesarios para la elaboración del proyecto, del mismo modo que los planos de la distribución del almacén.

En el siguiente diagrama de Gant puede verse el desglose de las distintas actividades realizadas, y las fechas de comienzo y fin de las mismas.



Proyecto: Proyecto1
Fecha: 19/06/2017

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

11.2. PRESUPUESTO

Para la elaboración del presupuesto hay que tener en cuenta tanto las horas dedicadas a su realización como los costes materiales de los elementos que han sido necesarios para el desarrollo del trabajo.

El coste económico de este proyecto es mayoritariamente el de las horas empleadas en su elaboración, ya que la mayoría de la documentación y bibliografía empleada para el mismo ha podido ser consultada de manera gratuita.

En la siguiente tabla se desglosan las distintas actividades y partes que suponen un coste económico en el proyecto:

Concepto	Tiempo(h)	Precio unitario (€/h)	Importe total (€)
Repaso Organización de Sistemas Productivos y Organización de la Producción	10	8	80
Preparación e investigación	70	8	560
Redacción y memoria	280	8	2240
Seguimiento tutor	35	25	875
TOTAL			3755

Tabla 27 Costes Recursos Humanos. Fuente: Elaboración propia

Concepto	Precio (€)	Amortización (%)	Importe total (€)
Ordenador portátil	1149	25	287,25
Paquete Microsoft Office	529	50	264,5
Impresión y encuadernación	29,54	0	29,54
Luz/Transporte	150		150
TOTAL			731,29

Tabla 28 Costes materiales. Fuente: Elaboración propia

Por tanto, el coste económico total del proyecto asciende a **4486,29 €**. Para los cálculos, se ha estimado que el precio por hora de un estudiante del Grado en Tecnologías Industriales que aún no ha obtenido el título, es de unos 8 €/h, y que el de un profesor de la Escuela con amplia trayectoria profesional, y experiencia laboral en distintos sectores, es de unos 25 €/h.

Se ha incluido además la licencia de Microsoft Office que ha sido indispensable para la redacción y elaboración del trabajo, y la amortización del equipo informático utilizado, que aunque no ha tenido que comprarse nuevo para este trabajo, sí ha sido utilizado un gran número de horas en las tareas de investigación, recopilación de datos, redacción y análisis. También se ha considerado una partida de transporte, que se refiere al desplazamiento diario a la universidad para realizar el trabajo. El precio es de 20 €/mes, que en los 6 meses en que se ha trabajado en el proyecto, asciende a un total de 120€. Se han incluido en la partida los gastos de luz que se han utilizado durante los meses de la elaboración del proyecto. Por último, se han tenido en cuenta también los gastos de encuadernación del trabajo y material académico.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Campo audible en dB y frecuencias. Fuente: www.andimat.es	8
Figura 2 Reflexión del sonido	8
Figura 3 Refracción del sonido	9
Figura 4 Difracción del sonido.....	9
Figura 5 Reverberación	9
Figura 6 Partes de la onda.....	10
Figura 7 Aislamiento acústico	10
Figura 8 Absorción acústica	11
Figura 9 Sistemas FIFO/LIFO. Fuente: www.wordpress.es	16
Figura 10 Punto de pedido. Fuente: www.investigaciondeoperaciones.net	18
Figura 11 Modelo de SGMA según ISO 14.001. Fuente: Organización de Sistemas Productivos	22
Figura 12 Ciclo PDCA. Fuente: EOI	31
Figura 13 Ejemplos de tarjetas Kanban. Fuente: www.leanmanufacturing10.com	32
Figura 14 Ejemplos de VSM. Fuente: EOI.....	33
Figura 15 Logo ACUSMAT. Fuente: Acusmat	39
Figura 16 Logo TEXSA. Fuente: TEXSA.....	40
Figura 17 Logo SERINAC. Fuente: SERINAC.....	40
Figura 18 Cortina acústica 6dB negra. Fuente: ACUSMAT	41
Figura 19 Características acústicas cortina 6dB. Fuente: ACUSMAT	41
Figura 20 Cortina acústica 6dB blanca. Fuente: ACUSMAT	41
Figura 21 Cortina acústica 15 dB. Fuente: ACUSMAT	42
Figura 22 Rollo tela acústica. Fuente: ACUSMAT	42
Figura 23 Silenciador rectangular SD 150/250. Fuente: ACUSMAT	43
Figura 24 Características acústicas del SP15. Fuente: ACUSMAT	43
Figura 25 Silenciador SCS sin núcleo. Fuente: ACUSMAT	43
Figura 26 Silemblock 12-15 Hz. Fuente: ACUSMAT	44
Figura 27 Silemblock 3.5-5 Hz. Fuente: ACUSMAT	44
Figura 28 Aislador de muelle pequeños equipos. Fuente: ACUSMAT	44
Figura 29 Aislador de muelle de máquinas con rotaciones. Fuente: ACUSMAT.....	44
Figura 30 Lámina BASIC. Fuente: SERINAC.....	45
Figura 31 Datos absorción acústica láminas BASIC. Fuente: SERINAC.....	45
Figura 32 Lámina CUÑA. Fuente SERINAC	46
Figura 33 Datos absorción acústica lámina CUÑA. Fuente: SERINAC	46
Figura 34 TECSOUND S50 Band 50. Fuente: TEXSA	47
Figura 35 TECSOUND FT. Fuente: TEXSA.....	47
Figura 36 Punto de Pedido A. Fuente: Elaboración propia	53
Figura 37 Punto de pedido B. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 38 Punto de pedido C. Fuente: Elaboración propia	54
Figura 39 Punto pedido D. Fuente: Elaboración propia.....	55
Figura 40 Punto Pedido E. Fuente: Elaboración propia	55
Figura 41 Pallet estándar 1 x 1.20 m. Fuente: Mecalux.....	59
Figura 42 Estantería Pallets. Fuente: Mecalux.....	61
Figura 43 Retráctil. Fuente: Mecalux	62
Figura 44 Dos estanterías de tres alturas. Fuente: Mecalux.....	62

Figura 45 Plegadora de tejidos. Fuente: www.directindustry.es	64
Figura 46 Punzonadora. Fuente: www.alibaba.com	65
Figura 47 Cortadora láser. Fuente: www.eurolaser.com	66
Figura 48 Dimensiones cortadora láser. Fuente: www.eurolaser.com	66
Figura 49 Sierra de cinta. Fuente: www.directindustry.es	67
Figura 50 Caja de herramientas. Fuente: www.bricor.es	68
Figura 51 Banco de trabajo. Fuente: www.leroymerlin.es	68
Figura 52 Carritos herramientas. Fuente: www.manomano.es	69
Figura 53 Estantería 5 alturas. Fuente: Mecalux	72
Figura 54 Estantería Picking. Fuente: Mecalux	73
Figura 55 Mostrador. Fuente: www.oficinasmontiel.com	76
Figura 56 Plano planta baja. Fuente: Elaboración propia	78
Figura 57 Planta de arriba. Fuente: Elaboración propia	79
Figura 58 Ejemplo Orden de Compra en la empresa. Fuente: Elaboración propia	80
Figura 59 Fases en la Recepción de materiales. Fuente: Elaboración propia	82
Figura 60 Ejemplo Orden de Fabricación. Fuente: SAP.....	84
Figura 61 Tablero Kanban Tareas. Fuente: Elaboración propia	87
Figura 62 Estado General de las tareas en la empresa. Fuente: Elaboración propia	88
Figura 63 Tiempos estimados para un pedido. Fuente: Elaboración propia	89
Figura 64 Ejemplos Paneles de Eficiencia. Fuente: www.citsadigital.com	89
Figura 65 Nivel Progreso Pedido. Fuente: Elaboración propia	90
Figura 66 Ejemplo de Plantilla fichaje de los operarios en órdenes. Fuente: InGnio	91
Figura 67 Albarán de cliente. Fuente: Elaboración propia.....	98
Figura 68 Sentido del recorrido. Fuente: Adaptación www.meetlogistics.com	99
Figura 69 Dimensiones estanterías. Fuente: Mecalux	117
Figura 70 Componentes básicos estanterías. Fuente: Mecalux.....	118
Figura 71 Holguras. Fuente: Mecalux	119
Figura 72 Profundidad del bastidor. Fuente: Mecalux.....	120
Figura 73 Plegadora. Fuente: www.directindustry.com	121
Figura 74 Punzonadora. Fuente: www.alibaba.com	122
Figura 75 Dimensiones Cortadora láser. Fuente: www.eurolaser.com	123
Figura 76 Sierra de cinta. Fuente: www.directindustry.es	123

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estudio de la caracterización logística. Fuente: Adaptación SENA 2006.....	13
Tabla 2 Despilfarros sobreproducción. Fuente: Elaboración propia.....	27
Tabla 3 Despilfarros en tiempos de espera. Fuente: Elaboración propia	28
Tabla 4 Matriz de autocalidad. Fuente: EOI.....	31
Tabla 5 Características de los proveedores. Ejemplo ACUSMAT. Fuente: Adaptación de Escudero Serrano (2009).....	39
Tabla 6 Familias de productos. Fuente: Elaboración propia	40
Tabla 7 Precios y dimensiones	47
Tabla 8 Plazos de entrega del proveedor. Fuente: Elaboración propia	48
Tabla 9 Ventas anuales	50
Tabla 10 Cálculo Lote Óptimo. Fuente: Elaboración propia	50
Tabla 11 Volumen de ventas. Fuente: Elaboración propia	51
Tabla 12 Volumen de stock. Fuente: Elaboración propia	52
Tabla 13 Punto de pedido. Fuente: Elaboración propia	52
Tabla 14 Diagrama de Pareto.....	56
Tabla 15 Dimensiones de las cajas. Fuente: Elaboración propia	58
Tabla 16 Artículos/Palet. Fuente: Elaboración propia	59
Tabla 17 Palets necesarios por familia. Fuente: Elaboración propia	60
Tabla 18 Volumen y área de los productos recibidos de proveedor	60
Tabla 19 Superficie maquinaria.....	67
Tabla 20 Dimensiones elementos auxiliares.....	70
Tabla 21 Dimensiones de la planta baja de la nave	76
Tabla 22 Lista tareas. Fuente: Elaboración propia	88
Tabla 23 Control Tiempos Operarios/Tareas. Fuente: Elaboración propia	92
Tabla 24 Plazo Máximo de Entrega Venta Directa. Fuente: Elaboración Propia	95
Tabla 25 Tiempos operaciones. Fuente: Elaboración propia.....	95
Tabla 26 Tiempo máximo de entrega productos personalizados. Fuente: Elaboración propia	96
Tabla 27 Costes Recursos Humanos. Fuente: Elaboración propia	107
Tabla 28 Costes materiales. Fuente: Elaboración propia.....	107
Tabla 29 Holguras Clase 400. Fuente: Mecalux	119
Tabla 30 Medidas del larguero. Fuente: Mecalux.....	120

10. ANEXOS

ANEXO I: NORMA RD486

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha Ley serán las normas reglamentarias las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

ANEXO II

Orden, limpieza y mantenimiento

1. Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.

2. Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento.

Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

3. Las operaciones de limpieza no deberán constituir por si mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.

4. Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan

siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

Si se utiliza una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y un sistema de control deberá indicar toda avería siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores.

En el caso de las instalaciones de protección, el mantenimiento deberá incluir el control de su funcionamiento.

ANEXO V

Servicios higiénicos y locales de descanso

A) Disposiciones aplicables a los lugares de trabajo utilizados por primera vez a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto y a las modificaciones, ampliaciones o transformaciones de los lugares de trabajo ya utilizados antes de dicha fecha que se realicen con posterioridad a la misma.

1. Agua potable.

Los lugares de trabajo dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible. Se evitará toda circunstancia que posibilite la contaminación del agua potable. En las fuentes de agua se indicará si ésta es o no potable, siempre que puedan existir dudas al respecto.

2. Vestuarios, duchas, lavabos y retretes.

1.º Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.

2.º Los vestuarios estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo.

3.º Cuando los vestuarios no sean necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa.

4.º Los lugares de trabajo dispondrán, en las proximidades de los puestos de trabajo y de los vestuarios, de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es

necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. En tales casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.

5.º Si los locales de aseo y los vestuarios están separados, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.

6.º Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en estos últimos.

7.º Los retretes dispondrán de descarga automática de agua y papel higiénico. En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados. Las cabinas estarán provistas de una puerta con cierre interior y de una percha.

8.º Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, colgadores, lavabos, duchas e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias, teniendo en cuenta en cada caso el número de trabajadores que vayan a utilizarlos simultáneamente.

9.º Los locales, instalaciones y equipos mencionados en el apartado anterior serán de fácil acceso, adecuados a su uso y de características constructivas que faciliten su limpieza.

10. Los vestuarios, locales de aseos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos. No se utilizarán para usos distintos de aquellos para los que estén destinados.

3. Locales de descanso.

1.º Cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.

2.º Lo dispuesto en el apartado anterior no se aplicará cuando el personal trabaje en despachos o en lugares de trabajo similares que ofrezcan posibilidades de descanso equivalentes durante las pausas.

3.º Las dimensiones de los locales de descanso y su dotación de mesas y asientos con respaldos serán suficientes para el número de trabajadores que deban utilizarlos simultáneamente.

4.º Las trabajadoras embarazadas y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

5.º Los lugares de trabajo en los que sin contar con locales de descanso, el trabajo se interrumpa regular y frecuentemente, dispondrán de espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, si su presencia durante las mismas en la zona de trabajo supone un riesgo para su seguridad o salud o para la de terceros.

6.º Tanto en los locales de descanso como en los espacios mencionados en el apartado anterior deberán adoptarse medidas adecuadas para la protección de los no fumadores contra las molestias originadas por el humo del tabaco.

7.º Cuando existan dormitorios en el lugar de trabajo, éstos deberán reunir las condiciones de seguridad y salud exigidas para los lugares de trabajo en este Real Decreto y permitir el descanso del trabajador en condiciones adecuadas.

4. Locales provisionales y trabajos al aire libre.

1.º En los trabajos al aire libre, cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.

2.º En los trabajos al aire libre en los que exista un alejamiento entre el centro de trabajo y el lugar de residencia de los trabajadores, que les imposibilite para regresar cada día a la misma, dichos trabajadores dispondrán de locales adecuados destinados a dormitorios y comedores.

3.º Los dormitorios y comedores deberán reunir las condiciones necesarias de seguridad y salud y permitir el descanso y la alimentación de los trabajadores en condiciones adecuadas.

ANEXO VI

Material y locales de primeros auxilios

A) Disposiciones aplicables a los lugares de trabajo utilizados por primera vez a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto y a las modificaciones,

ampliaciones o transformaciones de los lugares de trabajo ya utilizados antes de dicha fecha que se realicen con posterioridad a la misma.

1. Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo. El material de primeros auxilios deberá adaptarse a las atribuciones profesionales del personal habilitado para su prestación.
2. La situación o distribución del material en el lugar de trabajo y las facilidades para acceder al mismo y para, en su caso, desplazarlo al lugar del accidente, deberán garantizar que la prestación de los primeros auxilios pueda realizarse con la rapidez que requiera el tipo de daño previsible.
3. Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.
4. El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.
5. Los lugares de trabajo de más de 50 trabajadores deberán disponer de un local destinado a los primeros auxilios y otras posibles atenciones sanitarias. También deberán disponer del mismo los lugares de trabajo de más de 25 trabajadores para los que así lo determine la autoridad laboral, teniendo en cuenta la peligrosidad de la actividad desarrollada y las posibles dificultades de acceso al centro de asistencia médica más próximo.
6. Los locales de primeros auxilios dispondrán, como mínimo, de un botiquín, una camilla y una fuente de agua potable. Estarán próximos a los puestos de trabajo y serán de fácil acceso para las camillas.
7. El material y locales de primeros auxilios deberán estar claramente señalizados.

ANEXO II: ESTANTERÍAS MECALUX

Se han utilizado las estanterías metálicas industriales de Mecalux para la organización del almacén de la empresa.

En la zona de producto recibido del proveedor, se han escogido las estanterías de paletización, en concreto las estanterías para palet, sistema convencional.

Las medidas y holguras son:

- Pasillo: para definir el pasillo libre mínimo entre cargas hay que saber el tipo y el modelo de la carretilla elevadora (en este caso se ha escogido el retráctil). Para palets de 1200 x 1000 mm, manipulados por el lado de 1000 mm, la distancia mínima para un retráctil es de 2.600 a 2.900 mm.
- Altura: la altura libre entre los niveles de carga se consigue teniendo en cuenta la altura total del palet más la carga, y sumándole la holgura necesaria. La altura máxima para el retráctil es de 12.000 mm.



Figura 69 Dimensiones estanterías. Fuente: Mecalux

Las unidades de carga empleadas son los palets y contenedores, que son los elementos donde se coloca la mercancía para ser almacenada. El palet seleccionado en el trabajo es el Europalet, que tiene unas dimensiones de 1000 x 1200 mm, y tiene incorporados tres patines y nueve tacos en su parte inferior.

Los componentes básicos de las estanterías son los siguientes:

Para el almacenaje de productos paletizados, Mecalux, en su larga experiencia como fabricante de estanterías, ha desarrollado una extensa gama de perfiles y complementos que permiten solucionar las necesidades de almacenaje más exigentes.

Componentes

1. Bastidor (pág. 10)
2. Larguero (pág. 14)
3. Sistema de bloqueo (pág. 16)
4. Unión bastidor (pág. 16)
5. Anclajes (pág. 11)
6. Placa de nivelación (pág. 11)
7. Protección puntal (pág. 21)
8. Protección lateral (pág. 20)
9. Conjunto atirantado (pág. 28)
10. Unión pórtico (pág. 36)
11. Travesaño palet (pág. 22)
12. Soporte contenedor (pág. 23)
13. Travesaño de madera (pág. 19)
14. Estante de madera aglomerada o de melamina (pág. 19)
15. Panel picking metálico (pág. 18)
16. Estante rejado (pág. 19)
17. Soporte bidón (pág. 24)
18. Conjunto tope palet (pág. 26)
19. Malla anticaída (pág. 27)
20. Travesaño elevado (pág. 22)
21. Banderola de señalización (pág. 29)
22. Placa señalizadora (pág. 29)

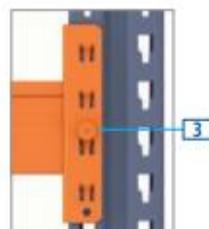


Figura 70 Componentes básicos estanterías. Fuente: Mecalux

Como se ha explicado anteriormente, la altura entre los distintos niveles se calcula sumando la altura del palet, la altura del larguero y la holgura. En la siguiente tabla se

muestran las holguras en el hueco según UNE 15620, de aplicación desde enero de 2009, para la clase 400: carretilla retráctil.

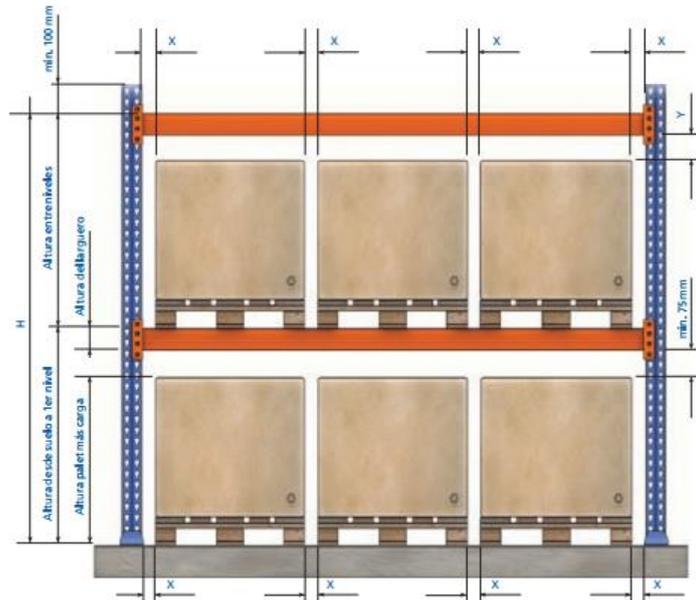


Figura 71 Holguras. Fuente: Mecalux

Para niveles comprendidos entre:	Clase 400	
	X	Y
$0 \leq H \leq 3.000$	75	75
$3.000 < H \leq 6.000$	75	100
$6.000 < H \leq 9.000$	75	125
$9.000 < H \leq 12.000$	100	150
$12.000 < H \leq 13.000$	100	150
$13.000 < H \leq 15.000$	-	-

Tabla 29 Holguras Clase 400. Fuente: Mecalux

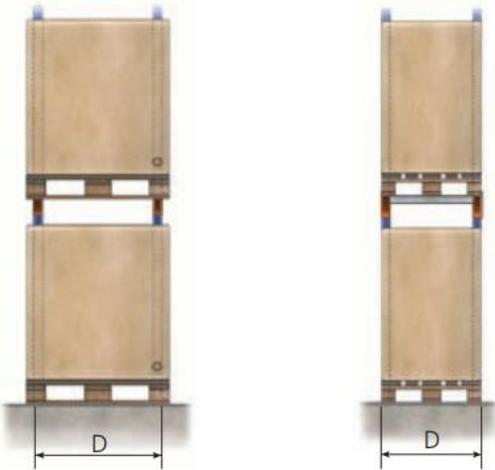
- X: holgura mínima entre palets o cargas
- Y: altura entre palet y parte inferior del larguero para niveles diferentes al de cota +0

Además, las medidas del larguero en mm, según las dimensiones del Palet, vienen dadas en la siguiente tabla (se considera que el palet es manipulado por el lado de 1000 mm):

Palet			Larguero	
A	B			
800	1.200	1.825		
1.000	1.200	2.225		
1.200	1.200	2.625		
800	1.200	2.700		
1.000	1.200	3.300		
1.200	1.200	3.900		

Tabla 30 Medidas del larguero. Fuente: Mecalux

Por último, la profundidad del bastidor en mm se puede ver en la imagen siguiente (se toman las medidas correspondientes a los palets manipulados por el lado estrecho):



Medidas de la profundidad del bastidor en mm		
Palets manipulados por el lado estrecho	Medidas de los palets	Palets manipulados por el lado ancho
D = 1.100	800 x 1.200	D = 800
D = 1.100	1.000 x 1.200	D = 1.000
D = 1.100	1.200 x 1.200	D = 1.200

Figura 72 Profundidad del bastidor. Fuente: Mecalux

ANEXO III: INFORMACIÓN COMERCIAL MAQUINARIA

Las máquinas utilizadas en la empresa que van a desglosarse a continuación son las cuatro más importantes, y que suponen un mayor desembolso económico para la misma.

Plegadora

Se ha escogido una máquina plegadora de tejidos, de la serie FTI-FTI3 con accionamiento manual, y una longitud de plegado mínima de 480 mm, y máxima de 2000 mm.

- Tamaño máximo del artículo a doblar: 1200 x 2000 mm
- Tamaño mínimo del artículo a doblar: 480 x 480 mm
- Las correas plegables apresuran 50m/min
- Producción media de 90 unidades/h
- Precio: 55.000 €



Figura 73 Plegadora. Fuente: www.directindustry.com

Punzonadora

La punzonadora elegida es de cuatro columnas, de marca HONGGANG y con certificación CE.

- Área de corte: 1220 x 610 mm/ 1600 x 610 mm.
- Dimensiones: 1950 mm(longitud) x 1320 mm(ancho) x 1260 mm(alto)
- Indicada para láminas de plástico u hojas de espuma, así como textiles, caucho, cuero u otras telas.

- Es adecuada para una sola capa, o para múltiples capas de la hoja o rollo de material.
- Tiene una precisión de $\pm 0,1$ mm
- Peso de 2500 kg
- Potencia del motor de 4 KW
- La fuerza de corte puede ser de 30, 40 ó 50 toneladas, siendo posible personalizarlo según lo que sea más adecuado para cada uno de los casos.
- Precio: 3.800 €



Figura 74 Punzonadora. Fuente: www.alibaba.com

Cortadora láser

Se ha elegido la cortadora láser porque presenta varias ventajas con respecto al corte convencional: los bordes de corte son precisos, sin necesidad de mecanización posterior. Como es un proceso sin contacto, no hay desgaste en las herramientas, lo que asegura una calidad de corte uniformemente elevada. Una de las ventajas más destacadas, que resulta de gran utilidad en esta empresa, es que permite una alta flexibilidad en la elección de los contornos, sin creación o cambio en la herramienta. Además, no hay aplastamientos ni distorsión de material.

La cortadora escogida es la Máquina de Láser CO₂ L-3200, que presenta las siguientes características técnicas:

- Campo de trabajo (ancho x longitud): 1800 x 3200 mm
- Dimensiones (ancho x longitud x altura): 3550 x 4000 x 1530 mm
- Ancho máximo del material: 2080 mm
- Brecha del material: 58-80 mm (sin soporte del material)
- Potencia del láser: de 60 a 600 Watts

- Fuente del láser: CO₂
- Velocidad: 1-1414 mm/s (en pasos de 1 mm)
- Aceleración: máx. 9,1 m/s²
- Precio: 9.800 €

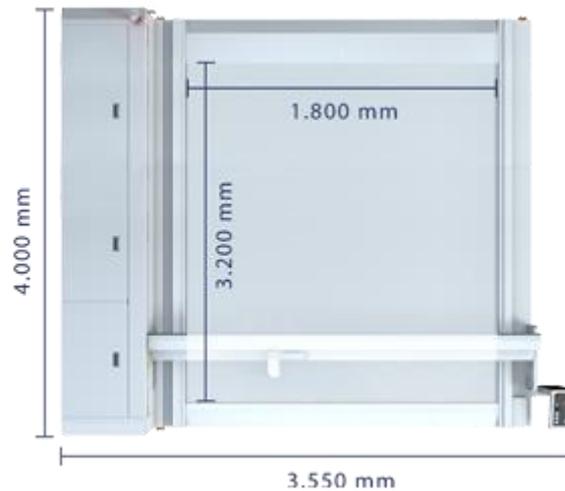


Figura 75 Dimensiones Cortadora láser. Fuente: www.eurolaser.com

Sierra de cinta

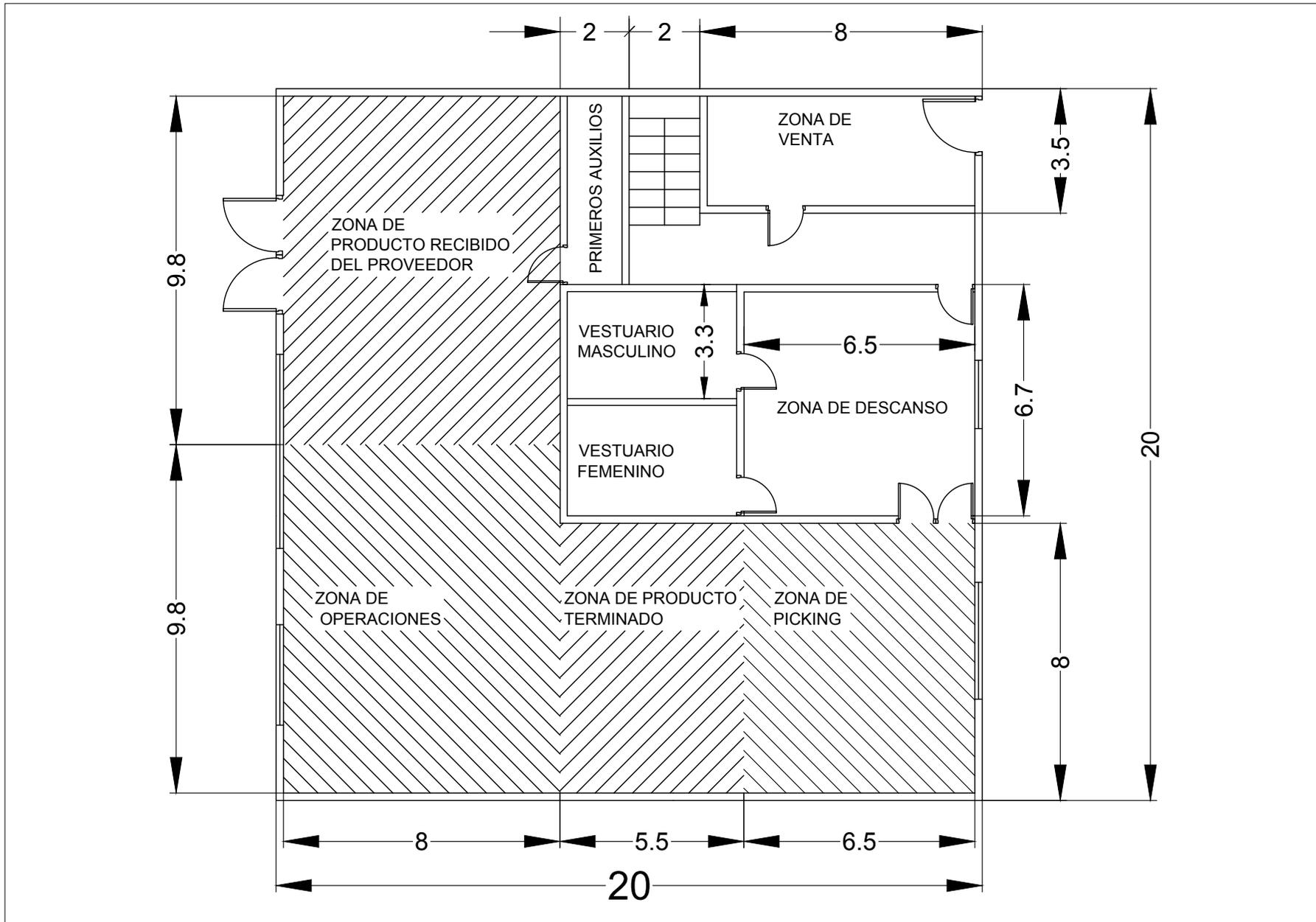
La sierra de cinta escogida está especialmente indicada para textiles, hojas de espuma y aislamientos, y tiene un corte de alta precisión.

- Es posible hacer cortes de capas múltiples de tela que tienen un grosor de hasta 310mm.
- Dimensiones de corte de las piezas: 2000 x 1800 mm
- Dimensiones de la máquina: 2500 x 1800 x 2000 mm
- Precio: 3.250 €

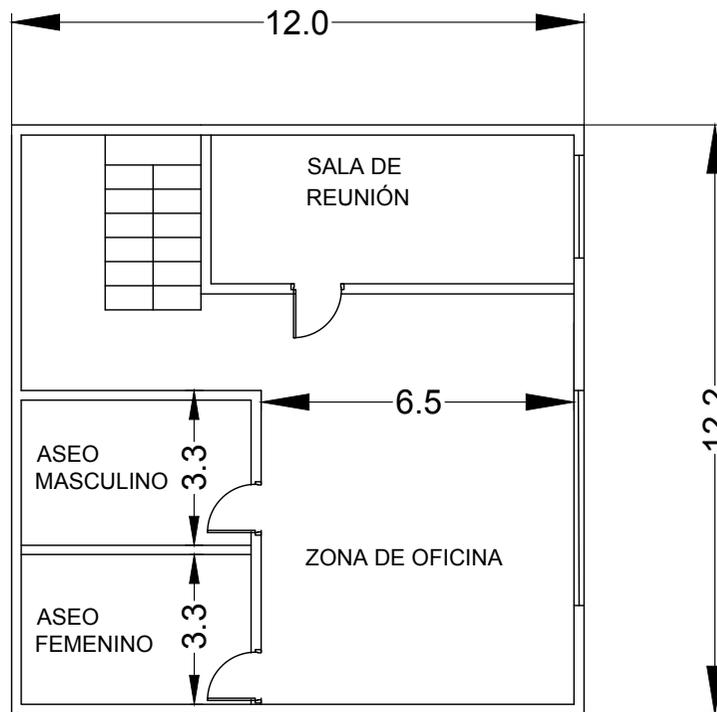


Figura 76 Sierra de cinta. Fuente: www.directindustry.es

11. PLANOS



<p>CAROLINA GARCÍA PÉREZ</p>	<p>Nº Mat. 10161</p>
<p>Título. PLANTA BAJA ALMACÉN</p>	<p>ESCALA 1:4000</p>



ZONA DE PRODUCTO
TERMINADO

ZONA DE
PICKING

CAROLINA GARCÍA PÉREZ

Nº Mat. 10161

Título.
PRIMERA PLANTA ALMACÉN

ESCALA
1:4000