



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Aplicación práctica de la gestión de inventarios en una empresa industrial

Autor/es

David Eslava Real

Director/es

Lucía Isabel García Cebrián

Grado en Administración y Dirección de Empresas
Facultad de Economía y Empresa (Universidad de Zaragoza)
Curso 2016-2017

RESUMEN

En este escrito se elabora un Trabajo Fin de Grado, dentro de la línea de Dirección de Operaciones del Grado de Administración y Dirección de Empresas de la Universidad de Zaragoza.

Este trabajo consiste en la implementación de un modelo de inventarios en una empresa industrial, tanto para sus artículos con demanda dependiente como independiente. En la actualidad, esta empresa no dispone de un modelo o sistema concreto para gestionar sus inventarios, lo cual les afecta negativamente, provocándoles principalmente una reiterada falta de stocks en su almacén e impidiéndoles abastecer correctamente a sus clientes. Con este trabajo, se persigue mejorar la gestión de los inventarios de esta empresa y eliminar las rupturas de stocks, con el objetivo de mejorar los resultados económicos de la misma. Para ello se utilizará el modelo MRP para los artículos de la empresa con demanda dependiente y el EOQ para los artículos con demanda independiente.

SUMMARY

In this writing, a final dissertation is elaborated, within the Operations Management field of the Business Administration Degree of the University of Zaragoza.

This work consists in the implementation of an inventory model in an industrial company, both for its articles with dependent and independent demand. At present, this company does not have a specific model or system to manage its inventories, which adversely affects them, causing them mainly a repeated lack of stocks in their warehouse and preventing them from properly supplying their customers. With this work, the aim is to improve the company's inventory management and eliminate stock shortages, with the aim of improving the financial results of the company. For this, the MRP model will be used for the articles of the company with dependent demand and the EOQ for the articles with independent demand.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	4
1.1. PRESENTACIÓN	4
1.2. ESTRUCTURA	4
1.3. OBJETIVOS	5
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1. DEFINICIÓN DE INVENTARIO	5
2.2. TIPOS DE INVENTARIO	7
2.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES	7
2.4. DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL ALMACÉN	9
3 DESCRIPCIÓN Y PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA	10
3.1. DESCRIPCIÓN	10
3.2. PROBLEMÁTICA	11
4 PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEMANDA DEPENDIENTE	13
4.1. ANÁLISIS ABC	15
4.2. MODELO MRP	18
5 PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEMANDA	
INDEPENDIENTE	30
5.1. MODELO DE WILSON (EOQ)	35
6 CONCLUSIONES	39
7 BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	41
ANEXO 1: Ingresos por producto	41
ANEXO 2: Planes de producción semanal (2016)	48
ANEXO 3: Lista de materiales	49
ANEXO 4: Tiempos de entrega	50
ANEXO 5: Inventario de materiales Desintegrador de Papel ...	51
ANEXO 6: Liberaciones planeadas sin stock de seguridad	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Tipos de inventario	7
Tabla 2.2: Ventajas e inconvenientes de los inventarios	8
Tabla 3.1: Organigrama de la empresa	10
Tabla 3.2: Tipos de productos de la empresa	11
Tabla 3.3: Inventario para el producto Desintegrador de papel DP (2016)	12
Tabla 4.1: Contribución de los productos al total de la empresa (2015)	15
Tabla 4.2: Contribución de los productos al total de la empresa (2016)	16
Tabla 4.3: Distribución de los productos según ABC (2015)	16
Tabla 4.4: Distribución de los productos según ABC (2016)	17
Tabla 4.5: Plan maestro de producción semanal Desintegrador de papel DP (2016) ..	18
Tabla 4.6: Lista estructurada de materiales Desintegrador de papel DP	19
Tabla 4.7: Estructura escalonada lista de materiales	20
Tabla 4.8: Tiempo de entrega materiales Desintegrador de papel DP	22
Tabla 4.9: Inventario inicial materiales Desintegrador de papel DP (2016)	23
Tabla 4.10: Liberaciones planeadas para Desintegrador de papal DP	32
Tabla 5.1: Inventario de bandas transportadoras (2016)	34
Tabla 5.2: Demanda anual bandas transportadoras	35
Tabla 5.3: Costes de ordenar	37

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PRESENTACIÓN

En este trabajo se va a ver un problema de inventarios en una empresa, TENOR S.A, y se intentará encontrar una solución para resolverlo. Se ha elegido esta empresa, principalmente por la gran disponibilidad de los datos necesarios para la realización del trabajo.

Se verá cómo en esta compañía zaragozana, dedicada a la producción y distribución de maquinaria para construcción, suele haber con cierta frecuencia falta de stocks, debido a que no se tiene ningún tipo de sistema de inventario definido. Esto es realmente negativo para la empresa, ya que les está haciendo perder un alto grado de ingresos por ventas perdidas. Se verá cómo la mejor solución a estos problemas va a ser la implementación de un modelo o sistema que va a ayudar a la empresa a abastecerse de una manera más organizada, y que le permitirá mejorar sus resultados económicos.

1.2. ESTRUCTURA

En primer lugar, se va a ver un marco teórico respecto a qué son los inventarios. El objetivo es saber realmente de qué se está hablando, conocer los distintos tipos de inventarios que hay y cuáles son sus funciones dentro de las compañías. Asimismo, veremos la definición y funciones de un almacén, que no es más que el espacio físico que permite gestionar el inventario. A partir de ahí se va a introducir el caso particular de este trabajo. Es decir, presentaremos la empresa elegida, en este caso TENOR S.A, una empresa industrial, la cual se dedica a la fabricación o distribución de productos para la construcción. Veremos también cuál es el problema de inventarios que actualmente está teniendo esta compañía y cuál es nuestra propuesta de solución. Para ello será necesario en primer lugar hacer un análisis ABC para saber la composición de los productos de la compañía y cuáles de ellos son más o menos importantes en términos de valor para la empresa. Habrá que tener en cuenta que es necesario hacer una diferenciación entre los distintos artículos, dependiendo de cuál es su tipo de demanda, por lo que utilizaremos el sistema MRP para aquellos artículos con demanda dependiente y el sistema EOQ o modelo de Wilson para aquellos con demanda independiente.

1.3. OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es implementar un sistema o modelo que permita a la compañía gestionar sus inventarios de una manera más organizada y le ayude a reducir o eliminar por completo las rupturas de stocks.

La finalidad es por tanto, ayudar a la empresa a satisfacer totalmente la demanda de sus clientes y por tanto obtener mejores resultados económicos. Para ello será necesario aplicar un modelo en concreto para gestionar sus inventarios.

Por tanto, veremos cuáles son los distintos modelos o sistemas de inventarios más conocidos e intentaremos aplicarlos en la empresa.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIÓN DE INVENTARIO

Cuando se habla de un inventario es muy común el no tener exactamente claro de qué se está hablando y se suele confundir con otros términos. Es muy importante tener una idea clara de que consiste. Para ello, se va a ver en primer lugar distintas definiciones de inventario, con el objetivo de intentar acercarnos al verdadero significado de esta palabra.

Los inventarios de una compañía están constituidos por sus materias primas, productos en proceso, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados. Un inventario puede ser algo tan elemental como una botella de limpiador de vidrios empleada como parte del programa de mantenimiento de un edificio, o algo más complejo, como una combinación de materias primas y subensamblajes que forman parte de un proceso de manufactura.¹

También se pueden definir como el conjunto de bienes corpóreos, tangibles y en existencia, propios y de disponibilidad inmediata para su consumo (materia prima), transformación (productos en procesos) y venta (mercancías y productos terminados).²

¹ MÜLLER, M. (2005): *Fundamentos de Administración de Inventarios*. Norma, Madrid.

² PERDOMO MORENO, A (2004): *Administración financiera de inventarios*. Ecafsa. Ciudad de México.



Se pueden considerar asimismo como la acumulación de materiales (materias primas, productos en proceso, productos terminados o artículos en mantenimiento) que posteriormente serán usados para satisfacer una demanda futura.³

También pueden ser, por último, el conjunto de productos almacenados en espera de su ulterior empleo, más o menos próximo, que permite surtir regularmente a quienes los consumen, sin imponerles las discontinuidades que lleva consigo la fabricación o los posibles retrasos en las entregas por parte de los proveedores.⁴

La mayoría de las empresas productoras o distribuidoras necesitarán por tanto de inventarios para realizar su actividad, como es el caso de nuestra empresa, productora de maquinaria para la construcción.

Las 4 funciones básicas del inventario son⁵:

- Ofrecer por anticipado una selección de productos para satisfacer la demanda de los clientes y aislar a la empresa de las fluctuaciones de esa demanda.
- Desconectar o “desacoplar diferentes partes del proceso de producción. Por ejemplo, si los suministros de una empresa fluctúan, puede ser necesario inventario extra para desconectar el proceso de producción de los proveedores.
- Beneficiarse de descuentos por cantidad, porque las compras en cantidades más grandes pueden reducir el coste de los bienes o de su plazo de entrega.

³ MOYA NAVARRO, MJ (1994): *Investigación de operaciones*. Euned. San José.

⁴ FERRÍN GUTIÉRREZ, A (2007): *Gestión de stocks*. FC Editorial. Madrid.

⁵ HEIZER, J y RENDER, B (2009): *Principios de Administración y Operaciones*. Pearson. Naucalpan.

- Protegerse contra la inflación y los cambios de precios al alza.

Una vez que ya se tiene una idea más clara respecto a qué es un inventario, se puede pasar a descubrir cuáles son los distintos tipos de inventario que existen.

2.2. TIPOS DE INVENTARIO

Los distintos tipos de inventario van a depender del tipo de clasificación que utilicemos. Aquí se va a ver la clasificación dependiendo de su naturaleza. Además, es necesario hacer una breve descripción de cada tipo.

Tipos de inventario (según su naturaleza)⁶:

Tabla 2.1: Tipos de inventario

Inventario de materias primas	Lo conforman todos los materiales con los que se elaboran los productos, pero que todavía no han recibido procesamiento.
Inventario de productos en proceso de fabricación	Lo integran todos aquellos bienes adquiridos por las empresas manufactureras o industriales, los cuales se encuentran en proceso de manufactura.
Inventario de suministros de fábrica	Son los materiales con los que se elaboran los productos, pero que no pueden ser cuantificados de una manera exacta.
Inventario de productos terminados	Se refiere a la producción una vez terminada, la cual será almacenada o enviada al cliente.

Fuente: Elaboración propia en base a Anaya Tejero

2.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES

La existencia de los inventarios en las empresas va a tener factores beneficiosos, pero también perjudiciales.

A continuación, se señalan algunas de las principales ventajas e inconvenientes de tener inventarios para las empresas⁷.



⁶ ANAYA TEJERO, JJ (2007): *Logística integral. La gestión operativa de la empresa*. ESIC. Madrid.

⁷ VELASCO SÁNCHEZ, J (2013): *Organización de la producción*. Pirámide. Madrid.

Tabla 2.2: Ventajas e inconvenientes de los inventarios

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p><u>REDUCIR COSTOS DE PEDIR:</u> Si tenemos inventarios, al tener mercancía almacenada, será necesario hacer un menor número de pedidos y por tanto se reducen los costes de pedir.</p>	<p><u>COSTE DE ALMACENAJE:</u> Para almacenar productos es necesario incurrir en costes tales como intereses sobre la deuda, alquiler del almacén, acondicionamiento, electricidad, mantenimiento, limpieza, impuestos, seguros...</p>
<p><u>REDUCIR COSTOS POR MATERIAL FALTANTE:</u> El material faltante ocasiona costes como ventas perdidas. Con los inventarios se consiguen reducir ya que éste actúa como “protección”.</p>	<p><u>PÉRDIDAS POR DETERIOROS:</u> El paso del tiempo puede ocasionar deterioros en los materiales almacenados. Así mismo, causas como inundaciones o incendios pueden provocar ciertos deterioros y por tanto, costes para la empresa.</p>
<p><u>REDUCIR COSTOS DE ADQUISICIÓN:</u> Si los proveedores aplican descuentos por cantidad, esto hace que, al adquirir lotes de gran tamaño, el coste unitario de la mercancía se reduzca.</p>	<p><u>COSTOS POR PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN GRANDES LOTES:</u> En los casos en que salgan lotes de inventarios defectuosos eso será un gran coste para la empresa. Los lotes de menor tamaño pueden reducir la cantidad de lotes de materiales defectuosos.</p>
<p><u>REDUCIR TIEMPOS DE ENTREGA:</u> Si se producen faltantes de material en las empresas, se van a producir retrasos en la entrega de los productos. Los inventarios evitan esto.</p>	<p><u>COSTOS POR COORDINAR LA PRODUCCIÓN:</u> Niveles de inventarios grandes van a obstruir la producción con más frecuencia, por lo que será necesario más personal para resolver todos los problemas relacionados con el tránsito.</p>

Elaboración propia en base a Juan Velasco

2.4. DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL ALMACÉN

El almacén es un lugar especialmente estructurado y planificado para custodiar, proteger y controlar los bienes o materiales de la empresa, antes de ser requeridos para la administración, la producción o la venta de artículos o mercancías⁸.

Será, por tanto, el lugar físico que nos permite llevar a cabo un inventario en la empresa.

Las funciones principales de un almacén son:

- Recepción de materiales: Momento en que dichos materiales son llevados a la empresa para su posterior inclusión a la misma.
- Registro de entradas y salidas del almacén: Corresponde a la verificación exacta de todos los movimientos que se llevan a cabo dentro del almacén, tanto en lo que se refiere a entradas como a salidas.



- Almacenamiento de materiales: Es la actividad principal que se realiza en el almacén y consiste en la ubicación de las mercancías en las zonas reservadas para ello, con el objetivo de poder acceder a ellas y que estén fácilmente localizables.

- Mantenimiento de materiales: Consiste en conservar con un tratamiento especializado los productos en el almacén, con el objetivo de preservarlos en las mejores condiciones posibles, en cuanto a higiene y seguridad, durante el tiempo que sea necesario.

⁸ ARBONES MALISANI, E (1990): *Logística empresarial*. Marcombo S.A. Barcelona.

- Despacho de mercancías: Se refiere al correcto envío, por parte de la empresa, de las mercancías y productos que han sido producidos dentro de la misma, a los distintos clientes.

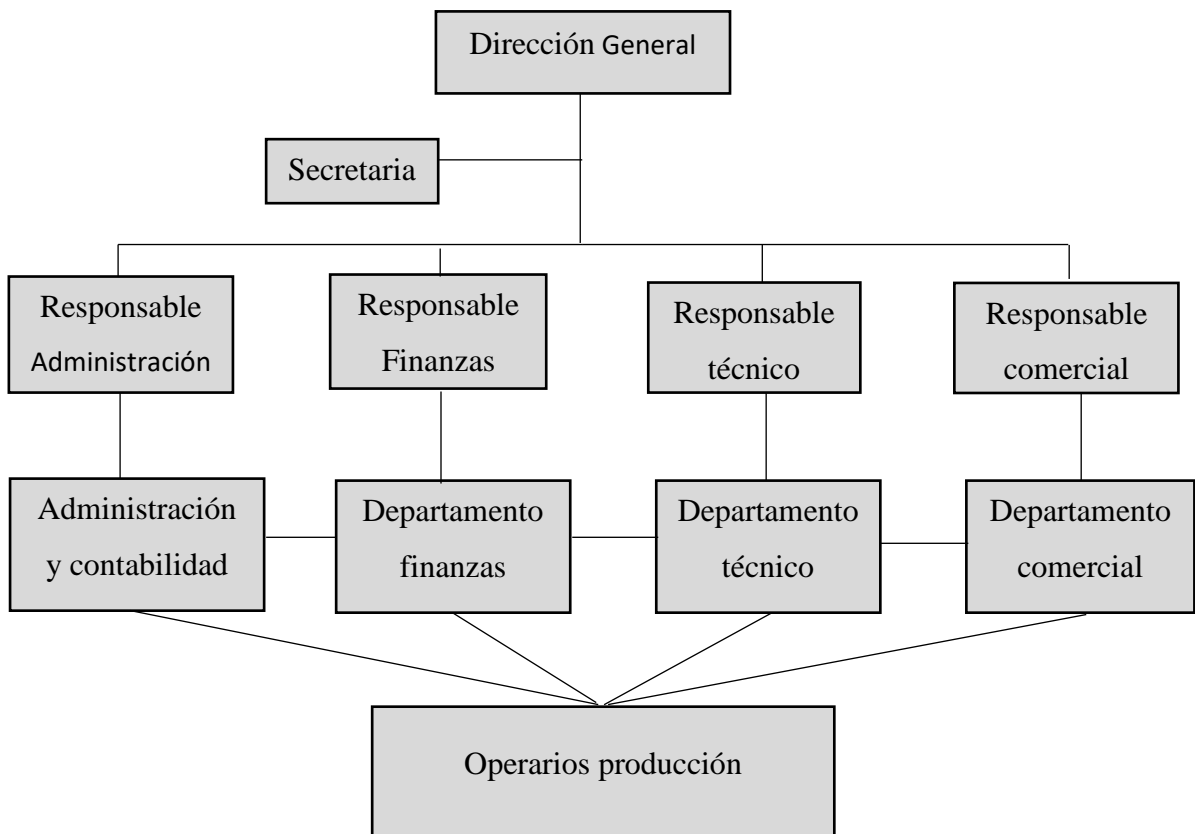
3. DESCRIPCIÓN Y PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA

3.1. DESCRIPCIÓN

La empresa con la que se va a trabajar es TENOR S.A. Esta compañía es una empresa industrial, productora y distribuidora principalmente de maquinaria para la construcción y para la industria cerámica.

Esta empresa está organizada de la siguiente manera:

Tabla 3.1: Organigrama de la empresa



Elaboración propia en base a los datos de la empresa

A continuación, se ven los distintos productos que esta empresa fabrica actualmente, es decir, su catálogo de productos. Más adelante veremos cuáles son más o menos importantes para la empresa en términos de valor.

Tabla 3.2: Tipos de productos de la empresa

Tipo de producto	Modelos
Alimentadores	- Alimentador de placas DL-37 - Alimentador de banda AB-38
Amasadoras	- Amasadora AD-34
Cepilladores	- Cepillador CD-27 - Desintegrador de papel DP
Cintas transportadoras	- Cintas de estructura de perfil y chapa lateral - Cintas de estructura de chapa plegada
Desmenuzadores	- Desmenuzador DT-21
Laminadores	- Laminador LR-29
Molinos de martillos	- Molino de martillos CS-31 - Molino de martillos TL-42 - Molino de martillos CH-31
Tamices	- Tamiz TZ
Motores	- Motor diésel 2,2 l - Motor diésel 5 l

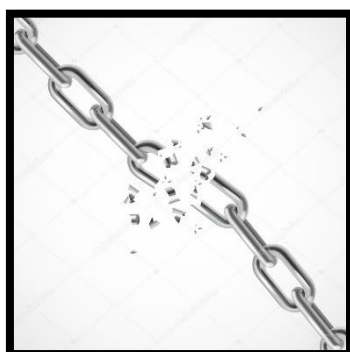
Elaboración propia en base a los datos de la empresa

3.2. PROBLEMÁTICA

Esta empresa, a pesar de tener un tamaño considerable y bastantes años de funcionamiento no tiene ningún sistema específico para gestionar sus inventarios.

El departamento comercial es el encargado de realizar el aprovisionamiento de materiales. En base a sus previsiones y fijándose en el consumo de los mismos que se ha producido en el pasado, realiza las órdenes de compra, teniendo en cuenta la cantidad de material que hay en el inventario en cada momento.

Esta manera de actuar no está basada nada más que en las previsiones de la compañía, la cual espera que sean ciertas y le permita atender a las peticiones de los clientes. Esto lleva a la empresa a incurrir en reiteradas roturas de stocks.



Podemos definir la Rotura de Stock como la cantidad de demanda solicitada por un consumidor o cliente no satisfecha por ausencia de stock suficiente para atenderla.⁹

A continuación, se ve a modo de ejemplo el registro del inventario anual (2016) correspondiente al producto más importante para la compañía, que como veremos después es el Desintegrador de papel DP. La columna de entradas corresponderá a las órdenes de producción que se mandaron al departamento técnico y las salidas es la demanda real que hubo cada mes. Esta empresa no pudo satisfacer los pedidos en su totalidad, tanto en el mes de Febrero como en el mes de Noviembre.

- Desintegrador de papel DP:

Tabla 3.3: Inventario para el producto Desintegrador de papel DP (2016)

Entradas (Producción)				Salidas (Venta)			Existencias	
Fecha	Q	C.unit	C.Total	Q	Precio	Valor	Q	Valor
Inv. Inicial	9	180,5	1624,5				9	1624,5
Enero	15	180,5	2707,5	16	306,95	4911,2	8	1444
Febrero	10	180,5	1805	25	306,95	7673,75	-7	0
Marzo	50	180,5	9025	36	306,95	11050,2	14	2527
Abril	20	180,5	3610	23	306,95	7059,85	11	1985,5
Mayo	18	180,5	3249	23	306,95	7059,85	6	1083
Junio	30	180,5	5415	25	306,95	7673,75	11	1985,5
Julio	25	180,5	4512,5	28	306,95	8594,6	8	1444
Agosto	5	180,5	902,5	21	306,95	6445,95	2	361

⁹ CHAPMAN, S (2006): *Plan y control de la producción*. Pearson. Naucalpan.

Septiembre	40	180,5	7220	39	306,95	11971,05	3	541,5
Octubre	27	180,5	4873,5	23	306,95	7059,85	7	1263,5
Noviembre	40	180,5	7220	51	306,95	15654,45	-4	0
Diciembre	45	180,5	8122,5	37	306,95	11357,15	8	1444

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

Esto es algo grave, ya que las cantidades que no se pudieron satisfacer son ventas perdidas que no se recuperan. Es decir, sus clientes no esperan más tiempo del acordado, si no que en ese caso contactan con otros proveedores diferentes y resulta en una venta perdida para nuestra compañía. Esto además de dichos ingresos perdidos repercutirá en una pérdida de confianza por parte de los clientes para el futuro.

Para todo el año 2016, únicamente para este producto, los costes por ventas perdidas fueron:

Ingresos perdidos: $[(7) + (4)] \times 306,95 = 3376,45 \text{ €}$.

Beneficios perdidos: $[(7 + 4) \times (306,95 - 180,5) = 1390,95$

Se ve claramente que la empresa, al no disponer de ningún modelo concreto de inventarios, no está teniendo todos los resultados que podría conseguir.

En el próximo apartado se ven las soluciones propuestas para acabar con este tipo de situaciones, diferenciando entre los artículos de la empresa que tienen demanda dependiente y los que tienen demanda independiente.

4. PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEMANDA DEPENDIENTE

Hay que decir que existen diferentes sistemas o modelos que nos ayudan a realizar una mejor gestión de los inventarios o de la producción de los productos: EOQ, JIT, Kanban, MRP...

Hay que tener cuidado porque esos sistemas pueden ser muy útiles pero su uso va a depender del tipo de producto que estemos gestionando. Más en concreto del tipo de demanda del producto. Es necesario ver si la demanda de nuestro producto es dependiente o independiente, ya que dependiendo de eso utilizaremos uno u otro modelo.

Viendo algunas definiciones, vemos que la demanda es el deseo que se tiene de un determinado producto pero que está respaldado por una capacidad de pago.¹⁰

También se podría considerar como la cantidad de bienes o servicios que el comprador o consumidor está dispuesto a adquirir a un precio dado y en un lugar establecido, con cuyo uso pueda satisfacer parcial o totalmente sus necesidades particulares o pueda tener acceso a su utilidad intrínseca.¹¹

Asimismo, lo podemos definir como la cantidad de un bien que los compradores quieren y pueden comprar.¹²

La demanda dependiente significa que la demanda de un artículo se relaciona con la demanda de otro artículo. Aquí irán todos los materiales necesarios para la fabricación de un determinado producto en la empresa.

La demanda independiente quiere decir que la demanda de ese artículo es independiente de la demanda del resto de artículos.

En el caso de esta empresa, se va a tener que trabajar con ambos tipos de demanda. La inmensa mayoría de sus artículos van a tener una demanda dependiente, ya que es una empresa productora y todos los materiales necesarios para conseguir los productos tienen una demanda dependiente. No obstante, la empresa también actúa como distribuidora de un tipo de artículo que veremos posteriormente y en ese caso la demanda es independiente.

Como se dijo al principio esta empresa está especializada en la producción de maquinaria para la construcción y la industria cerámica. Como sabemos, fabrica una gran variedad de productos tales como alimentadores, amasadoras, laminadores... y varios modelos distintos de cada producto.

Ahora bien, para poder gestionar el inventario de la compañía es muy importante saber cuáles de esos productos son los más importantes para la empresa en términos de valor. Aunque hay que prestar atención a todos los productos de una empresa, siempre hay productos más relevantes que otros y a los que hay que prestar un especial cuidado ya que representan una parte muy grande de los beneficios.

¹⁰ KOTLER, P (2003): *Dirección de Márketing*. Pearson. Ciudad de México.

¹¹ ANDRADE ESPINOZA, S (2006): *Diccionario de Economía*. Andrade. Lima.

¹² MANKIW, G (2009): *Principios de Economía*. McGraw-Hill. Madrid.

Para ello habrá que hacer lo que se conoce como un análisis ABC.

4.1. ANÁLISIS ABC

Como se ha dicho, hay que hacer un análisis ABC de los productos de la compañía con el objetivo de conocer cuáles son aquellos más relevantes y a los que debemos prestar un mayor esfuerzo y grado de atención.



Para ello, incluiremos los distintos productos, indicando su contribución en euros al total de la compañía, comparándolos entre sí, para los dos últimos años que se tienen datos, 2015 y 2016. En el Anexo 1 se puede observar la variación de ingresos que ha tenido cada producto desde 2004, aunque los que eran los productos más importantes entonces lo siguen siendo en la actualidad. En este caso nos será suficiente fijarnos en los dos últimos años.

- Análisis ABC 2015:

Tabla 4.1: Contribución de los productos al total de la empresa (2015)

Producto	Valor (2015)	Contribución	Contr. Acum	Contr. por tipo
Desintegrador de papel DP	104905	0,271192882	0,271192882	
Alimentador de banda AB-38	92587	0,239349272	0,510542153	
Laminador LR-29	83526	0,215925424	0,726467577	0,726467577
Alimentador de placas DL-37	24526	0,063402856	0,789870433	
Amasadora AD-34	20622	0,053310515	0,843180949	
Desmenuzador DT-21	18627	0,048153184	0,891334133	
Motor diésel 5l	17048	0,044071267	0,9354054	0,208937822
Cepillador CD-27	6219	0,016076913	0,951482313	
Cinta transp. Chapa plegada	4236	0,010950603	0,962432916	
Tamiz TZ	4116	0,010640388	0,973073304	
Cinta transp. Chapa lateral	4034	0,010428407	0,983501711	
Motor diésel 2,2l	2297	0,00593804	0,989439751	
Molino de martillos CH-31	1586	0,004100013	0,993539764	
Molino de martillos CS-31	1392	0,003598499	0,997138263	
Molino de martillos TL-42	1107	0,002861737	1	0,0645946
	386828	1		

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

- Análisis ABC (2016):

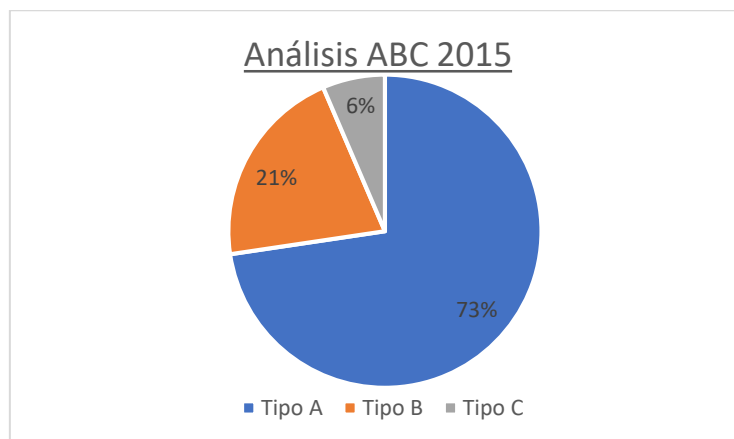
Tabla 4.2: Contribución de los productos al total de la empresa

Producto	Valor (2016)	Contribución	Contr. Acum	Contr. Por tipos
Desintegrador de papel DP	106512	0,263319629	0,263319629	
Alimentador de banda AB-38	94569	0,23379407	0,497113699	
Laminador LR-29	87523	0,216374905	0,713488604	0,713488604
Alimentador de placas DL-37	30025	0,074227992	0,787716596	
Amasadora AD-34	21114	0,052198162	0,839914758	
Motor diésel 5l	20494	0,050665394	0,890580153	
Desmenuzador DT-21	19512	0,048237688	0,93881784	0,225329236
Cepillador CD-27	6112	0,015110124	0,953927965	
Tamiz TZ	4225	0,010445071	0,964373036	
Cinta transp. Chapa plegada	4191	0,010361016	0,974734052	
Cinta transp. Chapa lateral	3851	0,009520466	0,984254519	
Motor diésel 2,2l	2361	0,005836879	0,990091397	
Molino de martillos CH-31	1448	0,003579755	0,993671152	
Molino de martillos CS-31	1401	0,003463561	0,997134713	
Molino de martillos TL-42	1159	0,002865287	1	0,06118216
	404497	1		

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

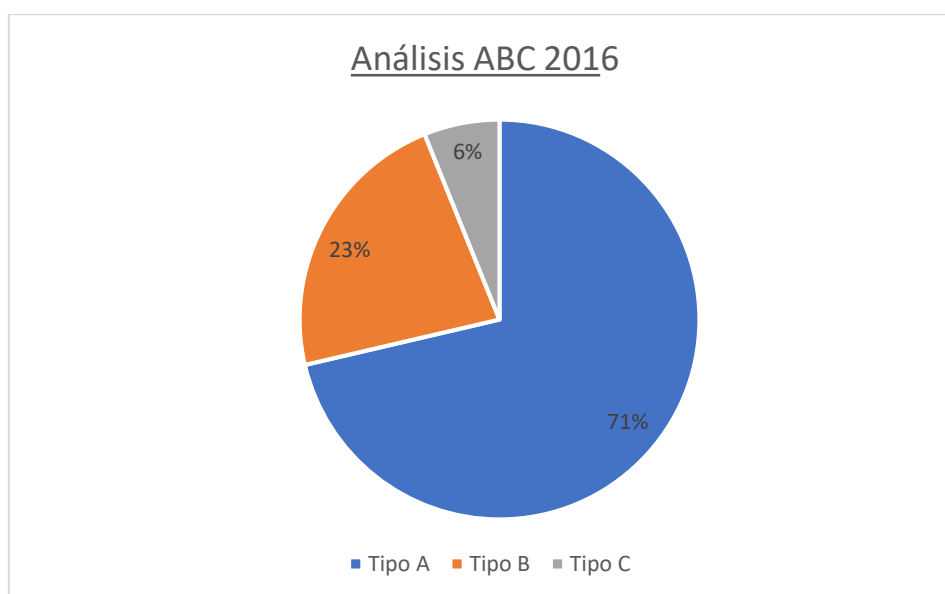
Representado en un gráfico se va a ver claramente que la distribución de los productos de la empresa clasificados por tipos A, B y C es muy similar a lo largo de los dos años.

Tabla 4.3: Distribución de los productos según ABC (2015)



Elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla 4.4: Distribución de los productos según ABC (2016)



Elaboración propia en base a los datos de la empresa

Se ve claramente que hay 3 productos diferenciados, los cuales concentran, tanto en 2015 como en 2016 más del 70% del valor total del inventario de la empresa.

Productos Tipo A:

- Desintegrador de papel DP.
- Alimentador de banda AB-38.
- Laminador LR-29.

Estos productos son los de tipo A y son a los que la empresa deberá de prestar especial atención de aquí en adelante cuando quiera gestionar su inventario.

Una vez sabemos cuáles son los productos más relevantes para la compañía es hora elegir un modelo de gestión y aplicarlo en la práctica. Como hemos dicho la inmensa parte de los artículos de la empresa tendrán una demanda independiente. En el caso de los 3 productos más importantes que hemos visto, todos los materiales necesarios para su fabricación tienen una demanda dependiente. Uno de los sistemas más conocidos a la hora de gestionar los productos con esta demanda es el MRP, que es el que se utilizará a continuación.

4.2. MODELO MRP

Ahora que ya conocemos los distintos productos que ofrece la empresa y cuáles de ellos son los más importantes, se puede pasar a la aplicación del modelo.



Para poder desarrollar un sistema MRP (Plan de Requerimiento de Materiales), es necesario fundamentalmente: un programa de producción maestro, una lista estructurada de materiales, inventario disponible, órdenes de compra pendientes y los distintos tiempos de entrega.¹³

Al principio vimos que la empresa no había tenido productos suficientes del Desintegrador de papel DP para satisfacer la demanda de sus clientes tanto en Febrero como en Noviembre (2016). En este trabajo vamos a aplicar este sistema MRP con los datos referidos a 2016, para ilustrar cómo habría tenido que gestionar su inventario la empresa para no tener problemas de ruptura de stocks, con el objetivo de que utilice este modelo para gestionar su inventario de aquí en adelante.

Se elegirá por tanto el producto más importante para la empresa, el Desintegrador de papel DP, como modelo ilustrativo para mostrar cómo funciona este sistema y tenerlo en cuenta para su implementación en el futuro.

- Plan maestro de producción:

Tabla 4.5: Plan maestro de producción semanal Desintegrador de papel DP (2016)

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad				9	7	8	13	4
Semana	9	10	11	12	13	14	15	16
Cantidad		13	9		9	5	11	
Semana	17	18	19	20	21	22	23	24
Cantidad		12		13	4	6		8
Semana	25	26	27	28	29	30	31	32
Cantidad		8	9		12		16	9

¹³ GONZÁLEZ RIESCO, M (2005): *Gestión de la producción*. Ideaspropias Editorial S.L. A Coruña.

Semana	33	34	35	36	37	38	39	40
Cantidad			12		12	9		18
Semana	41	42	43	44	45	46	47	48
Cantidad		15	8		11	18		22
Semana	49	50	51	52				
Cantidad		21	10	6				

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

En esta tabla se muestra al plan maestro de producción semanal para el Desintegrador de papel DP para el año 2016 (en el Anexo 2 se pueden ver los planes de producción semanales para el alimentador de banda AB-38 y el laminador LR 39). En este caso, se ven todas las semanas del año así como lo que se mandó producir en cada una de las semanas. En este modelo se actuará de la siguiente manera: si en la semana 4, existe una orden de producción de 9 unidades del producto, es en ese momento cuando se inician las acciones necesarias para abastecer dicha demanda. Esto tiene como objetivo, abastecer la demanda de los clientes y también ayuda a minimizar el nivel de inventarios en el almacén y por tanto disminuir los costes de mantener.

- Lista estructurada de materiales:

Tabla 4.6: Lista estructurada de materiales Desintegrador de papel DP

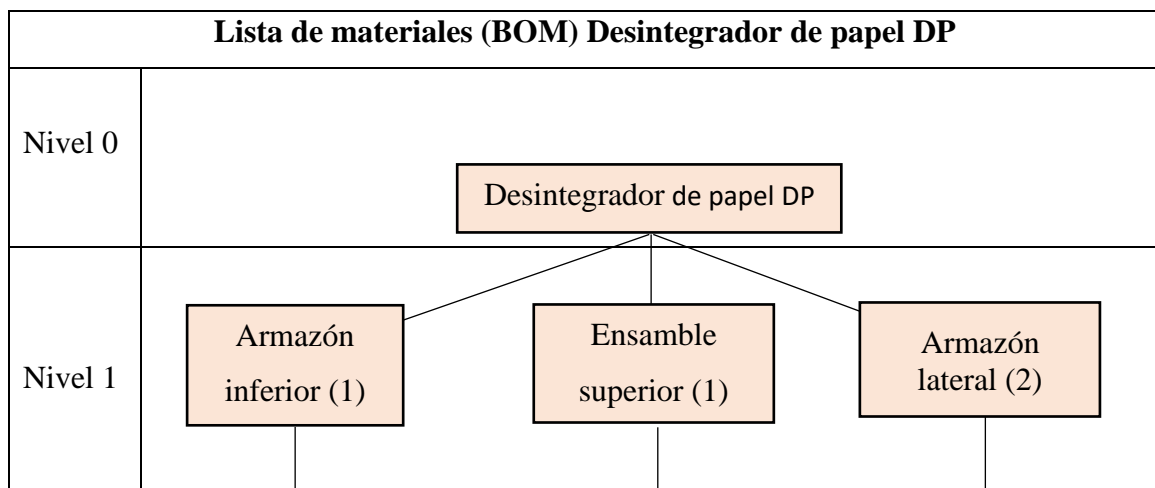
Desintegrador de papel DP	
Manija industrial	2
Polea dentada	4
Motor reductor eléctrico	1
Rueda soporte	5
Cedazo Ch	1
Polines acero P28	8
Perilla de rodamiento	6
Pletinas acero 0,25 x 2	9
Chapa alum 2x2,5	4
Chapa cobre 1,25 x 3	4
Templador T12	2
Piñón P24	6
Chapa latón 1,5 x 2	4
Tubo termoretráctil RL	7

Chapa policarb 2 x 0,5	6
Tuerca hexagonal DIN 934	49
Tornillos rosca chapa DIN 7981	62
Arandelas metálicas DIN 125	58
Espárrago allen 916	45
Tornillo cabeza alomada 7985	37
Tuerca autoblocante 985,8	37

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

La lista estructurada de materiales (BOM) consiste en una lista en la que se especifican los materiales necesarios para producir un determinado producto así como su cantidad. Se pueden hacer listas de materiales muy detalladas, describiendo exactamente las dimensiones físicas, detallando el proceso de fabricación...etc.¹⁴ En este caso sólo indicaremos los distintos materiales necesarios, así como su cantidad, para conseguir una unidad del desintegrador de papel DP. En el Anexo 3 podemos ver la lista de materiales para la producción del Alimentador de banda AB-38 y el laminador LR39.

Tabla 4.7: Estructura escalonada lista de materiales



¹⁴ HEIZER, J y RENDER, B (2004): *Principios de Administración de Operaciones*. Pearson. Naucalpan.

Nive 2	Motor reductor eléctrico (1)	Manija industrial (2)	Pletinas acero 0,25 x 2 (9)
	Rueda soporte (5)	Polea dentada (4)	Chapa alum 2 x 2,5 (4)
	Chapa cobre 1,25 x 3 (4)	Cedazo CH (1)	Piñón P24 (6)
	Perilla de rodamiento (6)	Templador T12 (2)	Tubo termoretráctil RL (7)
	Polines acero P28 (8)	Chapa latón 1,5 x 2 (4)	Chapa policarb. 2 x 0,5 (6)
	Tuerca hexagonal DIN 934 (49)	Arandelas metálicas DIN 125 (58)	Tornillo cabeza alomada 7985 (37)
	Tornillos rosca chapa DIN 7981 (62)	Espárrago allen 916 (45)	Tuerca autoblocante 985,8 (37)

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

En esta imagen se representa la lista de materiales necesarios para fabricar el desintegrador de papel. Es importante fijarse que el nivel 0 corresponde al producto totalmente acabado y va aumentando a medida que descendemos en las fases de producción.

Se puede ver como para la fabricación del producto es necesario haber conseguido anteriormente un armazón inferior, el ensamble superior y dos armazones laterales. Entre paréntesis se puede ver la cantidad necesaria para la producción de la parte correspondiente al nivel superior.

La interpretación es la siguiente: Para poder fabricar lo del nivel 0, es necesario tener conseguido todo lo del nivel 1 en el almacén. Para conseguir fabricar cada una de las partes del nivel 1, es necesario disponer en el almacén de todos los materiales del nivel 2.

- Tiempos de entrega:

Tabla 4.8: Tiempo de entrega materiales Desintegrador de papel DP

Desintegrador de papel DP	
Componente	Tiempo entrega
Desintegrador de papel DP	1
Armazón inferior	1
Ensamble superior	1
Armazón lateral	2
Manija industrial	1
Polea dentada	2
Motor reductor eléctrico	2
Rueda soporte	1
Cedazo Ch	2
Polines acero P28	2
Perilla de rodamiento	1
Pletinas acero 0,25 x 2	1
Chapa alum 2x2,5	1
Chapa cobre 1,25 x 3	2
Templador T12	1
Piñón P24	1
Chapa latón 1,5 x 2	2
Tubo termoretráctil RL	1
Chapa policarb 2 x 0,5	1
Tuerca hexagonal DIN 934	1
Tornillos rosca chapa DIN 7981	1
Arandelas metálicas DIN 125	1

Espárrago allen 916	1
Tornillo cabeza alomada 7985	2
Tuerca autoblocante 985,8	1

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

A partir de ahora, conociendo el inventario inicial del año 2016 (en el Anexo 5 se pueden ver los movimientos de inventario de los materiales hasta el final del año 2015) ya podríamos comenzar con el MRP de este producto:

- Inventario inicial:

Tabla 4.9: Inventario inicial materiales Desintegrador de papel DP (2016)

Inventario inicial materiales Desintegrador de papel DP (2016)	
Material	Cantidad
Desintegrador de papel DP	9
Armazón inferior	0
Ensamble superior	0
Armazón lateral	0
Motor reductor eléctrico	3
Rueda soporte	0
Chapa cobre 1,25 x 3	4
Perilla de rodamiento	5
Polines de acero P28	9
Manija industrial	0
Polea dentada	10
Cedazo CH	5
Templador T12	3
Chapa latón 1,5 x 2	12
Pletinas acero 0,25 x 2	15
Chapa aluminio 2 x 2,5	24
Piñón P24	8
Tornillo rosca chapa DIN 7981	124
Tubo termoretráctil RL	14
Chapa policarbonato 2 x 0,5	28
Tuerca hexagonal DIN 934	286
Arandelas metálicas DIN 125	248

Espárrago allen 916	327
Tornillo cabeza alomada 7985	532
Tuerca autoblocante 985,8	585

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

El plan de requerimiento de materiales constará de varias partes. Lo iremos dividiendo en niveles. Cada uno de esos niveles dispondrá de un indicador que muestra el tiempo, en este caso semanas. En este caso se va a trabajar el primer trimestre del año 2016, es decir, todas las semanas correspondientes a Enero, Febrero y Marzo.

El apartado de requerimiento bruto se va a sacar del plan de órdenes de producción. Es decir, corresponde a las distintas órdenes de producción que se realizan. Las recepciones programadas no las vamos a utilizar prácticamente pero se refiere a la cantidad de material pendiente de recibir.

La parte de inventario proyectado corresponde al nivel de inventario que hay en cada momento en el almacén.

Los requerimientos netos corresponderán al inventario proyectado, más las recepciones programadas si las hay, menos el requerimiento bruto.

El apartado de recepción planeada de la orden simplemente muestra la cantidad que hay que ordenar para cumplir con los requerimientos de producción y la liberación planeada de la orden corresponde a lo mismo, retrasada según el tiempo de entrega que sea necesario.

Vamos a realizar el MRP, utilizando un inventario de seguridad. En los sistemas MRP se pretende minimizar o eliminar dicho inventario, sin embargo, hay que saber que las listas estructuradas de materiales, los registros de inventario, tiempos de entrega... pueden no ser perfectos.

Por tanto, es prudente considerar el inventario de seguridad. Con el objetivo de minimizar los inventarios del resto de materiales utilizaremos únicamente stock de seguridad en el producto final. Se elegirá a modo de ejemplo una cantidad de 10, ya que es una cantidad que nos da la seguridad suficiente para hacer frente a la variabilidad que hemos visto anteriormente y que nos permitirá no tener rupturas de stock.

A continuación se pasará a desarrollar el MRP con los datos ofrecidos previamente.

- MRP Desintegrador de papel:

Desintegrador de papel DP													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto				9	7	8	13	4		13	9		9
Recepciones programadas	5												
Inventario proyectado	9	14	14	14	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Requerimientos netos				5	7	8	13	4		13	9		9
Recepción planeada de la orden				5	7	8	13	4		13	9		9
Liberación planeada de la orden			5	7	8	13	4		13	9		9	

Se comienza para el producto final, el desintegrador de papel DP. En los requerimientos brutos simplemente se añaden las ordenes de producción para cada semana. En este caso existen unas recepciones programadas de 5 y un inventario inicial de 9 unidades. Se conseguirán por tanto las liberaciones planeadas de la orden. Las tres tablas siguientes corresponden a las partes de nivel 1 (Armazón inferior, ensamble superior y armazón lateral. El procedimiento será el mismo.

Armazón inferior													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto				7	8	13	4		13	9		9	
Recepciones programadas													
Inventario proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos				7	8	13	4		13	9		9	
Recepción planeada de la orden				7	8	13	4		13	9		9	
Liberación planeada de la orden			7	8	13	4		13	9		9		

Ensamble superior													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto				7	8	13	4		13	9		9	
Recepciones programadas													
Inventario proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos				7	8	13	4		13	9		9	
Recepción planeada de la orden				7	8	13	4		13	9		9	
Liberación planeada de la orden			7	8	13	4		13	9		9		

Armazón lateral													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto				14	16	26	8	0	26	18		18	
Recepciones programadas													
Inventario proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos				14	16	26	8		26	18		18	
Recepción planeada de la orden				14	16	26	8		26	18		18	
Liberación planeada de la orden		14	16	26	8		26	18		18			

Hay que tener en cuenta que en el caso del armazón lateral, el requerimiento bruto se conseguirá multiplicando el requerimiento bruto del desintegrador de papel DP por 2, ya que son necesarios dos armazones laterales para su fabricación. A continuación, se procede con los materiales correspondientes al nivel 2.

Motor reductor eléctrico													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			7	8	13	4		13	9		9		
Recepciones programadas													
Inventario proyectado	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			4	8	13	4		13	9		9		
Recepción planeada de la orden			4	8	13	4		13	9		9		
Liberación planeada de la orden		4	8	13	4		13	9		9			

Rueda soporte													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			35	40	65	20		65	45		45		
Recepciones programadas													
Inventario proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			35	40	65	20		65	45		45		
Recepción planeada de la orden			35	40	65	20		65	45		45		
Liberación planeada de la orden		35	40	65	20		65	45		45			

Chapa cobre 1,25 x 3													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			28	32	52	16		52	36		36		
Recepciones programadas													
Inventario proyectado	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0		
Requerimientos netos			24	32	52	16		52	36		36		
Recepción planeada de la orden			24	32	52	16		52	36		36		
Liberación planeada de la orden	24	32	52	16		52	36		36				

Es importante ver cómo por ejemplo en el caso de la chapa cobre, el tiempo de entrega es de dos semanas y por tanto la liberación planeada de la orden tiene que producirse con una antelación de dos semanas para que la recepción sea en el momento preciso. Se realiza, el MRP de todos los materiales hasta el final.

Perilla de rodamiento													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			42	48	78	24		78	54		54		
Recepciones programadas													
Inventario proyectado	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			37	48	78	24		78	54		54		
Recepción planeada de la orden			37	48	78	24		78	54		54		
Liberación planeada de la orden		37	48	78	34		78	54		54			

Polines de acero P28													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			56	64	104	32		104	72		72		
Recepciones programadas													
Inventario proyectado	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			47	64	104	32		104	72		72		
Recep. planeada de la orden			47	64	104	32		104	72		72		
Liber. planeada de la orden	47	64	104	32		104	72		72				

Tuerca hexagonal DIN 934													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Req. bruto			343	392	637	196		637	441		441		
Recep. program.													
Inv. Proyec.	286	286	286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Req. netos			57	392	637	196		637	441		441		
Rec. Plan. orden			57	392	637	196		637	441		441		
Lib. Plan. orden		57	2288	637	196		637	441		441			

Tornillos rosca chapa DIN 7981													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			434	496	806	248		806	558		558		
Recep. Program.													
Inv. Proyec.	124	124	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Req. netos			310	496	806	248		806	558		558		
Recep. Plan. orden			310	496	806	248		806	558		558		
Lib. Plan. orden		310	496	806	248		806	558		558			

Manija industrial													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			14	16	26	8		26	18		18		
Recepciones programadas													
Inventario proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			14	16	26	8		26	18		18		
Recepción plan. de la orden			14	16	26	8		26	18		18		
Liberación plan. de la orden		14	16	26	8		26	18		18			

Polea dentada													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto	0	0	28	32	52	16	0	52	36	0	36	0	0
Recepciones programadas													
Inventario proyectado	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			18	32	52	16		52	36		36		
Recepción plan. de la orden			18	32	52	16		52	36		36		
Liberación plan. de la orden	18	32	52	16		52	36		36				

Cedazo CH													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			7	8	13	4		13	9		9		

Recepciones programadas														
Inventario proyectado	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			2	8	13	4		13	9		9			
Recepción planeada de la orden			2	8	13	4		13	9		9			
Liberación planeada de la orden	2	8	13	4		13	9		9					

Templador T12														
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Requerimiento bruto			14	16	26	8		26	18		18			
Recepciones programadas														
Inventario proyectado	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			11	16	26	8		26	18		18			
Recepción planeada de la orden			11	16	26	8		26	18		18			
Liberación planeada de la orden		11	16	26	8		26	18		18				

Chapa latón 1,5 x 2														
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Requerimiento bruto		0	28	32	52	16		52	36		36			
Recepciones programadas														
Inventario proyectado	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			16	32	52	16		52	36		36			
Recepción planeada de la orden			16	32	52	16		52	36		36			
Liberación planeada de la orden	16	32	52	16		52	36		36					

Arandelas metálicas DIN 125														
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Req. bruto			406	464	754	232		754	522		522			
Recep. program.														
Inv. Proyec.	248	248	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Req. netos			158	464	754	232		754	522		522			
Rec. Plan. orden			158	464	754	232		754	522		522			
Lib. Plan. orden		158	464	754	232		754	522		522				

Espárrago allen 916														
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Req. bruto			315	360	585	180		585	405		405			
Recep. program.														

Inv. Proyec.	327	327	327	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Req. netos					348	585	180		585	405		405		
Rec. Plan. orden					348	585			585	405		405		
Lib. Plan. orden				348	585			585	405		405			

Pletinas acero 0,25 x 2														
Semana		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			126	144	234	72		234	162		162			
Recep. programadas														
Inv. proyectado	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			111	144	234	72		234	162		162			
Rec. Plan. orden			111	144	234	72		234	162		162			
Lib. Plan. orden		111	144	234	72		234	162		162				

Chapa aluminio 2 x 2,5														
Semana		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			56	64	104	32		104	72		72			
Recepciones programadas														
Inventario proyectado	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			32	64	104	32		104	72		72			
Rec. Plan. orden			32	64	104	32		104	72		72			
Lib. Plan. orden		32	64	104	32		104	72		72				

Piñón P24														
Semana		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto		0	84	96	156	48	0	156	108	0	108	0	0	0
Recep. programadas														
Inventario proyectado	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			76	96	156	48		156	108		108			
Rec. Plan. orden			76	96	156	48		156	108		108			
Li. Plan. orden		76	96	156	48		156	108		108				

Tubo termoretráctil RL														
Semana		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto			98	112	182	56		182	126		126			

Recep. programadas													
Inv. proyectado	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos		84	112	182	56		182	126		126			
Rec. Plan. orden		84	112	182	56		182	126		126			
Lib. Plan. orden	84	112	182	56		182	126		126				

Chapa policarbonato 2 x 0,5													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto		84	96	156	48		156	108		108			
Recep. programadas													
Inv. proyectado	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos		56	96	156	48		156	108		108			
Rec. plan. orden		56	96	156	48		156	108		108			
Lib. Plan. orden	56	96	156	48		156	108		108				

Tornillo cabeza alomada 7985													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto	0	518	592	962	296	0	962	666	0	666	0	0	0
Recep. programadas													
Inv. proyectado	532	532	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos			578	962	296		962	666		666			
Rec. Plan. orden			588	962	296		962	666		666			
Lib. Plan. orden	558	962	296		962	666		666					

Tuerca autoblocante 985,8													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Req. bruto	0	518	592	962	296	0	962	666	0	666	0	0	0
Recep. programadas													
Inv. proyectado	585	585	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Req. netos			525	962	296		962	666		666			
Rec. Plan. orden			525	962	296		962	666		666			
Lib. Plan. orden		525	962	296		962	666		666				

Finalmente nos encontraríamos con el MRP finalizado. Como hemos dicho esto se puede extender a lo largo del tiempo, pero con el objetivo de no hacerlo excesivamente largo se ha considerado únicamente el período del primer trimestre del año.

De esta manera llegamos a la conclusión de que para los requerimientos del desintegrador de papel DP durante el tiempo analizado sería necesario ordenar la compra de una serie de materiales de la forma que se muestra en la tabla siguiente. (en el anexo 6 podremos ver los resultados si hubiéramos decidido hacer un MRP sin ningún tipo de inventario de seguridad).

Tabla 4.10: Liberaciones planeadas para Desintegrador de papel DP

Liberaciones planeadas de órdenes para materiales de Desintegrador de papel DP													
<i>Semana</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
<i>Requerimiento bruto Desintegrador</i>				9	7	8	13	4		13	9		9
Desintegrador de papel DP				7	8	13	4		13	9		9	
Armazón inferior			7	8	13	4		13	9		9		
Ensamble superior			7	8	13	4		13	9		9		
Armazón lateral		14	16	26	8		26	18		18			
Motor reductor eléctrico	4	8	13	4		13	9		9				
Rueda soporte		35	40	65	20		65	45		45			
Chapa cobre 1,25 x 3	24	32	52	16		52	36		36				
Perilla de rodamiento		37	48	78	34		78	54		54			
Polines de acero P28	47	64	104	32		104	72		72				
Tuerca hexagonal DIN 934		57	2288	637	196		637	441		441			
Tornillos rosca chapa DIN 7981		310	496	806	248		806	558		558			
Manija industrial		14	16	26	8		26	18		18			
Polea dentada	18	32	52	16		52	36		36				
Cedazo CH	2	8	13	4		13	9		9				
Templador T12		11	16	26	8		26	18		18			

Chapa latón 1,5 x 2	16	32	52	16		52	36		36				
Arand. metálicas DIN 125		158	464	754	232		754	522		522			
Espárrago allen 916			348	585			585	405		405			
Pletinas acero 0,25 x 2	111	144	234	72		234	162		162				
Chapa aluminio 2 x 2,5	32	64	104	32		104	72		72				
Piñón P24	76	96	156	48		156	108		108				
Tubo termoretráctil RL	84	112	182	56		182	126		126				
Chapa policarbonato 2 x 0,5	56	96	156	48		156	108		108				
Tornillo cabeza alomada 7985	558	962	296		962	666		666					
Tuerca autoblocante 985,8		525	962	296		962	666		666				

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

De esta manera, se conseguirá tener una gestión de sus inventarios más ordenada que permita a la empresa tener un cierto inventario de seguridad, evitando así las rupturas de stocks.

Este ejercicio lo que pretende es crear un marco para ayudar a la gestión de la empresa en un futuro inmediato. La intención es que la empresa comience a abastecer sus inventarios de esta manera, teniendo en consideración todas las partes de un sistema MRP. Se deberá aplicar este sistema para el resto de productos, con el fin de evitar que la planeación que se ha realizado no se pueda llevar a cabo porque los recursos se están utilizando para la elaboración de otro bien.

5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEMANDA INDEPENDIENTE

En el caso anterior se ha visto un modelo, el MRP, que la empresa puede utilizar para los productos que fabrica, ya que se está gestionando demanda dependiente. Se dijo al principio que esta empresa también tenía artículos con demanda independiente, ya que también se dedica a la simple distribución de bandas transportadoras. Esta es una unidad de negocio separada de la actividad principal de la empresa, que es como hemos dicho,

la producción. La empresa en este caso compra las bandas a un proveedor, con el objetivo de distribuir las y comercializarlas. No están sometidas a un proceso de fabricación por parte de nuestra empresa, por lo que en este caso tienen una demanda independiente, que será la demanda de sus clientes.

Igual que en el caso anterior, la empresa no utiliza ningún sistema o modelo de inventario. Simplemente tienen unas estimaciones hechas por el departamento comercial, en este caso para la demanda de las bandas transportadoras y en base a eso realizan los pedidos al proveedor.

Este es el inventario de bandas transportadoras del año 2016.

Tabla 5.1: Inventario bandas transportadoras

Fecha	Entradas			Salidas			Existencias		
	Q	C.unit	C.Total	Cantidad	Precio	Valor	Q	C.unit	Valor
Inv. Inicial	35	195	6475				35	195	6825
Enero	350	195	68250	226	205	46330	159	195	31005
Febrero	250	195	48750	280	205	57400	129	195	25155
Marzo	150	195	29250	325	205	66625	-46	195	0
Abril	300	195	58500	253	205	51865	47	195	9165
Mayo	350	195	68250	331	205	67855	66	195	12870
Junio	200	195	39000	270	205	55350	-70	195	0
Julio	350	195	68250	269	205	55145	81	195	15795
Agosto	325	195	63375	345	205	70725	61	195	11895
Septiembre	275	195	53625	274	205	56170	62	195	12090
Octubre	250	195	48750	273	205	55965	39	195	7605
Noviembre	300	195	58500	354	205	72570	-15	195	0
Diciembre	32	195	6240	255	205	49725	70	195	13650

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

Como se observa, al igual que pasaba con los productos anteriores, la empresa ha incurrido en rupturas de stocks, tanto en Marzo, como en Junio como en Noviembre. Esta manera de hacer su aprovisionamiento, sin estar basada en ningún modelo en concreto, les provoca igual que en el caso anterior, una no minimización de sus costes y unas repetidas rupturas de stocks que les cuestan unas grandes ventas perdidas.

Costes por ventas perdidas:

Ingresos perdidos (2016): $[(46 + 70 + 15) \times 205] = 26855$ euros.

Beneficios perdidos (2016): $(46 + 70 + 15) \times (205-195) = 1310$ euros.

5.1. MODELO DE WILSON (EOQ)

Para el caso de demanda independiente, uno de los modelos de inventarios más conocidos es el modelo de Wilson.

Hay que recordar que este modelo consiste en la aplicación de la siguiente fórmula:

$Q^* = \text{Raíz} \left(\frac{2 \times D \times S}{H} \right)$ siendo:

D = Demanda anual en unidades para el artículo

S = Costo de ordenar o de preparación para cada orden

H = Costo de mantener o llevar inventario por unidad por año

El modelo EOQ, o de Wilson se va a basar en la minimización de los costes totales de inventario. Para ello será fundamental conocer los costes de ordenar y de mantener de esta empresa. Otro aspecto fundamental va a ser la demanda que tenemos.

A continuación se verán los datos de cuál ha sido la demanda en unidades de bandas transportadoras desde el año 2004, que es desde cuando se comienza a tener datos.

Tabla 5.2: Demanda anual bandas transportadoras

Año	Demanda
2004	3226
2005	3341
2006	3494
2007	3519
2008	3484
2009	3328
2010	3269

2011	3225
2012	3174
2013	3106
2014	3160
2015	3204
2016	3455

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

Vemos que la demanda a lo largo de los años se mantiene muy estable, por lo que se considerará constante y podremos utilizar este modelo. El objetivo será saber cuál es la cantidad económica a ordenar para la empresa para el año 2017. Para conseguir nuestro dato de demanda en el modelo de Wilson decidimos hacer la demanda promedio de todos los años desde los que tenemos datos. Por tanto, la demanda anual prevista para 2017 será: $42985/13 = 3306,54$.

LOS COSTES:

Es un aspecto fundamental que hay que tener en cuenta para poder crear un sistema de inventario. Existen diferentes tipos de costes que van a influir en la gestión de los inventarios de una empresa:

- Coste de compra del producto: Se refiere al precio pagado por adquirir los artículos. Si hablamos de una empresa que compra los productos, habrá que incluir transporte, seguros... En el caso de que la empresa fabrique dichos artículos entrarán los costes de materias primas, mano de obra directa...

- Coste de mantener: También conocido como coste de almacenamiento, se refiere al costo de guardar artículos en inventario. Los principales costos que hay que evaluar para determinar los costos de mantener inventario son:

Costos de edificio: renta o depreciación del edificio, costos de operación, impuestos, seguros...

Costo por manejo de materiales: renta o depreciación del equipo, energía, costo de operación.

Costo por mano de obra: recepción, almacenamiento, seguridad.

Costo de inversión: costos de préstamos, impuestos y seguros del inventario.

También habría que considerar costos como robo, daño y obsolescencia y costos globales por manejo.

- Coste de ordenar: También llamado coste de emisión corresponde al costo del proceso de hacer el pedido. Dentro de este coste estarán incluidos los costes de suministros, formatos, procesamiento de pedidos, personal de apoyo, etc. En este caso:

Costes de ordenar:

En estos costes tomaremos en cuenta fundamentalmente la tramitación del pedido y la negociación de los proveedores. Estos costes no son conocidos por lo que habrá que hacer una estimación. Aquí vamos a incluir principalmente gasto de personal y gasto de teléfono. En esta empresa, existe una persona encargada de realizar las compras.

Normalmente todo el proceso de compra se realiza por teléfono, negociando con los proveedores.

Tabla 5.3: Costes de ordenar

Costes		Tiempo por pedido	Coste por orden
Gasto personal	10,5 e/hora	1,5 horas	15,75 e/orden
Gasto teléfono	1,8 e/hora ó 0,03 e/minuto	20 minutos	20 cent/orden

Elaboración propia en base a los datos de la empresa

Los datos que nos proporcionan en la compañía muestran que el coste de mano de obra de esta persona es de 10,5 euros/hora. También se sabe que el tiempo necesario para realizar un pedido será aproximadamente 1,5 horas. De esta manera concluimos que el coste de mano de obra será de 15,75 euros por pedido.

A este coste le añadiremos el otro coste fundamental que será el gasto telefónico. Como decimos la herramienta básica para las compras es el teléfono, desde el proceso de negociación hasta la confirmación efectiva de la compra. El tiempo por pedido necesario se ha concluido que es aproximadamente de 20 minutos. Se sabe también que el coste por minuto que la empresa paga por teléfono es de 1,8 euros/hora ó 3 céntimos/minuto. Concluimos que el coste de teléfono necesario por pedido es aproximadamente es 60 céntimos; 0,6 euros.

La suma del coste de mano de obra y del coste de teléfono será:

$$15,75 + 0,6 = 16,35 \text{ euros}$$

Coste anual de ordenar = $16,35 \times D/Q$

Por tanto, vemos que tenemos un coste de ordenar de 16,35 euros/pedido.

El siguiente coste que necesitamos saber para nuestros cálculos es:

Coste de mantener:

Como sabemos este es el coste en el que se incurre por tener los bienes almacenados en nuestro almacén.

El coste fundamental que se tomará aquí es el sueldo que se le paga a la persona encargada de recibir y almacenar adecuadamente los inventarios en el almacén.

El salario de esa persona es de 9,75 euros/hora. El tiempo por pedido de trabajo necesario, desde que recibe los materiales, verifica los albaranes, los inspecciona y los coloca en el almacén es aproximadamente de 45 minutos. Así pues, el coste unitario de mantener es de 7,3125.

Coste anual de mantener = $(Q/2) \times 7,3125$

La cantidad óptima a ordenar se encontrará cuando el costo anual de preparación es igual al costo anual de mantener: $D/Q \times S = (Q/2) \times H$

Aplicando la fórmula del modelo EOQ:

$$Q^* = \text{Raíz} ((2 \times D \times S) / H)$$

$$Q^* = \text{Raíz} ((2 \times 3306,54 \times 16,35) / 7,3125) = \underline{121,60 \text{ unidades}}$$

Esa cantidad será la cantidad óptima a ordenar cada vez que queramos hacer un pedido.

También es conveniente saber cuándo ordenar, es decir, el ROP o punto de reorden, sabiendo que el tiempo de entrega de la orden es de 4 días.

ROP = Demanda diaria x Tiempo de entrega de la orden

Sabiendo que los días hábiles de la empresa son 249 al año:

$$\text{Demanda diaria} = 3306,54/249 = 13,28$$

$$\text{ROP} = 13,28 \times 4 = 53,12$$

Por tanto será necesario lanzar una orden cuándo haya 53,12 unidades en el almacén.

Esta cantidad Q^* será por tanto la que minimice los costes de inventario, ya que estamos minimizando los costes de ordenar y los costes de mantener. No habrá ningún

problema en almacenar cada vez 121, 60 unidades, ya que el tamaño del almacén es lo suficientemente grande.

Stock de seguridad:

Ahora pasaremos a calcular un stock de seguridad, con el objetivo de que la empresa tenga un margen en caso de que la demanda no sea la esperada y no tenga rupturas de stocks, pudiendo satisfacer por tanto la demanda de sus clientes.

Para ello haremos:

ROP: Demanda esperada durante el tiempo de entrega + stock de seguridad.

Para calcular los datos del stock de seguridad, como la demanda esperada durante el tiempo de entrega o la desviación, utilizaremos la tabla 5.2 donde se ve la demanda que ha habido a lo largo de los últimos años. Respecto al nivel de servicio, dependerá del nivel que quiera el responsable de la empresa. En este caso utilizaremos un 90%.

Utilizando las tablas de la normal vemos que un nivel de servicio corresponde con una Z de 1,2816.

$$\text{ROP} = 53,12 + 1,2816 \times 0,5667 = 53,12 + 0,7262 = 53,85$$

Por tanto, en la empresa tienen que saber que cada vez que quieran abastecerse se deberá hacer un pedido de 54 unidades.

6. CONCLUSIONES

De esta manera se habrá conseguido implementar un modelo a seguir, para gestionar tanto para los artículos de la compañía que tienen una demanda dependiente, como aquellos con demanda independiente. Es decir, la empresa a partir de ahora sabrá qué es lo que tiene que hacer para abastecerse según estos sistemas y evitar así las roturas de stocks.

Anteriormente la empresa como dijimos hacía todas sus compras “a ojo”, pero eso no es lo más adecuado para una compañía y menos para una compañía grande como la que hemos visto. De esta manera hemos conseguido desarrollar un marco que puede ayudar a la empresa en el futuro a hacer una mejor gestión de sus inventarios.

Hay que decir también que en la actualidad existen herramientas informáticas que nos van a ayudar a gestionar nuestros inventarios y almacenes, llamados ERP y que la empresa debería considerar.

Desde los sistemas con licencias más conocidos como SAP, ORACLE... cuya implantación en la empresa puede llegar a costar varios miles de euros a sistemas más baratos o incluso gratis como Odo o Openbravo, pero igualmente útiles. La empresa deberá hacer un estudio de sus necesidades y recursos para ver si estas herramientas tecnológicas les pueden ser útiles para mejorar su desempeño.

7. BIBLIOGRAFÍA

- MÜLLER, M. (2005): Fundamentos de Administración de Inventarios. Norma, Madrid.
- PERDOMO MORENO, A (2004): Administración financiera de inventarios. Ecafsa. Ciudad de México.
- MOYA NAVARRO, MJ (1994): Investigación de operaciones. Euned. San José.
- FERRÍN GUTIÉRREZ, A (2007): Gestión de stocks. FC Editorial. Madrid.
- HEIZER, J y RENDER, B (2009): Principios de Administración y Operaciones. Pearson. Naucalpan.
- ANAYA TEJERO, JJ (2007): Logística integral. La gestión operativa de la empresa. ESIC. Madrid.
- VELASCO SÁNCHEZ, J (2013): Organización de la producción. Pirámide. Madrid.
- ARBONES MALISANI, E (1990): Logística empresarial. Marcombo S.A. Barcelona.
- CHAPMAN, S (2006): Plan y control de la producción. Pearson. Naucalpan.
- KOTLER, P (2003): Dirección de Márketing. Pearson. Ciudad de México.
- ANDRADE ESPINOZA, S (2006): Diccionario de Economía. Andrade. Lima.
- MANKIW, G (2009): Principios de Economía. McGraw-Hill. Madrid.
- HEIZER, J y RENDER, B (2004): Principios de Administración de Operaciones. Pearson. Naucalpan.

ANEXO 1: Ingresos por producto

Registro anual de la demanda de los productos de la empresa:

- Alimentador de placas DL-37

Años	Ingresos
2004	5428
2005	6954
2006	10354
2007	20751
2008	30982
2009	32951
2010	31626
2011	29325
2012	26654
2013	23251
2014	21954
2015	24526
2016	30025

- Alimentador de banda AB-38:

Años	Ingresos
2004	59538
2005	71254
2006	79512
2007	86321
2008	89537
2009	95612
2010	93221
2011	95526
2012	86522
2013	87631
2014	89734
2015	92587
2016	94569

- Amasadora AD-34:

Años	Ingresos
2004	2420
2005	2322
2006	2824
2007	4421
2008	8924
2009	15627
2010	17422
2011	19431
2012	18327
2013	20422
2014	20571
2015	20622
2016	21114

- Cepillador CD-27:

Años	Ingresos
2004	5412
2005	4954
2006	5329
2007	5846
2008	6212
2009	6547
2010	6319
2011	6914
2012	5624
2013	5526
2014	5837
2015	6219
2016	6112

- Desintegrador de papel DP:

Años	Ingresos
2004	84356
2005	86529
2006	94525
2007	96512
2008	102594
2009	104626
2010	102985
2011	95612
2012	93356
2013	89614
2014	94520
2015	104905
2016	106512

- Cintas transportadoras de chapa lateral:

Años	Ingresos
2004	3415
2005	3657
2006	4026
2007	4114
2008	4312
2009	3924
2010	4052
2011	3811
2012	3614
2013	3756
2014	3692
2015	4034
2016	3851

- Cintas transportadoras de chapa plegada:

Años	Ingresos
2004	4912
2005	5023

2006	5114
2007	5229
2008	4815
2009	4926
2010	4793
2011	4897
2012	3527
2013	3655
2014	4046
2015	4236
2016	4191

- Desmenuzador DT-21:

Años	Ingresos
2004	5678
2005	4986
2006	4794
2007	5024
2008	5448
2009	5321
2010	6229
2011	7276
2012	13552
2013	18724
2014	23955
2015	18627
2016	19512

- Laminador LR-29:

Años	Ingresos
2004	64512
2005	68614
2006	74511
2007	78441
2008	83024

2009	84820
2010	79869
2011	75462
2012	75869
2013	76014
2014	80612
2015	83526
2016	87523

- Molino de martillos CS-31:

Años	Ingresos
2004	1148
2005	1246
2006	1512
2007	1329
2008	1612
2009	1448
2010	1667
2011	1593
2012	1824
2013	1762
2014	1312
2015	1392
2016	1401

- Molino de mortillos TL-42:

Años	Ingresos
2004	995
2005	1026
2006	1094
2007	1236
2008	1131
2009	1634
2010	1412
2011	1208

2012	1123
2013	1049
2014	1098
2015	1107
2016	1159

- Molino de martillos CH-31:

Años	Ingresos
2004	1422
2005	1316
2006	1512
2007	1623
2008	1609
2009	1706
2010	1439
2011	1389
2012	1526
2013	1607
2014	1594
2015	1586
2016	1448

- Tamiz TZ:

Años	Ingresos
2004	1928
2005	2026
2006	2112
2007	2321
2008	2098
2009	2229
2010	2306
2011	2359
2012	2435
2013	3224
2014	4059

2015	4116
2016	4225

- Motor diésel 2,2l:

Años	Ingresos
2004	1655
2005	1784
2006	1812
2007	1906
2008	1712
2009	1841
2010	2023
2011	2112
2012	2094
2013	2206
2014	2305
2015	2297
2016	2361

- Motor diésel 5l:

Años	Ingresos
2004	14121
2005	13527
2006	12924
2007	15816
2008	18675
2009	17014
2010	16026
2011	13615
2012	14924
2013	15087
2014	16112
2015	17048
2016	20494

ANEXO 2: Planes de producción semanal (2016)

- Plan de producción semanal Alimentador de banda AB-38:

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad			5		7		10	
Semana	9	10	11	12	13	14	15	16
Cantidad		15		12	5		7	
Semana	17	18	19	20	21	22	23	24
Cantidad	10		5	8		6		9
Semana	25	26	27	28	29	30	31	32
Cantidad		11		5		12	9	
Semana	33	34	35	36	37	38	39	40
Cantidad		8			6	8	12	
Semana	41	42	43	44	45	46	47	48
Cantidad			17	11		14		6
Semana	49	50	51	52				
Cantidad	9		5					

- Plan de producción semanal Laminador LR39:

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad				12		8		9
Semana	9	10	11	12	13	14	15	16
Cantidad		13		6	5		18	
Semana	17	18	19	20	21	22	23	24
Cantidad			15	9	4		10	
Semana	25	26	27	28	29	30	31	32
Cantidad		8		19		8		12
Semana	33	34	35	36	37	38	39	40
Cantidad	6		11		21		6	
Semana	41	42	43	44	45	46	47	48
Cantidad			12		6		17	
Semana	49	50	51	52				
Cantidad		8	10					

ANEXO 3: Lista de materiales

Alimentador de banda AB-38	
Tolva	1
Banda superior 1x 11,5	1
Volante de posición	1
Motor reductor eléctrico	1
Rodillo amortiguador	3
Rueda de soporte	6
Polea P12	1
Chapa. Alum. 1,5 x 2,5	5
Chapa. Poliest. 0,5 x 1,5	4
Lam. acero 0,25 x 1	6
Tubo plást 6x2x1000mm	3
Rejilla metálica 0,5 x 0,75	4
Chapa policarb 2x 0,75	5
Chapa poliuret. 1,5 x 0,75	3
Placa poliprop. 1 x 0,25	6

Laminador LR-29	
Extractor primario Ch	1
Extractor secundario Cv	1
Motor reductor eléctrico	1
Despuntador X2	1
Sensor antivibración	2
Mirilla	2
Elevador	1
Volante trozador V3	1
Traba de seguridad	2
Cortador de base L2	1
Chapa aluminio 1,25 x 2	7
Rodillo tumbador R13	6
Soporte de cribas	4
Deflector	1
Orejas remolque	5
Rodillo alimentador R6	4
Rodillo pateador R20	6

ANEXO 4: Tiempos de entrega

Alimentador de banda AB-38	
Material	Tiempo entrega
Tolva	1
Banda superior 1x 11,5	1
Volante de posición	1
Motor reductor eléctrico	2
Rodillo amortiguador	1
Rueda de soporte	2
Polea P12	2
Chapa. Alum. 1,5 x 2,5	1
Chapa. Poliest. 0,5 x 1,5	1
Lam. acero 0,25 x 1	1
Tubo plást 6x2x1000mm	2
Rejilla metálica 0,5 x 0,75	1
Chapa policarb 2x 0,75	1
Chapa poliuret. 1,5 x 0,75	2
Placa poliprop. 1 x 0,25	1

Laminador LR-29	
Material	Tiempo entrega
Extractor primario Ch	1
Extractor secundario Cv	1
Motor reductor eléctrico	2
Despuntador X2	2
Sensor antivibración	1
Mirilla	1
Elevador	1
Volante trozador V3	2
Traba de seguridad	1
Cortador de base L2	1
Chapa aluminio 1,25 x 2	1
Rodillo tumbador R13	2

Soporte de cribas	2
Deflector	1
Orejas remolque	1
Rodillo alimentador R6	1
Rodillo pateador R20	1

ANEXO 5: Inventario de materiales Desintegrador de papel DP

- Desintegrador de papel DP:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	6		6	185	1110
Enero	12	14	4	185	740
Febrero	25	19	10	185	1850
Marzo	14	26	0	185	0
Abril	45	23	22	185	4070
Mayo	12	16	18	185	3330
Junio	34	25	27	185	4995
Julio	29	32	24	185	11640
Agosto	10	38	0	185	0
Septiembre	40	32	8	185	1480
Octubre	24	19	13	185	2405
Noviembre	25	24	14	185	2590
Diciembre	22	27	9	185	1665

- Motor reductor eléctrico:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C. unit	Valor total
Inv. inicial	4		4	25	100
Enero	45	42	7	25	175
Febrero	51	46	12	25	300
Marzo	39	32	19	25	475
Abril	48	54	13	25	325
Mayo	35	38	10	25	50
Junio	52	56	6	25	150
Julio	60	63	3	25	75
Agosto	72	46	29	25	725

Septiembre	38	40	27	25	675
Octubre	20	32	15	25	375
Noviembre	45	48	12	25	300
Diciembre	34	43	3	25	

- Rueda soporte:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	6		6	1,2	7,2
Enero	245	227	24	1,2	28,8
Febrero	239	234	29	1,2	34,8
Marzo	158	179	29	1,2	34,8
Abril	213	205	8	1,2	9,6
Mayo	179	165	8	1,2	9,6
Junio	210	214	16	1,2	19,2
Julio	239	256	30	1,2	36
Agosto	225	231	26	1,2	31,2
Septiembre	205	186	9	1,2	10,8
Octubre	159	167	3	1,2	3,6
Noviembre	187	195	22	1,2	26,4
Diciembre	179	185	14	1,2	16,8

- Chapa cobre 1,23 x 3:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	12		12	1,35	16,2
Enero	164	169	7	1,35	9,45
Febrero	224	212	19	1,35	25,65
Marzo	130	158	0	1,35	0
Abril	235	182	53	1,35	71,55
Mayo	185	143	95	1,35	128,25
Junio	146	197	44	1,35	59,4
Julio	204	239	9	1,35	12,15
Agosto	227	212	24	1,35	32,4
Septiembre	189	159	54	1,35	72,9

Octubre	142	146	50	1,35	67,5
Noviembre	157	187	20	1,35	27
Diciembre	162	178	4	1,35	5,4

- Perilla de rodamiento:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	12		12	3,25	39
Enero	190	184	18	3,25	58,5
Febrero	177	1692	26	3,25	84,5
Marzo	208	225	9	3,25	29,25
Abril	279	256	32	3,25	104
Mayo	256	248	40	3,25	130
Junio	264	285	19	3,25	61,75
Julio	227	189	57	3,25	185,25
Agosto	184	226	15	3,25	48,75
Septiembre	186	194	7	3,25	22,75
Octubre	235	207	35	3,25	113,75
Noviembre	214	225	24	3,25	78
Diciembre	219	238	5	3,25	16,25

Polines de acero P28:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	26		26	2,75	71,5
Enero	322	306	42	2,75	115,5
Febrero	279	315	6	2,75	16,5
Marzo	337	289	54	2,75	148,5
Abril	312	336	30	2,75	82,5
Mayo	284	275	39	2,75	107,25
Junio	306	292	53	2,75	145,75
Julio	294	325	22	2,75	60,5
Agosto	281	288	15	2,75	41,25
Septiembre	319	295	39	2,75	107,25
Octubre	269	277	31	2,75	85,25
Noviembre	326	329	28	2,75	77

Diciembre	295	314	9	2,75	24,75
-----------	-----	-----	---	------	-------

- Manija industrial:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	13		13	1,25	16,25
Enero	54	48	19	1,25	23,75
Febrero	42	57	4	1,25	5
Marzo	77	64	17	1,25	21,25
Abril	48	51	14	1,25	17,5
Mayo	59	49	24	1,25	30
Junio	46	62	7	1,25	8,75
Julio	62	59	10	1,25	12,5
Agosto	64	74	0	1,25	0
Septiembre	76	68	8	1,25	10
Octubre	59	55	12	1,25	15
Noviembre	65	72	5	1,25	6,25
Diciembre	81	78	8	1,25	10

- Polea dentada:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	6		6	5,35	32,1
Enero	129	114	21	5,35	112,35
Febrero	131	134	18	5,35	96,3
Marzo	119	126	11	5,35	58,85
Abril	142	107	46	5,35	246,1
Mayo	124	145	25	5,35	133,75
Junio	187	163	49	5,35	262,15
Julio	148	171	26	5,35	139,1
Agosto	156	159	23	5,35	123,05
Septiembre	113	125	11	5,35	58,85
Octubre	145	137	19	5,35	101,65
Noviembre	126	115	30	5,35	160,5
Diciembre	102	122	10	5,35	53,5

- Cedazo CH:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	8		8	8,4	67,2
Enero	49	47	10	8,4	84
Febrero	55	53	12	8,4	100,8
Marzo	58	45	25	8,4	210
Abril	45	49	21	8,4	176,4
Mayo	47	51	17	8,4	142,8
Junio	54	62	9	8,4	75,6
Julio	56	48	17	8,4	142,8
Agosto	41	54	4	8,4	33,6
Septiembre	62	59	7	8,4	58,8
Octubre	67	63	11	8,4	92,4
Noviembre	52	48	15	8,4	126
Diciembre	43	53	5	8,4	42

- Templador T12:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	2		2	2,25	4,5
Enero	67	58	11	2,25	24,75
Febrero	78	83	6	2,25	13,5
Marzo	94	89	11	2,25	24,75
Abril	83	75	19	2,25	42,75
Mayo	90	97	12	2,25	27
Junio	85	90	7	2,25	15,75
Julio	95	84	18	2,25	40,5
Agosto	82	72	28	2,25	63
Septiembre	75	75	28	2,25	63
Octubre	68	86	10	2,25	22,5
Noviembre	87	90	7	2,25	15,75
Diciembre	74	78	3	2,25	6,75

- Chapa latón 1,5 x 2:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	15		15	1,45	21,75
Enero	184	178	21	1,45	30,45
Febrero	172	186	7	1,45	10,15
Marzo	192	169	30	1,45	43,5
Abril	161	184	7	1,45	10,15
Mayo	210	173	44	1,45	63,8
Junio	195	180	59	1,45	85,55
Julio	179	169	69	1,45	100,05
Agosto	155	175	49	1,45	71,05
Septiembre	182	190	41	1,45	59,45
Octubre	167	187	21	1,45	30,45
Noviembre	172	168	25	1,45	36,25
Diciembre	163	176	12	1,45	17,4

- Pletinas acero 0,25 x 2:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	27		27	0,04	1,08
Enero	1312	1214	125	0,04	5
Febrero	1435	1326	234	0,04	9,36
Marzo	1250	1520	0	0,04	0
Abril	1459	1284	175	0,04	7
Mayo	1326	1249	252	0,04	10,08
Junio	1352	1306	298	0,04	11,92
Julio	1228	1493	33	0,04	1,32
Agosto	1412	1384	61	0,04	2,44
Septiembre	1231	1129	163	0,04	6,52
Octubre	1115	1239	39	0,04	1,56
Noviembre	1184	1206	17	0,04	0,68
Diciembre	1352	1354	15	0,04	0,6

- Chapa aluminio 2 x 2,5:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total

Inv. inicial	18		18	1,15	20,7
Enero	92	65	45	1,15	51,75
Febrero	64	72	37	1,15	42,55
Marzo	67	89	15	1,15	17,25
Abril	78	62	31	1,15	35,65
Mayo	86	98	19	1,15	21,85
Junio	95	104	10	1,15	11,5
Julio	127	112	25	1,15	28,75
Agosto	97	86	36	1,15	41,4
Septiembre	84	77	43	1,15	49,45
Octubre	53	69	27	1,15	31,05
Noviembre	82	94	15	1,15	17,25
Diciembre	96	87	24	1,15	27,6

- Piñón P24:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	23		23	3,2	73,6
Enero	162	135	50	3,2	160
Febrero	104	142	12	3,2	38,4
Marzo	139	112	39	3,2	124,8
Abril	124	146	17	3,2	54,4
Mayo	155	152	20	3,2	64
Junio	168	114	74	3,2	236,8
Julio	112	95	91	3,2	291,2
Agosto	79	87	83	3,2	265,6
Septiembre	56	104	35	3,2	112
Octubre	89	113	11	3,2	35,2
Noviembre	115	122	4	3,2	12,8
Diciembre	141	137	8	3,2	25,6

- Tubo termoretráctil RL:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	12		12	1,2	14,4
Enero	167	159	20	1,2	24
Febrero	184	178	26	1,2	31,2

Marzo	206	195	37	1,2	44,4
Abril	156	162	31	1,2	37,2
Mayo	212	185	58	1,2	69,6
Junio	167	156	69	1,2	82,8
Julio	134	179	24	1,2	28,8
Agosto	195	202	17	1,2	20,4
Septiembre	187	184	20	1,2	24
Octubre	179	162	37	1,2	44,4
Noviembre	214	231	20	1,2	24
Diciembre	210	216	14	1,2	16,8

- Chapa policarbonato 2 x 0,5:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	24		24	1,39	33,36
Enero	146	125	45	1,39	62,55
Febrero	125	138	32	1,39	44,48
Marzo	102	119	15	1,39	20,85
Abril	158	146	27	1,39	37,53
Mayo	149	129	47	1,39	65,33
Junio	135	154	28	1,39	38,92
Julio	166	172	22	1,39	30,58
Agosto	149	136	35	1,39	48,65
Septiembre	132	141	26	1,39	36,14
Octubre	178	159	45	1,39	62,55
Noviembre	156	162	39	1,39	54,21
Diciembre	163	174	28	1,39	38,92

- Tornillo rosca chapa DIN 7981:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	112		112	0,03	3,36
Enero	1328	1114	326	0,03	9,78
Febrero	1412	1228	510	0,03	15,3
Marzo	1235	1345	400	0,03	12
Abril	1546	1416	530	0,03	15,9

Mayo	1322	1259	593	0,03	17,79
Junio	1281	1316	558	0,03	16,74
Julio	1146	1294	410	0,03	12,3
Agosto	1159	1273	296	0,03	8,88
Septiembre	1136	1312	120	0,03	3,6
Octubre	1592	1409	303	0,03	9,09
Noviembre	1426	1495	234	0,03	7,02
Diciembre	1276	1386	124	0,03	3,72

- Tuerca hexagonal DIN 934:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	186		186	0,05	9,3
Enero	1115	924	377	0,05	18,85
Febrero	990	876	491	0,05	24,55
Marzo	846	1020	317	0,05	15,85
Abril	924	1113	128	0,05	6,4
Mayo	1129	985	272	0,05	13,6
Junio	1015	1046	241	0,05	12,05
Julio	852	929	164	0,05	8,2
Agosto	938	844	258	0,05	12,9
Septiembre	1046	936	368	0,05	18,4
Octubre	927	919	376	0,05	18,8
Noviembre	945	1132	189	0,05	9,45
Diciembre	1183	1086	286	0,05	14,3

- Arandelas metálicas DIN 125:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	312		312	0,02	6,24
Enero	1227	1315	224	0,02	4,48
Febrero	1116	1228	112	0,02	2,24
Marzo	1314	1195	231	0,02	4,62
Abril	1421	1207	445	0,02	8,9
Mayo	1389	1239	595	0,02	11,9
Junio	1214	1322	487	0,02	9,74
Julio	942	1185	244	0,02	4,88

Agosto	1134	1047	331	0,02	6,62
Septiembre	1247	1123	455	0,02	9,1
Octubre	1128	1182	401	0,02	8,02
Noviembre	1049	1209	241	0,02	4,82
Diciembre	1261	1254	248	0,02	4,96

- Espárrago allen 916:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	239		239	0,15	35,85
Enero	824	714	349	0,15	52,35
Febrero	712	834	227	0,15	34,05
Marzo	894	793	328	0,15	49,2
Abril	724	766	286	0,15	42,9
Mayo	1023	925	384	0,15	57,6
Junio	832	981	235	0,15	35,25
Julio	1142	1024	353	0,15	52,95
Agosto	912	1113	152	0,15	22,8
Septiembre	1039	937	254	0,15	38,1
Octubre	1042	898	398	0,15	59,7
Noviembre	874	846	426	0,15	63,9
Diciembre	830	929	327	0,15	49,05

- Tornillo cabeza alomada:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	429		429	0,12	51,48
Enero	1224	1392	261	0,12	31,32
Febrero	1327	1228	360	0,12	43,2
Marzo	1295	1127	528	0,12	63,36
Abril	1128	1305	351	0,12	42,12
Mayo	1452	1221	582	0,12	69,84
Junio	1216	1089	709	0,12	85,08
Julio	1085	1135	659	0,12	79,08
Agosto	1130	1241	548	0,12	65,76
Septiembre	1238	1182	604	0,12	72,48

Octubre	1168	1302	470	0,12	56,4
Noviembre	1297	1286	481	0,12	57,72
Diciembre	1295	1244	532	0,12	63,84

- Tuerca autoblocante 985,8:

Fecha	Entradas	Salidas	Existencias		
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	C.unit	Valor total
Inv. inicial	698		698		62,82
Enero	1355	1524	529	0,09	47,61
Febrero	1384	1426	487	0,09	43,83
Marzo	1549	1315	721	0,09	64,89
Abril	1210	1474	457	0,09	41,13
Mayo	1476	1502	431	0,09	38,79
Junio	1612	1581	462	0,09	41,58
Julio	1784	1592	654	0,09	58,86
Agosto	1529	1387	796	0,09	71,64
Septiembre	1305	1322	779	0,09	70,11
Octubre	1284	1415	648	0,09	58,32
Noviembre	1197	1438	407	0,09	36,63
Diciembre	1495	1317	585	0,09	52,65

ANEXO 6: Liberaciones planeadas sin stock de seguridad

<i>Semana</i>	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Requerimiento bruto Desintegrador</i>			9	7	8	13	4		13	9		9
Desintegrador de papel DP				5	13	4		13	9		9	
Armazón inferior			5	13	4		13	9		9		
Ensamble superior			5	13	4		13	9		9		
Armazón lateral		10	26	8		26	18		18			
Motor reductor eléctrico	2	13	4		13	9		9				
Rueda soporte		25	65	20		65	46		45			
Chapa cobre 1,25 x 3	16	52	52		52	36		36				
Perilla de rodamiento		25	78	24		78	54		54			
Polines de acero P28	31	104	32		104	72		72				

Tuerca hexagonal DIN 934			596	196		637	441		441			
Tornillos rosca chapa DIN 7981		186	806	248		806	558		558			
Manija industrial		10	26	8		26	18		18			
Polea dentada	10	52	16		52	36		36				
Cedazo CH		13	4		13	9		9				
Templador T12		7	26	8		26	18		18			
Chapa latón 1,5 x 2	8	52	16		52	36		36				
Arandelas metálicas DIN 125		42	754	232		754	522		522			
Espárrago allen 916			483	180		585	405		405			
Pletinas acero 0,25 x 2	75	234			234	162		162				
Chapa aluminio 2 x 2,5	16	104	32		104	72		72				
Piñón P24	52	156	48		156	108		108				
Tubo termoretráctil RL	56	182	56		182	126		126				
Chapa policarbonato 2 x 0,5	32	156	48		156	108		108				
Tornillo cabeza alomada 7985	800	296		962	666		666					
Tuerca autoblocante 985,8		747	296		962	666		666				