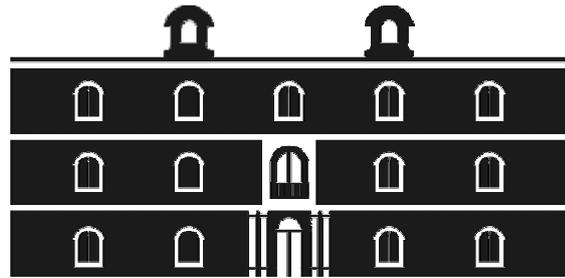


Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**  
etsii UPCT

## Proyecto Fin de Carrera

# Diseño de una Planta Industrial Productora de Film y Máquinas Envolvedoras.

Titulación: Ingeniería de Organización  
Industrial.

Alumno/a: D. José Montoya Belmonte

Director/a/s: D. José Manuel Olmos  
Noguera

Cartagena, 24 de Julio de 2015



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi tutor, por su ayuda, por corregirme con respeto, y por hacer que este proyecto haya sido un camino agradable.

A mi familia, por haberme dado siempre su apoyo y cariño incondicional, por estar siempre ahí y haberme enseñado la virtud del esfuerzo y haber hecho de mí la persona que soy

Y a Cristina, por estar ahí todo este tiempo sin ningún tipo de reproche, por convertir los días malos en días buenos, por haberme sabido escuchar y apoyarme en todas las decisiones en todo momento y regalarme siempre una sonrisa. Por todo lo que hemos vivido y sobre todo, por hacerme feliz.

# Índice

1.	Introducción .....	9
2.	Objetivos .....	9
3.	Legislación .....	10
3.1.	Legislación Envases.....	10
3.1.1.	¿Qué legislación afecta a los envases y residuos de envases en la Comunidad Valenciana? .....	10
3.1.2	¿Qué obligaciones concretas tienen las empresas? .....	13
3.1.3	La declaración anual de envases y residuos de envases ¿En qué consiste? .	14
3.1.4	¿El PEP en qué consiste? .....	15
3.2	Legislación y normativa aplicable en materia de seguridad y salud en el trabajo.....	16
3.2.1	Condiciones generales de seguridad en los lugares de trabajo.....	17
3.2.1.1	Seguridad Estructural. ....	17
3.2.1.2	Espacios de trabajo y zonas peligrosas.....	17
3.2.1.3	Suelos, aberturas, desniveles y barandillas.....	18
3.2.1.4	Tabiques, ventanas y vanos. ....	19
3.2.1.5	Vías de Circulación .....	19
3.2.1.6	Puertas y portones.....	20
3.2.1.7	Rampas, escaleras fijas y de servicio. ....	21
3.2.1.8	Escalas fijas .....	22
3.2.1.9	Escaleras de mano .....	22
3.2.1.10	Vías y salidas de evacuación .....	23
3.2.1.11	Condiciones de protección contra incendios. ....	24
3.2.1.12	Instalación eléctrica .....	25

3.2.1.13	Minusválidos .....	25
3.2.2	Orden, limpieza y mantenimiento .....	25
3.2.3	Condiciones ambientales de los lugares de trabajo .....	26
3.2.4	Iluminación. ....	27
3.2.5	Servicios higiénicos y locales de descanso. ....	29
3.2.5.1	Agua potable.....	29
3.2.5.2	Vestuarios, duchas, lavabos y retretes .....	29
3.2.5.3	Locales de descanso .....	30
3.2.5.4	Locales provisionales y trabajos al aire libre.....	31
3.2.6	Material y locales de primeros auxilios. ....	32
3.2.7.	Información a los trabajadores. ....	32
4.	El producto. ....	33
4.1.	Clases de Producto.....	33
4.1.1.	Film .....	33
4.1.2.	Envolvedoras.....	35
5.	Know-How del proceso.....	36
6.	Planificación del Proceso. ....	36
6.1.	VSM Film Actual.....	37
6.2.	VSM Film Futuro.....	37
6.3.	Envolvedora Actual .....	38
6.4.	Envolvedora Futuro .....	39
7.	Operaciones de Producción.....	40
8.	Organización Jerárquica de la Empresa. ....	41
9.	Localización .....	43
9.1.	Importancia de la Localización.....	43
9.1.1.	Procedimiento General para la Toma de Decisiones de Localización .....	44
9.2.	Método de Selección de Localización .....	46

9.2.1.	Método de Gravitación.....	46
9.2.2.	Método de Ponderación.....	49
9.2.2.1.	Factores de Política de Empresa.....	51
9.2.2.2.	Factores de Costes .....	52
9.2.2.3.	Factores de Personal .....	53
9.2.2.4.	Factores del Marco Natural .....	54
9.2.2.5.	Factores del Marco Social .....	55
9.2.2.6.	Otros Factores.....	56
9.3.	Selección de la Localización de Nuevas Instalaciones (Nivel Nacional).....	57
9.3.1.	Estudio del Resultado de la Ponderación .....	58
9.4.	Selección de la Localización de Nuevas Instalaciones (Nivel Regional).....	59
9.4.1.	Parque empresarial Juan Carlos I (2da fase).....	59
9.4.2.	Parques empresariales Paterna .....	60
9.4.3.	Parc Sagunt.....	64
10.	Distribución en Planta-LayOut .....	66
10.1.	Objetivos de la distribución en planta.....	69
10.2.	Naturaleza de los problemas de distribución en planta.....	70
10.3.	Tipos básicos de distribución en planta.....	72
10.4.	Tipología de almacenes. Según el flujo dentro del almacén.....	75
10.4.1.	En U.....	75
10.4.2.	En L o T.....	75
10.4.3.	En I.....	75
10.5.	Metodología S.L.P “SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING” .....	76
10.5.1.	Análisis Producto-Cantidad.....	78
10.5.2.	Análisis de Recorrido .....	81
10.5.3.	Relación entre actividades .....	82
10.5.4.	Diagrama de relaciones .....	85

10.5.4.1.	Film.....	86
10.5.4.2.	Enfardadora .....	87
10.5.5.	Relación de Áreas.....	88
10.5.6.	Factores Influyentes.....	88
10.5.6.1.	Factor Material .....	89
10.5.6.2.	Factor Maquinaria .....	89
10.5.6.3.	Factor Hombre.....	89
10.5.6.4.	Factor Movimiento .....	89
10.5.6.5.	Factor Espera.....	90
10.5.6.6.	Factor Servicio.....	90
10.5.6.7.	Factor edificio.....	90
10.5.6.8.	Factor Cambio.....	90
10.5.7.	Generación de alternativas .....	91
10.5.7.1.	Métodos exactos (óptimos).....	91
10.5.7.2.	Heurísticas específicas del problema.....	92
10.5.7.3.	Metaheurísticas.....	93
10.5.7.4.	CORELAP ( Computerized Relationship Layout Planning).....	95
10.5.8.	Evaluación y Selección de alternativas de distribución en planta. ....	99
10.5.8.1.	Análisis de las ventajas e inconvenientes.....	100
10.5.8.2.	Comparación de costes y justificación .....	100
10.5.8.3.	Análisis de los factores ponderados. ....	101
10.6.	Bocetos.....	106
10.7.	Diseño de Ingeniería .....	107
11.	Estudio de Costes .....	115
11.1.	Situación Actual de Entradas/Salidas.....	115
11.2.	Recursos de Manipulación .....	116
11.2.1.	Estimación de Entradas .....	117

11.2.2.	Estimación de Devoluciones .....	118
11.2.3.	Estimación de Salidas.....	118
11.2.4.	Estimación de la Producción .....	119
11.3.	Asignación de Recursos .....	120
11.3.1.	Asignación de Recursos al Turno de Mañana .....	120
11.3.2.	Asignación de Recursos al Turno de Tarde.....	120
11.3.3.	Asignación de Recursos de la Empresa.....	121
11.4.	Presupuesto de Inversión.....	121
11.5.	Presupuesto Operativo .....	123
11.6.	Coste de la Situación Actual .....	128
12.	Estudio de Viabilidad Económica.....	131
12.1.	Evaluación Económica.....	131
12.2.	Análisis de la Rentabilidad.....	131
12.3.	Tasa de Rendimiento Contable .....	133
12.4.	Valor Actual Neto .....	133
12.5.	Periodo Interno de Recuperación .....	133
12.6.	Retorno de la Inversión (ROI).....	134
13.	Conclusiones .....	135
14.	Bibliografía .....	140
15.	Anexos.....	142

# 1. Introducción

La preocupación por la eficiencia de los métodos productivos se ha mantenido a lo largo del tiempo y viene causada principalmente por el hecho de la escasez de recursos. Sin embargo, las consideraciones relativas al diseño que debería adoptar un área de trabajo son también determinantes en los resultados productivos de la empresa. En la literatura especializada se establecen una serie de principios que intentan ayudar en la tarea de diseño. Estos principios se siguen en este trabajo para conseguir el diseño de una planta eficiente, y son, entre otros: (a) integración del conjunto; (b) mínima distancia recorrida; (c) flujo de materiales; (d) satisfacción y seguridad de los trabajadores y (e) flexibilidad.

# 2. Objetivos

El objetivo de este proyecto final de carrera es diseñar una Planta Industrial de producción y comercialización de film y de maquinaria para envolver que emplean dicho film.

Un aspecto fundamental del proyecto es aplicar los métodos de distribución en planta a este proceso industrial.

Este trabajo va a consistir en una aplicación práctica a un caso real. Se parte de una empresa que tiene todos sus procesos externalizados y únicamente da servicio en la actualidad. Esta empresa pretende construir la planta para poder realizar también las actividades de producción. Se considerará un nivel de producción determinado para obtener así el diseño general de la planta industrial.

Para la consecución de dichos objetivos se procederá a:

- Recopilar legislación y normativa aplicable en materia seguridad y salud en el trabajo y de medio ambiente.
- Recopilar información sobre el proceso de producción elegido. Medios necesarios y sus características técnicas.
- Estudiar la localización de la planta. Evaluar varios criterios, tales como la proximidad o facilidad para el suministro de las materias primas, así como las necesidades del mercado en cuanto a plazos de entrega del producto.
- A partir de un nivel de producción máximo anual, determinar los recursos necesarios (maquinaria, mano de obra y materias primas). Descripción detallada del proceso productivo.
- Aplicar los métodos de distribución en planta. Identificar las áreas de trabajo y departamentos necesarios. Calcular las necesidades de espacio de cada área. Caracterizar las relaciones entre las actividades y los espacios necesarios. Plantear alternativas y evaluar las mismas. Elegir y justificar la distribución en planta final.
- Análisis económico de los costes de producción en la planta diseñada.

## 3. Legislación

### 3.1. Legislación Envases

El producto se encuentra recogido dentro de la ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.

Atendiendo a la definición dada por esta ley se define como envase: “Todo producto fabricado con materiales de cualquier naturaleza y que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo. Se considerarán también envases todos los artículos desechables utilizados con este mismo fin. Dentro de este concepto se incluyen únicamente los envases de venta o primarios, los envases colectivos o secundarios y los envases de transporte o terciarios”.

Siendo:

- 1. Primario o de venta: está en contacto directo con el producto contenido y constituye, en el punto de venta, una unidad de venta inseparable destinada al consumidor o usuario final.
- 2. Secundario o colectivo: concebido para contener en el punto de venta una agrupación de unidades de venta que bien se venderán tal cual, como es el caso de las tiendas de mayoristas, o bien serán puramente contenedores de unidades de venta para ser repuestas en los anaqueles y estantes a medida que se vendan.
- 3. Terciario o de transporte: facilita la manipulación y el transporte de varias unidades de venta o embalajes colectivos.

Por tanto el film es usado para proteger y distribuir una mercancía y puede ser considerado un envase.

#### 3.1.1. ¿Qué legislación afecta a los envases y residuos de envases en la Comunidad Valenciana?

- En primer lugar la normativa europea sobre envases y residuos de envases. Integrada, principalmente por la **Directiva 94/62/CE**, relativa a los envases y residuos de envases, y la Directiva 2004/12/CE por la que se modifica la primera Directiva.

Unión Europea trata de evitar el impacto ambiental que producen los envases, mediante la creación de un marco legislativo que tiene como objeto proteger el medio ambiente, a la vez que pretende garantizar también el funcionamiento del mercado interior, evitando obstáculos al libre comercio y la competencia dentro de la Unión. Para ello:

- **Prioriza la prevención de la producción de residuos de envases**, asumiendo como principios fundamentales la reutilización de los envases, el reciclado y otras formas de valorización de los residuos de los mismos.

- **Propone el sistema de devolución, recogida y valorización como modelo de gestión** eficaz de los envases y residuos de envases.
  - **Define y revisa periódicamente los objetivos de reciclado y valorización**, intentando adaptar la gestión de los envases y residuos de envases, al progreso científico-técnico.
  - Establece la necesidad de limitar la presencia de metales nocivos y de otras sustancias en los envases.
  - Separación de los residuos en origen y las capacidades de aprovechamiento y reciclado de las empresas para que tengan mejor salida al mercado.
  - Y anima a los Estados miembros a que apliquen medidas eficaces de prevención, que fomenten la recuperación de energía y el uso de materiales obtenidos a partir de residuos de envases reciclados.
- En segundo lugar la normativa española Ley 11/1997 de envases y residuos de envases y un Real decreto 782/1998, para el desarrollo y la ejecución de la Ley11/1997

La Ley:

- Fija el principio de responsabilidad compartida en materia de medio ambiente entre las distintas Administraciones Públicas, al tiempo que permite la participación de los agentes económicos y sociales.
  - Fija principios de actuación de las Administraciones Públicas para fomentar la prevención y la reutilización de los envases.
  - Fija dos procedimientos diferentes para cumplir unos objetivos de reciclado (SDDR (Sistema de Depósito, Devolución y Retorno) y SIG (Sistema Integrado de Gestión) de residuos de envases y envases usados, o, en el caso de los envases industriales y comerciales, da la posibilidad de la exclusión de estos Sistemas de gestión de envases (En base a lo dispuesto en la Disposición Adicional 1ª de la Ley 11/1997). En cualquier caso buscan garantizar la recogida periódica y el cumplimiento de los objetivos de reciclado y valorización fijados.
  - También destacan los PEP (Planes Empresariales de Prevención de residuos de envases) y la Declaración anual de envases y residuos de envases por parte de los agentes económicos como principales mecanismos para garantizar la prevención y reducción fijadas por la Ley.
- En tercer lugar la Normativa de la Comunidad Valenciana en cuanto a la normativa autonómica sobre envases. En la Comunidad Valenciana existe una norma por la que se facilita a todos los agentes económicos domiciliados en la Comunidad Valenciana que deben cumplir con este trámite: un modelo de Declaración Anual de Envases y Residuos de Envases.
- Y en cuarto lugar hay que conocer la normativa sobre residuos. Cuando se considera la gestión de los envases y residuos de envases, se ha de tener en

cuenta, no sólo la normativa específica de envases, sino también la relativa a residuos en general (Ley 10/1998 de residuos y Ley 10/2000 de residuos de la Comunidad Valenciana). En este aspecto, Ley 10/1998 de residuos y la Ley 10/2000 de residuos de la Comunidad Valenciana constituyen la legislación más importante al respecto, y crean un marco de actuación para los residuos en general, y en particular para los clasificados como peligrosos.

Un resumen de la legislación sobre envases y residuos de envases:

### EUROPA

- Directiva 94/62/CE**, relativa a los envases y residuos de envases.
- Directiva 2004/12/CE** por la que se modifica la anterior Directiva.

### ESPAÑA

- R.D. 833/1988**, reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 básica de residuos tóxicos y peligrosos.
- R.D. 952/1997**, el cual modifica el reglamento para la Ley 20/1986 básica de residuos tóxicos y peligrosos aprobada mediante R.D. 833/1988.
- Ley 11/1997** de envases y residuos de envases, con sus correspondiente reglamentos, desarrollado por el:
  - R.D. 782/1998**, para el desarrollo y la ejecución de la Ley 11/1997.
- Ley 10/1998**, de residuos.
- R.D. 252/2006**, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997.

### COMUNIDAD VALENCIANA

- Ley 10/2000**, de residuos de la Comunidad Valenciana.
- Orden de 5 de diciembre de 2002**, de la Conselleria de Medio Ambiente, por la que se regula el modelo de la Declaración Anual de Envases y Residuos de Envases.

### 3.1.2 ¿Qué obligaciones concretas tienen las empresas?

- Presentar ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma la Declaración anual de envases antes del 31 de marzo de cada año.
- Realizar y presentar cada 3 años el Plan Empresarial de Prevención de envases (PEP) y el informe anual de seguimiento del PEP en función de la cantidad de envases y los materiales que los componen.

Las empresas envasadoras tienen unas obligaciones concretas según estén adheridas a sistemas de gestión de envases o no. Estas obligaciones vienen resumidas en la siguiente tabla:

REQUISITO ADMINISTRATIVO	PERIODO	MODO DE GESTIÓN		
		SIG	SDDR	Disp. Ad. 1 <sup>a</sup> *
Declaración anual de envases.	Anual	Las empresas facilitan los datos al SIG y éste presenta la Declaración. Antes del 28 de febrero.	La empresa presenta la Declaración. Antes del 31 de marzo.	La empresa presenta la Declaración. Antes del 31 de marzo.
Plan Empresarial de Prevención de Residuos de envases. PEP.	Cada 3 años**	El SIG es el responsable de presentar el PEP, a partir de los datos facilitados por la empresa. La empresa se responsabiliza del cumplimiento del PEP.	La empresa es el responsable de presentar el PEP, así como de velar por el cumplimiento de éste.	La empresa es el responsable de presentar el PEP, así como de velar por el cumplimiento de éste.
Informes de seguimiento del PEP.	Anual Una vez aprobado el PEP, por el Org. Comp. de la CCAA.	La empresa adherida al SIG le facilita los datos al SIG, de la manera que han establecido.	La empresa realiza y presenta el seguimiento (grado de cumplimiento del PEP). Antes del 31 de marzo.	La empresa realiza y presenta el seguimiento (grado de cumplimiento del PEP). Antes del 31 de marzo.
Notificación órgano competente Comunidad Autónoma.			Cuando se establezca su puesta en práctica.	Cuando se acoga a esta disposición. A cada CCAA donde comercialice sus productos.
Marcado específico con logo.		Sí	Sí	No
Pago / Cobro de...		"punto verde" Separado del precio en factura y sin IVA.	"depósito" Separado del precio en factura y sin IVA.	Notificación en la factura que el responsable de la entrega del residuo de envase es el poseedor final.
Límite de sustancias peligrosas: Cromo hexavalente, plomo, cadmio y mercurio.		Suma de las concentraciones de estos metales pesados no puede superar 100 ppm en peso.	Suma de las concentraciones de estos metales pesados no puede superar 100 ppm en peso.	Suma de las concentraciones de estos metales pesados no puede superar 100 ppm en peso.

\* Envases industriales o comerciales que las empresas responsables de su primera puesta en el mercado deciden voluntariamente acogerse a la Disposición Adicional Primera de la Ley 11/1997.

\*\* Siempre que se tenga la obligación de presentar el PEP. Ver cantidades límite según R.D.782/1998.

Tabla 1.Obligaciones.

En este caso al no estar adheridos (por tener envases industriales o comerciales) se deberá cumplir:

- Notificar a la Dirección General de Calidad Ambiental de la Conselleria de Territorio y Vivienda de la Generalitat Valenciana y al órgano competente de cada una de las Comunidades Autónomas donde comercialice sus productos, que decide no adherirse a un Sistema de gestión de envases.

Para ello en el documento deberá hacer constar los siguientes conceptos:

- Que se acoge a la excepción prevista en la Disposición Adicional Primera de la Ley 11/97, de 24 de abril de Envases y Residuos de Envases y al art. 18 del R.D. 782/98, de 30 de abril, por el que se aprueba su Reglamento.
  - Y que comercializa sus productos en las Comunidades Autónomas siguientes: (deberá hacer constar en qué Comunidades Autónomas).
- 
- Deberá explicitar en los documentos utilizados para la venta o transmisión de productos de todas las operaciones de compraventa de envases la siguiente leyenda: “el responsable de la entrega del residuo de envase o envase usado, para su correcta gestión ambiental, será el poseedor final”.
- 
- Mantener al día los documentos acreditativos necesarios para demostrar los datos asociados a la gestión de envases, a requerimiento de dicha información por parte del órgano competente de la Comunidad Autónoma.

### **3.1.3 La declaración anual de envases y residuos de envases ¿En qué consiste?**

La Declaración Anual de envases y residuos de envases es un documento que deben cumplimentar todos y cada uno los agentes económicos implicados en la cadena de puesta en el mercado, consumo y gestión como residuo, de los envases y residuos de envases.

Esta declaración sirve para informar a la administración sobre la descripción de los envases y los materiales de que están fabricados, así como las cantidades de cada uno de ellos que ponen, reciben o retiran del mercado y será presentado antes del 31 de marzo de cada año.

### 3.1.4 ¿El PEP en qué consiste?

El Plan empresarial de Prevención de residuos de envases es un documento emitido por la empresa envasadora, en el que se establecen los objetivos de prevención, reducción y minimización de envases y embalajes que tiene previsto cumplir para un período de tres años, respecto de todos los envases que ponga en el mercado.

Este plan está enfocado a optimizar el diseño y proceso de fabricación de los envases con el fin de minimizar y prevenir, en origen, la proliferación de residuos de envases y garantizar el cumplimiento de los objetivos de prevención y reducción fijados en la Ley 11/1997.

Cantidades límite para la realización de los PEP. R.D. 782/1998.

MATERIAL	CANTIDADES (tn)
Vidrio	250
Acero	50
Aluminio	30
Plástico	21
Madera	16
Cartón o materiales compuestos	14
Varios materiales y cada uno no supera, de forma individual las anteriores cantidades	350

Tabla 2: Cantidad límite realización PEP

Este plan se deberá presentar un PEP cada tres años, antes del 31 de marzo (aunque anualmente debe presentarse un informe de seguimiento).

También deberá ser revisado si se produce un cambio significativo del proceso productivo o del tipo de envases utilizados.

Este contenido de este plan incluye:

- Los objetivos de prevención cuantificados
- Las medidas previstas para alcanzarlos, y
- Los mecanismos de control para comprobar su cumplimiento.

### **3.2 Legislación y normativa aplicable en materia de seguridad y salud en el trabajo.**

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, y por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, tiene entre sus cometidos el relativo a la elaboración de Guías destinadas a la evaluación y prevención de los riesgos laborales.

Por otra parte, el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, y por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, encomienda, de manera específica, en su disposición final primera, al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo la elaboración y el mantenimiento actualizado de una Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo.

Es preciso tener en cuenta que la reglamentación general sobre seguridad y salud en el trabajo, constituida principalmente por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Por lo tanto, junto a las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, el empresario debe asegurar también el cumplimiento de los preceptos de carácter general contenidos en la Ley y Reglamento citados.

#### **Artículo 1. Objeto.**

1. El presente Real Decreto establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo.

2. Este Real Decreto no será de aplicación a:

(a) Los medios de transporte utilizados fuera de la empresa o centro de trabajo, así como a los lugares de trabajo situados dentro de los medios de transporte.

(b) Las obras de construcciones temporales o móviles.

(c) Las industrias de extracción.

(d) Los buques de pesca.

(e) Los campos de cultivo, bosques y otros terrenos que formen parte de una empresa o centro de trabajo agrícola o forestal pero que estén situados fuera de la zona edificada de los mismos

#### **Artículo 2. Definiciones.**

1. A efectos del presente Real Decreto se entenderá por lugares de trabajo las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo.

Se considerarán incluidos en esta definición los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores.

2. Las instalaciones de servicio o protección anejas a los lugares de trabajo se considerarán como parte integrante de los mismos.

#### **Artículo 4. Condiciones Constructivas.**

1. El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores.

2. El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, especialmente en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

3. Los lugares de trabajo deberán cumplir, en particular, los requisitos mínimos de seguridad.

### **3.2.1 Condiciones generales de seguridad en los lugares de trabajo**

#### **3.2.1.1 Seguridad Estructural.**

1º Los edificios y locales de los lugares de trabajo deberán poseer la estructura y solidez apropiadas a su tipo de utilización. Para las condiciones de uso previstas, todos sus elementos, estructurales o de servicio, incluidas las plataformas de trabajo, escaleras y escalas, deberán:

a) Tener la solidez y la resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

b) Disponer de un sistema de armado, sujeción o apoyo que asegure su estabilidad.

2ª Se prohíbe sobrecargar los elementos citados en el apartado anterior. El acceso a techos o cubiertas que no ofrezcan suficientes garantías de resistencia sólo podrá autorizarse cuando se proporcionen los equipos necesarios para que el trabajo pueda realizarse de forma segura.

#### **3.2.1.2 Espacios de trabajo y zonas peligrosas.**

1º Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

a) 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.

b) 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.

c) 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

2º La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar.

Cuando, por razones inherentes al puesto de trabajo, el espacio libre disponible no permita que el trabajador tenga la libertad de movimientos necesaria para desarrollar su actividad, deberá disponer de espacio adicional suficiente en las proximidades del puesto de trabajo.

3º Deberán tomarse las medidas adecuadas para la protección de los trabajadores autorizados a acceder a las zonas de los lugares de trabajo donde la seguridad de los trabajadores pueda verse afectada por riesgos de caída, caída de objetos y contacto o exposición a elementos agresivos. Asimismo, deberá disponerse, en la medida de lo posible, de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a dichas zonas.

4º Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

### **3.2.1.3 Suelos, aberturas, desniveles y barandillas.**

1º Los suelos de los locales de trabajo deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.

2º Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura.

Deberán protegerse, en particular:

a) Las aberturas en los suelos.

b) Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones suponga riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares. La protección no será obligatoria, sin embargo, si la altura de caída es inferior a 2 metros.

c) Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán unos pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

3º Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

### 3.2.1.4 Tabiques, ventanas y vanos.

1º Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros, o bien estar separados de dichos puestos y vías, para impedir que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura.

2º Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación. Cuando estén abiertos no deberán colocarse de tal forma que puedan constituir un riesgo para los trabajadores.

3º Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán poder limpiarse sin riesgo para los trabajadores que realicen esta tarea o para los que se encuentren en el edificio y sus alrededores. Para ello deberán estar dotados de los dispositivos necesarios o haber sido proyectados integrando los sistemas de limpieza.

### 3.2.1.5 Vías de Circulación

1º Las vías de circulación de los lugares de trabajo, tanto las situadas en el exterior de los edificios y locales como en el interior de los mismos, incluidas las puertas, pasillos, escaleras, escalas fijas, rampas y muelles de carga, deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad para los peatones o vehículos que circulen por ellas y para el personal que trabaje en sus proximidades.

2º A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, el número, situación, dimensiones y condiciones constructivas de las vías de circulación de personas o de materiales deberán adecuarse al número potencial de usuarios y a las características de la actividad y del lugar de trabajo.

En el caso de los muelles y rampas de carga deberá tenerse especialmente en cuenta la dimensión de las cargas transportadas.

3º La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 80 centímetros y 1 metro, respectivamente.

4º La anchura de las vías por las que puedan circular medios de transporte y peatones deberá permitir su paso simultáneo con una separación de seguridad suficiente.

5º Las vías de circulación destinadas a vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, zonas de circulación de peatones, pasillos y escaleras.

6° Los muelles de carga deberán tener al menos una salida, o una en cada extremo cuando tengan gran longitud y sea técnicamente posible.

7° Siempre que sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado.

### **3.2.1.6 Puertas y portones**

1° Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

2° Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas y portones que no sean de material de seguridad deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

3° Las puertas y portones de vaivén deberán ser transparentes o tener partes transparentes que permitan la visibilidad de la zona a la que se accede.

4° Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los carriles y caer.

5° Las puertas y portones que se abran hacia arriba estarán dotados de un sistema de seguridad que impida su caída.

6° Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo para los trabajadores. Tendrán dispositivos de parada de emergencia de fácil identificación y acceso, y podrán abrirse de forma manual, salvo si se abren automáticamente en caso de avería del sistema de emergencia.

7° Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquéllos.

8° Los portones destinados básicamente a la circulación de vehículos deberán poder ser utilizados por los peatones sin riesgos para su seguridad, o bien deberán disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a tal fin, expeditas y claramente señalizadas.

### 3.2.1.7 Rampas, escaleras fijas y de servicio.

1° Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.

2° En las escaleras o plataformas con pavimentos perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 milímetros.

3° Las rampas tendrán una pendiente máxima del 12% cuando su longitud sea menor que 3 metros, del 10% cuando su longitud sea menor que 10 metros o del 8% en el resto de los casos.

4° Las escaleras tendrán una anchura mínima de 1 metro, excepto en las de servicio, que será de 55 centímetros.

5° Los peldaños de una escalera tendrán las mismas dimensiones. Se prohíben las escaleras de caracol excepto si son de servicio.

6° Los escalones de las escaleras que no sean de servicio tendrán una huella comprendida entre 23 y 36 centímetros, y una contrahuella entre 13 y 20 centímetros. Los escalones de las escaleras de servicio tendrán una huella mínima de 15 centímetros y una contrahuella máxima de 25 centímetros.

7° La altura máxima entre los descansos de las escaleras será de 3,7 metros. La profundidad de los descansos intermedios, medida en dirección a la escalera, no será menor que la mitad de la anchura de ésta, ni de 1 metro. El espacio libre vertical desde los peldaños no será inferior a 2,2 metros.

8° Las escaleras mecánicas y cintas rodantes deberán tener las condiciones de funcionamiento y dispositivos necesarios para garantizar la seguridad de los trabajadores que las utilicen. Sus dispositivos de parada de emergencia serán fácilmente identificables y accesibles.

### 3.2.1.8 Escalas fijas

1º La anchura mínima de las escalas fijas será de 40 centímetros y la distancia máxima entre peldaños de 30 centímetros.

2º En las escalas fijas la distancia entre el frente de los escalones y las paredes más próximas al lado del ascenso será, por lo menos, de 75 centímetros. La distancia mínima entre la parte posterior de los escalones y el objeto fijo más próximo será de 16 centímetros. Habrá un espacio libre de 40 centímetros a ambos lados del eje de la escala si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes.

3º Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 metro por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente.

4º Las escalas fijas que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. Esta medida no será necesaria en conductos, pozos angostos y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección.

5º Si se emplean escalas fijas para alturas mayores de 9 metros se instalarán plataformas de descanso cada 9 metros o fracción.

### 3.2.1.9 Escaleras de mano

1º Las escaleras de mano tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, tanto por rotura como por desplazamiento de las mismas. En particular, las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.

2º Las escaleras de mano se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante. No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de 5 metros de longitud, de cuya resistencia no se tengan garantías. Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada.

3º Antes de utilizar una escalera de mano deberá asegurarse su estabilidad. La base de la escalera deberá quedar sólidamente asentada. En el caso de escaleras simples la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento sobre el que se apoya y

cuando éste no permita un apoyo estable se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes.

4° Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal. Cuando se utilicen para acceder a lugares elevados sus largueros deberán prolongarse al menos 1 metro por encima de ésta.

5° El ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a las mismas. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo y que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.

6° Las escaleras de mano se revisarán periódicamente. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

### **3.2.1.10 Vías y salidas de evacuación**

1° Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dichas vías y salidas deberán satisfacer las condiciones que se establecen en los siguientes puntos de este apartado.

2° Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en el exterior o en una zona de seguridad.

3° En caso de peligro, los trabajadores deberán poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de máxima seguridad.

4° El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de evacuación dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de los lugares de trabajo, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en los mismos.

5° Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de urgencia

pueda abrirlas fácil e inmediatamente. Estarán prohibidas las puertas específicamente de emergencia que sean correderas o giratorias.

6° Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada. Se deberán poder abrir en cualquier momento desde el interior sin ayuda especial.

Cuando los lugares de trabajo estén ocupados, las puertas deberán poder abrirse.

7° Las vías y salidas específicas de evacuación deberán señalizarse conforme a lo establecido en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Esta señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

8° Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto de manera que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento. Las puertas de emergencia no deberán cerrarse con llave.

9° En caso de avería de la iluminación, las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

### **3.2.1.11 Condiciones de protección contra incendios.**

1° Los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa que resulte de aplicación sobre condiciones de protección contra incendios.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dichos lugares deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

2° Según las dimensiones y el uso de los edificios, los equipos, las características físicas y químicas de las sustancias existentes, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes, los lugares de trabajo deberán estar equipados con dispositivos adecuados para combatir los incendios y, si fuera necesario, con detectores contra incendios y sistemas de alarma.

3° Los dispositivos no automáticos de lucha contra los incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Dichos dispositivos deberán señalizarse conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

### 3.2.1.12 Instalación eléctrica

1º La instalación eléctrica de los lugares de trabajo deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

2º La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión. Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos.

3º La instalación eléctrica y los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la tensión, los factores externos condicionantes y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

### 3.2.1.13 Minusválidos

1º Los lugares de trabajo y, en particular, las puertas, vías de circulación, escaleras, servicios higiénicos y puestos de trabajo utilizados u ocupados por trabajadores minusválidos deberán estar acondicionados para que dichos trabajadores puedan utilizarlos.

## 3.2.2 Orden, limpieza y mantenimiento

1º 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.

2º 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 sí 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.

### **3.2.3 Condiciones ambientales de los lugares de trabajo**

1. La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

2. Asimismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.

3. En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:

a) La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27° C.

La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25°.

b) La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%.

c) Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

1° Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.

2° Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.

3° Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire

acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.

d) Sin perjuicio de lo dispuesto en relación a la ventilación de determinados locales en el Real

Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, la renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

4. A efectos de la aplicación de lo establecido en el apartado anterior deberán tenerse en cuenta las limitaciones o condicionantes que puedan imponer, en cada caso, las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado. En cualquier caso, el aislamiento térmico de los locales cerrados debe adecuarse a las condiciones climáticas propias del lugar.

5. En los lugares de trabajo al aire libre y en los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan quedar cerrados, deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse, en la medida de lo posible, de las inclemencias del tiempo.

6. Las condiciones ambientales de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberán responder al uso específico de estos locales y ajustarse, en todo caso, a lo dispuesto en el apartado 3.

### **3.2.4 Iluminación.**

La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

1. La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

a) Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.

b) Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

2. Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera,

por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

3. Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

ZONA O PARTE DEL LUGAR DE TRABAJO*	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN (Lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con	
1º Bajas exigencias visuales	100
2º Exigencias visuales moderadas	200
3º Exigencias visuales altas	500
4º Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Aéreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

\*El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

*Tabla3.Niveles de iluminación*

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

a) En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.

b) En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

No obstante lo señalado en los párrafos anteriores, estos límites no serán aplicables en aquellas actividades cuya naturaleza lo impida.

4. La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:

a) La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.

b) Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.

c) Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.

d) Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.

e) No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.

5. Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.

6. Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

### **3.2.5 Servicios higiénicos y locales de descanso.**

#### **3.2.5.1 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.

#### **3.2.5.2 Vestuarios, duchas, lavabos y retretes**

1º 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.

2º 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° Cuando los vestuarios no sean necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa.

4° 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° Si los locales de aseo y los vestuarios están separados, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.

6° 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° 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° 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° 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.

### **3.2.5.3 Locales de descanso**

1° 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.

2º 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.

3º 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.

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

5º 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.

6º 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.

7º 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.

#### **3.2.5.4 Locales provisionales y trabajos al aire libre**

1º 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.

2º 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.

3º 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.

### **3.2.6 Material y locales de primeros auxilios.**

Los lugares de trabajo dispondrán del material y, en su caso, de los locales necesarios para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores accidentados

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 o 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.

### **3.2.7. Información a los trabajadores.**

De conformidad con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una información adecuada sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto.

### 3.2.8. Consulta y participación de los trabajadores.

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes sobre las cuestiones a las que se refiere este Real Decreto se realizarán de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

## 4. El producto.

El Servicio Integral de Enfardado (SIE) se concibe como un producto enfocado a aquellas empresas que tienen la necesidad de enfardar pallets de forma automática y, por tanto, consumen cantidades de film considerables. SIE consiste en la cesión de uso de envolvedoras/enfardadoras sin inversión por parte del cliente a cambio de la compra del film estirable de alto rendimiento.

La Empresa estudia de forma personalizada las necesidades del cliente en lo que se refiere a consumos, modelo de enfardadora, calidad de film, etc. optimizando sus costes de embalaje. El cliente mejora sus cifras en cuanto a productividad frente al uso film manual y sus mermas.

A partir de la instalación gratuita (máquina + montaje + instalación) de la envolvedora, se presta un servicio de asistencia técnica (también preventiva) en caso de avería durante el periodo que se prolongue el contrato de consumo de film. En definitiva, más allá del coste del consumo del film el SIE supone inversión cero.

En definitiva se trata de un servicio que permite la externalización de las necesidades de enfardado de producto final al término de la línea de producción del cliente.

### 4.1. Clases de Producto

#### 4.1.1. Film

- Film estirable para máquinas automáticas.
  - Diferentes micras (17, 20, 23, etc.).
  - Diferentes porcentajes de pre-estiraje (desde 100% hasta el 350%).
  - Peso aproximado 16 kg por bobina.
  - Posibilidad de colores (azul, blanco, negro, etc.).
  - Posibilidad de opacidad por seguridad (blanco o negro).
  
- Film pre-estirado automático de alto rendimiento para envolvedoras.
  - Sin currón interior
  - No genera residuo de cartón.
  - Film ecológico con menos gramos tiene el doble de metros.

- Diferentes micras (7, 8, 9, etc.).
- Posibilidad de colores (azul, blanco, negro, etc.).
- Posibilidad de opacidad por seguridad (blanco o negro).
- Film manual tanto pre-estirado como estirable convencional.
  - Diferentes micras en pre-estirado (7, 8, etc.).
  - Diferentes micras en estirable (17,20, 23, etc.).
  - Posibilidad de colores (azul, blanco, negro, etc.).
  - Posibilidad de opacidad por seguridad (blanco o negro).
  - Aplicador dispensador, que mejora la aplicación y la tensión sobre la mercancía.
- Film Dispensador para máquinas Automáticas.
  - Film dispensador manual con y sin pre-corte.
  - Diferentes galgas (200, 250, etc.)
  - Diferentes medidas para el film con pre-corte (1300 x 1500, etc.).
  - Peso aproximado 54 kg por bobina.
  - Diseñado para la protección de la parte superior de la carga contra agua o polvo
  - Accesorio para mejorar la ergonomía en la colocación manual de film.
- Mini-rollo de polietileno pre-estirado de alto rendimiento es el film estirable no abrasivo sustitutivo del precinto.
  - Flexible, elástico y altamente adherente.
  - Fácil aplicación proporcionando un enfardado de extraordinaria fuerza y resistencia sin dejar restos de cola o pegamento.
  - 100% reciclable y respetuoso con el medio ambiente.
  - Idóneo para enfardar pallets, packs de gran longitud (tubos, hierros, listones, etc.), fardos (de papel, cartón o material textil) y toda clase de productos de forma rápida, fácil y económica.
  - Es una bobina de 9 cts. de ancho, acompañada por un aplicador de plástico la cual está disponible en distintos formatos según longitud de rollo y grosor.
- Servicio de protección de relleno SPR que consiste en la cesión de máquinas para la protección interior de cajas que contienen producto si necesidad de inversión.
  - Protege, rellena, fija y envuelve.
  - El cliente solo paga el papel kraft consumido sin cánones ni alquileres.
  - Coste de la máquina y su mantenimiento 0 €.

- Papel ecológico, reciclado y reciclable.
- Mejora la productividad frente a la protección de uso manual.



*Film estirable automático*



*Film preestirado automático*



*Film manual*



*Film dispensador (cubre palet)*



*Mini rollo*



*Servicio de Protección y relleno*

**Figura 1.** Productos Film

### 4.1.2. *Envolvedoras*

- Envolvedora móvil eléctrica de brazo giratorio para enfardado de pallets.
- Robot móvil para grandes pallets.
- Envolvedora móvil motorizada con brazo giratorio para enfardado de pallet y con elevación manual.



*Envolvedora móvil eléctrica de brazo giratorio para enfardado de pallets.*



*Robot móvil para grandes pallets.*



*Envolvedora móvil motorizada con brazo giratorio para enfardado de pallet y elevación manual.*

**Figura 2.** Productos Envolvedora

## 5. Know-How del proceso

El proceso de fabricación de film básico está estandarizado dentro de la industria y no es necesaria la obtención de patentes. Las películas estirables se fabrican mediante preestiraje de una película. Gracias al preestiraje de la película se aumenta la resistencia de éste. Además, mediante el preestiraje se consigue un efecto memoria que hace que la película recuerde su estado anterior cuando se sigue estirando, es decir, que se contraiga.

Las películas estirables se usan para el embalaje de productos para su expedición. En particular, las películas estirables se usan para envolver varios productos en una bandeja o similar. Para ello, los productos se apilan en una bandeja y se envuelven por completo con una película estirable, de modo que los productos estén fijamente sujetos en la bandeja.

En España los grandes productores / comercializadores de estos productos son:



*Figura3 .Comercializadores/ Productores de film y envolvedoras*

## 6. Planificación del Proceso.

En este caso se tiene una modificación de los procesos, ya que en la actualidad, la empresa se encuentra únicamente ofreciendo un servicio de proveedor de film y máquinas enfundadoras.

En un futuro breve se encargará de también de la producción y de la disposición de un almacén propio.

Por tanto en la ver la comparativa de la actualidad y el futuro se usará la herramienta VSM (Value Stream Mapping).

El mapeo de la cadena de valor es una herramienta visual del Lean Manufacturing que permite identificar todas las actividades que precisan el desarrollo de un producto o servicio desde que entra la materia prima hasta que llega al cliente, con el fin de encontrar oportunidades de mejoramiento que tengan un impacto sobre toda la cadena y no en procesos aislados.

Con el VSM se puede ver en un instante el estado de toda la cadena productiva, desde el proveedor hasta el cliente, tomando en cuenta indicadores clave de los procesos. Esta herramienta se fundamenta en la diagramación de dos mapas de la cadena de valor, uno presente y uno futuro, que harán posible documentar y visualizar el estado actual y real del proceso que se va a mejorar, y el estado posterior ideal o que se quiere alcanzar una vez se hayan realizado las actividades de mejora.

### 6.1. VSM Film Actual

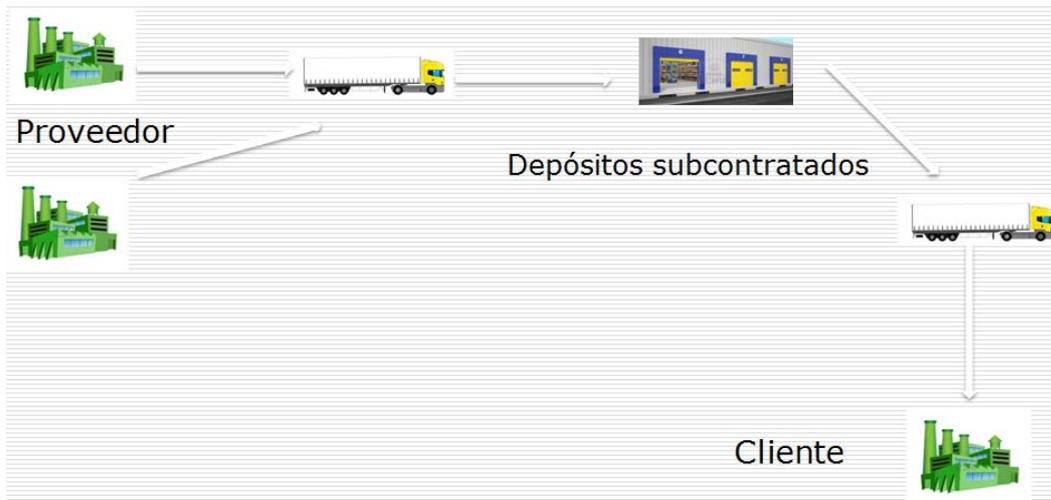


Figura4. VSM Film Actual

En la actualidad el film llega directamente de proveedores de distintas zonas de Europa a unos almacenes subcontratados repartidos por la geografía española. Uno en Valencia, uno en Madrid, uno en Barcelona, uno en Bilbao y otro en Sevilla.

En un futuro se contará con un almacén propio en la zona de Valencia, donde se recibirá directamente de los proveedores de granzas para la producción de un tipo de film y un almacén periférico situado en Madrid.

Además se seguirá recibiendo film de proveedores. Tras nuestro almacén el proceso consistirá en llevarlo directamente a nuestro cliente o bien al único almacén periférico.

### 6.2. VSM Film Futuro



Figura5. VSM Film uFuturo



Figura6. VSM Film Futuro dentro de las instalaciones

Tras llegar a las nuevas instalaciones de producción, la materia prima, en este caso la granza, irá directamente al almacén de Materia Prima para su posterior proceso de Producción. Tras la producción del film puede darse dos vías. Si el film es adecuado, por muestreo para el control de calidad, es paletizado y llevado al almacén de Producto Terminado. Si el film no es adecuado, ya que no ha salido con las características adecuadas o no ha pasado el correctamente el control de calidad, es llevado a una campa en el exterior de las instalaciones y se procede así al proceso de logística inversa.

### 6.3. Envolvedora Actual



Figura7. VSM envolvedora Actual

Al igual que el film, las envolvedoras llegan directamente de los fabricantes de las mismas a los depósitos subcontratados y de ahí irán al cliente.

En un futuro las envolvedoras llegarán a las nuevas instalaciones y de ahí se procederá o bien directamente al cliente, o bien con un paso previo por el depósito subcontratado. Además, en este caso, el flujo con el cliente será recíproco ya que en caso de finalización del acuerdo de venta de film o en por defectos de la envolvedora.

## 6.4. Envolvedora Futuro



Figura8. VSM envolvedora Futuro.

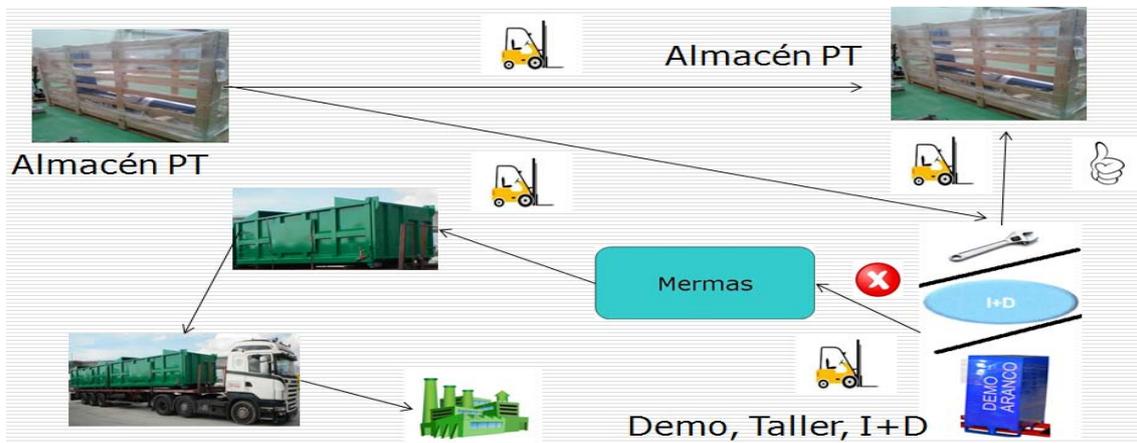


Figura9. VSM envolvedora Futuro dentro de las instalaciones.

Dentro de nuestras instalaciones, la envolvedora lleva en un soportal, tal y como se muestra en la figura superior. Esta envolvedora puede venir directamente del proveedor y será, por tanto, una envolvedora nueva o bien del cliente. Si es nueva irá directamente al almacén de Producto Terminado, mientras que si es un bien del cliente irá al Taller o zona de I+D para aplicarle las mejoras. En caso de que la envolvedora pueda reusarse irá al almacén de Producto Terminado para su comercialización. Por último, en caso de no poder ser reutilizada por motivos mecánicos, irá a la zona de Mermas y de ahí a una campa en el exterior de las instalaciones para chatarra.

## 7. Operaciones de Producción.

Sistema de pre-estiraje ajustable entre 0 y 500% controlado por PLC. El pre-estiraje se realiza al pasar la película entre dos rodillos motorizados (100 mm de diámetro), que son controlados electrónicamente. El proceso de rebobinado se realiza en contacto con un rodillo vulcanizado de velocidad ajustable hasta 1.200 m/min.



*Figura10. MAQUINA REBOBINADORA AUTOMATICA DE PELICULA PRE-ESTIRADA*

La tensión de rebobinado es ajustable con compensación automático. Es realizada por medio de un brazo bailarín controlado por una válvula neumática proporcional, controlada electrónicamente por el PLC.

El proceso de rebobinado se realiza en una estación con control automático de la presión de la bobina sobre el rodillo de rebobinado actuado por servo motor sin escobillas (brushless).

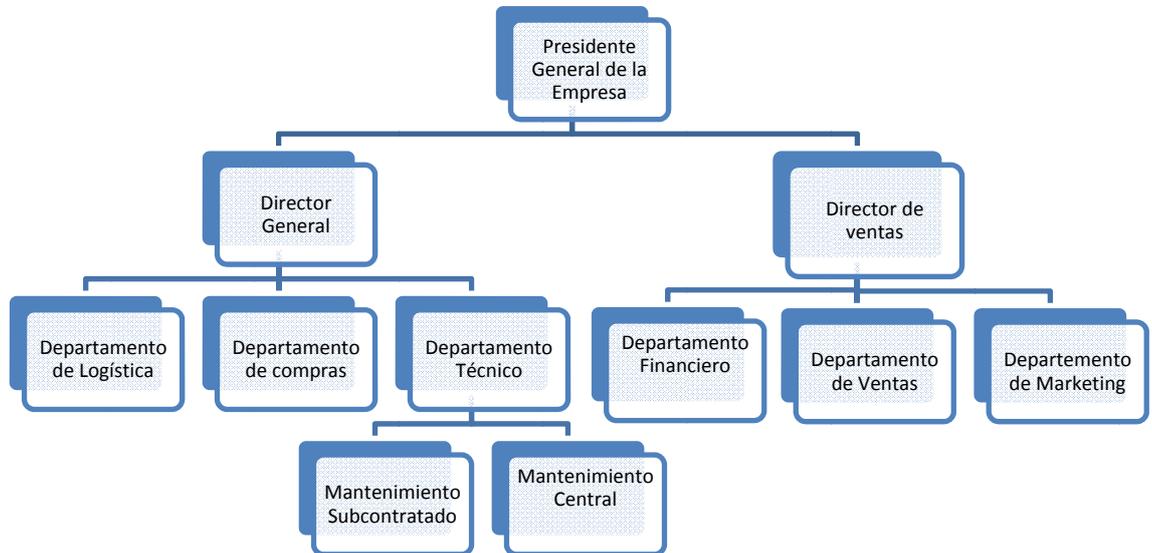
La película estirable se estabiliza por medio de sopladores de aire ajustables instalados en la unidad de pre-estiraje y en la bobina rebobinada.

El diámetro máximo estándar de la bobina rebobinada es de 250 mm, con cambio automático de rollo al final del ciclo de rebobinado, corte de la película y el comienzo de un nuevo ciclo de rebobinado.

Salida de las bobinas terminadas por medio de sistema motorizado.

## 8. Organización Jerárquica de la Empresa.

La organización jerárquica se expresa en el siguiente organigrama



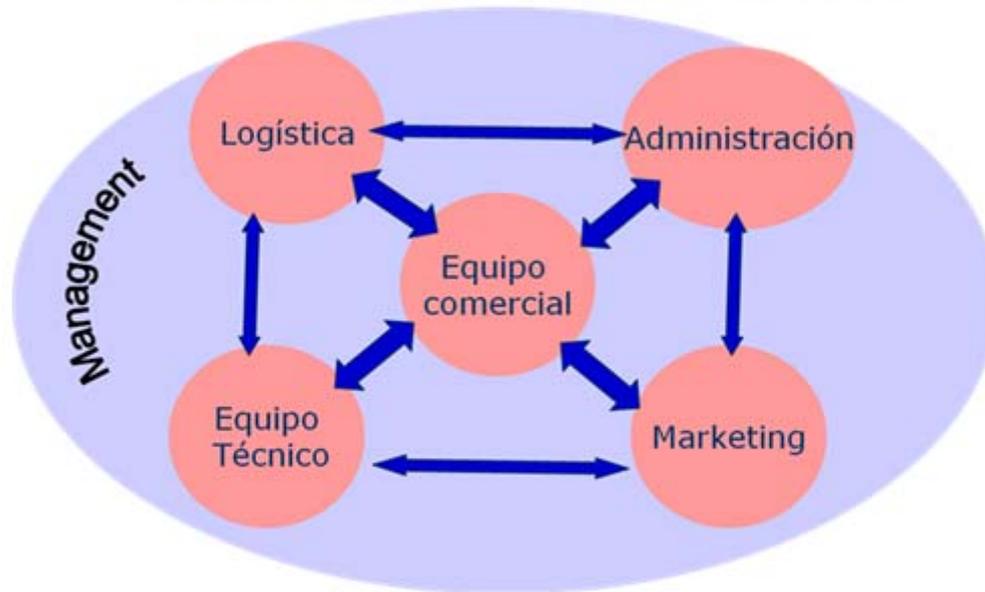
*Figura 11. Organigrama jerárquico de la empresa.*

Las necesidades de personal para hacer posible el funcionamiento de la planta son las siguientes:

Descripción	Nº Personas
Departamento Financiero	2
Departamento Logística	2
Departamento Técnico	4
Departamento I+D+i	2
Departamento Marketing	2
Departamento Ventas	5
Directivos	3
<b>Total trabajadores en la compañía</b>	<b>20</b>
Agentes comerciales externos	2
Mantenimiento subcontratado	9
<b>Total empleados por la compañía</b>	<b>31</b>

*Tabla 4. Necesidades de personal.*

## Estructura y actividades



## una factoría de servicios

*Figura 12. Relación Departamento.*

Las actividades propias de la compañía realizadas por el equipo humano descrito se desarrollan en las siguientes instalaciones:

Oficinas centrales con sede en Valencia capital: departamento financiero, logística, marketing, ventas y dirección.

Almacenes subcontratados a distintos operadores logísticos: uno en Valencia, uno en Madrid, uno en Barcelona, uno en Bilbao y otro en Sevilla.

El almacén subcontratado en Valencia recoge la actividad del departamento técnico (mantenimiento central).

Equipos de ventas en Valencia, Castellón, Barcelona, Madrid y Sevilla.

Agentes por comisión en Euskadi y Galicia.

Servicios técnicos subcontratados en Valencia, Alicante, Murcia, Sevilla, Barcelona, Zaragoza, Madrid, Albacete, Bilbao y Coruña.

## 9. Localización

En este apartado se estudiarán los factores influyentes en la localización de las instalaciones de la empresa del estudio así como los métodos utilizados para tal.

### 9.1. *Importancia de la Localización*

Las empresas desarrollan sus operaciones en instalaciones de diverso tipo: plantas de transformación y/o de ensamble, almacenes para materiales y componentes o para productos terminados, puntos de venta y/o de asistencia postventa, oficinas, etc. En la configuración de las mismas convergen un conjunto de decisiones distintas, pero a la vez muy interrelacionadas. Así, el tipo de instalaciones se determina fundamentalmente en función del producto (a fabricar, a almacenar o a vender en ella) o del servicio a ofrecer, así como del proceso productivo o la tecnología a emplear. Por otra parte, el tamaño de las instalaciones dependerá de la cantidad de producto o servicio a obtener; en definitiva, de la capacidad necesaria. Una cuestión adicional relacionada con las instalaciones es la elección del lugar en el que habrán de estar ubicadas, así como la distribución en planta. Con ello quedarán analizadas las principales cuestiones que afectan a las instalaciones, a saber: ¿qué tipo de instalaciones se necesitan?, ¿qué tamaño han de tener?, ¿dónde deben estar ubicadas? y ¿cuál debe ser la distribución interna de los elementos?

Las decisiones de localización forman parte del proceso de formulación estratégica de la empresa. Una buena selección puede contribuir a la realización de los objetivos empresariales, mientras que una localización desacertada puede conllevar un desempeño inadecuado de las operaciones.

La selección del emplazamiento en el que se van a desarrollar las operaciones de la empresa es una decisión de gran importancia. Aunque se trate generalmente de una decisión infrecuente, la significación de su impacto y las implicaciones que se derivan de ella justifican una atención y consideración adecuada por parte de la Dirección. Además, el carácter infrecuente hace que muchos directivos no estén habituados a afrontar este tipo de cuestiones (muchos de ellos no lo han hecho nunca o acaso una sola vez a lo largo de su carrera), y las interrelaciones con otras decisiones, ya de por sí complejas, dificultan la comprensión de la verdadera importancia que tienen.

Esta importancia viene justificada por dos razones principales. En primer lugar las decisiones de localización de instalaciones entrañan una inmovilización considerable de recursos financieros a largo plazo, pues las instalaciones son generalmente costosas, sobre todo si se trata de sofisticadas plantas de fabricación.

Una vez construidas, la inversión efectuada no es recuperable sin sufrir graves perjuicios económicos (algunos de los costes en que se incurre no son realizables), además del tiempo y el esfuerzo empleados. Por tanto, se trata de una decisión rígida que compromete a la empresa durante un largo periodo de tiempo; no obstante, en algunos casos, la empresa puede optar por instalaciones menos costosas o por alquilarlas, lo cual permite restar rigidez a esta decisión.

En segundo lugar, son decisiones que afectan a la capacidad competitiva de la empresa; así, una buena elección favorecerá el desarrollo de las operaciones de forma eficiente y competitiva, mientras que una incorrecta impondrá considerables limitaciones a las mismas. Todas las áreas de la empresa pueden verse afectadas por la

localización, no sólo el área de Operaciones, sino también la función Comercial, la de Personal, la Financiera, etc. Por otro lado, hay que tener presente que las consecuencias negativas de una mala localización no resultan siempre evidentes, pues suelen manifestarse en forma de costes de oportunidad por tanto, no vienen recogidas en los informes tradicionales de las empresa. La influencia de la localización sobre la competitividad no sólo procede de su influencia sobre los costes, sino también sobre los ingresos de la empresa. Es evidente que, para las empresas de servicios, la proximidad a los mercados es crítica para determinar la capacidad de atraer clientes, en cambio en empresas fabriles, la localización de las instalaciones en relación con el mercado influye sobre el tiempo de entrega de los productos y el nivel de servicio a consumidores, lo cual afecta a su vez al volumen de ventas. Por lo que respecta a los costes, la localización puede influir en una gran diversidad de ellos (sirve como ejemplo, los derivados de los terrenos, de la mano de obra, de las materias primas o los de distribución y transporte).

### 9.1.1. Procedimiento General para la Toma de Decisiones de Localización

Como se ha podido constatar, la elección de una localización es una decisión compleja en la mayoría de los casos tanto en sí misma como por sus interrelaciones aunque es cierto que, para algunas empresas la localización viene determinada por un actor dominante que restringe el número de alternativas, en general, la cantidad de factores involucrados en el análisis es enorme.



Figura 13. Factores involucrados

Centrándonos en el enfoque formal se va a describir un procedimiento típico. Se parte del momento en que ha sido detectada la necesidad de localizar una nueva instalación o de relocalizar una ya existente, tras haber desechado otras posibles soluciones. Determinada y justificada la necesidad de iniciar un estudio de localización,

el primer paso será la constitución de un equipo multifuncional encargado de realizar el estudio. En él tendrán cabida representantes de las principales áreas de la empresa, ya que todas ellas se van a ver afectadas por la decisión (Operaciones, Ingeniería, Personal, Marketing, Finanzas, etc.). En dicho estudio será necesaria gran cantidad de información, buena parte de la cual no estará contenida o elaborada en los sistemas de información de la empresa, y por lo que será necesario acudir a otras fuentes, tales como publicaciones especializadas, agencias gubernamentales, cámaras de comercio, entidades financieras, consultores, agencias de transporte, etc. También habrá que considerar la visita a posibles lugares de emplazamiento, pues la observación directa permitirá apreciar elementos subjetivos que pueden ser importantes en la decisión final.

Cuando las alternativas potenciales se extienden a regiones o países diferentes, la decisión se habrá de sistematizar en niveles geográficos. En este sentido, suelen distinguirse dos o tres niveles, según varios autores, aunque la diferencia es más bien de forma que de contenido. Así, los que optan por tres niveles distinguen el nivel regional/internacional, el de la comunidad o ciudad y el del lugar concreto, mientras que los que distinguen dos hablan de macroanálisis o evaluación de países, regiones, comunidades o ciudades, y microanálisis o evaluación de emplazamientos específicos. En cualquiera de los niveles mencionados, el procedimiento de análisis de la localización abarcaría las siguientes fases:

- **Análisis preliminar.** Se trataría aquí de estudiar las estrategias empresariales y las políticas de las diversas áreas (Operaciones, Marketing, etc.) para traducirlas en requerimientos para la localización de las instalaciones. Dada la gran cantidad de factores que afectan a la localización, cada empresa deberá determinar cuáles son los criterios importantes en la evaluación de las alternativas: necesidades de transporte, suelo, suministros, personal, infraestructuras, servicios, condiciones medioambientales, etc. El equipo de localización deberá evaluar la importancia de cada factor, distinguiendo entre los factores dominantes y los factores secundarios. Los primeros son imprescindibles y los segundos son deseables.
- **Búsqueda de alternativas de localización.** Se establecerá un conjunto de localizaciones candidatas para un análisis más profundo, rechazándose aquellas que claramente no satisfagan los factores dominantes de la empresa (por ejemplo: existencia de recursos, disponibilidad de mano de obra adecuada, mercado potencial, clima político estable, etc.).
- **Evaluación de alternativas (análisis detallado).** En esta fase se recoge toda la información acerca de cada localización para medirla en función de cada uno de los factores considerados.
- **Selección de la localización.** A través de análisis cuantitativos y/o cualitativos se compararán entre sí las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas. Dado que en general habrá una alternativa que sea mejor que todas las demás en todos los aspectos, el objetivo del estudio no debe ser buscar una localiza óptima sino una o varias localizaciones aceptables. En última instancia otros factores más subjetivos, como pueden ser las propias preferencias de la Dirección, determinarán la localización definitiva.

## 9.2. Método de Selección de Localización

Se plantean 4 opciones a estudiar, analizar y comparar, de las cuales se hará un estudio completo y se tendrá en cuenta la opinión de la dirección de la empresa para determinar su localización:

- **Primera.** No tomar ninguna iniciativa, mantener el modelo actual.
- **Segunda.** Abrir (comprar/alquilar) almacén depósito y centro de distribución propio en el cinturón industrial de Valencia donde reunir todas las actividades de la empresa en estudio
- **Tercera.** Abrir (comprar/alquilar) almacén depósito y centro de distribución propio en el cinturón industrial de Valencia donde reunir todas las actividades de la empresa y mantener aquellos almacenes subcontratados necesarios para mantener el estándar de calidad de servir al cliente en 24 horas, por ejemplo con un almacén subcontratado donde llegar en 24 horas a todos los puntos de la provincia
- **Cuarta.** Abrir (comprar/alquilar) almacén depósito y centro de distribución propio donde reunir todas las actividades de la empresa estudio, en la localidad en la que se encuentre el centro de gravedad de la actividad comercial de la compañía.

### 9.2.1. Método de Gravitación

Para poder estudiar el punto cuarto, que consiste en poner las instalaciones en el centro de gravedad de las operaciones de la empresa, se estudiará el método de gravitación.

En este método lo que se estudia es el centro de gravedad de la actividad teniendo en cuenta las coordenadas de los clientes y su volumen de consumo, según la siguiente fórmula:

$$C_x = \frac{\sum d_{ix} \cdot V_i}{\sum V_i}$$

$$C_y = \frac{\sum d_{iy} \cdot V_i}{\sum V_i}$$

A partir de los valores obtenidos, se plantea la ubicación definitiva en lugares próximos al punto calculado.

Para ello se estudia con todos los clientes servidos en los últimos cinco años ubicando en un mapa sus coordenadas x,y como se muestra en el mapa:



Figura 14. Ubicación clientes

A continuación, se muestran todas las coordenadas obtenidas con sus volúmenes de venta, como se muestra en la siguiente tabla:

Nº	C.P. PAIS	CP	Población	PAIS	LATITUD (Y)	LONGITUD (X)	CONSUMO	CX	CY
CUE000013	PT -2625-000	2625	PÓVOA DE SANTA IRIA	PORTUGAL	38,8730005478467	-9,0790238315976	6.215,04	-56426,496	241597,253
CUE000011	PT -3800-055	3800	AVEIRO (PORTUGAL)	PORTUGAL	40,6559872797326	-8,6009097359230	3.695,28	-31782,77	150235,257
CUE000016	PT -8365-901	8365	ALGOZ-SILVES	PORTUGAL	37,1572877641907	-8,3202265270759	1.474,96	-12272,001	54805,5132
CNA000915	ES -20300	20305	IRUN		43,3155604896981	-1,7828135225575	517,92	-923,35478	22433,9951
CNA001539	ES -28820	28028	COSLADA		40,4323532259281	-3,6657177044294	43.154,64	-158192,73	1744843,65
CNA001341	ES -28820	28028	COSLADA		40,4323532259281	-3,6657177044294	20.975,76	-76891,215	848099,338
CNA001084	ES -28820	28028	COSLADA		40,4323532259281	-3,6657177044294	6.215,04	-22782,582	251288,693
CNA001289	ES -28820	28028	COSLADA		40,4323532259281	-3,6657177044294	5.748,96	-21074,064	232443,981
CNA001117	ES -28820	28028	COSLADA		40,4323532259281	-3,6657177044294	4.535,20	-16624,763	183368,808
CNA001257	ES -28820	28028	COSLADA		40,4323532259281	-3,6657177044294	3.625,44	-13289,84	146585,071
CNA001448	ES -28823	28028	COSLADA		40,4323532259281	-3,6657177044294	1.679,84	-6157,8192	67919,8842
CNA001618	ES -28820	28028	COSLADA		40,4323532259281	-3,6657177044294	708,20	-2596,0613	28634,1926
CNA001081	ES -28880	28028	COSLADA		40,4323532259281	-3,6657177044294	465,00	-1704,5587	18801,0443
CNA000943	ES -28070	28050	MADRID		40,4979913438519	-3,6521435572277	522,96	-1909,925	21178,8296
CNA001582	ES -28230	28230	LAS ROZAS		40,5474794794832	-3,8991479570511	2.597,20	-10126,867	105309,914
CNA001597	ES -28230	28230	LAS ROZAS		40,5474794794832	-3,8991479570511	258,96	-1009,7234	10500,1753
CNA001311	ES -28980	28983	PARLA		40,2280451923801	-3,7500001043533	1.860,00	-6975,0002	74824,1641
CNA000766	ES -01200	01200	AGURAIN - SALVATIERRA		42,8205186239393	-2,3403993238244	14.501,76	-33939,909	620972,884
CNA001367	ES -01300	01300	LAGUARDIA		42,5529801141499	-2,5807884719932	1.536,00	-3964,0911	65361,3775
CNA001099	ES -03006	03006	ALICANTE		38,3889552866516	-0,5849064512252	1.500,00	-877,35968	57583,4329
CNA001477	ES -03007	03007	ALICANTE		38,3301097918574	-0,5669503641449	1.035,84	-587,26987	39703,8609
CNA001458	ES -03007	03007	ALICANTE		38,3301097918574	-0,5669503641449	258,96	-146,81747	9925,96523
CNA001258	ES -03009	03009	ALICANTE		38,3700595683128	-0,5150579485649	1.875,00	-965,73365	71943,8617
CNA000870	ES -03114	03114	ALICANTE		38,3201377156691	-0,5569842643722	1.653,96	-921,22969	63379,975
CNA001537	ES -03182	03182	TORREVIEJA		37,9798337855570	-0,6719379489291	3.200,50	-2150,5374	121554,458

Tabla 5. Tabla relacional coordenadas, volúmenes de los clientes.

Tras el estudio del método y aplicando la fórmula anteriormente citada nos sale el punto de gravedad (-1°53'40.1252", 40°13'52.506"), situado en el mapa sería de la siguiente forma:



Nuestro punto de gravedad se aproxima mucho al Rincón de Ademuz:



Figuras 15 y 16. Punto de gravedad en Rincón de Ademuz

### 9.2.2. Método de Ponderación

Tras estudiar cual sería el punto óptimo para cubrir volúmenes por clientes, se estudia el método de ponderación, que será el utilizado para elegir el punto estratégico de las instalaciones.

Ponderar los factores es una manera de asignar valores cuantitativos a todos los factores relacionados con cada alternativa de decisión y de derivar una calificación compuesta que puede ser usada con fines de comparación. Esto lleva al decisor a incluir sus propias preferencias al decidir la ubicación, pudiendo conjugar ambos factores cuantitativos y cualitativos.

La metodología de aplicación se puede estructurar en los siguientes pasos:

- a. Identificar los factores relevantes para la decisión
- b. Asignar una ponderación a cada factor para indicar su importancia relativa
- c. Asignar una escala común a cada factor
- d. Calificar cada lugar potencial de acuerdo a la escala diseñada, y multiplicar las calificaciones por las ponderaciones
- e. Sumar los puntos de cada ubicación, y escoger la ubicación que tenga más puntos.

El estudio de este punto es confeccionar una propuesta para la reorganización del modelo y estructura logística de la empresa, la cual optimice su gestión sin perder los estándares actuales de calidad. Esta propuesta debe contemplar los siguientes aspectos.

En base a las cuatro opciones planteadas, en primer término se localizarán las ubicaciones físicas reales de los 3 hipotéticos nuevos almacenes. Para ello se desarrollarán las correspondientes técnicas de “localización por gravitación” y “ponderación de los factores estratégico”.

Una vez identificadas dichas localizaciones, se procederá a desarrollar una comparativa entre todas ellas en base a costes y capacidad de respuesta para la distribución a cliente final.

El resultado de dicha comparativa permitirá obtener cual es la mejor opción posible a partir de la cual se procederá a trabajar para la consecución del objetivo de este proyecto; proponer un plan de reestructuración operativa y centralización de servicios de la empresa.

Los pasos a determinar para determinar la localización serán:

- **Análisis preliminar.** Se trataría aquí de estudiar las estrategias empresariales y las políticas de las diversas áreas para traducirlas en requerimientos para la localización de las instalaciones. Dada la gran cantidad de factores que afectan a la localización, la empresa deberá determinar cuáles son los criterios importantes en la evaluación de las alternativas: necesidades de transporte, suelo, suministros, personal, infraestructuras, servicios, condiciones medioambientales.... Para ello se determinará y evaluará la importancia de cada factor, distinguiendo entre factores dominantes y factores secundarios. Los primeros son imprescindibles y los segundos son deseables.

- Búsqueda de alternativas de localización. Establecer un conjunto de localizaciones, como ya se ha comentado, para un análisis más profundo, rechazándose aquellas que claramente no satisfagan los factores dominantes de la empresa.
- Evaluación de alternativas (análisis detallado). En esta fase se recoge toda la información acerca de cada localización para medirla en función de cada uno de los factores considerados.
- Selección de la localización. A través de análisis cuantitativos y/o cualitativos se compararán entre sí las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas. Dado que en general habrá una alternativa que sea mejor que todas las demás en todos los aspectos, el objetivo del estudio no debe ser buscar una localización óptima, sino una o varias localizaciones aceptables.

La encuesta facilitada al cliente cubre los siguientes aspectos y el cliente calificó los factores de la siguiente manera:

REGIÓN	
<b>FACTORES DE POLÍTICA DE EMPRESA</b>	<b>50,0%</b>
Cercanía de todas las actividades de la empresa	15,0%
Servicio 24 horas	20,0%
Localización en Valencia o alrededores	15,0%
<b>FACTORES DE COSTES</b>	<b>30,0%</b>
Operativa y Coste total del Transporte: Comunicación, accesibilidad mercados	20,0%
Optimización de Coste de Inventario	4,0%
Operativa y Coste de la manipulación	5,0%
Coste de Terreno - Construcción - Almacenaje	1,0%
<b>FACTORES DE PERSONAL</b>	<b>10,0%</b>
Existencia de Personal cualificado en la Zona	5,0%
Salarios promedios en la Zona	5,0%
Disponibilidad de puestos Directivos	0,0%
<b>FACTORES DEL MARCO NATURAL</b>	<b>4,0%</b>
Condiciones climatológicas	1,0%
Riesgo de Incendios - Inundaciones	3,0%
<b>FACTORES DEL MARCO SOCIAL</b>	<b>3,0%</b>
Política	0,0%
Conflictos Laborales	2,0%
Mentalidad de la Zona	0,5%
Idioma / dialecto	0,5%
<b>OTROS FACTORES</b>	<b>3,0%</b>
Disponibilidad de Materia Prima	0,0%
Políticas Fiscales	2,0%
Servicios Públicos	0,5%
Disponibilidad de Terrenos y construcción	0,5%

Tabla6. Calificación de los factores por parte del cliente

A continuación se procede al estudio de cada uno de los factores en los puntos citados anteriormente para ver que opción es más viable, los puntos a estudiar eran:

- Situación Actual
- Sede/actividades críticas en Valencia y almacén con cumplimiento 24h (Madrid)
- Todas las actividades en Valencia o alrededores
- Todas las actividades en un punto estratégico (Rincón de Ademuz)

### 9.2.2.1. Factores de Política de Empresa

Una de las cosas más importantes para el cliente, y por lo cual ha decidido comenzar con la revisión de su estrategia logística, es la cercanía de todas las actividades para darle valor a su negocio y no tenerlo descentralizado. De tal manera se gestionaría de una forma mucho más eficiente el control interno de la misma.

Para la empresa lo más importante es el servicio en 24 horas, ya que tienen un compromiso con el cliente de que si surge una urgencia se ha de cumplir en 24 horas. Con la situación actual se cumple perfectamente, ya que tienen almacenes subcontratados distribuidos por todo el ámbito nacional, aunque se pierda el control interno de la cadena de suministro.

En el caso de que todo se sirviera desde Valencia se tendría el siguiente inconveniente, ya que hay puntos a los que directamente no es posible llegar desde Valencia en 24 horas con nuestro servicio de transporte normal. En el mapa se pueden visualizar en amarillo:



Figura 17. Localización clientes que no es posible entregar en 24 h desde Valencia

El caso de que se surja una urgencia, algo difícil, ya que trabajan con contratos programados, se debe proponer soluciones alternativas, como podría ser una empresa de transporte paletizado urgente que sí cubriera todas las zonas en 24 horas. Faltaría comprobar la viabilidad económica de usar una empresa de paletizado urgente o tener por ejemplo una opción que sería ubicar el almacén subcontratado en un punto que cubra toda España, tal y como se ha indicado en el punto 2, Madrid.

El Rincón de Ademuz, que es el punto de gravitación tiene bastante mala comunicación con las rutas de transporte que cubren la zona.

En cuanto a los factores de política de empresa lo más importante para los dueños de la empresa es que ésta esté situada en Valencia.

La encuesta en factores de política de empresa quedaría de la siguiente manera:

	Ponderación del factor ( del 1 al 10)	Situación Actual	Sede/actividades críticas en Valencia y almacén con cumplimiento 24h (Madrid)	Todas las actividades en Valencia o alrededores	Todas las actividades en un punto estratégico (Rincón de Ademuz)
<b>REGIÓN</b>					
<b>FACTORES DE POLÍTICA DE EMPRESA</b>					
Cercanía de todas las actividades de la empresa	50,0%				
Servicio 24 horas	15,0%	5	6	10	10
Localización en Valencia o alrededores	20,0%	10	10	7	5
	15,0%	5	5	10	5

Tabla7. Factores de Política de Empresa.

### 9.2.2.2. Factores de Costes

En cuanto a la Operativa y Coste total del Transporte, Comunicación y accesibilidad a mercados, se puede decir que la situación actual es muy buena en gestión operativa, ya que acceden a todos los puntos gracias a la subcontratación y el coste del transporte es óptimo ya que trabajan con grandes plataformas logísticas.

Dado que la mayor parte del aprovisionamiento de materias primas y distribución del producto acabado se realiza por carretera, es necesario poder contar con unas buenas comunicaciones y con una red de carreteras en buen estado que permitan disminuir los costes derivados del transporte.

Por otra parte hay que tener en cuenta la comodidad que supondría disponer de un aeropuerto cercano, tanto para el transporte de productos, como para los viajes necesarios de clientes y empleados de la empresa, en caso de que algún día la empresa quiera internacionalizarse.

Si el estado actual de todo subcontratado, se extrapola a todo en Valencia, se pueden conseguir tarifas muy competitivas y una muy buena red de carreteras, como la que ofrecen actualmente las empresas de transporte que prácticamente iguala a la tarifa que nos ofrecen en transporte los almacenes subcontratados, con el hándicap que habría que incluir un sobrecoste en el caso de que se tenga que contratar un transporte urgente. Si se establece toda la Sede en Valencia con un gran almacén, junto con un segundo almacén subcontratado en Madrid, también se llegaría a todos los puntos en 24 horas y el coste del transporte igualaría a la tarifa actual. En el caso de ponerlo todo en el punto de gravitación el coste de transporte se dispararía ya que no existen grandes plataformas logísticas que puedan gestionar nuestras cargas, y tampoco se cumplirían plazos de entregas.

En cuanto a la Optimización de inventarios, está claro que cuantos más almacenes se tenga más sobre stocks se tienen, lo cual conlleva un gran coste ya que actualmente les cobran por palet almacenado. Si toda la mercancía se encuentra en un único almacén, se optimiza mucho el inventario ya que se mejora el nivel de servicio, pudiendo reducir el nivel de stocks y cubrir toda la demanda. Lo mismo ocurre con la manipulación, ya que al tener almacenes subcontratados el nivel de manipulación es más elevado y el número de operarios se multiplica por almacén, además de que el coste de manipulación subcontratada es mucho más elevado que la manipulación por operarios propios en un único almacén.

En cuanto al coste del terreno en las distintas opciones, se sabe que en la situación actual no se paga por alquiler/compra del terreno. Este gasto está incluido en la manipulación-almacenaje-movimientos, con lo que se podría decir que este gasto va imputado directamente al coste del producto y no es medible con certeza. En Valencia el coste del metro cuadrado industrial según el Instituto Nacional de Estadística ronda los 200€, y en nuestro punto de gravitación está en torno a los 120€ el metro cuadrado.

Con todos los datos recopilados, los Factores de Costes se clasifican del siguiente modo:

REGIÓN	Ponderación del factor ( del 1 al 10)	Situación Actual	Sede/actividades críticas en Valencia y almacén con cumplimiento 24h (Madrid)	Todas las actividades en Valencia o alrededores	Todas las actividades en un punto estratégico (Rincón de Ademuz)
<b>FACTORES DE COSTES</b>	<b>30,0%</b>				
Operativa y Coste total del Transporte: Comunicación, accesibilidad mercados	20,0%	10	10	8	4
Optimización de Coste de Inventario	4,0%	5	7	10	10
Operativa y Coste de la manipulación	5,0%	5	7	10	10
Coste de Terreno - Construcción - Almacenaje	1,0%	5	6	8	9

Tabla8. Factores Costes

### 9.2.2.3. Factores de Personal

En cuanto a los factores del personal, únicamente serán ponderados para el caso de las instalaciones en Valencia, y las instalaciones en punto estratégico, ya que si hay subcontratación con almacenes externos se entiende que no existirá ningún problema en la contratación de personal cualificado y formado ya que han recibido una amplia formación a cargo de la empresa.

Partiendo de la base de que en toda industria son factores sumamente importantes tanto la mano de obra, como la disponibilidad, el grado de asociacionismo y fundamentalmente el coste.

En cualquier caso, será más importante lograr un entorno social adecuado, que contribuya a crear un buen ambiente de trabajo, para llevar al conjunto de la empresa a alcanzar unas cotas de productividad máximas con la capacidad instalada.

En estas circunstancias no es desechable bajo ningún concepto la contratación mano de obra poco cualificada, que tras un período de aprendizaje se involucre de lleno en los objetivos marcados por la empresa, aunque se podrá exigir un mínimo de estudios finalizados equivalentes a un FP o un Bachiller.

Bajo este punto de vista, y dado que el coste de la mano de obra tendrá una influencia notable en el coste del producto, será preferible situar la planta en el lugar con menor coste laboral. Sin embargo, dado que el mínimo coste de la mano de obra suele ir asociado a regiones marginales, y debido a la creciente influencia de factores como la calidad total, la relación cliente-empresa, etc., sobre el coste final del producto, no se considera que en principio las zonas con un coste menor de mano de obra sean las idóneas para la localización de la planta.

Según el INE el personal cualificado en Valencia es un 16% superior al del punto gravitativo:

Unidades: personas

	Castilla - La Mancha						Comunitat Valenciana					
	Ambos sexos						Ambos sexos					
	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
Bachiller, BUP, Bachiller Superior, COU, PREU	58	66	80	113	68	121	209	85	367	279	128	185
FP grado medio, FP I, Oficialia industrial o equivalentes	10	28	69	15	46	29	55	117	92	82	125	100
FP grado superior, FP II, Maestría industrial o equivalentes	2	15	7	28	12	13	...	30	31	21	40	54
Diplomatura universitaria, Arquitectura o Ingeniería Técnica o equivalentes	12	32	20	38	18	14	2	24	33	73	30	78
Licenciatura, Arquitectura, Ingeniería, Doctorado o equivalentes	1	13	33	16	25	33	...	9	21	46	9	21

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Figura18. Estadísticas Personal Cualificado

Si existe personal cualificado en la zona también se tendrá disponibilidad de puestos directivos en la zona. En los almacenes subcontratados nos son indiferentes los puestos directivos, ya que la empresa debería ejercer de puesto directivo.

Los salarios en Valencia y en el punto de gravitación según el INE son muy similares:

Ambos sexos	
<b>2011</b>	
<b>Castilla-La Mancha</b>	
<b>Industria</b>	22.055,47 <sup>▼</sup>
<b>Comunitat Valenciana</b>	
<b>Industria</b>	22.716,41 <sup>▼</sup>

Tabla9. Comparativa de Salarios

Si se continúa con la opción de almacenes subcontratados, en este punto no afecta, ya que la empresa únicamente paga por manipulación y almacenamiento.

Tras este estudio, los factores a evaluar quedarían de la siguiente manera:

REGIÓN	Ponderación del factor ( del 1 al 10)	Situación Actual	Sede/actividades críticas en Valencia y almacén con cumplimiento 24h (Madrid)	Todas las actividades en Valencia o alrededores	Todas las actividades en un punto estratégico (Rincón de Ademuz)
<b>FACTORES DE PERSONAL</b>	<b>10,0%</b>				
Existencia de Personal cualificado en la Zona	5,0%	5	7	10	7
Salarios promedios en la Zona	5,0%	5	6	6	7
Disponibilidad de puestos Directivos	0,0%	5	7	10	7

Tabla10. Factores de Personal

#### 9.2.2.4. Factores del Marco Natural

Es un factor directamente relacionado con el transporte, desde el punto de vista de que condiciones climatológicas extremas, como lluvias torrenciales, hielo en el asfalto, fuertes vientos, nieblas, etc., pueden condicionar que dicho transporte sea o no factible.

En los casos del estudio, no es un factor muy relevante, tal vez tenga más incidencia las malas condiciones climatológicas en el punto de gravitación, ya que en Valencia las condiciones meteorológicas son excelentes. En la situación actual influyen muchas comunidades, con lo que es posible que en algunas exista mucho riesgo natural y en otras ninguno, con lo que lo se ponderará con un 5.

Nuestra ponderación quedaría de la siguiente manera:

REGIÓN	Ponderación del factor ( del 1 al 10)	Situación Actual	Sede/actividades críticas en Valencia y almacén con cumplimiento 24h (Madrid)	Todas las actividades en Valencia o alrededores	Todas las actividades en un punto estratégico (Rincón de Ademuz)
<b>FACTORES DEL MARCO NATURAL</b>	<b>4,0%</b>				
Condiciones climatológicas	1,0%	5	7	10	4
Riesgo de Incendios - Inundaciones	3,0%	5	7	10	6

Tabla11. Factores del Marco Natural

### 9.2.2.5. Factores del Marco Social

El marco social jugará un papel importantísimo desde el punto de vista del objetivo marcado, que no es otro que el de conseguir un elevado nivel de productividad con las instalaciones creadas. Un entorno social agradable, con adecuadas instalaciones sanitarias, posibilidades de ocio y un buen ambiente de trabajo contribuirá directamente a lograr los objetivos marcados.

En cuanto a los puntos estudiados de política, conflictos laborales y mentalidad de la zona, estando en el mismo país, no es un punto determinante, ya que prácticamente es igual en todas las zonas. El marco mediterráneo es una zona en el que el carácter de la población es más alegre y abierto.

En cuanto al idioma/dialecto, en España existen distintas lenguas: catalán, valenciano, gallego y euskera:

**Lenguas maternas en las comunidades autónomas con idiomas cooficiales de España (porcentaje sobre la población total)<sup>1</sup>**

Comunidad Autónoma	Lengua cooficial	Castellano	Lengua cooficial	Ambas por igual	Otras
Cataluña	Catalán y aranés	55,0%	31,7%	3,8%	9,6%
Comunidad Valenciana	Valenciano	60,8%	28,8%	9,5%	0,8%
Galicia	Gallego	30,1%	52,0%	16,3%	1,6%
País Vasco	Euskera	76,1%	18,8%	5,1%	n/d
Islas Baleares	Catalán	47,7%	42,6%	1,8%	7,9%
Navarra	Euskera	89,0%	7,0%	2,0%	2,0%

Tabla12. Porcentaje dialectos

La descentralización de las actividades puede provocar incomodidades a la hora de comunicación, aunque en la mayor parte de España la lengua que más se habla es el castellano. Lo más óptimo sería centralizarlo todo en una zona para que no hubiera problemas de dialectos entre distintas delegaciones.

La ponderación quedaría de la siguiente manera:

REGIÓN	Ponderación del factor ( del 1 al 10)	Situación Actual	Sede/actividades críticas en Valencia y almacén con cumplimiento 24h (Madrid)	Todas las actividades en Valencia o alrededores	Todas las actividades en un punto estratégico (Rincón de Ademuz)
<b>FACTORES DEL MARCO SOCIAL</b>	<b>3,0%</b>				
Política	0,0%	5	5	5	5
Conflictos Laborales	2,0%	5	5	5	5
Mentalidad de la Zona	0,5%	5	6	8	5
Idioma / dialecto	0,5%	3	7	10	10

Tabla13. Factores del Marco Social

### 9.2.2.6. Otros Factores

Siempre será aconsejable ubicar la planta en zonas que permitan rapidez y un coste aceptable para el transporte de materia primas. Partir de la base de que en este caso las condiciones de abastecimiento son muy especiales, ya que se abastecen en mayor medida cuando el precio del petróleo está más bajo, en cuanto al destino siempre que esté centralizado es indiferente ya que los proveedores son internacionales, si se centraliza la ubicación, el camión completo llega a un solo destino y no hay que redistribuir la materia prima. Es muy importante para la correcta recepción de está unas buenas infraestructuras por carretera e incluso si la planta está en Valencia habrá que tener en cuenta que el corredor del mediterráneo permitirá unos precios más competitivos del transporte de la misma.

En cuanto a las políticas fiscales en Valencia hay muchos polígonos industriales que están empezando a ceder el suelo a cambio de mantener el negocio “x” años en su polígono, por lo demás las diferencias sociales y fiscales dentro de España son muy semejantes. Las políticas fiscales en la subcontratación son nulas ya que no la empresa no es propietaria del terreno ni pagan parte de él, tan solo pagan por sus servicios

Los servicios públicos en la descentralización, en aquellos centros que estén situados en grandes ciudades, la calidad de estos será excelente al igual que en Valencia.

La disponibilidad de terrenos debido a la gran crisis que nos afecta en este momento es muy alta en todo el territorio nacional.

Nuestra ponderación en este factor sería el siguiente:

	Ponderación del factor ( del 1 al 10)	Situación Actual	Sede/actividades críticas en Valencia y almacén con cumplimiento 24h (Madrid)	Todas las actividades en Valencia o alrededores	Todas las actividades en un punto estratégico (Rincón de Ademuz)
<b>REGIÓN</b>					
<b>OTROS FACTORES</b>					
Disponibilidad de Materia Prima	0,0%	5	7	10	10
Políticas Fiscales	2,0%	0	7	10	8
Servicios Públicos	0,5%	8	8	8	7
Disponibilidad de Terrenos y construcción	0,5%	0	8	10	10

Tabla14.Otros Factores

### 9.3. Selección de la Localización de Nuevas Instalaciones (Nivel Nacional)

El total de la encuesta de ponderación nos da los siguientes resultados:

PONDERACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA (REGIÓN COMUNIDAD)					
	Ponderación del factor ( del 1 al 10)	Situación Actual	Sede/actividades críticas en Valencia y almacén con cumplimiento 24h (Madrid)	Todas las actividades en Valencia o alrededores	Todas las actividades en un punto estratégico (Rincón de Ademuz)
<b>REGIÓN</b>					
<b>FACTORES DE POLÍTICA DE EMPRESA</b>					
Cercanía de todas las actividades de la empresa	15,0%	5	6	10	10
Servicio 24 horas	20,0%	10	10	7	5
Localización en Valencia o alredeodres	15,0%	5	5	10	5
<b>FACTORES DE COSTES</b>					
Operativa y Coste total del Transporte: Comunicación, accesibilidad mercados	20,0%	10	10	8	4
Optimización de Coste de Inventario	4,0%	5	7	10	10
Operativa y Coste de la manipulación	5,0%	5	7	10	10
Coste de Terreno - Construcción - Almacenaje	1,0%	5	6	8	9
<b>FACTORES DE PERSONAL</b>					
Existencia de Personal cualificado en la Zona	5,0%	5	7	10	7
Salarios promedios en la Zona	5,0%	5	6	6	7
Disponibilidad de puestos Directivos	0,0%	5	7	10	7
<b>FACTORES DEL MARCO NATURAL</b>					
Condiciones climatológicas	1,0%	5	7	10	4
Riesgo de Incendios - Inundaciones	3,0%	5	7	10	6
<b>FACTORES DEL MARCO SOCIAL</b>					
Política	0,0%	5	5	5	5
Conflictos Laborales	2,0%	5	5	5	5
Mentalidad de la Zona	0,5%	5	6	8	5
Idioma / dialecto	0,5%	3	7	10	10
<b>OTROS FACTORES</b>					
Disponibilidad de Materia Prima	0,0%	5	7	10	10
Políticas Fiscales	2,0%	0	7	10	8
Servicios Públicos	0,5%	8	8	8	7
Disponibilidad de Terrenos y construcción	0,5%	0	8	10	10
<b>PONDERACIÓN TOTAL DE LA REGIÓN A ELEGIR POR EL CLIENTE</b>		<b>6,88</b>	<b>7,66</b>	<b>8,66</b>	<b>6,38</b>
<b>PONDERACIÓN TOTAL DE LA REGIÓN A ELEGIR POR EL CLIENTE EN %</b>		<b>68,80%</b>	<b>76,55%</b>	<b>86,60%</b>	<b>63,80%</b>

Tabla15.Tabla encuesta de Ponderación

En gráficos:

#### Resultado de la Ponderación

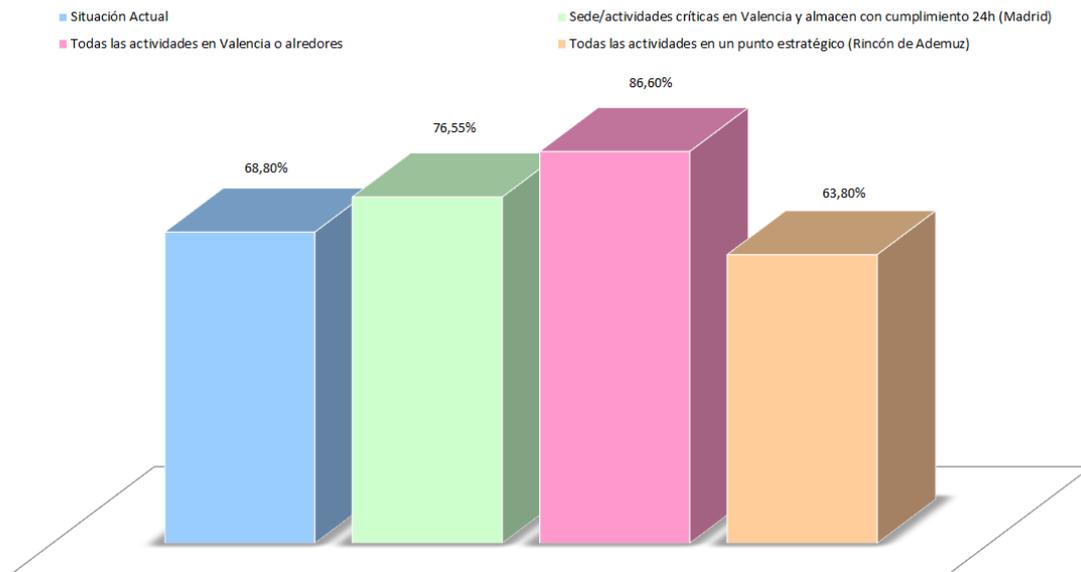


Gráfico 1: Encuesta de Ponderación

### 9.3.1. Estudio del Resultado de la Ponderación

Tras comprobar la viabilidad de la ubicación de las instalaciones, se observa que los puntos más factibles son Valencia y Valencia con almacén subcontratado en un punto de cumplimiento de 24 horas como puede ser Madrid.

Por lo que se estudiarán estos dos resultados para ver cuál es más viable económicamente. Tras solicitar presupuestos a varias compañías de transportes, se ha elegido una de ellas como transporte de carretera (Anexo 1) para palettería. Con este servicio se cubriría camiones de Valencia y Madrid. Lo que no cubrimos con este servicio es allá donde no se llega desde Valencia en 24 horas, esto se haría con otra empresa (Anexo2), empresa especializada en palettería 24 horas. Desde Madrid se puede cubrir toda la provincia nacional en 24 horas.

El estudio económico por volúmenes quedaría de la siguiente manera:

Provincias	Kilos x Alb	%	Solo Valencia	Valencia-Madrid
VALENCIA	1.046.151,98	36,18%	59.292,19	59.292,19
BARCELONA	360.444,36	12,47%	36.325,36	36.325,36
MADRID	342.353,89	11,84%	30.337,41	26.156,96
SEVILLA	229.529,50	7,94%	30.532,49	24.744,33
TOLEDO	110.355,97	3,82%	10.099,93	10.099,93
ALICANTE	98.320,49	3,40%	8.726,03	8.726,03
JAEN	78.165,48	2,70%	8.062,31	10.270,08
BIZKAIA	75.846,52	2,62%	15.993,13	12.097,00
ALAVA	63.023,16	2,18%	11.026,41	9.684,92
GUADALAJARA	58.300,72	2,02%	9.603,08	9.603,08
GIRONA	42.774,05	1,48%	3.452,00	3.452,00
MURCIA	40.530,72	1,40%	4.086,00	4.086,00
BALEARES	40.366,42	1,40%	9.851,93	9.851,93
CANTABRIA	39.234,16	1,36%	6.126,33	4.075,44
ZARAGOZA	32.755,04	1,13%	3.844,93	3.844,93
GRANADA	32.215,00	1,11%	7.080,88	5.219,67
CASTELLON	27.384,23	0,95%	1.464,69	1.464,69
PORTUGAL	26.678,44	0,92%	6.652,42	4.131,32
VALLADOLID	20.492,61	0,71%	2.745,92	1.762,00
MALAGA	18.606,32	0,64%	6.618,51	4.564,00
LEON	14.615,24	0,51%	4.209,70	2.691,18
NAVARRA	13.385,22	0,46%	2.707,56	2.142,48
TARRAGONA	12.107,16	0,42%	1.718,55	1.718,55
BADAJOS	9.780,60	0,34%	1.953,05	1.892,92
LLEIDA	6.895,83	0,24%	1.333,60	1.333,60
CORDOBA	6.503,32	0,22%	1.081,83	1.140,48
ASTURIAS	6.145,20	0,21%	1.558,26	1.250,60
HUELVA	5.697,12	0,20%	1.727,20	1.648,48
CORUÑA	5.417,13	0,19%	934,21	964,52
BURGOS	5.372,96	0,19%	1.347,86	916,04
LUGO	4.307,76	0,15%	1.278,13	996,84
ZAMORA	4.098,76	0,14%	729,12	617,20
CADIZ	3.531,36	0,12%	1.217,57	1.050,96
ALMERIA	3.107,52	0,11%	955,02	1.045,56
GIPUZKOA	2.801,28	0,10%	782,20	615,88
LA RIOJA	1.631,44	0,06%	432,99	432,99
CACERES	1.470,08	0,05%	429,67	337,80
SALAMANCA	613,44	0,02%	173,31	112,32
PONTEVEDRA	517,92	0,02%	184,51	127,20
<b>Total general</b>	<b>2.891.528,41</b>	<b>100,00%</b>	<b>876.300,67</b>	<b>823.922,92</b>

Tabla16. Estudio económico por volúmenes

El ahorro económico de uno frente a otro es de 26.000€, pero se ha de tener en cuenta que esto supondría subcontratar un almacén en Madrid, por ejemplo como el que tienen actualmente en Coslada, con lo que habría que sumarles los siguientes costes:

DOCKS COSLADA	
ENTRADAS + SALIDAS	2.772,63
ALMACÉN	26.577,80
TOTAL	29.350,43

Tabla17.Coste Subcontratado

Con lo que la opción más viable económicamente es Valencia, aparte de que la empresa asume el control total de la cadena de valor de la empresa.

## **9.4. Selección de la Localización de Nuevas Instalaciones (Nivel Regional)**

A continuación se realiza un estudio de los parques mejor situados de Valencia, ya que es la opción más viable.

Se considera que los parques más valorados y mejor comunicados para unas nuevas instalaciones son los siguientes:

- Parque empresarial Juan Carlos I, Almussafes - Picassent
- Parques empresariales Paterna (Fuente del Jarro, Parque Tecnológico, Táctica)
- Parc Sagunt.

### **9.4.1. Parque empresarial Juan Carlos I (2da fase)**

Es un parque nuevo, con mucha oportunidad de terreno que está teniendo mucho éxito, con una superficie total de 766.816 m<sup>2</sup>

Este parque empresarial ha sido promovido por la Generalitat Valenciana, impulsado por el SEPIVA

Se trata de un polígono estratégico que basa su localización en criterios muy estrictos de accesibilidad, existencia de servicios, capacidad territorial y mínima vulnerabilidad. Asimismo, la actividad económica del parque se ve reforzada por la Red Logística de la Comunidad Valenciana, por su inserción en importantes redes de comunicación, ya que supone la potenciación necesaria del ferrocarril de mercancías y el futuro corredor mediterráneo. Y, finalmente, se trata de un polígono pionero en cuanto al uso de las nuevas tecnologías, como el transporte aéreo a través de áreas de reserva logística de materiales al centro de producción o la fibra óptica, entre otras

Son de destacar las vías logísticas que conectan directamente con las principales carreteras nacionales, puertos y aeropuertos:

#### Comunicaciones por carreteras

Alicante	150 km
Castellón	82 km
Valencia	17 km
Madrid	367 km
Barcelona	366 km

#### Puertos próximos

Sagunto	47 km
Valencia	17 km

#### Aeropuertos próximos

Manises	20 km
---------	-------

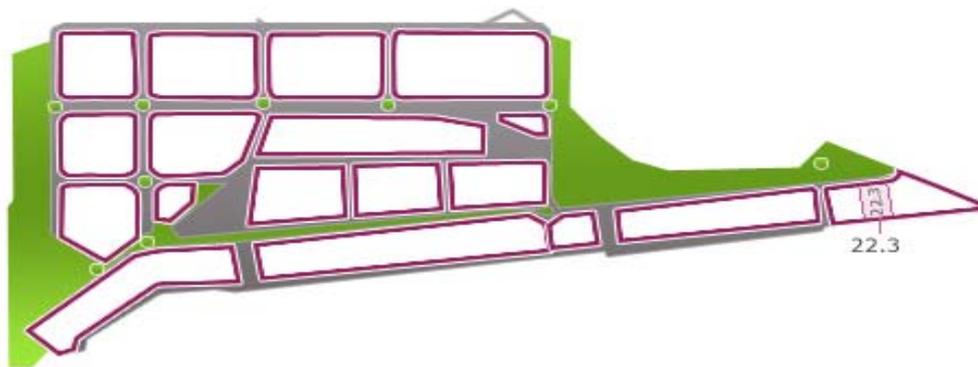


Figura 19. Plano de la segunda fase del Parque Empresarial Juan Carlos I

Para poder acceder a este parque ya que es de la Generalitat se han de cumplir una serie de requisitos.

### 9.4.2. Parques empresariales Paterna

La viabilidad de un parque en Paterna es muy buena ya que se encuentra ubicada en un enclave inmejorable, en el centro de la Comunidad Valenciana y del Arco Mediterráneo, uno de los principales ejes de desarrollo europeo de los corredores europeos: el Mediterráneo, el Cantábrico/Mediterráneo y el Atlántico/Mediterráneo. Además Paterna cuenta con una accesibilidad privilegiada para la competitividad de las empresas.

- A 5 minutos del Aeropuerto Internacional
- A 15 minutos del Puerto de Valencia, el más importante del Mediterráneo que abarca un mercado de 234 millones de consumidores.
- Conexiones directas por autopista a Madrid, Barcelona, Alicante y Castellón (A7, A3, V-30, CV-35). Línea de alta velocidad AVE Valencia- Madrid.
- 10 paradas de Metro Valencia en su término municipal y línea municipal interurbana de autobús.

Paterna cuenta con más de cinco millones de metros cuadrados destinados a usos terciarios e industriales y con una amplia oferta de suelo disponible a precios competitivos, que pone de manifiesto la clara vocación empresarial de la ciudad.

Los distintos parques empresariales que se pueden encontrar en Paterna son los siguientes:

### ● **Parque empresarial Táctica**

El parque empresarial TÁCTICA constituye un proyecto único en la Comunidad Valenciana comparable a los nuevos Centros de Negocio que están empezando a surgir en ciudades como Madrid o Barcelona. Su concepción es totalmente innovadora, y responde a un modelo de agrupación empresarial con carácter totalmente autónomo, una innovadora “ciudad empresarial de vanguardia”.

En la actualidad cuenta con 200 actividades, y en un futuro agrupará 400 empresas en 139 hectáreas destinadas a actividades logísticas, productivas y de servicios.

Entre los elementos que forman la oferta de TÁCTICA se encuentra la zona de oficinas integradas en edificios inteligentes dotados con las más avanzadas tecnologías, una amplia gama de naves destinadas a la actividad industrial así como de naves de carácter comercial instaladas en los lugares de mayor tránsito.

El parque empresarial TÁCTICA armoniza el diseño de vanguardia con la funcionalidad, la modernidad arquitectónica y tecnológica respetando el marco verde de un entorno ajardinado que ofrece en igual proporción sentido pragmático y habitabilidad: paisajes para pasear y relajarse y edificios “inteligentes” equipados con las últimas tecnologías.

El sector terciario encuentra en este entorno empresarial un nicho propio. Las infraestructuras destinadas a este segmento son muy relevantes y explotan la ya mencionada ‘habitabilidad’ de este espacio tan puntero. A la vista queda, por tanto, una multitud de servicios: sucursales bancarias, gimnasios, agencias de viajes, centros comerciales, tiendas diversas, etc. Sin olvidar la infraestructura más visible desde la rotonda que enlaza el área de servicio de Paterna con la V-30: un hotel de más de un centenar de habitaciones que estima duplicar sus alojamientos en una próxima fase.

La superficie del parque es de 139,18 hectáreas, y las empresas potenciales 400, contando con un espacio reservado para oficinas de 70.000m<sup>2</sup>



Figura 20. Parque empresarial Táctica

### ● Parque empresarial Fuente del Jarro

Este parque está dotado con una superficie de 235.24 hectáreas. El número de empresas potenciales es de 500, y existen más de 30 locales a dar servicio al Polígono, 25 restaurantes, gimnasio y guardería.

Fuente del Jarro nace el año 1967 y se configura como una de las concentraciones industriales más importantes de Europa y como el primer dinamizador del tejido industrial de Paterna, con sus 235.24 hectáreas, una red viaria de 40 Km. y más de 500 empresas con una superficie media de 4.500 m<sup>2</sup>.

Dispone de dos fases unidas por un paso subterráneo de circulación rodada, quedando separadas por el ferrocarril de Llíria con estación propia en la que se enlaza un tren-metro a Valencia cada treinta minutos. También dispone de una línea de autobuses. Además, el Polígono goza de continuidad urbana con la ciudad de Paterna a través de un paseo peatonal.

Fuente del Jarro se encuentra ubicado dentro del término municipal de Paterna, Ciudad de Empresas, a 10 km. al noroeste de Valencia, a la que le une fundamentalmente la Pista de Ademuz. Asimismo, tiene enlace con la capital por la carretera de Paterna-Llíria. Posee entrada y salida directa al baipás que lo rodea, lo que facilita la comunicación con Madrid, Alicante, aeropuerto, puerto y Feria Valencia.

Los estudios realizados estiman que cada día entran y salen del Polígono Industrial 45.000 vehículos de diferente tipo y tonelaje.

Es un área industrial bastante diversificada, donde la actividad de industrias es muy variada. Se encuentran representadas casi todas las ramas o sectores en mayor o menor proporción.

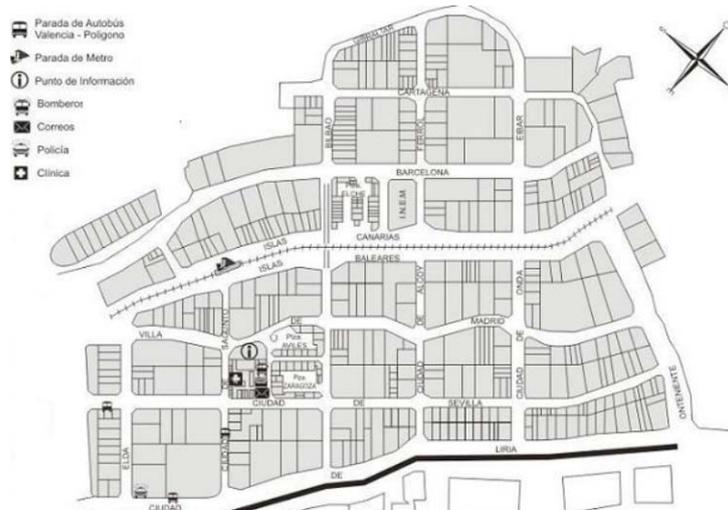


Figura 21. Parque empresarial *Fuente del Jarro*

### Parque Tecnológico

La superficie del mismo es de 104 hectáreas, y tiene 260 Parcelas con una superficie de entre 800 a 2500 m<sup>2</sup>

Los tipos de empresas instaladas en este parque son:

Institutos Tecnológicos, Incubadora de Empresas (CEEI), Centros de Formación Empresarial, Empresas con dedicación a I+D+i, Empresas de servicios y asesoramiento e Industrias limpias.

València Parc Tecnològic surgió de la iniciativa del Instituto de la Pequeña y Mediana Industria de la Generalitat Valenciana, (IMPIVA) al final de los años 80, con el fin de poder alojar industrias de alta tecnología, centros de investigación, de formación y de desarrollo, entes públicos (como TVE), entre otros.

A día de hoy con más de 450 empresas que dan trabajo a aproximadamente 8.000 personas. El contenedor VPT reúne una infraestructura y un espacio de trabajo que permiten a las empresas incorporarse con éxito a un entorno empresarial altamente competitivo: recursos tecnológicos avanzados, servicios, eficaces sistemas de comunicaciones, cooperación empresarial, centros de investigación al servicio de la empresa, colaboración con las universidades, amplios viales, zonas verdes, aparcamientos... En definitiva, recursos de futuro y calidad de vida dentro de un marco que recoge numerosas experiencias de otros Parques Tecnológicos europeos y que se ajusta a los denominadores comunes que marcan la diferencia entre un Parque Tecnológico y otras zonas tradicionales de implantación industrial.

Los objetivos principales de Valencia Parque Tecnológico son potenciar la diversificación industrial de la Comunidad Valenciana, fomentar la incorporación de nuevas tecnologías y apoyar las iniciativas de I+D+i, por lo que está abierto a empresas que valoran la innovación constante, la importancia de la investigación, la calidad en las condiciones de trabajo, las buenas comunicaciones, la infraestructura técnica adecuada y que, además, respetan el medio ambiente.

En el Parque se encuentran ubicados nueve Institutos Tecnológicos promovidos por el IMPIVA en colaboración con los empresarios de los sectores correspondientes y las universidades. Estos Institutos son centros destinados a apoyar directamente la modernización tecnológica de las empresas y la diversificación industrial. La concentración en Valencia Parque Tecnológico de estos Institutos, permite a las





*Figura 22 Parque empresarial Sagunt*

El cliente debería elegir entre estos parques según sus características y pretensiones, pero se descarta el estudio de ponderación de la localización de la región, ya que el cliente, entre los parques más competentes, su principal objetivo será el “factor oportunidad”, encontrar aquella parcela que según las circunstancias en las que se encuentra España en este momento le pueda dar la oportunidad de comprar a un precio muy competitivo

## 10. Distribución en Planta-LayOut

La distribución en planta o más conocida como “layout”, tiene por objetivo el orden de los elementos de un sistema de producción industrial.

Con el fin de obtener una definición clara y concisa, Muther [Muth, 81a] define la distribución como:

“La distribución en planta es el plan, o el acto de planificar, el ordenamiento óptimo de las actividades industriales, incluyendo personal, equipo, almacenes, sistemas de manutención de materiales y todos los servicios anexos que sean necesarios para diseñar de la mejor manera posible la estructura que contenga estas actividades”.

La misión del estudio se centrará en hallar una ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos de manera que sea lo más económica posible para llevar a cabo el proceso productivo y resultando, al mismo tiempo, lo más seguro y satisfactorio para los operarios y el entorno de la planta industrial. Por tanto, es necesario ordenar todos los productos, materiales, maquinaria y servicios auxiliares (mantenimiento, transporte, etc.) de modo que sea posible fabricar un producto con un coste suficientemente reducido para poder venderlo con un buen margen de beneficio en un mercado de competencia.

Por tanto se deduce que:

- La distribución en planta se constituye como un proceso de ordenación.
- Es necesario realizar una planificación previa del mismo.
- En la distribución en planta se ven afectados todos los medios que participan en el proceso productivo.
- Los Medios de Producción Directos que intervienen en el proceso son: los operarios, el material y la maquinaria.
- Los Medios Auxiliares de Producción<sup>1</sup>, aquellos que no intervienen directamente en el proceso productivo, pero sin los cuales no es posible realizar el layout.

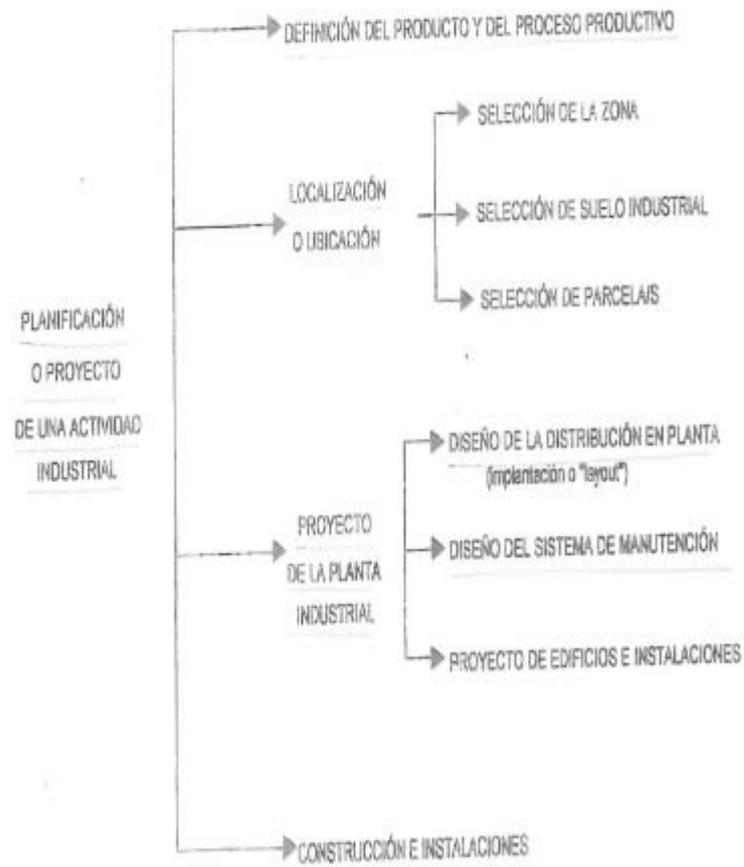
El objetivo es encontrar la **ordenación óptima**, donde por óptimo se entiende la mejor solución de **compromiso entre todos los medios involucrados**, de la forma **más económica posible**.

El problema de la distribución en planta se enmarca dentro del proceso de planificación global de la actividad industrial. La planificación de una actividad industrial se desarrolla a través del denominado “proyecto de la actividad industrial”.

Este proyecto está compuesto por varias fases que nos muestra las siguientes figuras<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Clasificación de los Medios de Producción realizado por R. de Heredia [Here,81a]. . Distribución en planta. Santamaría M.C y Hospitaler.A. Universidad Politécnica de Valencia.

<sup>2</sup> Fases de la planificación de una actividad industrial” [Tomp, 84a] . Distribución en planta. Santamaría M.C y Hospitaler.A. Universidad Politécnica de Valencia.



Figur24. Planificación de una actividad industrial.

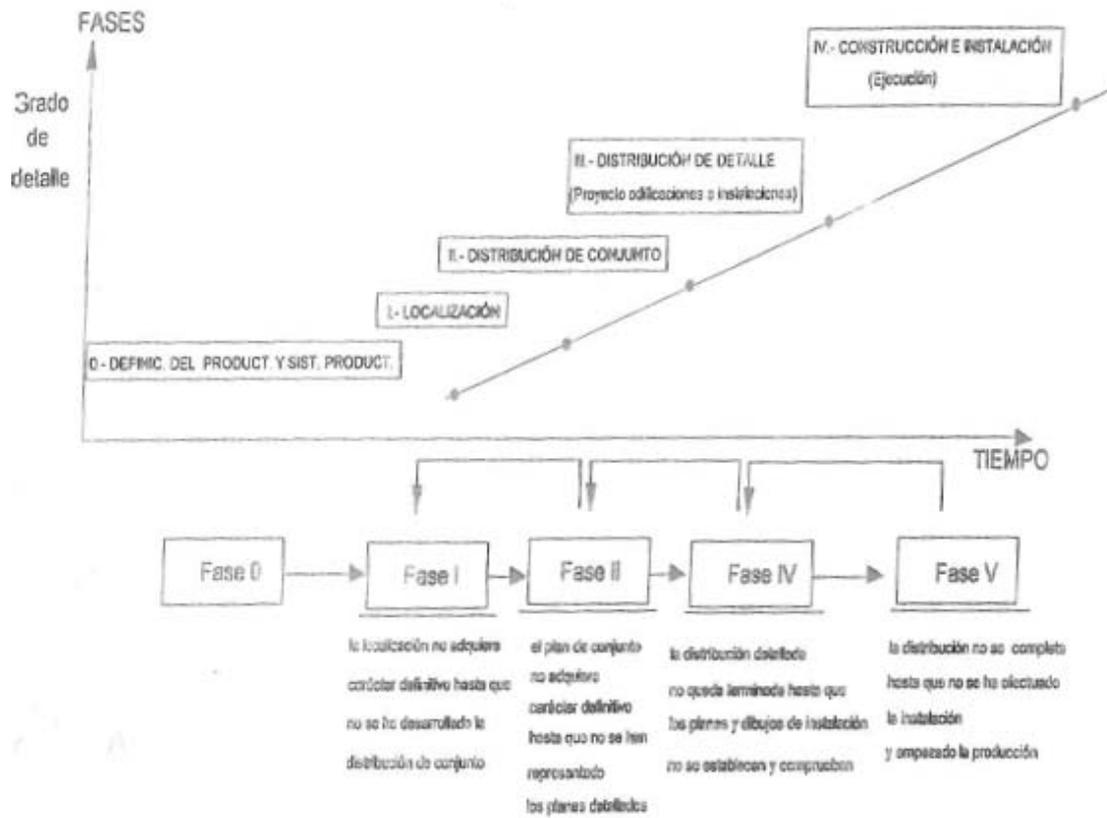


Figura25. Fases de Proyecto

## **10.1. Objetivos de la distribución en planta**

Los objetivos perseguidos son hallar una ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos que resulte la más económica para el trabajo y que a la vez sea la más segura y satisfactoria para los empleados.

Una buena distribución en planta se traduce en una reducción del coste de fabricación y por tanto, es conveniente plantear los siguientes objetivos:

- Reducir los riesgos para la salud y aumentar la seguridad de los operarios.
- Elevar la moral y la satisfacción del operario.
- Incrementar la producción, disminuyendo el tiempo de fabricación.
- Disminuir retrasos en la producción.
- Ahorrar espacios.
- Máximo rendimiento de maquinaria, mano de obrar y/o servicios.
- Reducir el manejo de materiales.
- Reducir el trabajo indirecto.
- Supervisión fácil.
- Otras ventajas: control de costes, facilitar labores de mantenimiento...

Los objetivos se pueden expresar en seis principios básicos:

- Principio de integración de conjunto.

La mejor distribución es la que integra a los operarios, los materiales, la maquinaria, las actividades, además de aquellos factores que intervengan.

- Principio de la mínima distancia recorrida.

En igualdad de condiciones, la mejor distribución siempre es aquella que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta.

- Principio de la circulación o flujo de materiales.

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso éste en el mismo orden o secuencia en que se traten, elaboran o montan los materiales.

- Principio del espacio cúbico.

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal, especialmente en almacén.

- Principio de satisfacción y de la seguridad (confort)

En igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los operarios, los materiales y la maquinaria.

- Principio de flexibilidad

En igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes.

## **10.2. Naturaleza de los problemas de distribución en planta**

Existen cuatro tipos básicos de problemas de distribución en planta:

1º Proyecto de una planta completamente nueva
2º Expansión o traslado a una planta existente
3º Reordenación de un planta existente
4º Ajustes menores en distribuciones ya existentes

*Cuadro1. Tipos básicos de distribución en planta*

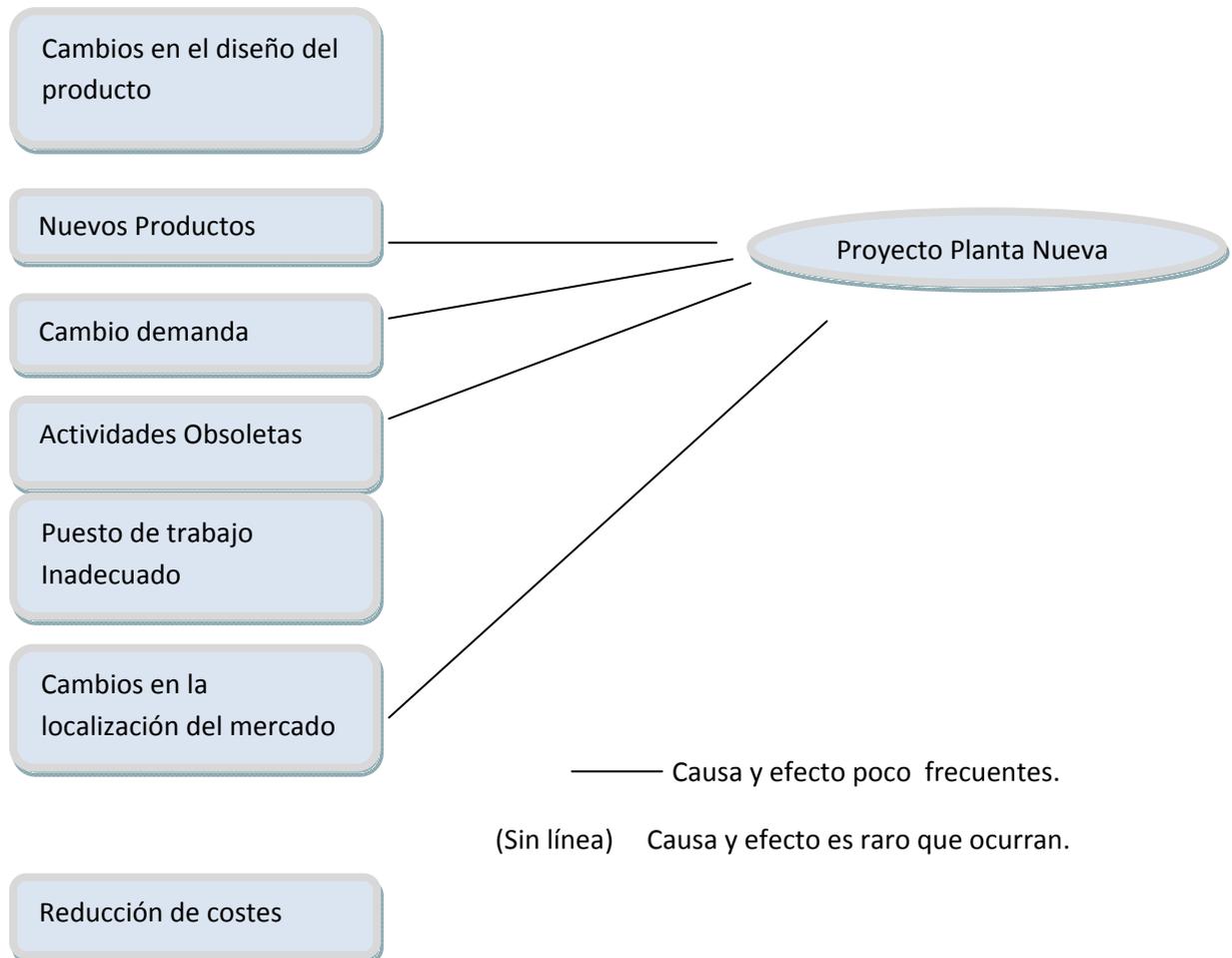
Según Moore [Moor, 62c]<sup>3</sup> los motivos principales de la aparición de problemas en las distribuciones son los siguientes:

- Cambios en el diseño de los productos.
- Aparición de nuevos productos.
- Cambios en la demanda.
- Equipos, maquinaria o actividades obsoletas.
- Accidentes frecuentes.
- Puestos de trabajo inadecuados: Problemas de ruido, temperaturas...
- Cambios de localización de mercados.
- Necesidad de reducir costes.

---

<sup>3</sup>.Distribución en planta. Santamaría M.C y Hospitaler.A. Universidad Politécnica de Valencia.

El estudio a realizar consiste en una planta completamente nueva, donde el principal problema es ordenar todos los Medios de Producción tanto Directos como los Auxiliares para que funcionen como un conjunto integrado.



Figur26. Esquema Causas y Efecto.

### **10.3. Tipos básicos de distribución en planta**

Los tipos básicos de distribución en planta son tres:

- Distribución por posición fija.
- Distribución en cadena, en serie, en línea o por producto.
- Distribución por proceso, por función o por sección.

Su elección está determinada por dos factores:

- Movimiento de los Medios Directos de Producción
- Tipo de Operación de Producción.

En este primer factor, la producción es el resultado obtenido de un conjunto de operarios, materiales y maquinaria actuando bajo alguna forma de dirección.

Los movimientos sirven de nexo entre los Medios de Producción Directos (Operarios, materiales y maquinaria) y no añaden valor, sólo posición. Por tanto, un coste que siempre hay que intentar minimizar.

Por otro lado el segundo factor Tipo de Operación que se realiza puede ser dividido en:

- Elaboración o fabricación: el producto final se obtiene mediante una serie de operaciones cuya misión es cambiar la forma del material inicial.
- Tratamiento: el producto final se obtiene mediante una serie de operaciones cuya misión es cambiar las características del material de partida.
- Montaje: el producto final se obtiene mediante una serie de operaciones sucesivas de adición de otras piezas o materiales sobre la pieza o sobre el material base.

La distribución en planta será del tipo distribución en cadena, en serie, por producto o de desplazamiento rápido, donde cada producto o tipo de producto se realiza en un área, siendo el material el medio que se encuentra en movimiento. Es decir, la maquinaria y personal están distribuidos de acuerdo con la secuencia de operaciones.

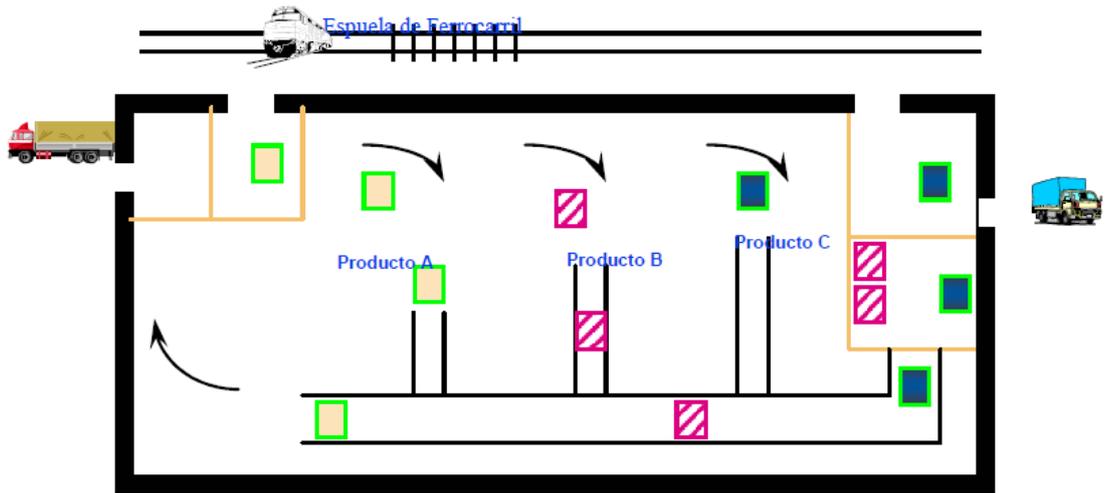


Figura27- Esquema de distribución por producto.<sup>4</sup>

El proceso de producción será una elaboración, junto con un tratamiento. Por tanto, una producción por proceso más que una producción en cadena.

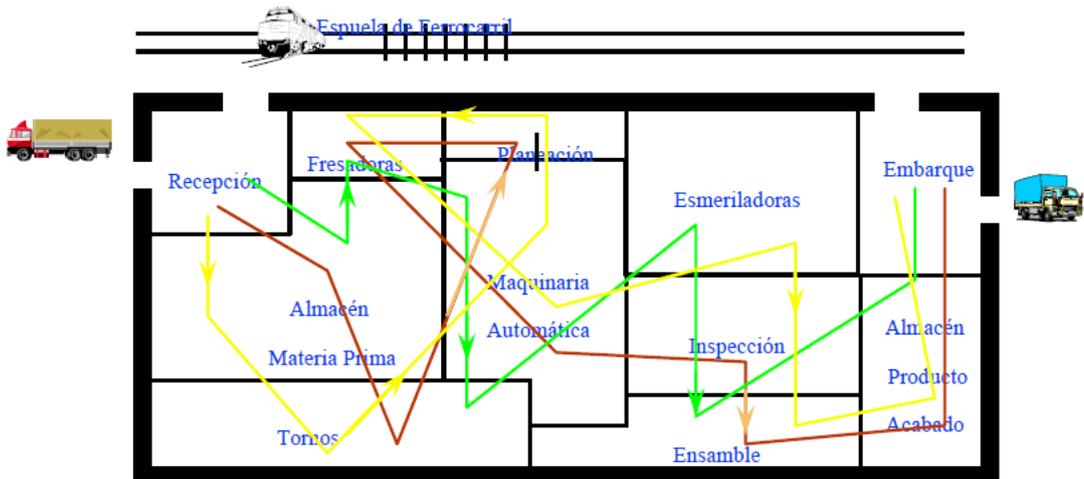


Figura28: Esquema de distribución por proceso.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Departamento de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia.

<sup>5</sup> Departamento de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia.

La elección de producción por proceso atiende a unas ventajas que ésta presenta sobre una distribución en cadena.

Estas ventajas son:

- Mayor utilización de la maquinaria.
- Mejor adaptación a la gran variedad de productos, así como a frecuentes cambios en la secuencia de operaciones. Flexibilidad.
- Fácil adaptación a una demanda intermitente, muy habitual en el caso de estudio.
- Presenta un mayor incentivo para el personal, ya que se intenta elevar el nivel de su producción.
- La continuidad de la producción en caso de averías, escasez de material o ausencia de trabajadores resulta más sencilla de mantener.
- Supervisión especializada.

Atendiendo a condiciones económicas se puede observar los costes de cada tipo de distribución en el siguiente gráfico:

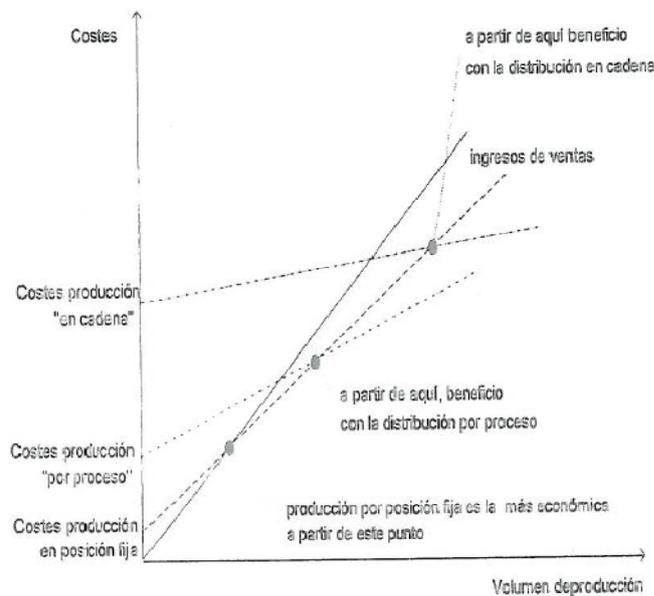


Gráfico2. Comparación de costes según modelo de producción

La distribución en cadena implica mayor inversión en maquinaria, por lo que posee costes fijos más elevados siendo el manejo de materiales menor y sin resultar necesario una mano de obra cualificada (costes variable), mientras que por proceso, la inversión en maquinaria es inferior y resulta necesaria una mano de obra cualificada intermedia pero existiendo costes variables elevados (en material y transporte).

Tras esto se aplicará la herramienta comúnmente utilizada.

## 10.4. Tipología de almacenes. Según el flujo dentro del almacén.



Figura29. Almacén tipo U

### 10.4.1. En U.

- La zona de carga y descarga están en el mismo lado. Muy utilizado en centro de distribución de producto terminado.
- Permite minimizar la suma de los recorridos totales si se realiza una correcta zonificación ABC.
- Mayor seguridad.

### 10.4.2. En L o T.

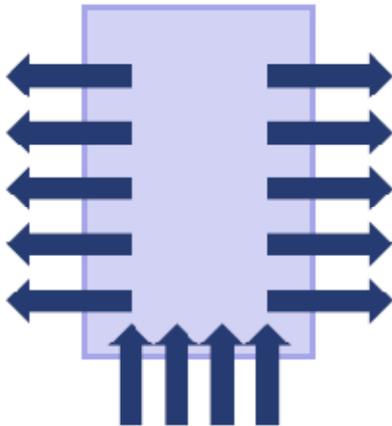


Figura30. Almacén tipo L o T

- Permite la separación adecuada entre las zonas de almacenamiento y las zonas de producción.
- Muy utilizado en plataformas de cross-docking donde apenas hay necesidad de almacenamiento y las operaciones de carga y descarga son intensivas
- Permite aprovechar mejor el perímetro de la nave y poder tener un nº mayor de muelles de carga/descarga.

### 10.4.3. En I.



Figura31. Almacén tipo I

- Se trata de una organización que consiste en la entrada por un extremo y la salida por el otro. No admite al mismo tiempo la recepción de la materia prima y la expedición del producto final.
- Realizar ampliaciones futuras por todas las caras y respeta la marcha hacia delante del producto.
- La zona de carga y descarga están en lados opuestos.
- Limitación de ocupación de terreno
- Muy utilizado en centros de producción
- Zonificación ABC más complicada. Menor seguridad<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Michel Roux: Manual de la logística para la gestión de almacenes. Gestión 2000.

## 10.5. Metodología S.L.P “SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING”

Establecida por Muther en 1961 que consiste en una metodología común para resolver posibles problemas de implantación que puedan surgir. El S.L.P es, en esencia, una forma organizada de enfocar los problemas de implantación. El procedimiento consiste en fijar un cuadro operacional de fases y una serie de procedimientos que permitan identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

La información que se necesita para abordar la distribución en planta con el sistema S.L.P es:

- 1.- Producto (P).
- 2.- Cantidad (Q).
- 3.- Recorrido (R).
- 4.- Servicios (S).
- 5. – Tiempo (T).

El método subyacente en el SLP es el utilizado en Ingeniería del Diseño, pasando por una serie de fases o etapas:

- |  |
|--|
| 1º-. Definición del problema               |
| 2º-. Análisis del problema                 |
| 3º. Síntesis ( generación de alternativas) |
| 4º. Evaluación de las alternativas         |
| 5º. Selección del diseño idóneo            |
| 6º. Implementación y seguimiento           |

*Cuadro2.Fases.*

La siguiente figura representa las distintas fases.

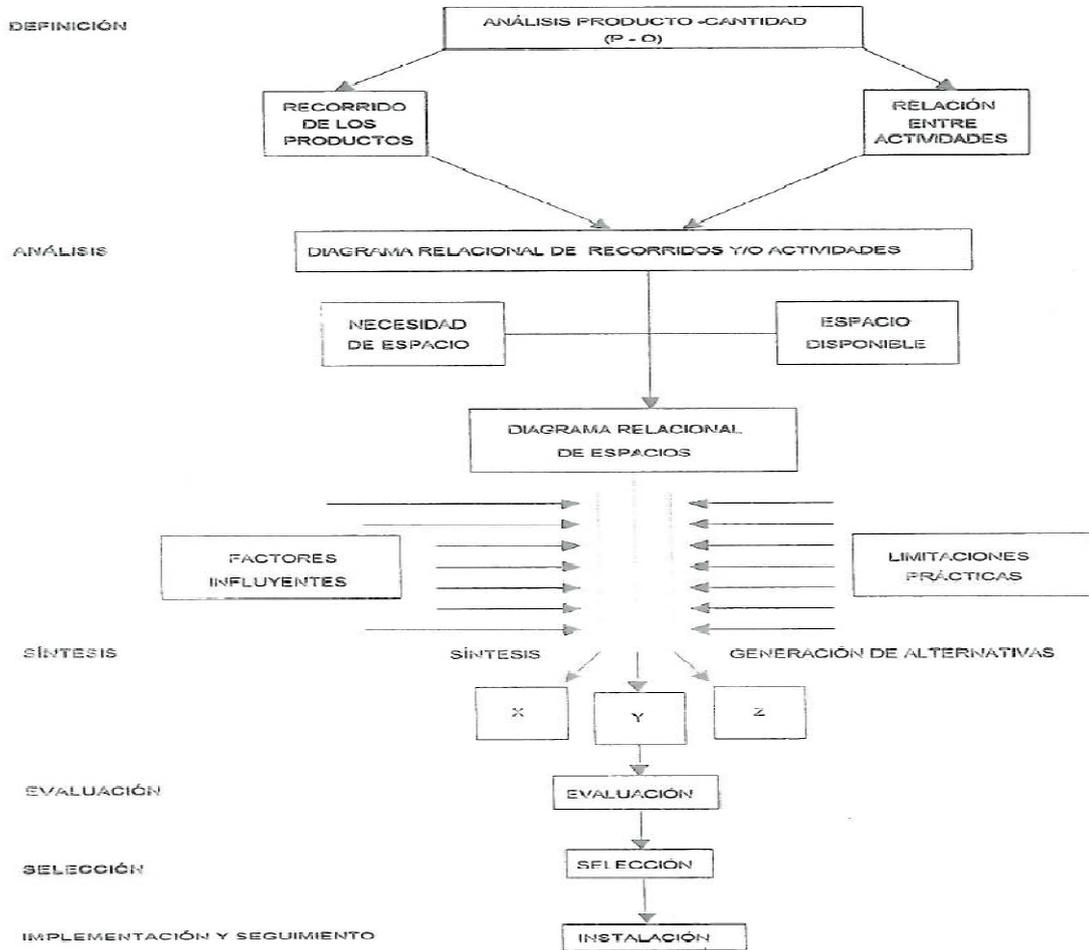


Figura32. Systematic Layout Planning

### 10.5.1. Análisis Producto-Cantidad

El concepto de producto abarca tanto a productos como a materiales: productos fabricados, materia prima, productos en curso, piezas compradas...

Mientras las cantidades pueden ser analizadas por diferentes unidades de medida, en este caso se evaluará con la unidad de medida de kilos.

En primer lugar, para la implantación de la distribución, se organizarán todos los datos referentes a previsiones de productos y las cantidades de estos, donde se relacionan los diferentes tipos de productos con las cantidades previstas para cada uno de ellos. El proceso del análisis debe contar con las siguientes etapas:

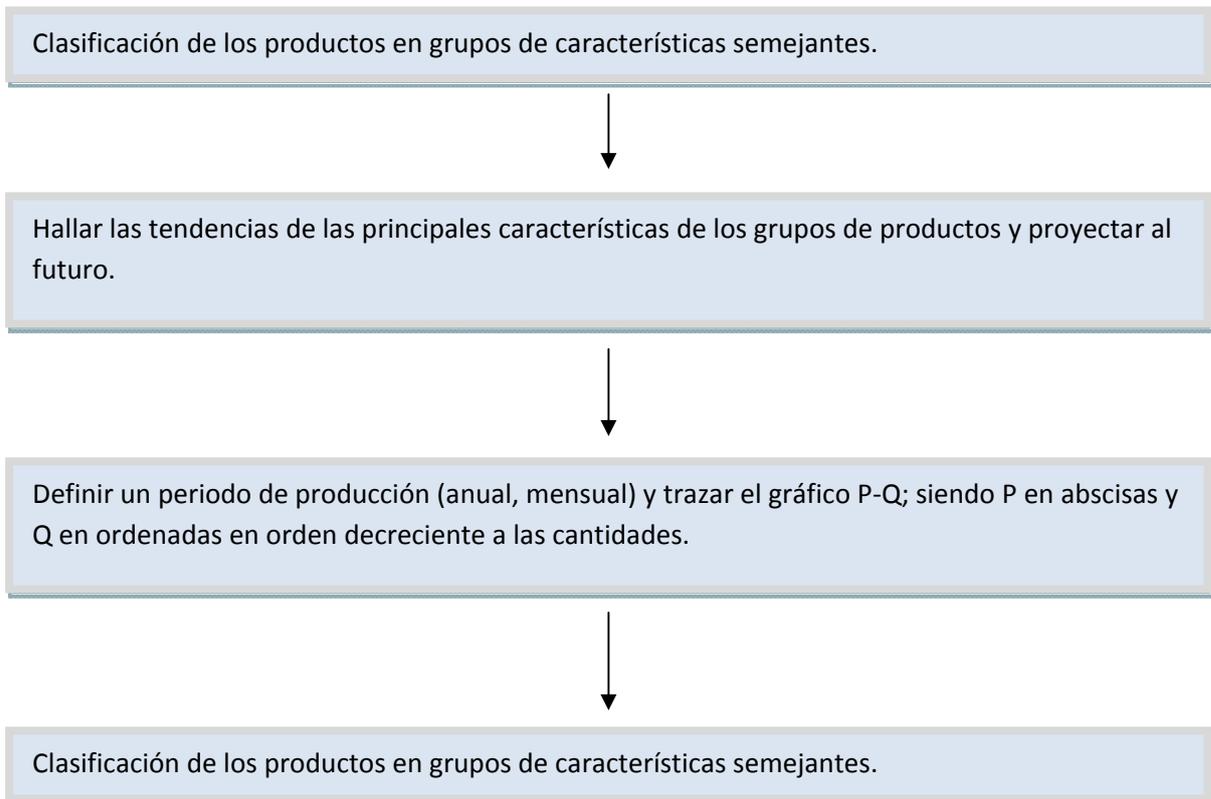


Figura 33. Etapas del proceso de análisis P-Q.

Un gráfico teórico a este caso de estudio será<sup>7</sup>:

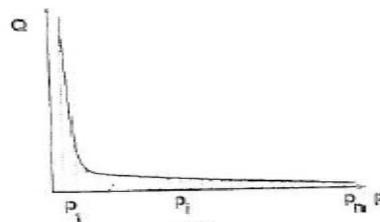


Gráfico 3. Gráfico teórico de el análisis P-Q

<sup>7</sup> Distribución en planta. Santamaría M.C y Hospitaler.A. Universidad Politécnica de Valencia.

Este gráfico muestra que se requiere una combinación de distribuciones en lugar de un tipo de distribución determinada, donde se intenta producir un producto  $P_1$  en grandes cantidades y donde estaría justificado económicamente adoptar una distribución por cadena.

No obstante, se fabrican también otros productos, resultando una producción en secciones la más adecuada. El producto  $P_1$  siempre podrá producirse por proceso.

En este caso se tiene las siguientes cantidades por producto, representando en la siguiente tabla algunos de estos productos en código, en Kilos por producto a producir y en % de la producción total.

Productos	Kilos x producto	%
P <sub>1</sub> :2850RD790	741.081,27	25,78%
0250B3046	257.577,66	8,96%
0201B3030	180.960,00	6,29%
286540843	126.061,50	4,39%
2850RD8	87.048,50	3,03%
0250A7046	83.237,00	2,90%
0865EBOPE	74.400,00	2,59%
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
1044025	17.222,00	0,60%
1044026	16.983,00	0,59%
0265A7030	16.956,00	0,59%
2850RD10	16.262,40	0,57%
0401B3500	15.321,60	0,53%
0801A346	13.968,00	0,49%

Tabla18. Estudio P-Q

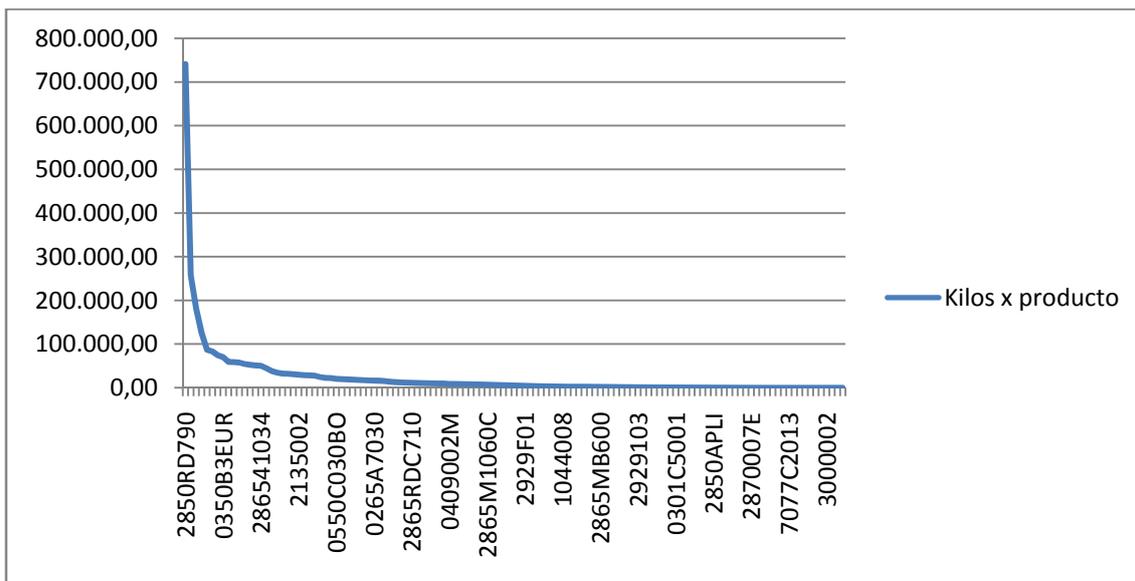


Gráfico4. Real. Estudio P-Q.

### 10.5.2. Análisis de Recorrido

El análisis del recorrido de los productos implica la determinación de la secuencia de los movimientos de los materiales a lo largo de las diversas etapas del proceso junto a la intensidad o amplitud de estos desplazamientos.

Este análisis es la base de la distribución en planta, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Los movimientos de materiales representan una parte importante del proceso.
- Los volúmenes y materiales en juego son considerables.
- Los costes de transporte o manutención son elevados en comparación con los de las operaciones.

Los servicios auxiliares tendrán poca importancia, ya que solo son considerados como factores influyentes.

De las posibles formas de hacer el análisis del recorrido se usará un sistema de recorrido sencillo, ya que es más ideal para pocos productos.

El recorrido de fabricación será el siguiente:

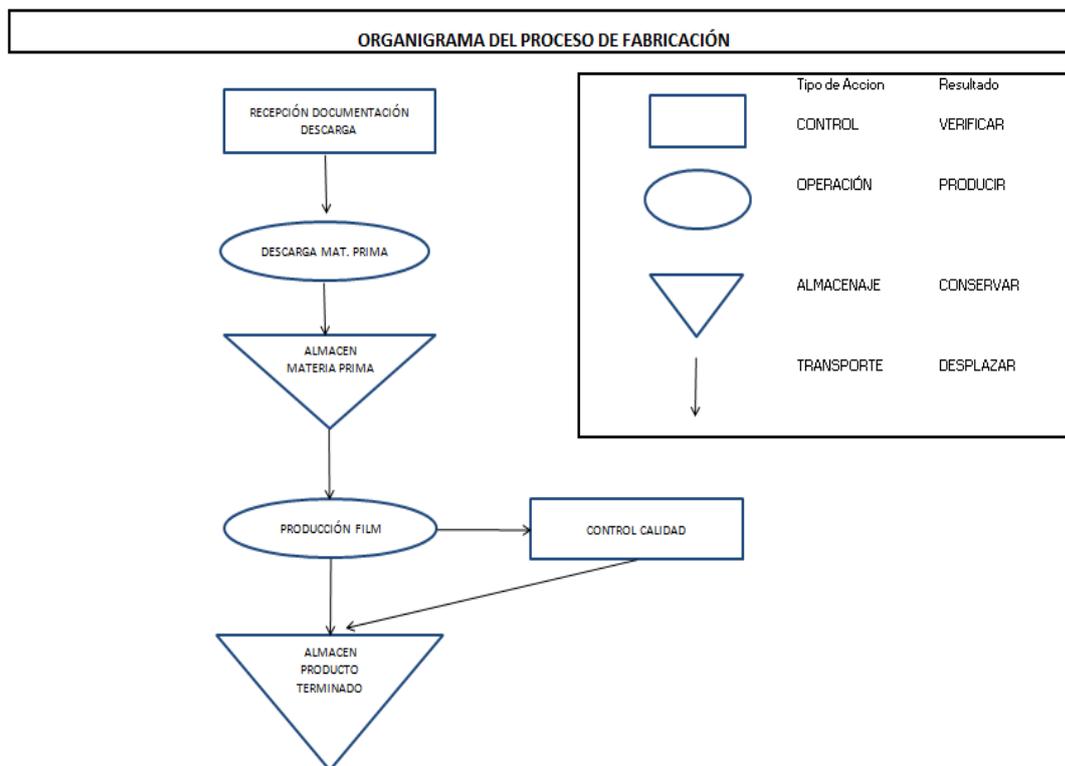


Figura34. Representación del proceso productivo.

### 10.5.3. Relación entre actividades

Únicamente con un análisis de recorrido no es suficiente para poder elaborar una distribución en planta, ya que además es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los Medios auxiliares de producción deben ser integrados de manera racional.
- El análisis del recorrido no refleja las relaciones entre las actividades o secciones que se tienen en la empresa.

En consecuencia, se necesita hacer un procedimiento sistemático que nos permita relacionar las actividades relacionándolas e incluir las actividades o servicios no considerados directos de producción.

Para ello se hará uso de la tabla relacional de actividades, que es un cuadro organizado en diagonal en el que se plasman las relaciones de cada actividad con los demás, teniendo un carácter bilateral.

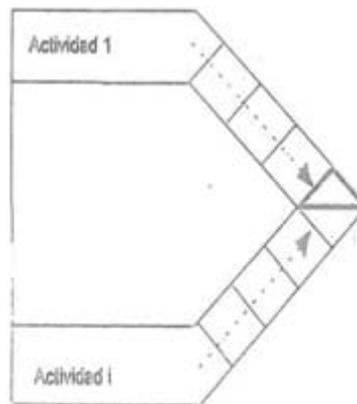


Figura35. Tabla Relacional de Actividades.

En ella se evaluará las necesidades por proximidad entre ellas, y para ello se elaborará:

- La lista de actividades.
- Conjunto de criterios o aspectos bajo los cuales se quiere estudiar la necesidad de proximidad entre las diferentes actividades. (Ruido, olores, seguridad...)
- Una escala de relación para evaluar la necesidad de proximidad entre actividades.

El método para ver la relación entre actividades es muy simple, por ejemplo, a partir de la relación entre las actividades “1” y la “i” habrá que desplazarse de manera oblicua hasta encontrar la casilla común.

La casilla se encuentra dividida en dos partes, siendo la parte superior el grado de proximidad elegido para la relación mediante la escala asignada y la inferior los motivos de la necesidad de proximidad.

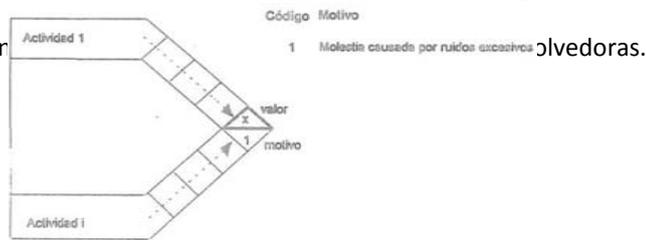


Figura36. Tabla relacional de Actividades.

Para ellos se dará una posible escala de valoración y una serie de motivos, tal como se presenta en las siguientes tablas:

Código	Indica Relación
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente Importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	Sin Importancia "Unimportant"

Cuadro3. Escala de valoración de la tabla de relación de Actividades.

Código	Indica Relación
1	Utilizan misma información (documentos...)
2	Comparten personal
3	Comparten el mismo espacio
4	Existe algún grado de contacto personal
5	Utilizan las mismas directrices
6	Secuencia de flujo de trabajo
7	Realizan trabajo similar
8	Utilizan el mismo equipo de manutención (Transpaleta, toro...)
9	Molestias por Ruido
10	Molestias por olor
11	Molestias en seguridad
12	Molestias por salubridad
13	Molestias por Humos
14	Molestias por interrupciones o Distracciones
15	Material circulante por traslado
16	Molestias por polvo
17	Conveniencias personales o deseos directivos

Cuadro4. Motivos de la necesidad de proximidad.



### 10.5.4. Diagrama de relaciones

Tras hacer el estudio de relación de actividades se procede a realizar una representación a través de un grafo que muestra la secuencia de las actividades y la importancia relativa de la proximidad de cada una de ellas.

Las actividades se llevan a cabo en un grafo en función del Recorrido y/o de la relación de actividades.

Si este diagrama se obtiene a partir de la tabla relacional de actividades se denominará **Diagrama de Relación de Actividades**, en caso de que el diagrama se obtenga a partir del análisis del recorrido se llamará **Diagrama Relacional de Recorridos**.

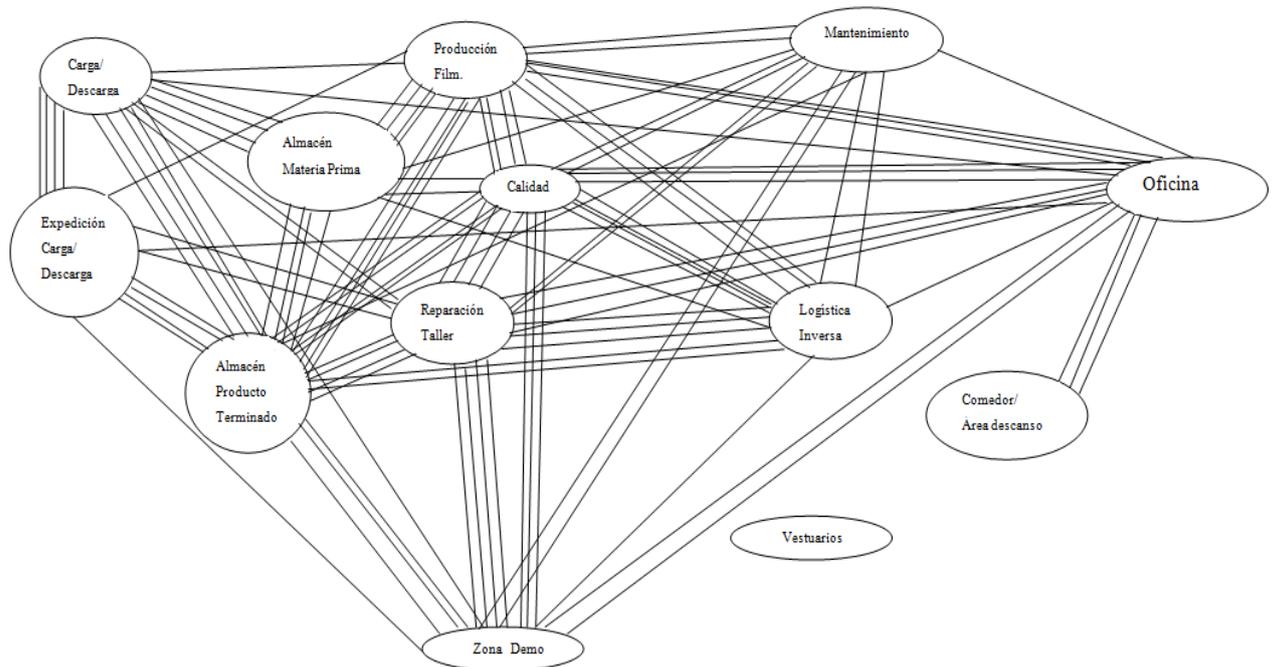
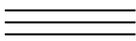
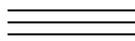


Figura38 .Diagrama de relaciones

Para unir o enlazar cada pareja de actividades, se usará un determinado número de trazos, determinando así la proximidad entre ambas. Siendo el criterio el siguiente:

A: Absolutamente Importante        E: Especialmente Importante      
 I: Importante        O: Ordinaria        U: Sin Importancia

A continuación se presenta la secuencia de operaciones que tendrá cada uno de los productos realizarán en las instalaciones

	Film	Enfardadora
Descarga(1)	2	2
Playa de expediciones Descarga (2)	3	4
Almacén de materias primas (3)	5	
Almacén Producto terminado Enfardadora (4)		6,7 ó 10
Zona de producción Film(5)	7 ó 9	
Taller, I+D+I (6)		4 ó 7,8
Calidad (7)	9 ó 13	4,8 ó 13
Demo(8)		4
Almacén de producto terminado (P.T) Film (9)	10	
Zona de preparación de pedido (10)	11	11
Playa de expediciones (11)		
Carga (12)		
Logística inversa (13)		

Tabla19: Secuencia de operaciones

Por tanto el diagrama Relacional de Recorridos será:

### 10.5.4.1. Film

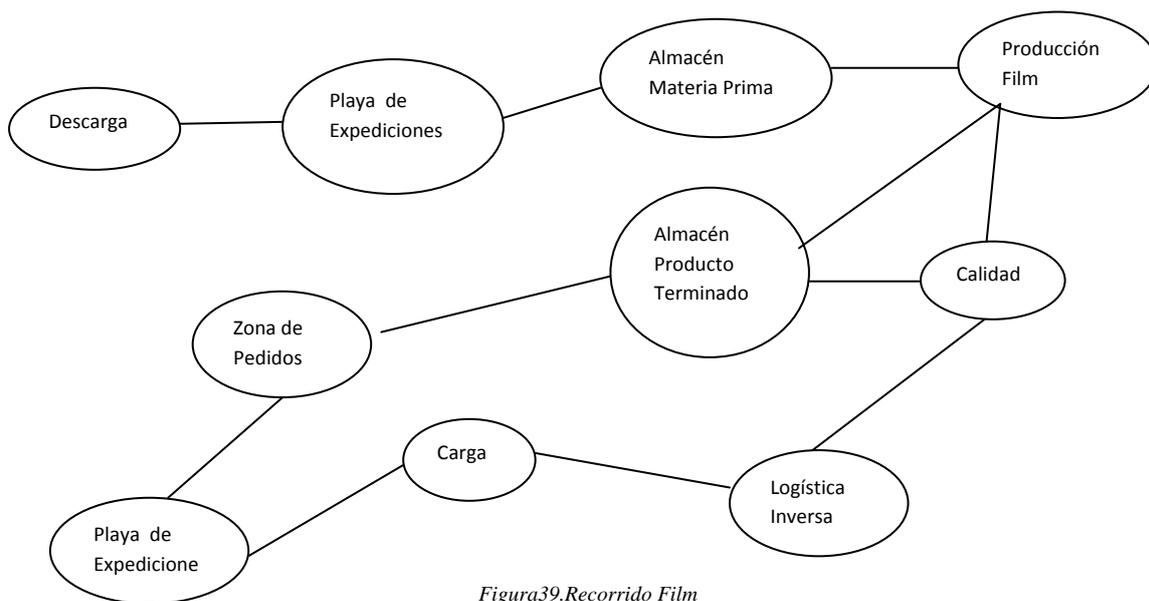


Figura39.Recorrido Film

La materia prima para la producción del film llega a nuestra instalación procedente del proveedor, y es descargado en el muelle de descarga de materia prima por los operarios de expediciones, siendo depositado en su correspondiente playa. Allí los operarios, con la ayuda de una contrapesada, se encargan de ubicarlo en la estantería de materia prima. Cuando sea necesario esta materia prima pasará al proceso de producción de film, donde tras pasar por el proceso de transformación es paletizado y ubicado en su módulo en el almacén de producto terminado. Este producto terminado puede ser sometido a un estudio de calidad, y si posee la calidad idónea pasa directamente al centro de calidad y a su posterior reubicación en el almacén de producto terminado. En caso de que la calidad no sea la idónea irá directamente a las campas de logística inversa, que se encuentran en la zona exterior de la instalación.

Cuando se recibe un pedido por el film, lo operarios del almacén de producto terminado, con la ayuda de una retráctil relocalizarán este producto en la playa de expediciones de carga con ayuda de una contrapesada cargada en el camión de carga.

#### 10.5.4.2. Enfardadora

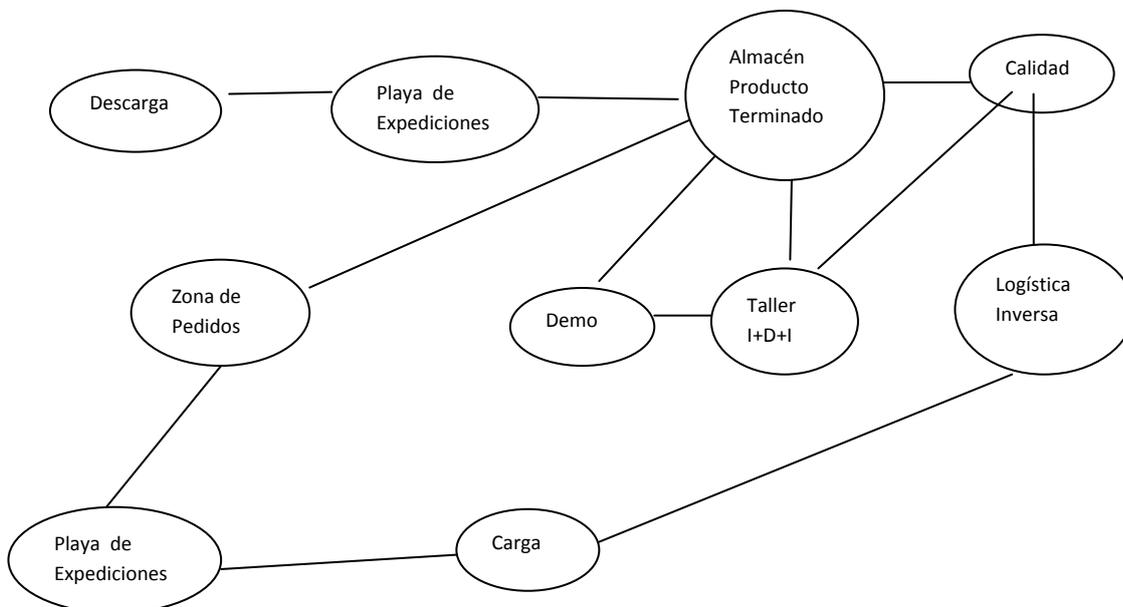


Figura40.Recorrido Enfardadoras

Las enfardadoras vienen directamente del proveedor y son descargadas en el muelle del almacén de producto terminado. Una vez allí son depositadas en su correspondiente playa de expediciones, para luego ser ubicadas gracias a una retráctil en su ubicación designada en el almacén de producto terminado.

Este producto puede ser tratado a un proceso de calidad y en caso de ser idóneo volverá al almacén de producto terminado para su posterior puesta en servicio, o bien para ser instalada en la zona de demostración. Si el proceso de calidad no es el idóneo o bien la máquina es una devolución de cliente irá al Taller/ I+D+I para su reparación o mejora. Si tras el taller la enfardadora tiene un comportamiento correcto de sus funciones irá de nuevo al almacén de producto terminado, y si el funcionamiento no es idóneo irá directamente a las campas de logística inversa que se encuentran en la zona exterior de la instalación.

### 10.5.5. Relación de Áreas

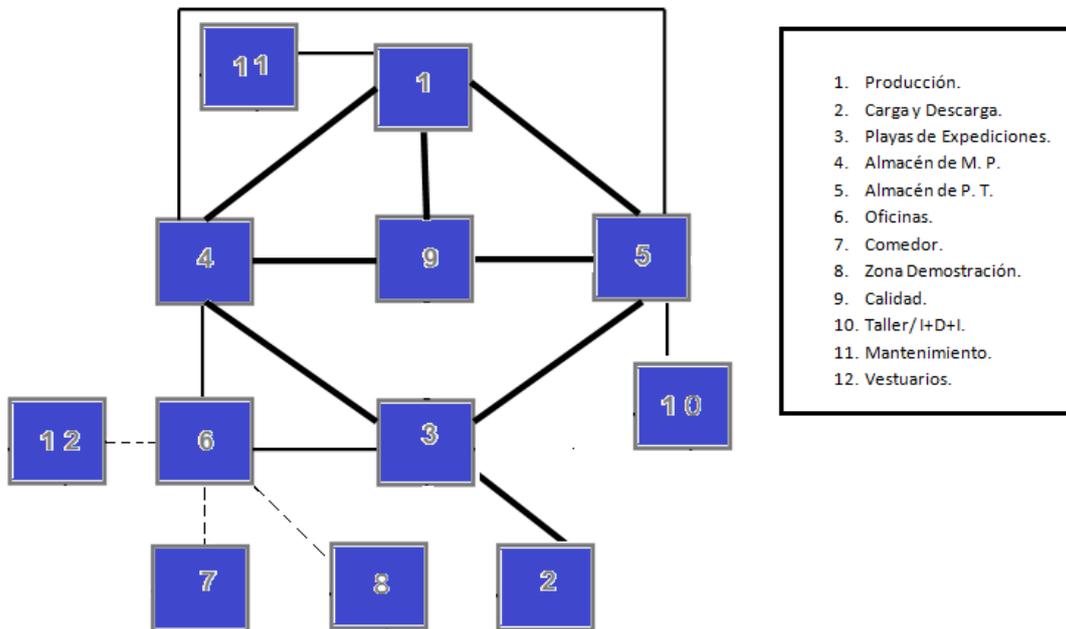


Figura41. Relación de Áreas

### 10.5.6. Factores Influyentes

Tras el estudio de Relaciones es necesario tener en cuenta una serie de factores que tienen influencia sobre el layout.

Estos factores son:

- Factor Material.
- Factor Maquinaria.
- Factor Hombre.
- Factor Movimiento.
- Factor Espera.
- Factor Servicio.
- Factor Edificio.
- Factor Cambio.

### 10.5.6.1. Factor Material

El factor más importante de todos ellos, donde se incluyen: materias primas, materiales en curso, material saliente o embalado, piezas rechazadas o materiales para la manutención...

Varias consideraciones se han de tener en cuenta sobre el factor material como:

- Características físico químicas del material. Es necesario un cuidado especial. Se debe evitar altas temperaturas y así no se produzca un deterioro del material.
- Cantidad de producto a fabricar, es decir, el volumen de producción.
- La secuencia de materiales, es decir el orden en el que se efectúan las operaciones. Cualquier secuencia puede variar la distribución adaptada.
- Proyecto y especificaciones del producto. Deben ser coherentes con la legislación vigente y estar actualizadas.

### 10.5.6.2. Factor Maquinaria

Es fundamental tener información sobre la maquinaria, ya que este factor incluye: la maquinaria de producción, el equipo de proceso o tratamiento, el utillaje y la maquinaria de las instalaciones auxiliares (gas, eléctrica...)....

La maquinaria y el utillaje, al ser normalizados, nos ayudarán a la hora de la implantación. Y por tanto, al hacer una buena distribución nos ayudará a usar las máquinas en su completa capacidad.

Otro requerimiento es conocer las necesidades de mantenimiento y el uso de posibles instalaciones auxiliares para su funcionamiento.

### 10.5.6.3. Factor Hombre

Este factor engloba:

- La mano de obra directa.
- Los jefes de equipo, sección, directivos...
- Todo personal indirecto: personal de mantenimiento, limpieza, oficina...

Las consideraciones a tener en cuenta en este factor son:

- Condición de seguridad e higiene en el trabajo.
- Necesidades de mano de obra.
- Otros aspectos, factores psicológicos....

### 10.5.6.4. Factor Movimiento

Conlleva el estudio de los sistemas de manutención, que nos permiten el movimiento de material, operarios o la propia maquinaria.

Las consideraciones a tener en cuenta son las siguientes:

- Patrón de circulación.
- Reducción del manejo innecesario y antieconómico.
- Manejo combinado.

- Espacio para movimiento.

#### **10.5.6.5. Factor Espera.**

El objetivo fundamental es encontrar un modo de circulación fluida para el material transportado en planta, siempre en proceso hacia el acabado del producto. Dentro de este factor se encuentran áreas de recepción, almacenes de material, materiales de embalaje etc.

Las consideraciones a tener en cuenta son las siguientes:

- Situación de los puntos de almacenaje o espera.
- Espacio de cada punto de espera.
- Dispositivos de seguridad y equipos para el almacenaje.

En el almacén de estudio, las zonas de espera serán las dos playas de expediciones, carga y descarga, la zona de alimentación de materia prima en producción y las zonas de almacenaje de materia prima y producto terminado.

#### **10.5.6.6. Factor Servicio.**

La distribución de servicios se refiere a los Medios auxiliares de Producción.

Entre los servicios de los que constamos son comedor, zona de demostración (Demo), oficinas, vestuario, calidad y zona de mantenimiento.

#### **10.5.6.7. Factor edificio**

El edificio presenta una cierta rigidez en la distribución, por lo que hay que acoplarse a las características del mismo.

Las particularidades de este factor son:

- Forma, tamaño y número de plantas.
- Sótanos, altillos, ventanas, montacargas, ascensores, pasillos....

#### **10.5.6.8. Factor Cambio.**

Las condiciones de trabajo en un proceso productivo varían frecuentemente, dando lugar a cambios en la distribución.

Por tanto, el cambio es una parte fundamental del concepto de mejora.

En este caso se va a incrementar la producción un 25% cada año y por tanto hay que ajustarse a esa crecida a la hora de diseñar el almacén tanto de materia prima como el de producto terminado, al igual que la zona de producción, considerando un aumento de maquinaria, de la misma manera que en las zonas de expediciones.

### 10.5.7. Generación de alternativas

El estudio se enmarca en la fase de síntesis del SLP de Muther, en la que se deben obtener soluciones viables para la industria en proyecto. En esta obtención de soluciones, y con los medios disponibles en la actualidad se emplean los denominados MGL o métodos de generación de layouts, constituidos por algoritmos diseñados para la resolución del problema, mediante los datos obtenidos en fases anteriores. Se pueden definir como (Santamarina 1995):

"...se entiende por Métodos de Generación de Layouts al conjunto de técnicas que ayudan al proyectista en la búsqueda de una solución para la implantación de la planta industrial."

(Santamarina 1995)

Los métodos consiguen una ordenación topológica de las actividades que intervienen en el problema y se centran en la fase de la distribución de bloques (block layout), dejando para pasos posteriores el desarrollo de la distribución de detalle (detail layout). Surgen a raíz de la formulación matemática del problema de distribución en planta como un problema cuadrático de asignación, QAP (Koopmans y Beckman 1957).

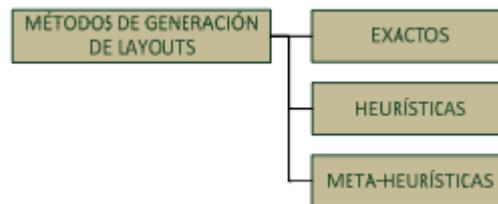


Figura 42 Clasificación de los Métodos de Generación de Layouts.

A continuación se realiza una breve descripción de cada una de las técnicas de generación de layouts que se han empleado en los últimos años.

#### 10.5.7.1. Métodos exactos (óptimos)

En los primeros tiempos se emplearon métodos exactos para la generación de layouts (enumerativos, basados en técnicas branch and bound y los algoritmos de planos de corte), que persiguen encontrar una solución óptima del problema. No obstante, pronto se descartó esta vía por ser extremadamente lenta y difícil de abordar cuando el tamaño del problema comenzó a ser grande. A raíz de la aparición de estos problemas, aparecieron una serie de métodos alternativos que se han desarrollado con éxito durante las últimas décadas.

- Enumerativos. Este tipo de métodos se busca la generación de todas las posibles soluciones al problema. Para ello es necesario realizar un gran número de simplificaciones (adoptar una formulación tipo QAP con actividades de área igual y sin forma), y aun así es imposible adoptarlo para problemas de tamaño medio, pues se disparan la cantidad de soluciones a evaluar (para 15 actividades son 15!, es decir 1.3 billones de alternativas).

- **Branch and Bound.** Las primeras referencias a este tipo de algoritmos de resolución, aplicados a problemas cuadráticos de asignación (QAP), se pueden encontrar tanto en (Gilmore 1962) como en (Lawler 1963). Para emplear esta técnica, primero se debe conseguir una solución inicial, que puede ser generada por cualquiera de los algoritmos de construcción que se comentan en puntos posteriores. Esta solución inicial se toma como una cota superior del problema, para subdividir posteriormente el problema en una serie de subproblemas (fase de ramificación), estableciéndose una cota inferior para cada uno de estos y comparando la solución de los éstos con la inicial. Si una de las soluciones de los subproblemas es menor que la solución inicial (y es factible), el nodo queda sondeado (no es posible encontrar una mejor por esa rama). Si no es factible se ramifica y se continúa el proceso de búsqueda. El proceso finaliza tras inspeccionar todas las ramificaciones.
- **Planos de corte.** Esta metodología se emplea en la resolución de problemas MILP (programación lineal entera mixta), y fue introducida por (Aiello, Enea y Galante 2006), aunque no sería empleado en el ámbito de la distribución en planta hasta algo después. En un problema de optimización lineal con un conjunto elevado de restricciones, el procedimiento consiste en calcular la solución óptima con un conjunto reducido de restricciones. Una vez encontrado este “óptimo relajado” se intentan localizar las restricciones que son cumplidas por el problema original, pero incumplidas por aquel. Estas restricciones serán los planos de corte del campo de soluciones. Estos planos de corte se añaden al problema relajado, de forma que se recorta el campo de soluciones, aproximándolo al del problema original. El procedimiento se repite hasta que el óptimo del problema relajado cumple con las restricciones del problema original.

### 10.5.7.2. Heurísticas específicas del problema

Los métodos heurísticos (o técnicas heurísticas) tienen por objetivo encontrar una solución que sin ser un óptimo global del problema, se aproximen (en algunos casos lo consiguen) a él. Se pueden definir como (Adenso-Díaz et al. 1996):

“... es un procedimiento para resolver un problema de optimización bien definido mediante una aproximación intuitiva, en la que la estructura del problema se utiliza de forma inteligente para obtener una buena solución.”

Los mismos autores destacan que el empleo de los métodos heurísticos es especialmente importante cuando se dan alguna de las siguientes circunstancias:

- No existe un método exacto de resolución.
- No se necesita una solución óptima.
- Los datos son poco fiables.
- Existen limitaciones de tiempo o espacio de almacenamiento a la hora de resolver el problema.
- Como paso intermedio en la aplicación de otro algoritmo.

El número de métodos heurísticas es elevado (alrededor de 50) y cada uno de ellos era aplicable para casos particulares, pudiéndose realizar diferentes clasificaciones

según distintos criterios. De entre estas clasificaciones se puede destacar la descrita en (Hospitaler y Grau 1988).

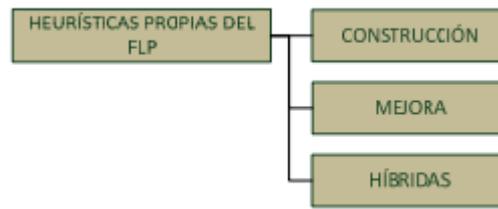


Figura43. Heurísticas propias del problema de distribución en planta

A continuación se describen a grandes rasgos los tres grupos y las técnicas más importantes de cada uno de estos grupos.

- **Construcción.** Estos métodos generan diferentes layouts variando la secuencia de colocación de las actividades en la fase de construcción del algoritmo. Todas las heurísticas de este tipo evalúan el incremento (o decremento) de coste surgido al cambiar la posición en la secuencia de colocación de las actividades sobre el dominio, y por lo general, solo cambian a nuevas configuraciones en el caso que se produzca un decremento del coste. Las heurísticas de construcción más conocidas son ALDEP (Seehof y Evans 1967), CORELAP (Lee y Moore 1967), y PLANET (Apple y Deisenroth 1972).
- **Mejora.** Las heurísticas de mejora parten de una solución generada mediante un constructor, a partir de la cual se van obteniendo soluciones alternativas mediante la aplicación de cambios sistemáticos. La solución inicial en las primeras técnicas era siempre aleatoria, aunque posteriormente se obtiene siempre de una heurística previa, dando lugar los métodos híbridos. Las heurísticas de mejora más conocidas son: CRAFT (Armour y Buffa 1963), COFAD (Tompkins y Reed 1976) y MULTIPLE (Bozer, Meller y Erlebacher 1994).
- **Híbridos.** Estas heurísticas combinan ambas técnicas, de construcción y mejora, en una sola heurística. Muchas de las heurísticas de las encuadradas únicamente en mejora tienen ciertas características de construcción que posibilitarían encuadrarlas en este punto, (Scriabin y Vergin 1985),(Kusiak y Heragu 1987).

### 10.5.7.3. Metaheurísticas

El término metaheurística quedó acuñado por Glover, que en su artículo de presentación de la búsqueda tabú (Tabú Search), decía que la metaheurística es (Glover 1986):

“...una heurística de nivel más alto...”

En otra definición más actual y completa (Osman y Kelly 1996):

“...dentro de la clase denominada metaheurísticas, se incluyen todos aquellos procedimientos que en un proceso iterativo, guían a una heurística subordinada combinando inteligentemente diferentes conceptos tomados de analogías de la naturaleza y exploran el espacio de soluciones utilizando estrategias de aprendizaje para estructurar la información con el objeto de encontrar eficientemente soluciones cercanas al óptimo.

Por tanto, una metaheurística es una estrategia que guía el proceso de búsqueda de soluciones a un problema determinado, que generalmente incluye una serie de heurísticas subordinadas. Además las características que la diferencian de una heurística son que:

- Admiten descripciones a nivel abstracto (son técnicas de alto nivel).
- Son de uso genérico (no específicas para un tipo de problema, debiéndose particularizar para cada problema).

En este tipo de técnicas se debe mantener el equilibrio entre diversificación e intensificación.

- La diversificación se puede caracterizar como la cantidad de esfuerzo empleado en la búsqueda de regiones distantes a la de búsqueda actual.
- La intensificación es la cantidad de esfuerzo empleado en la búsqueda en la región actual.

Existen diferentes formas de clasificar las metaheurísticas atendiendo a distintos criterios:

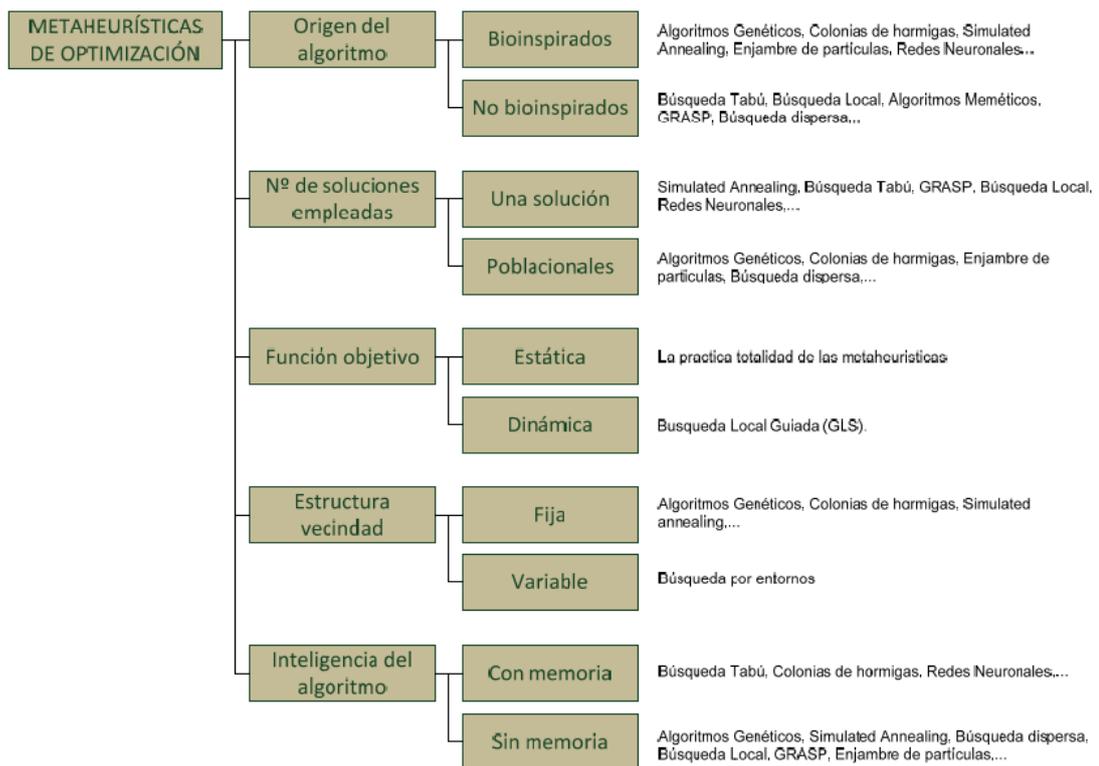


Figura 44. Clasificación de las Metaheurísticas, a partir de (Blum y Roli 2003).<sup>8</sup>

<sup>8</sup> CAPS A. *Diseño de Industrias Agroalimentarias*. Ed Mundi-Prensa, 2005.

### 10.5.7.4. CORELAP ( Computerized Relationship Layout Planning)

CORELAP es uno de los primeros algoritmos de construcción desarrollados ( Lee and Moore, 1967)<sup>9</sup>, convierte datos cualitativos de entrada en datos de salida cuantitativos y utiliza la información para determinar la primera actividad que entra en la planta. A continuación se va añadiendo el resto de actividades de una en una, en orden basado en su nivel de interacción con las actividades que ya están en la planta.

Los datos cualitativos de entrada están basado en la Tabla Relacional de Actividades, en los que se ha asignado los códigos A,E,I,O,U y X, para describir las exigencias de proximidad para cada par de actividades. Los valores asignados se muestran en la siguiente tabla

Letra	Valor
A	32
E	16
I	8
O	4
U	2
X	-32

Tabla 20: Asignación valores de CORELAP

Donde la idea es asignar valores deseables por defecto para desarrollar una planta que satisfaga lo mejor posible la proximidad de las relaciones.

A partir de estos datos, CORELAP, calcula para cada actividad la relación total de proximidad (RTP), que es igual a la suma de los valores numéricos de los códigos que corresponde a esta actividad. La actividad que presente el valor más alto es la seleccionada y se coloca en el centro de la planta.

La actividad que ya está situada CORELAP la denomina permanente y a la que no está temporal.

La selección de la segunda actividad depende de su interacción con la permanente, la actividad temporal que presente mayor adyacencia será la elegida y se convertirá en permanente. La tercera actividad y siguientes se seleccionaran sobre la base de relaciones con las actividades permanentes.

Se analiza la Tabla Relacional de Actividades para las relaciones A entre la primera actividad permanente y alguna temporal, si ésta tiene relación A con la primera permanente es la seleccionada para entrar en la planta. En caso de existir varias actividades tipo A relacionada con la actividad permanente, entonces el algoritmo busca los valores de la relación total de proximidad( RTP). Si no hay ninguna relación entre la actividad temporal y alguna permanente, el algoritmo sigue con las relaciones tipo E y así sucesivamente.

En CORELAP, el área de la planta se divide en unidades cuadradas, donde el número de unidades cuadradas ocupado por cada actividad depende de su área.

<sup>9</sup> CAPS A. Diseño de industrias Agroalimentarias.Ed Mundi-Prensa,2005



A continuación se presenta la tabla donde viene la relación adyacente y áreas para la planta de estudio.

Letra	Valor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Relación Total de Proximidad	Número de Actividad	
A	32	Descarga	Expediciones Descarga	Almacenamiento MP	Producción Film	Reparación (Taller); (H+D+I)	Calidad	Mantenimiento	Log Inversa	Vestuarios	Comedor/ Zona de Descanso	Almacenamiento de PT	Expediciones Carga	Carga	Zona Demo	Oficina			
A	32		A	A	O	I	U	U	U	U	U	E	E	E	O	O	32+32+4+8+2+2+2+2+16+16+4+4	142	1
E	16	A		A	O	I	U	U	U	U	U	E	E	E	O	O	32+32+4+8+2+2+2+2+16+16+4+4	142	2
I	8	A	A		A	U	I	O	O	U	U	E	I	I	U	O	32+32+32+2+8+4+4+2+2+16+8+8+2+4	158	3
O	4	O	O	A		U	A	I	I	U	U	A	O	O	E	E	4+4+32+2+32+8+8+2+2+32+4+4+16+16	166	4
U	2	I	I	U	U		A	I	I	U	U	A	O	O	I	E	8+8+2+2+32+8+8+2+2+32+4+4+8+16	136	5
X	-32	U	U	I	A	A		I	A	U	U	A	U	U	E	E	2+2+8+32+32+8+32+2+2+32+2+16+16	186	6
		U	U	O	I	I	I		I	U	U	O	U	U	I	O	2+2+4+8+8+8+8+2+4+2+2+8+4	64	7
		U	U	O	I	I	A	I		U	U	I	E	E	O	O	2+2+4+8+8+32+8+2+2+8+16+16+4+4	116	8
		U	U	U	U	U	U	U	U		U	U	U	U	U	U	2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2	28	9
		U	U	U	U	U	U	U	U	U		U	U	U	U	I	2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+8	34	10
		E	E	E	A	A	A	O	I	U	U		A	A	E	O	16+16+16+32+32+4+8+2+2+32+32+16+4	244	11
		E	E	I	O	O	U	U	E	U	U	A		A	O	O	16+16+8+4+4+2+2+16+2+2+32+32+4+4	144	12
		E	E	I	O	O	U	U	E	U	U	A		A	O	O	16+16+8+4+4+2+2+16+2+2+32+32+4+4	144	13
		O	O	U	E	I	E	I	O	U	U	E	O	O		I	8+8+2+16+8+16+8+8+2+2+16+4+8	106	14
		O	O	O	E	E	E	O	O	U	I	O	O	O	I		4+4+4+16+16+16+4+4+8+4+4+8	96	15

Tabla 21 Relación de adyacencia para quince actividades. Ver anexo 4

El cálculo de la relación total de proximidad se incluye en la tabla muestra que la actividad 11 es la que presenta el valor más alto, luego será la primera en entrar.

En este caso se asumirá que la longitud de la unidad cuadrada es de 35, por tanto el número de cuadrados por actividad en función del área, viene determinada en la siguiente tabla.

Número Actividad	Zona	Relación Total de Proximidad	Área m2	Número de Cuadrados	Número de Cuadrados Usados
1	Descarga MP	142	10,95	0,312857143	1
2	Expediciones Descarga MP	142	259,6	7,417142857	8
3	Almacenamiento MP	156	122,1	3,488571429	4
4	Producción Film	166	300	8,571428571	9
5	Reparación (Taller); I+D+I	136	143	4,085714286	5
6	Calidad	186	95,5	2,728571429	3
7	Mantenimiento	64	95,5	2,728571429	3
8	Log Inversa	116	-	-	-
9	Vestuarios	28	82	2,342857143	3
10	Comedor/ Zona de Descanso	34	-	-	-
11	Almacenamiento de PT	244	1103	31,51428571	32
12	Expediciones Carga	144	383,06	10,94457143	11
13	Carga/ Descarga PT	144	25,38	0,725142857	1
14	Zona Demo	106	143	4,085714286	5
15	Oficina	96	160	4,571428571	5

Tabla22: Cálculo de los valores de la relación total de proximidad.

Las zonas de Logística inversa y Comedor/ Zona de Descanso no se calcula su área ya que la zona de logística inversa se encuentra en la zona exterior y la zona comedor se encuentra en el altillo, además la zona de oficina sólo es considerada la planta baja.



La actividad 11 tiene relación A con las actividades 4,5,6,12 y 13,siendo la actividad 6 la que mayor relación de aproximación que el resto de actividades, por tanto la siguiente en entrar .

La salida del programa CORELAP añade el número 1 a la izquierda del número de cada actividad, como se muestra en la figura 44; la actividad 11 se muestra como 111 y la 6 como 106, etc.

La primera actividad que ha entrada en la planta se sitúa en el centro, la siguiente actividad en entrar, en este caso la 6, se coloca derecha de la primera, la 6, porque es la primera localización que maximiza el ratio de ubicación y la longitud de contorno.

A continuación entrará la actividad 4 producción que al igual que en el caso anterior posee relación A con la actividad 11 y la actividad 6 y posee mayor ratio que las demás actividades esta actividad entrará en la parte superior de la actividad 11 y 6. Esta actividad tendrá como salida en CORELAP 104.

La siguiente actividad en entrar serían 12 y 13 que poseen relación A con 11 serán colocadas en su zona inferior.

La siguiente actividad en entrar en la de taller/I+D+i siendo la actividad número 5. CORELAP proporciona a esta actividad la salida 105, al seguir manteniendo una relación A con 11 y 6, debe aparecer en su zona cercana, esta actividad, la número 5, entrará a la derecha de la actividad 11 y debajo de 6.

Las siguientes actividades a estudiar serán las de relación E respecto a la actividad 11. En este caso se tienen las actividades 1, 2, 3 y 14, cuyas salidas serán 101, 102, 103 y 114.

La actividad que posee mayor ratio de las anteriores es la 3, además posee una relación A con la actividad 4 por tanto se colocará en zona cercana a 11 y 4.

Las siguientes actividades en entrar serán 1 y 2 que poseen el mismo ratio. A continuación entrará la 14.

Las actividades que quedan por introducir en la matriz serán la 7,9 y 15.

La actividad 15 tiene una relación E con 4,5 y 6 e irá antes que 7

La actividad 7 mantiene una relación I con 4, 5 y 6, se encontrará cercana a ellas.

La 9 mantiene relación de U con el resto .

La matriz obtenida es :

*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	0	0	109	109	109	0	*	*	*	*
*	*	102	102	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*
*	*	102	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*
*	*	102	102	103	103	104	104	104	104	104	115	0	*
*	*	102	101	103	103	104	104	104	104	104	115	115	*
*	*	102	111	111	111	111	111	111	104	115	115	*	*
*	114	114	111	111	111	111	111	111	106	0	*	*	*
*	114	114	111	111	111	111	111	111	106	107	*	*	*
*	*	114	111	111	111	111	111	111	106	107	*	*	*
*	*	0	111	111	111	111	111	111	105	107	*	*	*
*	*	112	113	112	111	111	0	105	105	*	*	*	*
*	*	112	112	112	112	112	0	105	105	*	*	*	*
*	*	*	112	112	112	112	0	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Figura 44. Planta desarrollada de manera teórica en función del algoritmo de CORELAP

En la figura 45, nos presenta como sería salida de CORELAP:

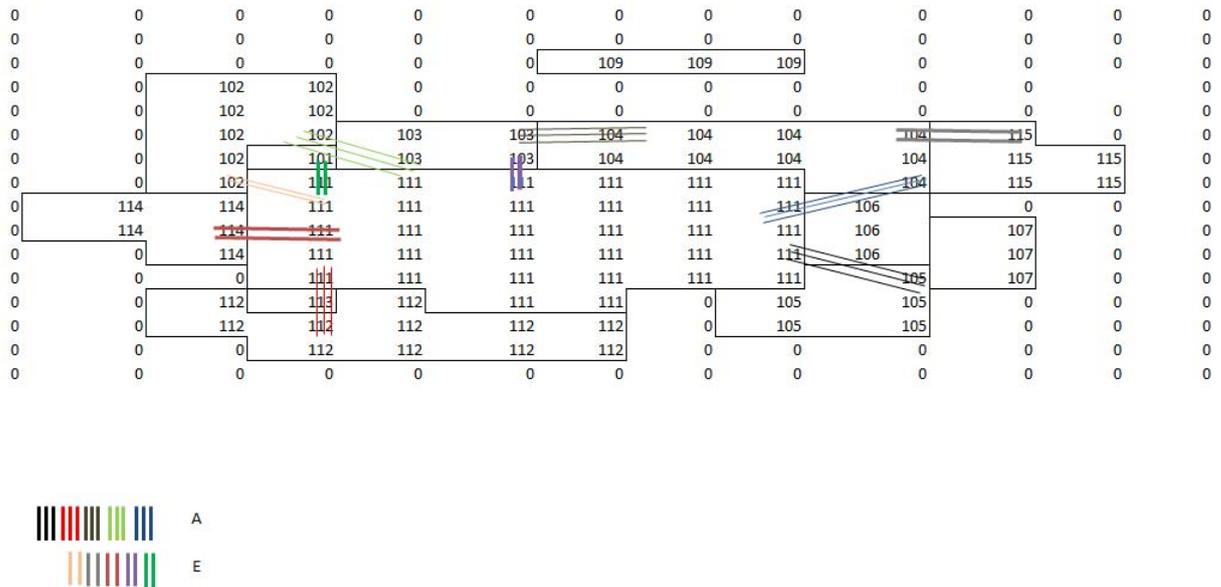


Figura 45. Salida CORELAP.

### 10.5.8. Evaluación y Selección de alternativas de distribución en planta.

Una vez generadas las distintas alternativas de distribución se procederá a la elección más adecuada. La evaluación y selección de proyectos industriales, desde el punto de vista empresarial, presenta unas líneas claras de actuación, al prevalecer el concepto de rentabilidad sobre cualquier otro tipo de consideración.

Tras la aplicación de la metodología S.L.P y conociendo las diferentes alternativas de distribución en función de flujo, cada una de ellas presenta unas ventajas e inconvenientes.

La elección de la distribución se procederá conforme a alguno de los tres métodos básicos:

- Análisis de las ventajas e inconvenientes.
- Comparación de costes y justificación.
- Análisis de los factores ponderados.

Para la realización de dicha selección se suele realizar una ponderación con letras, para evitar posible implicación de preferencia que se tiende a dar con los números.

### 10.5.8.1. Análisis de las ventajas e inconvenientes

En este método primero se analizan las ventajas y después los inconvenientes. Pero también este análisis puede hacerse únicamente con ventajas o inconvenientes o bien dando un peso a cada una de ellas.

Para dar un peso a cada uno de las ventajas e inconvenientes se puede utilizar la nomenclatura utilizada en el método S.L.P y procediendo a dar unos valores numéricos tal y como presenta la tabla siguiente:

Código	Índice Relación	Valor
A	Absolutamente necesario	4
E	Especialmente Importante	3
I	Importante	2
O	Ordinaria	1
U	Sin Importancia "Unimportant"	0
X	No aceptable	¿?

Tabla23: Códigos y valores para la evaluación

Con los valores numéricos indicados en la tabla hay una desviación entre letras del 25%.

En caso de inconveniente se le asigna un signo negativo a la letra, y por lo tanto, se da un valor negativo.

### 10.5.8.2. Comparación de costes y justificación

Aunque es el método más sólido de evaluación y selección de los tres mencionados, no es la base de la decisión en la alternativa de distribución en planta.

Este método se realiza por dos razones:

- Justificar un proyecto particular.
- Comparar cada una de las alternativas propuestas con las otras.

Para realizar este método de análisis de costes se recurren a dos formas:

- Los costes totales implicados.
- Aquellos costes que sólo afectan al proyecto.

Como este proyecto es el estudio de una planta nueva, la forma habitual de análisis es la de costes totales implicados. Además se han de tener en cuenta también los métodos para valorar la inversión en una planta nueva: retorno de inversión, retorno de capital empleado...

Otra consideración a contemplar son los gastos: desembolso de capital y los gastos de explotación.

Tras estas consideraciones, es necesario disponer de una forma sistemática para contemplar el coste de los elementos y los costes acumulados. El procedimiento recomendado es el siguiente:

- Preparar un estadillo que recoja los requerimientos de inversión de cada alternativa.
- Preparar un estadillo que establezca los costes de operación estimados.
- Hacer los cálculos para comparar o justificar el desembolso cálculos para comparar o justificar el desembolso de cada alternativa de distribución.

Los costes no son el único elemento a valorar en la elección de la alternativa adecuada, los intangibles serán valorados por el método de análisis de factores son frecuentemente más significativos que los costes y su comparación.

### **10.5.8.3. Análisis de los factores ponderados.**

Este método de análisis de factores es altamente flexible, sigue el concepto de descomponer el problema en sus elementos y analizar cada uno de ellos, esto lo hace más objetivo.

El procedimiento se basa en:

- Hacer un listado de los factores considerados importantes o significativos para la decisión de la distribución a seleccionar.
- Ponderar la importancia relativa de estos factores con respecto a los otros.
- Valorar cada alternativa de distribución con respecto al mismo factor al mismo tiempo.
- Extender la valoración a todos los factores y comparar el valor total de las diferentes alternativas.

En la tabla, representada en la Figura46, se incluye una tabla en la que se pueden incluir estas valoraciones. La S.L.P recomienda asignar valores entre 1 y 10 para el peso de cada factor.

Listado de factores, criterios u objetivos que se exigen a la planta

Peso o importancia de cada factor con respecto al resto

	Peso	Alternativas					Observaciones
		A	B	C	D	E	
1	9	A	36		-E	-27	
2	9	E	27				
3	6						
4	8						
5	10			O	10		
Total							

Valoración de cada alternativa para cada factor

Multiplicación del peso por la valoración de la alternativa para ese factor

Suma total de las valoraciones de cada alternativa

Figura46. Mecánica del método de análisis de factores para evaluación.

El listado de los factores debe estar claramente definido, ser fácilmente entendible, la duplicación es tan grave como la omisión.

El establecimiento del peso comenzará por analizar cuál es el factor más efectivo y a éste se le asigna el valor máximo 10, y el peso de cada uno de los otros factores se asigna en relación a éste.

Una vez asignado el peso se analizará cada alternativa para cada factor. Es recomendable el uso de letras. Tras la asignación de letras, se cambian las letras por valores numéricos y se calcula el valor total que ha alcanzado cada alternativa.

A continuación se presenta en la tabla un resumen de los pasos a seguir para la aplicación del método de análisis de factores en la evaluación de alternativas de distribución en planta.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Identificar las alternativas a evaluar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Seleccionar las distribuciones a evaluar.</li> <li>– Presentar un plano de cada una de ellas claramente entendible.</li> <li>– Identificar cada alternativa por letras A, B, C, ... y dar una breve descripción, tres a cinco palabras, de cada una de ellas.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Establecer los factores</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Establecer los factores implicados o que se exigen a la distribución.</li> <li>– Definir los factores de forma claramente entendible. Evitar duplicación entre términos y confusiones.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Organizar el documento de evaluación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hacer el listado de los factores en vertical.</li> <li>– Situar en horizontal el listado de las alternativas identificadas por letras.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Determinar la importancia relativa de cada factor</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Determinar el peso o importancia de cada factor con respecto a los otros.</li> <li>– Revisar por qué se han fijado estos valores de peso</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Valorar cada factor para cada alternativa</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Valorar todas las alternativas para un factor, asignando los correspondientes códigos.</li> <li>– Continuar así la valoración de todas las alternativas factor a factor.</li> <li>– Revisar estas valoraciones</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Calcular los valores de peso y el total</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Transformar los códigos de valoración (letras) a valores numéricos y multiplicar el peso por este valor.</li> <li>– Calcular el peso total para cada alternativa.</li> <li>– Revisar los resultados.</li> <li>Tomar la decisión apropiada en función del resultado.</li> </ul> </li> </ul>

Tabla24. Procedimiento para evaluar las alternativas de distribución en planta por el método de análisis de factores.

A continuación se procede con la definición de cada uno de esos factores:

	Factores	Peso	Alternativas			Observaciones
			En u	En L	En I	
1	Facilidad de futura ampliación	10	E	E	A	40
2	Adaptabilidad y versatilidad	9	I	I	E	27
3	Flexibilidad de la distribución	8	I	O	A	32
4	Efectivo flujo de materiales	9	E	E	E	36
5	Efectividad de manejo de materiales	8	A	A	A	32
6	Almacenamiento efectivo	7	I	O	E	28
7	Utilización del espacio	8	I	E	I	16
8	Integración y efectividad de los servicios auxiliares	6	I	I	E	18
9	Seguridad y gestión	8	E	E	I	16
10	Condiciones de trabajo y satisfacción de los trabajadores	9	O	I	E	27
11	Fácil supervisión y control	8	E	I	I	24
12	Calidad del producto	8	I	A	A	32
13	Problemas de mantenimiento	7				
14	Utilización del equipo	9	A	I	E	27
<b>Total</b>				291	283	355

Tabla 25.Mecánica del método de análisis de factores para evaluación. Ver Anexo 5

- **Facilidad de futura ampliación:** Simplicidad para incrementar el espacio empleado.
- **Adaptabilidad y versatilidad:** Facilidad de acomodación en la planta de cambios( normales o de emergencia) en : materiales, productos, equipos, métodos de trabajo, espacio para el almacén, horas de trabajo.
- **Flexibilidad de la distribución:** Facilidad de reorganización física de la distribución para acomodar los cambios.
- **Efectividad flujo de materiales:** Efectividad de la secuencia de las operaciones de trabajo, sin cruces de flujo, etc.
- **Efectividad de manejo de materiales:** Facilidad o simplicidad del sistema de manejo, equipo y container para mover el material de dentro y fuera de la planta.
- **Almacenamiento efectivo:** Efectividad de la capacidad de stocks requerida de materiales, productos , servicios etc.
- **Utilización del espacio:** Grado en euq el suelo y el espacio cúbico están utilizados.
- **Integración y efectividad de los servicios auxiliares:** Forma en que las áreas de los servicios auxiliares están situadas para servir a las áreas de proceso.
- **Seguridad y gestión:** Efecto de la planta y sus características sobre accidentes a los empleados e instalaciones junto con limpieza de las áreas implicadas.
- **Condiciones de trabajo y satisfacción de los trabajadores:** El grado en que la planta contribuye a hacer las áreas de trabajo agradables para los trabajadores.
- **Fácil supervisión y control:** Facilidad o dificultad para controlar las diferentes operaciones.
- **Calidad del producto:** Grado en que la distribución afecta al producto, material.
- **Problemas de mantenimiento:** Grado en que la distribución beneficia estas operaciones.
- **Utilización del equipo:** Grado en que la distribución beneficia estas operaciones.

Teniendo en cuando los valores

<b>Código</b>	<b>Índice Relación</b>	<b>Valor</b>
A	Absolutamente necesario	4
E	Especialmente Importante	3
I	Importante	2
O	Ordinaria	1
U	Sin Importancia "Unimportant"	0
X	No aceptable	¿?

*Tabla26. Códigos y valores para la evaluación*

El resultado de este método puede dar diferentes escenarios:

- Una alternativa destaca claramente sobre las otras, puede por tanto ser aceptada como la mejor. Un valor total del 20% mayor al resto es suficiente para ser elegido.
- Dos alternativas presentan valores muy próximos. En este caso es necesaria una nueva evaluación de estas dos alternativas, introduciendo más alternativas.

	Factores	Peso	Alternativas			Observaciones
			En u	En L	En I	
1	Facilidad de futura ampliación	10	E	E	A	
2	Adaptabilidad y versatilidad	9	I	I	E	
3	Flexibilidad de la distribución	8	I	O	A	
4	Efectivo flujo de materiales	9	E	E	E	
5	Efectividad de manejo de materiales	8	A	A	A	
6	Almacenamiento efectivo	7	I	O	E	
7	Utilización del espacio	8	I	E	I	
8	Integración y efectividad de los servicios auxiliares	6	I	I	E	
9	Seguridad y gestión	8	E	E	I	
10	Condiciones de trabajo y satisfacción de los trabajadores	9	O	I	E	
11	Fácil supervisión y control	8	E	I	I	
12	Calidad del producto	8	I	A	A	
13	Problemas de mantenimiento	7				
14	Utilización del equipo	9	A	I	E	
<b>Total</b>			<b>291</b>	<b>283</b>	<b>355</b>	
20%			58,2	56,6		
20% más			349,2	339,6		

Tabla27. Mecánica del método de análisis de factores para evaluación.

Tras el estudio de las alternativas de distribución en planta por el método de análisis de factores y en función de los resultados obtenidos. Se observa que la alternativa en I, tiene un valor superior al 20% del resto de las alternativas.

Por tanto la alternativa elegida es en I.

### 10.6. Bocetos

El primer del boceto se corresponde con una planta de almacén con flujo en U.

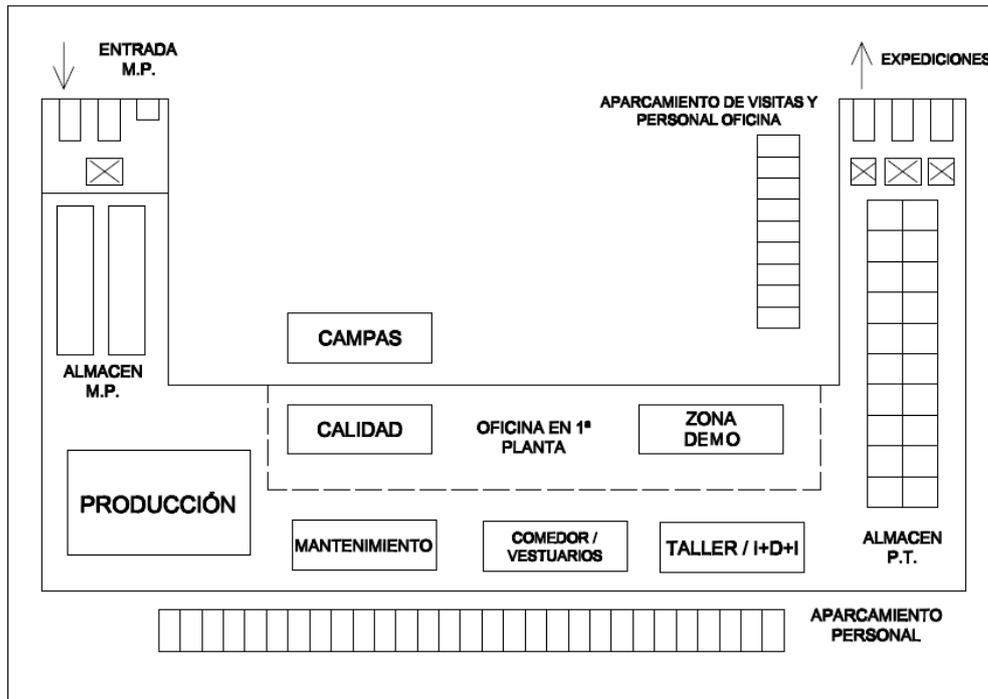


Figura47. Boceto 1 Tipo u

El segundo boceto se corresponde con una planta de almacén con flujo en L

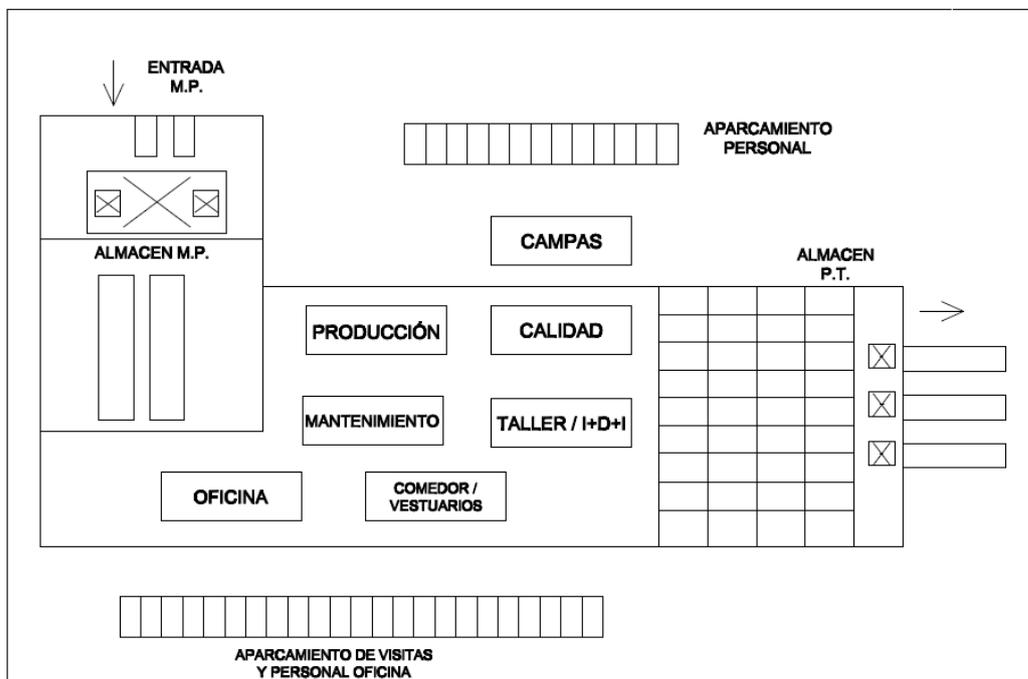


Figura48. Boceto 2 Tipo u

La elección se representa en el siguiente apartado y es una planta con flujo en forma de I

## 10.7. Diseño de Ingeniería

El modulo inicial que se estudia es de dos máquinas para producción con un espacio de 100 a 150 m<sup>2</sup> de espacio total (Máquinas, suministro de bobinas, retiradas de bobinas, montaje de pallets,...). La producción va a tener una tendencia de crecimiento, por lo que esta zona pasará a 4 máquinas de unos 300 m<sup>2</sup>.

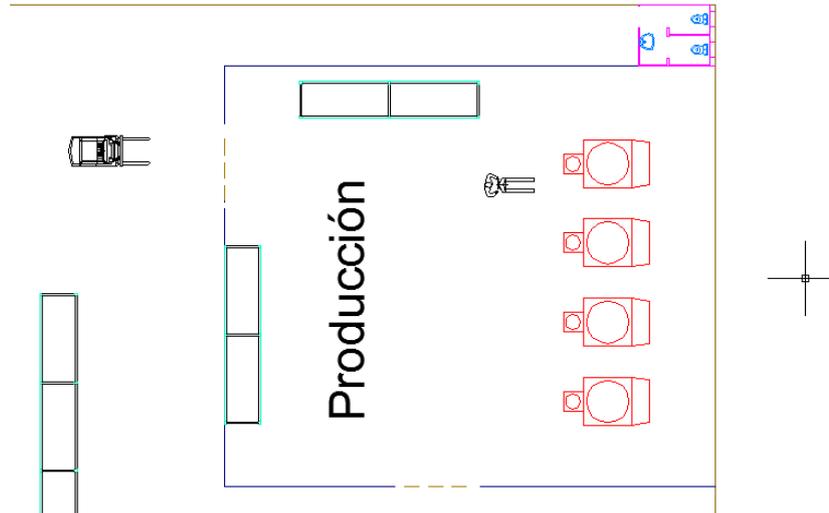


Figura49. Zona de Producción.

El área de Carga/descarga estará organizada en calles, por la que transitarán mercancías, personal y máquinas.

El cliente considera ideal para su actividad dos zonas diferentes para carga y descarga; uno de descarga de la materia prima, es decir, para la producción de film; otra zona para descarga de enfiardadoras, y a su vez de carga de sus productos terminados tanto film como enfiardadoras. Por tanto, para evitar una acumulación de camiones en espera ya sea para carga o descarga, será conveniente 2 muelles para descarga de materia prima y 3 para carga. Además de una rampa en la zona de carga para mensajería.

Los muelles de carga / descargan han de cumplir una normativa de seguridad. Entre dos estaciones de carga y descarga se requiere una distancia de 4000 mm. medida desde la mitad de cada puerta, para que puedan abrir las puertas incluso para camiones muy anchos. De esta forma hay también suficiente espacio para un abrigo de muelle. De la mitad de la puerta exterior hasta la esquina del edificio o una pared intermedia se requiere una distancia de 2750 mm. La puerta de carga y descarga debería tener una anchura entre 2500 a 3000 mm. y una altura entre 3000 a 3600 mm., dependiendo de las necesidades. Hay que tener en cuenta las medidas del abrigo de muelle.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Normativa NTP 985: Muelles de carga y descarga: seguridad

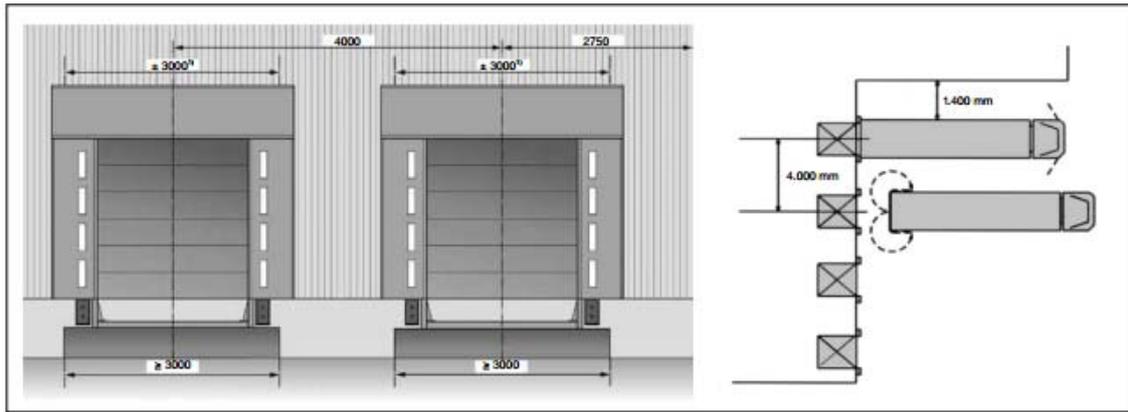


Figura50. Distancias entre las estaciones de carga y descarga

La zona de descarga/ carga de producto terminado tendrá unas dimensiones estándares para los muelles con 2.6 metros de ancho y en interior una zona para descarga de 2.1 de largo

$$S_{Muelle} = 2.6 \times 2.1 = 5.46 \text{ m}^2$$

$$S_{Muelles} = 3 \times 2.6 \times 2.1 = 16.38 \text{ m}^2$$

Además en esta área existe la zona de descarga de con rampa cuyas dimensiones para permitir la entrada del vehículo y unas mínimas maniobras es de 9 m<sup>2</sup>.

$$S_{Total \text{ Carga / Descarga PT}} = S_{Muelles} + S_{Rampa} = 16.38 + 9 = 25.38 \text{ m}^2$$

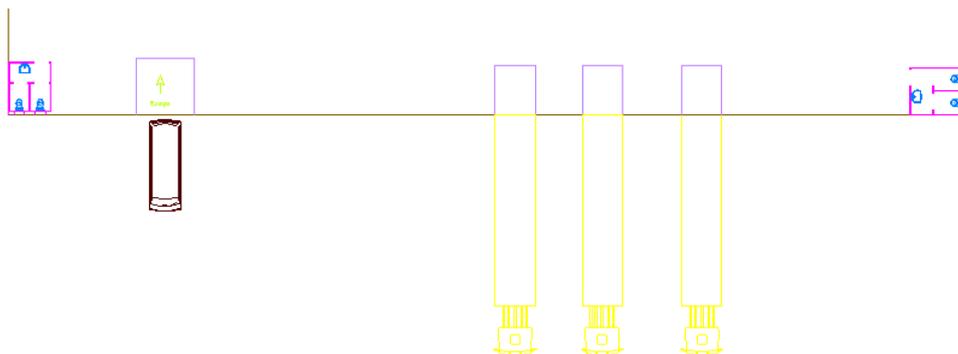


Figura51: Zona de Descarga

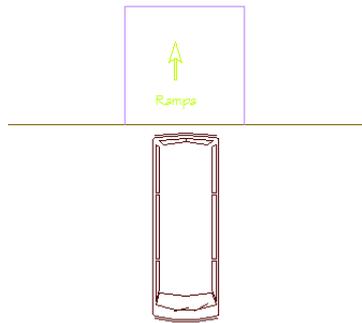


Figura52: Zona de Descarga con Rampa

Para área de descarga de materia prima constituido por dos muelles

$$S_{Muelle} = 2.6 \times 2.1 = 5.46 \text{ m}^2$$

$$S_{Muelles} = 2 \times 2.6 \times 2.1 = 10.92 \text{ m}^2$$

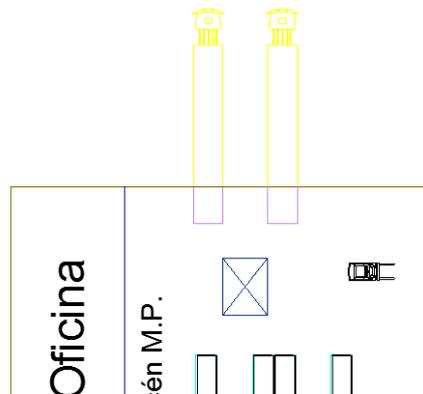


Figura53: Zona de Descarga Materia prima.

Las playas donde se depositarán las mercancías deben estar concebidas de forma modular, para poder colocar varias descargas de tamaño distinto en el mínimo espacio posible. Las posiciones de estos módulos serán pintadas en el suelo.

Lindará con las puertas de paso de mercancías, unos 3.5 m, distancia que permite el paso de personal y maquinaria en ambos sentidos.

El módulo de descarga recomendado tiene una capacidad de 32 posiciones de pallets de 80x120 cm, organizado en dos columnas de 16 filas cada una, cuyas dimensiones serán de 14.4x2.6 metros. A ambos lados se dispondrá de dos pasillos de trabajo y otro módulo idéntico separado por el pasillo de 70 cm de ancho, destinado a paso de personas.

Este módulo tiene una superficie similar a la de la caja del vehículo de gran tonelaje, y tiene la ventaja de que puede ser aprovechado para combinar descargas de diverso tamaño. Por tanto, este módulo admite 2 descargas de 16 pallets, 4 de 8, 8 de 4 y 16 de 2 pallets.

Para este caso se diseñará una zona de expediciones de 10 pallets (5 y 5), por tanto 4 x 2.6 metros, por tanto un área 10.4 m<sup>2</sup> cada bloque, siendo 3 bloques para la playa de carga y descarga de maquinaria y la descarga de materia prima. Se tendrán cargas parciales entre 8 y 10 pallets.

Área de playa de expediciones para el caso de descarga de materia prima es 259.6 m<sup>2</sup>, ya que posee dimensiones de 11.8 m x 22m.

Dentro de estas dimensiones se encuentra incluido las medidas de seguridad entre el muelle de descarga y la playa de expedición que es de 3.5 m, esta medida es necesarias para el trasiego de personal y maquinaria. Además de encontrarse también los dos módulos de descarga de materia prima anteriormente mencionados, existiendo entre cada zona una distancia de 2.5 m por temas de seguridad.

Por otro lado la zona de carga/ descarga de producto terminado posee un área de 383 m<sup>2</sup> que corresponde a unas zona además hay que tener en cuenta la zona de descarga con rampa, siendo las dimensiones de esta zona 40.5x9.45 m

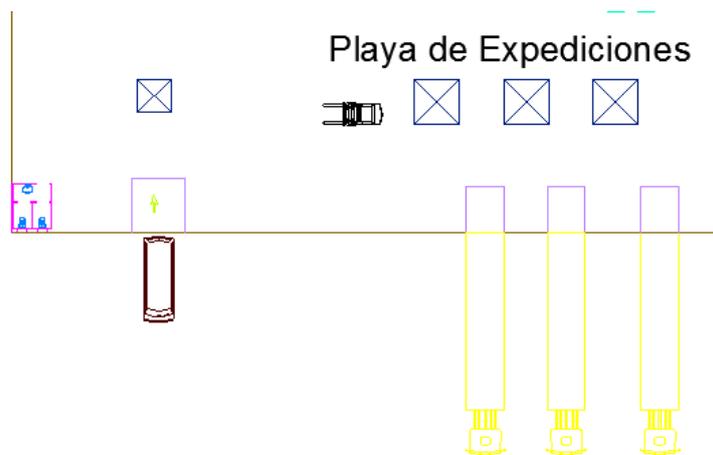


Figura54: Playa de expediciones.

El almacén de materia prima tendrá 4 estanterías de 11.1 metros de longitud y 1.3 metros de ancho por estantería, con 2 pasillos de anchura 2.5 y una altura de último nivel de 4.8 m total, siendo una zona con una superficie de 122.1 m<sup>2</sup>.

Siendo las superficies las siguientes:

$$S_{Estanteria} = 11.1 \times 1.3 = 14.43m^2.$$

$$S_{pasillo} = 11.1 \times 2.5 = 27.75m^2.$$

$$S_{Total Almacen MP} = 4 \times 14.43 + 2 \times 27.75 = 57.72 + 55.5 = 113.22 m^2$$

Este almacén está determinado por la dirección de la empresa y sólo quieren almacenar 132 pallets, por tanto no se puede aprovechar para tener unas estanterías de mayor altura (8.3 metros altura de la estructura más el producto paletizado), con una reducción de 4 a 3 estanterías, es decir, no se puede aprovechar la altura ya que la cantidad de pallets viene fijada por la dirección al ser más cómodo trabajar a esa altura que a altura máxima.

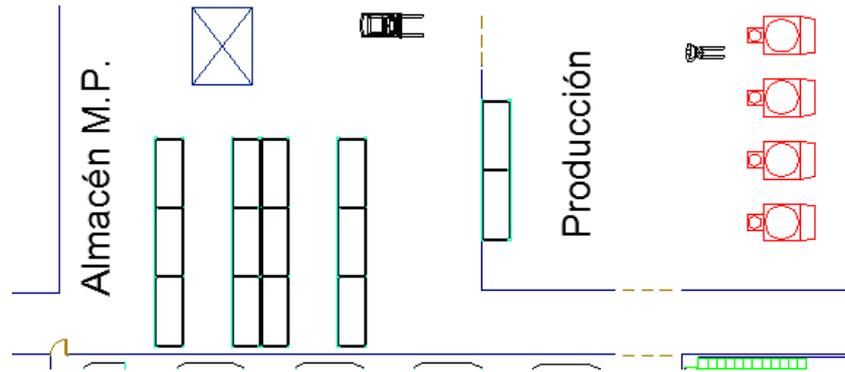


Figura55: Almacén de Materia Prima.

Separado del almacén de Producto Terminado por una tabique y comunicado por una puerta automática de apertura por movimiento cercano.

El almacén de Producto Terminado comunica con Oficinas y almacén de Materia Prima a través de una puerta.

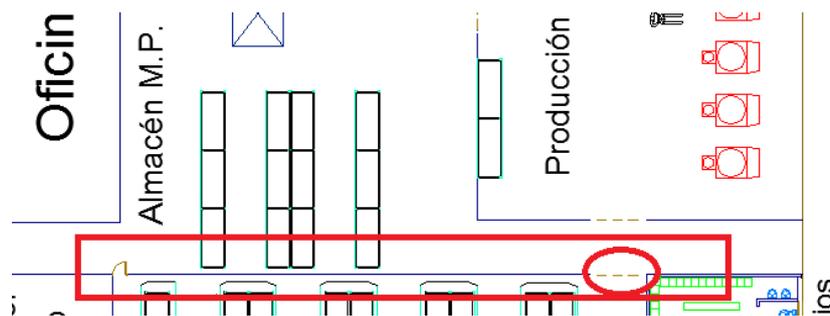


Figura56: Almacén de Materia Prima comunicación con Almacén Producto Terminado.

El almacén de Producto Terminado será de 9 estanterías con 37 metros de longitud y 1.3 metros de ancho por estantería, además de 3 módulos por estantería. Por tanto, se disponen de 5 pasillos de 2.7 metros cada uno para un uso correcto de a retráctil y una altura de último nivel de 8.3.

El almacén posee 9.5 metros de altura, y ese metro libre es utilizado para el sistema de protección de incendios. La capacidad de este almacén es de 1800 pallets, siendo su superficie de 933m<sup>2</sup>.

$$S_{Estanteria} = 37 \times 1.3 = 48.1m^2$$

$$S_{pasillo} = 37 \times 2.7 = 99.9m^2$$

$$S_{Total Almacen PT} = 9 \times 48.1 + 5 \times 99.9 = 432.9 + 499.5 = 932.9m^2$$

Esta zona comparte un pasillo con los zona de calidad, mantenimiento y taller/I+D+i, manteniendo los mínimos de seguridad y permitiendo el paso simultáneo de personas, material y sistemas de manutención, con 4.6 metros de ancho y 37metros de largo.

$$Siendo Stotal = S_{Total Almacen PT} + S_{Pasillo} = 932.9 + 4.6 \times 37 = 1103 m^2$$

Este almacén posee una retráctil para almacenar el producto terminado en su ubicación.

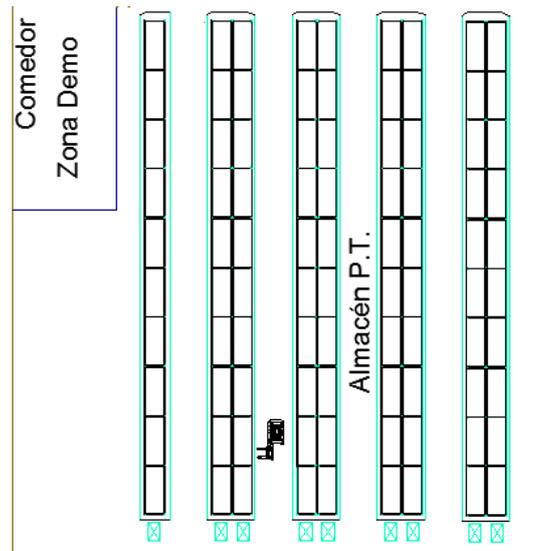


Figura57: Almacén Producto Terminado.

Las oficinas serán dos alturas y cada una de estas zonas será de 160 m<sup>2</sup>, por tanto, un área total de 320 m<sup>2</sup>.

Además se tiene una zona denominada “show room”; que es la zona donde se mostrará a los clientes las características de los productos con una superficie total de 143 m<sup>2</sup>.

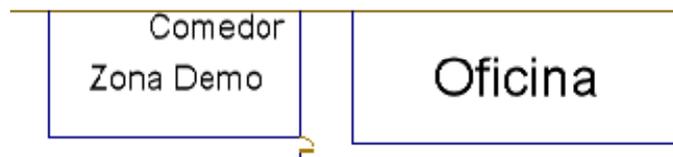


Figura58: Oficina, Comedor y Zona de Demostración.

Las instalaciones ofrecen a los empleados una zona comedor de 143 m<sup>2</sup> anexa a las oficinas y encima de la zona de demostración.

El almacén estudio además cuenta con zonas auxiliares como son Calidad de 95.5 m<sup>2</sup>, y con la misma superficie una zona de mantenimiento.

Como es una empresa que apuesta por la innovación y poseen un servicio de reparación de maquinaria es necesario una zona en el almacén denominada I+D+i – Taller cuya superficie es 143 m<sup>2</sup>.

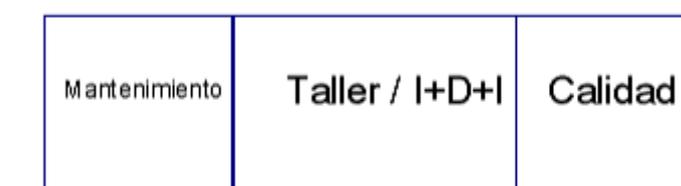


Figura59: Mantenimiento, Taller/I+D+I y Zona Calidad

Además de una zona de vestuario de 82 m<sup>2</sup> y 4 aseos de 7 m<sup>2</sup> repartidos por todo el almacén.

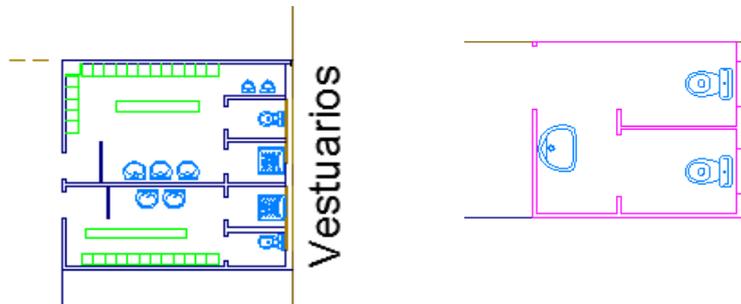


Figura60: Vestuarios y Aseos

En la zona exterior se dispondrán dos campas para realizar las labores de logística inversa.

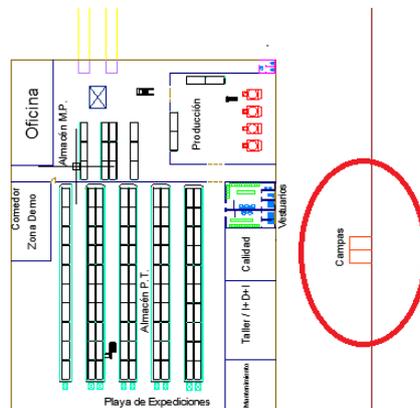


Figura61: Campas

Además se contará con un aparcamiento para el personal y otro para las visitas.

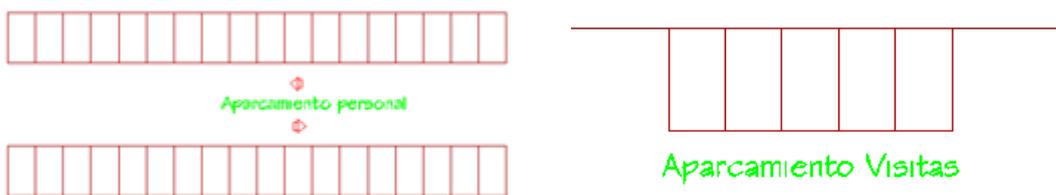


Figura62: Aparcamientos

Por tanto la instalación es de 50x70 m lo que hace una superficie total de 3500m<sup>2</sup> y a vista completa es:

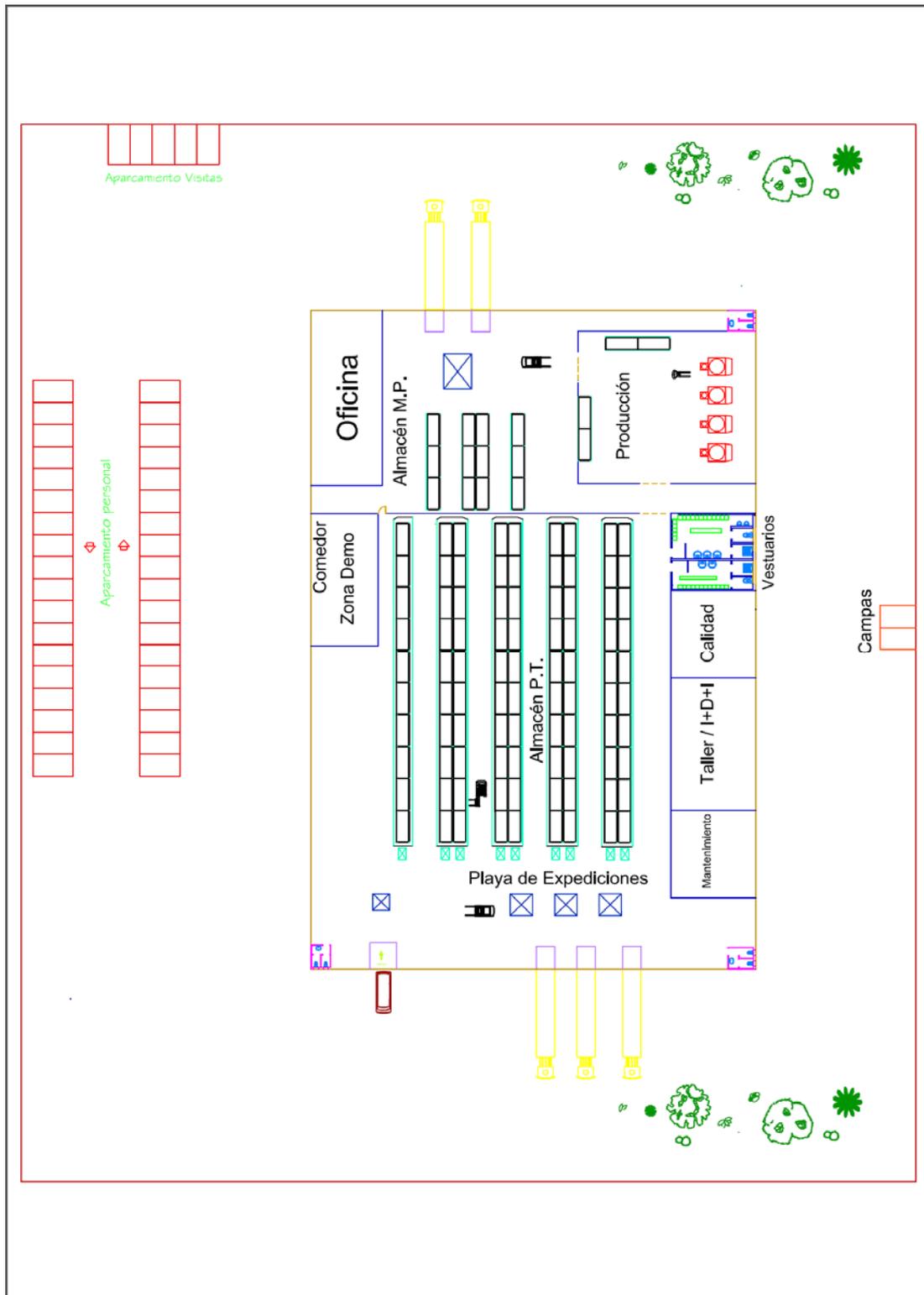


Figura63: Instalación Completa.

## 11. Estudio de Costes

Los costes se obtienen de fuentes diversas: departamento de contabilidad, presupuestos externos, estimaciones personales, etc... a priori se conocen algunos, pero no se sabe cuáles se necesitan hasta que no se haya decidido como operará el almacén y con qué recursos. Por ahora, no se indica ninguno. Los valores que aparezcan en el presupuesto operativo y en el de inversiones serán los que se hayan conseguido por diversas vías.

Se plantea un almacén que aproveche al máximo la altura de edificación permitida. Los costes construcción por m<sup>2</sup>, son prácticamente despreciables al aumentar la altura, ahorrando de este modo superficie útil de almacenaje. Cuanto menor es la superficie del edificio, menos recorridos se deben realizar, menos tiempo se invierte en ellos y menos personal se necesita, lo que supone una ventaja añadida.

### 11.1. Situación Actual de Entradas/Salidas

Para realizar este estudio, se consideran que todos los palets son del mismo tamaño (palet europeo)

Se considera por la tipología y el peso del producto, los palets no son remontables entre sí, por lo tanto se considera que los camiones sólo podrán ir a una altura, al igual que el almacenaje.

En el nuevo estudio, se han incluido dos posibles vías de entrada, ya que la idea del cliente es empezar con producción de sus productos estrellas, lo cual hace que los palets que entren, sean inferiores a los palets de salida. Los palets que se producen corresponden a 30% de las ventas, en el 2014 las ventas supusieron un total de 8.934 palets, es decir, de palets de fabricación propia con esos datos se expedirán un total de 2.680 palets. Se sabe que un palet de materia prima corresponde a 4 palets de producto terminado, por lo tanto las 2.680 entradas de palet en planta se convierten en 670 palets anuales.

Estos datos pueden mejorar sustancialmente cuando las líneas de producción se encuentren funcionando a pleno rendimiento ya que las máquinas adquiridas pueden llegar a hacer una producción de 480 bobinas diarias (1 bobina cada dos minutos, con dos turnos de trabajo) esto sería un total de 30 palets diarios que durante 240 días, harían un total de 7.200 palets anuales (cada bobina pesa unos 16 kg, y el palet lleva 255 kg, 16 bobinas), esto conllevaría una descarga de materia prima de 0'5 camiones diarios de materia prima en el caso de que la producción fuera al 100%.

Para ajustarnos a la realidad comparando con el 2014, se mantendrá la hipótesis de que los palets que se producen son 2.680 (670 de MP), y que los palets que se siguen comprando de producto terminado serán de 5.985.

Suponiendo que llegan camiones completos no remontados por la tipología de producto (con un total de 33 palets por vehículo), el total de vehículos recepcionados en 240 días serían: 201 camiones completos, a esto hay que sumarle las posibles devoluciones de clientes, que rondan el 3% de las salidas, serán 268 palets anuales lo cual eleva los camiones a recepcionar a 210 suponiendo una entrada de 0'88 camiones diarios de producto terminado y materia prima.

A continuación se detallan las entradas anuales en el almacén:

ENTRADAS ANUALES DE ALMACEN	
CONCEPTO	CANTIDAD
Materia Prima	670
Producto Terminado	5.985
Devoluciones	268
<b>TOTAL</b>	<b>6.923</b>
<b>Palets/Dia</b>	<b>29</b>
<b>Exp. Camiones Año</b>	<b>210</b>
<b>Expedición Camiones</b>	<b>0,88</b>

Tabla28- Entradas anuales almacén actual

Las salidas de almacén durante el año 2014 fueron repartidas de la siguiente manera:

SALIDAS ANUALES DE ALMACEN	
MES	PALETS
enero	767
febrero	704
marzo	1.111
abril	1.003
mayo	857
junio	644
julio	746
agosto	508
septiembre	594
octubre	625
noviembre	647
diciembre	728
<b>TOTAL</b>	<b>8.934</b>
<b>Palets/Dia</b>	<b>38</b>
<b>Exp. Camiones Año</b>	<b>271</b>
<b>Expedición Camiones</b>	<b>1,15</b>

Tabla29. Salidas palet anuales almacén

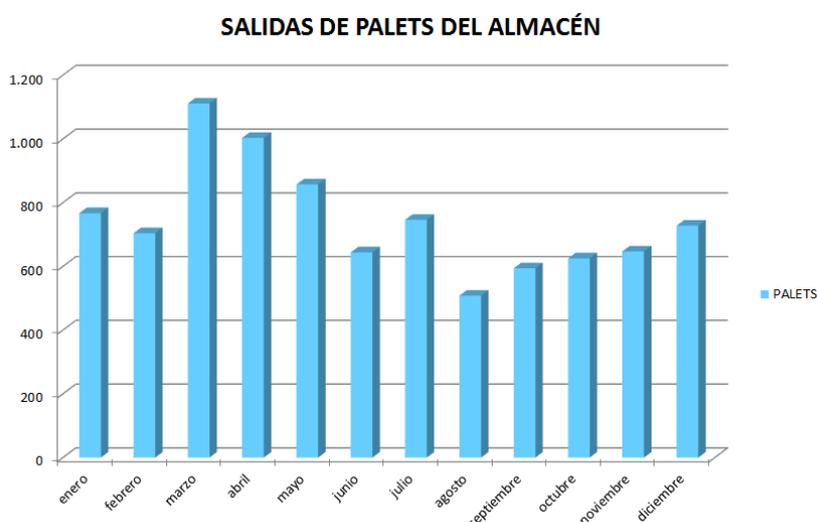


Gráfico5. Salida palets anuales

## 11.2. Recursos de Manipulación

El Coste de los recursos es una información muy importante para determinar los presupuestos de inversiones y de la operación.

Los importes de los costes de los recursos corresponden al momento actual. Los costes reales en que se incurra para el almacén diseñado no tendrán nada que ver con los actuales, puesto que cambiarán cada cierto tiempo. Pero si se supone que todos los costes actuales varían en el mismo porcentaje en el tiempo (cosa que no es cierta del todo), los resultados que se obtengan con valores actuales darán una idea de los que serán en el futuro.

Las comparaciones económicas entre opciones llevan a conclusiones fiables (aunque no exactas) si se utilizan costes correspondientes a las mismas fechas. Por tanto los presupuestos del almacén se construirán con costes actuales del 2014.

Los costes de personal están ligados a las 1.760 horas de trabajo anuales que estipula su Convenio Colectivo, al igual que los costes adicionales de las horas extras y el trabajo en festivos. No se espera que se reduzca la jornada en los próximos años. Los días que se trabajarán anuales, ya que la empresa cierra festivos y fines de semana son 240 días.

### 11.2.1. Estimación de Entradas

El procedimiento de entradas comienza con la descarga de los vehículos llegados de fábrica, que atracan en una de las puertas del almacén. Una persona dotada de una elevadora contrapesada que puede descargar un palet sobre suelo (dos en altura), retira la mercancía del vehículo, que viene con distintas referencias. Un vehículo con 33 palets sobre suelo, se descarga en 33 movimientos. Los palets retirados se disponen en un módulo de descarga próximo a la posición del vehículo, donde se verifica la mercancía llegada por lectura del código de barras de cada palet. La persona que descarga lleva un lector de códigos de barras, que transmite las lecturas al SGA en tiempo real, gracias al sistema de radiofrecuencia instalado en todo el almacén. El SGA, tras la descarga, asigna automáticamente las posiciones en las que ubicar los palets.

Esta persona con las mismas herramientas que el anterior, guiado por el SGA, se encarga de trasladar los palets a la zona del almacén donde deben ubicarse. Otra persona, embarcada en una elevadora de mástil retráctil, y con lector de código de barras, se ocupa de colocar los palets en la posición asignada. Una vez colocados los palets, informa al SGA de su ubicación.

Entradas de Fábrica	Minutos/año						
	Uds/año	Tipo ud	Min/ud	Personal	Contrapesada Retractil	Scanners	
Descarga de palets	6.923	movimiento	2,00	13.846	13.846	13.846	
Verificación de descarga	6.923	palet	0,05	346	346	346	
Recorridos de aproximación	6.923	viajes	4,62	31.984	31.984	31.984	
Estiba de pallets	6.923	movimiento	1,45	10.038	10.038	10.038	
Verificación de estiba	6.923	movimiento	0,10	692	692	692	
<b>Tiempo total de entradas de fábrica min/año</b>				56.907	46.176	10.731	56.907
<b>Tiempo total de entradas de fábrica hora/año</b>				1.116	905	210	1.116
<b>% Turno de mañana</b>			70%	781	634	147	781
<b>% Turno de tarde</b>			30%	335	272	63	335

Tabla30. Estudio Estimado Movimientos de Entrada

El procedimiento descrito se puede descomponer en las tareas que se especifican, realizadas por personas. Cada tarea se aplica a una cantidad anual de un tipo de unidad, que tiene un tiempo unitario estándar, expresado en minutos con fracciones decimales. El tiempo anual de las personas es el producto de las unidades a tratar por su tiempo estándar. Es el mismo tiempo que se usan las herramientas precisas para la tarea. La suma de tiempos de cada columna da el tiempo anual estimado para realizarla. Si se divide entre 51 minutos efectivos de trabajo por hora, se obtienen las horas reales para la actividad, que se reparten por igual en cada turno.

Las cantidades anuales a tratar salen del examen de los datos de diseño. Los movimientos anuales de descarga se hallan dividiendo los palets recibidos entre los 33 que trae un vehículo y multiplicando el resultado por 33 movimientos precisos para descargar un camión. Los palets recibidos se verifican uno a uno.

Los recorridos de aproximación son los viajes a realizar desde el área de descarga a la de almacenamiento.

Las estibas son la suma de las de cada tipo de palet, se estiban de uno en uno. Se efectúa una verificación por cada movimiento.

La descarga de camiones se hará principalmente por la mañana exigiéndolo así al proveedor para poder aprovechar la tarde para realizar la carga de camiones a clientes.

### 11.2.2. Estimación de Devoluciones

El procedimiento de devoluciones es similar al de los vehículos llegados de fábrica, con algunas diferencias, estos no vienen a camiones completos, llegan sueltos por empresa de palettería, por lo tanto la descarga en el peor de los casos será de uno en uno.

Una persona se encarga de la descarga y la verificación en el área de descarga. Otra persona se ocupa de trasladar los palets a la ubicación que le indica el SGA, estibarlos y registrarlos en el SGA. Esta persona lleva una carretilla retráctil. Los movimientos de estiba serán de un palet, ya que son referencias distintas.

Devoluciones	Minutos/año							
	Uds/año	Tipo ud	Min/ud	Personal	Contrapesada	Retráctil	Scanners	
Descarga de palets	268	movimiento	2,00	536	536		536	
Verificación de descarga	268	palet	0,05	13	13		13	
Recorridos de aproximación	268	viajes	4,62	1.238		1.238	1.238	
Estiba de pallets	268	movimiento	1,45	389		389	389	
Verificación de estiba	268	movimiento	0,10	27		27	27	
<b>Tiempo total de devoluciones de fábrica min/año</b>				2.203	549	1.654	2.203	
<b>Tiempo total de devoluciones de fábrica hora/año</b>				43	11	32	43	
<b>% Turno de mañana</b>				50%	22	5	16	22
<b>% Turno de tarde</b>				50%	22	5	16	22

Tabla31. Estudio Estimado Devoluciones

### 11.2.3. Estimación de Salidas

La salida de mercancía se desencadena con un mensaje que el SGA envía al lector de códigos de barras del conductor de una carretilla, en el que le indica la ubicación a donde tiene que ir, los palets que tiene que extraer de una referencia, el módulo de carga de destino y el número de carga. Esa persona ejecuta la operación con una elevadora retráctil. En cada desestiba puede retirar 1 palet que dejará en el muelle de carga, donde deposita los palets extraídos. El SGA recibe los datos de la tarea realizada y le envía a una posición próxima para realizar otra desestiba. Otra persona, desde su carretilla contrapesada, lee los códigos de barras de los palets y los carga en 33 movimientos (se intenta agrupar las cargas de todos los destinos en camiones completos para ahorrar en transporte). Un terminal del SGA, sito en el área de carga, emite la documentación de transporte, a petición de quien carga el camión, de media se expedirá un camión para servir en 10 clientes. Se disponen dos terminales.

La carga de camiones a clientes se hará preferiblemente por la tarde.

Salidas de Mercancía			Minutos/año			
TAREA	Uds/año	Tipo ud	Min/ud	Personal	Retractil	Contrapesada Scanners
Desestiba de palets	8.934	movimiento	1,45	12.954	12.954	12.954
Verificación de desestiba	8.934	palet	0,10	893	893	893
Recorrido a muelle de carga	8.934	viajes	4,65	41.543	41.543	41.543
Verificación de carga	8.934	palet	0,05			
Carga de palets	8.934	movimiento	2,00	17.868		17.868
Emisión de documentación	893	documento	5,00	4.467		4.467
<b>Tiempo total de salidas de fábrica min/año</b>				77.726	55.391	22.335
<b>Tiempo total de salidas de fábrica hora/año</b>				1.524	1.086	438
<b>% Turno de mañana</b>			30%	457	326	131
<b>% Turno de tarde</b>			70%	1.067	760	307

Tabla32. Estudio Estimado Salidas Mercancía

Se puede observar, que al ser una empresa con producción propia, los datos de entradas y salidas no cuadran, siendo mayores las salidas de palets, ya que parte de las entradas son materia prima que se almacenarán en el almacén para salir como producto terminado.

### 11.2.4. Estimación de la Producción

Como bien se ha comentado anteriormente, el primer año de arranque se empieza con una producción de 2.680 palets que equivalen a 670 palets de materia prima. Se debe de tener a un operario full-time en la máquina (1.760 horas/año) y a un operario de apoyo para el cambio de bobina y paletización del producto terminado, este operario de apoyo será el mismo que ubique los palets de producto terminado que entran y que extraiga los palets para su carga.

Producción			Minutos/año			
TAREA	Uds/año	Tipo ud	Min/ud	Personal	Retractil	Maq. Produc Scanners
Desestiba de palets	670	movimiento	1,45	972	972	972
Verificación de desestiba	670	palet	0,10	67	67	67
Carga de máquina	670	carga	2,00	1.340	1.340	1.340
Producción	2.680	palet	32,00	85.760		85.760
Recorrido de Aproximación	2.680	palet	4,65	12.462	12.462	12.462
Estiba de palets	2.680	movimiento	1,45	3.886	3.886	3.886
Verificación de estiba	2.680	movimiento	0,10	268	268	268
<b>Tiempo total de producción min/año</b>				104.755	18.995	85.760
<b>Tiempo total de producción hora/año</b>				2.054	372	1.682
ALMACEN	<b>% Turno de mañana</b>		50%	186	186	0
	<b>% Turno de tarde</b>		50%	186	186	0
PRODUCCIÓN	<b>% Turno de mañana</b>		100%	1.682	0	1.682
	<b>% Turno de tarde</b>		0%	0	0	0

Tabla33. Estudio estimado de Producción

En esta tabla se separa la parte que corresponde a la parte de almacén (almacenar el PT en sus estanterías de almacén) y la parte que corresponde a producción.

Tras hacer varios estudios, por la poca producción que presentan durante el año de arranque sólo se pondrá un turno de mañana en la parte de producción.

### 11.3. Asignación de Recursos

Sabidos los tiempos de uso de los recursos, se determina la cantidad necesaria de cada uno de ellos a partir de las tablas resumen de tiempos que se elaboran para cada turno.

Los tiempos disponibles de las personas son siempre los mismos: 1.760 horas anuales.

Estos recursos medios anuales se van a repartir entre todos los meses del año de manera aproximada.

#### 11.3.1. Asignación de Recursos al Turno de Mañana

Turno de mañana ACTIVIDAD	Horas reales/año					
	Personal	Contrapesada	Recontractil	Scanners	Producción	Admon
Entradas	781	634	147	781	0	0
Devoluciones	22	5	16	22	0	0
Salidas	457	307	131	457	0	0
Almacén Producción	186	0	186	186	0	0
Dpto Producción	1.682	0	0	1.682	1.682	0
Administración	0	0	0	0	0	1.760
<b>Tiempo total</b>	<b>3.128</b>	<b>946</b>	<b>481</b>	<b>3.128</b>	<b>1.682</b>	<b>1.760</b>
Horas/año	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760
<b>Recursos equivalentes</b>	<b>1,78</b>	<b>0,54</b>	<b>0,27</b>	<b>1,78</b>	<b>0,96</b>	<b>1,00</b>

Tabla34. Asignación Recursos Turno Mañana

#### 11.3.2. Asignación de Recursos al Turno de Tarde

Turno de tarde ACTIVIDAD	Horas reales/año					
	Personal	Contrapesada	Recontractil	Scanners	Producción	Admon
Entradas	335	272	63	335	0	0
Devoluciones	22	5	16	22	0	0
Salidas	1.067	307	760	1.067	0	0
Almacén de Producción	186	0	186	186	0	0
Dpto Producción	0	0	0	0	0	0
Administración	0	0	0	0	0	1.760
<b>Tiempo total</b>	<b>1.609</b>	<b>584</b>	<b>1.026</b>	<b>1.609</b>	<b>0</b>	<b>1.760</b>
Horas/año	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760
<b>Recursos equivalentes</b>	<b>0,91</b>	<b>0,33</b>	<b>0,58</b>	<b>0,91</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>

Tabla35. Asignación Recursos Turno Tarde

### 11.3.3. Asignación de Recursos de la Empresa

Recursos de la Empresa ACTIVIDAD	Horas reales/año					
	Personal	Contrapesada	Recontractil	Scanners	Producción	Admon
Entradas	1.116	905	210	1.116	0	0
Devoluciones	43	11	32	43	0	0
Salidas	1.524	613	892	1.524	0	0
Almacén de Producción	372	0	372	372	0	0
Dpto Producción	1.682	0	0	1.682	1.682	0
Administración	0	0	0	0	0	3.520
<b>Tiempo total</b>	<b>4.737</b>	<b>1.529</b>	<b>1.507</b>	<b>4.737</b>	<b>1.682</b>	<b>3.520</b>
Horas/año	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760
<b>Recursos equivalentes</b>	<b>3,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>3,00</b>	<b>1,00</b>	<b>2,00</b>

Tabla36.Recursos Empresa

Los valores totales anuales de la asignación de recursos, hasta que no se empiece a producir más y a expedir más, se debería de trabajar a un solo turno central para no perder efectivos de trabajo, de tal manera, que la jornada laboral el primer año sería de 8 a 18 horas

### 11.4. Presupuesto de Inversión

Las necesidades de recursos que se han estimado son la base para construir los presupuestos de inversiones y costes anuales.

El mayor desembolso, sin duda, corresponde a la construcción del edificio. Para hacerlo menos gravoso, se propone financiar mediante una operación de leasing al 8% de interés anual. De este modo, transforma una inversión en un gasto corriente. Al cabo de 10 años, la empresa se convertirá en el propietario del edificio. La empresa desembolsará el resto de importes asociados a la construcción y puesta en marcha de la operación, el único inconveniente de sacar los gastos de construcción y compra de solar del presupuesto de inversión y llevarlo al presupuesto de explotación, es que se le está imputando directamente el coste del edificio al coste del producto al no ser que se haga un estudio de Ingeniería de Costes aplicando Full Cost y asignando los costes directos que imputan al producto separándolos del resto (costes directos e indirectos), está claro que de esta forma el retorno de la inversión saldrá mucho mejor.

Las principales inversiones a realizar en el edificio son: Sistema Control de Incendios, estanterías.... A todo lo invertido se le provisiona un 5% adicional para absorber imprevistos y olvidos de pequeñas inversiones mientras se construye el presupuesto.

Las inversiones relacionados con el movimiento de mercancía engloban carretillas elevadoras, sus implantes y baterías de reserva. El SGA, junto con el sistema de radiofrecuencia y sus terminales fijos y móviles, también ha de tenerse en cuenta. Por último, no hay que olvidar el mobiliario de oficina y de servicios de personal.

Los costes unitarios de los distintos recursos se han obtenido con la ayuda de presupuestos de proveedores y estudios de mercado.

Ya se puede construir el presupuesto de inversiones y las amortizaciones anuales de la siguiente tabla, que se mantendrán inalteradas durante el mínimo tiempo de

amortización de las inversiones efectuadas. Se desglosa en dos bloques: espacio y manipulación.

Antes que nada, se ha de tener en cuenta, que el solar que se propone para comprar es de 5.000 m<sup>2</sup> y la nave construida de 3.500 m<sup>2</sup>, pero en el estudio solo se está calculando costes logístico de la nueva actividad, con lo que se le imputará a los solares y nave industrial un 70% del coste total de la actividad, a la zona de ajardinamientos un 0% y a la zona de parking y zona de maniobras un 90%.

Este sería la compra total:

CONCEPTO	CANTIDAD	€/ud	TOTAL
<b>SOLARES</b>			
Solares y Terrenos	5.000 m2	80 €	400.000 €
<b>TOTAL SOLARES</b>			<b>400.000 €</b>
<b>EDIFICACIONES</b>			
Nave Industrial	3.500 m2	120 €	420.000 €
Ajardinamientos	350 m2	10 €	3.500 €
Parking y Zona de Maniobras	1.150 m2	10 €	11.500 €
<b>TOTAL EDIFICACIONES</b>			<b>435.000 €</b>

Tabla37.Coste Instalación

Quedando el presupuesto de inversión de la siguiente manera:

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	Años Amortización	Amortización Anual (€)
<b>Espacio</b>					
Instalación Estanterías (5 dobles y 3 simples)	1	35.744,00	35.744,00	5	7.148,80
Señalización de almacén	1	3.000,00	3.000,00	5	600,00
Señalización de huecos	1	4.000,00	4.000,00	5	800,00
Señalización de suelos	1	300,00	300,00	5	60,00
Control de accesos	1	9.000,00	9.000,00	5	1.800,00
Provisión para imprevistos	1	2.602,20	2.602,20	5	520,44
		<b>Subtotal Espacio</b>	<b>54.646,20</b>		<b>10.929,24</b>
<b>EQUIPOS Y MAQUINARIA (Manipulación)</b>					
Maquina Mod. Unitech T012	2	85.500,00	171.000,00	10	17.100,00
Dispensador con dobladores laterales para refuerzo de la película	2	3.060,00	6.120,00	10	612,00
Celda de carga para detección del peso de la bobina terminada	2	4.140,00	8.280,00	10	828,00
		<b>Máquinas Producción</b>	<b>185.400,00</b>		<b>18.540,00</b>
Transpaleta manual	2	340,00	680,00	10	68,00
Transpaleta manual con báscula	1	1.300,00	1.300,00	10	130,00
Carretilla elevadora contrapesada	1	25.800,00	25.800,00	10	2.580,00
Carretilla de mástil Retractable	1	35.287,00	35.287,00	10	3.528,70
Traspaleta autopropulsada electronica	2	7.000,00	14.000,00	10	1.400,00
		<b>Maquinaria Almacén</b>	<b>77.067,00</b>		<b>7.706,70</b>
Terminal CK3 X series	4	1.200,00	4.800,00	3	1.600,00
BATTERY, EXTENDED CK3 (One extended lithium battery.)	4	87,20	348,80	3	116,27
Quad Charger, CK3 (AC20)	1	253,60	253,60	3	84,53
		<b>Total ADC</b>	<b>5.402,40</b>		<b>1.800,80</b>
Cisco Aironet AIR-AP1242AG-E-K9 108 Mbps	6	560,00	3.360,00	3	1.120,00
Antena ganancia	12	20,00	240,00	3	80,00
Instalación y configuración	3	425,00	1.275,00	3	425,00
		<b>Total Wifi</b>	<b>4.875,00</b>		<b>1.625,00</b>
Ordenador sobremesa HP Business Desktop - Intel Core i3 i3-3220 3,30 GHz 4Gb Ram	5	460,00	2.300,00	3	766,67
Monitor LCD HP W2072a - 50,8 cm (20") - LED - 16:9 - 5 ms	5	105,00	525,00	3	175,00
HP LaserJet Pro 200 Color M251	2	210,00	420,00	5	84,00
HP Officejet Pro X576dw MFP	1	660,00	660,00	5	132,00
Mobiliario	5	550,00	2.750,00	5	550,00
Modulo Navision Almacenes	1	20.000,00	20.000,00	5	4.000,00
		<b>Equipamiento Oficinas</b>	<b>6.655,00</b>		<b>1.707,67</b>
Provisión par imprevistos	1	13.969,97	13.969,97	5	2.793,99
		<b>Subtotal Manipulación</b>	<b>293.369,37</b>		<b>34.174,16</b>

**INVERSIÓN TOTAL**

**348.015,57 €**

**45.103,40 €**

Tabla38.Presupuesto de la inversión

## 11.5. Presupuesto Operativo

El valor de la construcción del edificio se financiará en 10 años, a un interés del 8% anual, mediante una operación de leasing. La empresa correrá con las inversiones destinadas a adquirir el resto de recursos de almacenamiento y manipulación. Las pagará al contado, con un préstamo bancario, al 8% de interés anual, que piensa devolver en 10 años también. La dirección financiera de la empresa determina el tiempo de amortización de cada una de las inversiones, teniendo en cuenta su naturaleza y su vida útil.

Los costes de mantenimiento anuales suponen el 1% del coste anual de edificio al igual que el dinero invertido en los equipos a mantener.

La dirección financiera pasa un cargo interno del 12% de todos los costes que tienen el almacén, en concepto de prestación de servicios de otros departamentos de la empresa.

Los préstamos que ha de pedir la empresa quedarían de la siguiente manera:

### Préstamo de Leasing

TABLA DE AMORTIZACIÓN CONSTANTE

Importe del Préstamo:	625.646,00	Valor final:	900.930,24
Periodo del préstamo en años:	10	Total Intereses:	275.284,24
Número de pagos anuales:	1		
Interés anual:	8,00%	EFFECTIVO	Interés aplicado: 8,00%
Fecha inicial del préstamo:	01/01/2014	Fecha ult. Pago:	01/01/2024

Nº de Pago	Fecha del Pago	Anualidad	Intereses	Capital de Amortización	Capital Amortizado	Capital Pendiente
0	01/01/2014					625.646,00
1	01/01/2015	112.616,28	50.051,68	62.564,60	62.564,60	563.081,40
2	01/01/2016	107.611,11	45.046,51	62.564,60	125.129,20	500.516,80
3	01/01/2017	102.605,94	40.041,34	62.564,60	187.693,80	437.952,20
4	01/01/2018	97.600,78	35.036,18	62.564,60	250.258,40	375.387,60
5	01/01/2019	92.595,61	30.031,01	62.564,60	312.823,00	312.823,00
6	01/01/2020	87.590,44	25.025,84	62.564,60	375.387,60	250.258,40
7	01/01/2021	82.585,27	20.020,67	62.564,60	437.952,20	187.693,80
8	01/01/2022	77.580,10	15.015,50	62.564,60	500.516,80	125.129,20
9	01/01/2023	72.574,94	10.010,34	62.564,60	563.081,40	62.564,60
10	01/01/2024	67.569,77	5.005,17	62.564,60	625.646,00	0,00

Tabla39.Tabla de Amortización Constante Leasing

### Inversiones de Espacio

TABLA DE AMORTIZACIÓN CONSTANTE

Importe del Préstamo:	54.646,20	Valor final:	78.690,53
Periodo del préstamo en años:	10	Total Intereses:	24.044,33
Número de pagos anuales:	1		
Interés anual:	8,00%	EFFECTIVO	Interés aplicado: 8,00%
Fecha inicial del préstamo:	01/01/2014	Fecha ult. Pago:	01/01/2024

Nº de Pago	Fecha del Pago	Anualidad	Intereses	Capital de Amortización	Capital Amortizado	Capital Pendiente
0	01/01/2014					54.646,20
1	01/01/2015	9.836,32	4.371,70	5.464,62	5.464,62	49.181,58
2	01/01/2016	9.399,15	3.934,53	5.464,62	10.929,24	43.716,96
3	01/01/2017	8.961,98	3.497,36	5.464,62	16.393,86	38.252,34
4	01/01/2018	8.524,81	3.060,19	5.464,62	21.858,48	32.787,72
5	01/01/2019	8.087,64	2.623,02	5.464,62	27.323,10	27.323,10
6	01/01/2020	7.650,47	2.185,85	5.464,62	32.787,72	21.858,48
7	01/01/2021	7.213,30	1.748,68	5.464,62	38.252,34	16.393,86
8	01/01/2022	6.776,13	1.311,51	5.464,62	43.716,96	10.929,24
9	01/01/2023	6.338,96	874,34	5.464,62	49.181,58	5.464,62
10	01/01/2024	5.901,79	437,17	5.464,62	54.646,20	0,00

Tabla40.Tabla de Amortización Constante Inversiones Espacio

## Inversiones de Manipulación

TABLA DE AMORTIZACIÓN CONSTANTE

Importe del Préstamo:	293.369,37	Valor final:	422.451,89
Periodo del préstamo en años:	10	Total Intereses:	129.082,52
Número de pagos anuales:	1		
Interés anual:	8,00%	EFFECTIVO	Interés aplicado: 8,00%
Fecha inicial del préstamo:	01/01/2014	Fecha ult. Pago:	01/01/2024

Nº de Pago	Fecha del Pago	Anualidad	Intereses	Capital de Amortización	Capital Amortizado	Capital Pendiente
0	01/01/2014					293.369,37
1	01/01/2015	52.806,49	23.469,55	29.336,94	29.336,94	264.032,43
2	01/01/2016	50.459,53	21.122,59	29.336,94	58.673,87	234.695,50
3	01/01/2017	48.112,58	18.775,64	29.336,94	88.010,81	205.358,56
4	01/01/2018	45.765,62	16.428,68	29.336,94	117.347,75	176.021,62
5	01/01/2019	43.418,67	14.081,73	29.336,94	146.684,69	146.684,69
6	01/01/2020	41.071,71	11.734,77	29.336,94	176.021,62	117.347,75
7	01/01/2021	38.724,76	9.387,82	29.336,94	205.358,56	88.010,81
8	01/01/2022	36.377,80	7.040,86	29.336,94	234.695,50	58.673,87
9	01/01/2023	34.030,85	4.693,91	29.336,94	264.032,43	29.336,94
10	01/01/2024	31.683,89	2.346,95	29.336,94	293.369,37	0,00

Tabla41. Tabla de Amortización Constante Inversiones Manipulación

El presupuesto operativo Refleja los costes que el almacén tendrán en un periodo anual, en una situación de estabilidad operativa.

Los mayores costes están referidos al edificio y al personal que trabaja en él. Los costes de personal incluyen, además del salario, la contribución a la Seguridad Social de la empresa.

Los costes de mercaderías y materia prima se han estipulado por media de palet, un palet de materia prima está en 587€, compramos 670 y con estos producimos 2.680 de producto terminado listo para venta, los palets que se compra de producto terminado (mercaderías) tienen un coste de 689€, el precio de venta de ambos será de 930€

Ante cualquier contingencia, se hace necesario asegurar el edificio y su contenido: mercancía y equipos. El seguro de mercancías se calcula sobre la existencia media en palets, valorada al coste medio de fabricación del palet, un palet tiene un coste de fabricación aproximado de 600€

Los gastos generales del almacén cubren los consumos de agua, electricidad, teléfono, material de oficina y otros de menos entidad; no se deben olvidar, aunque no sean los más importantes y suponen un cargo del 15 % del coste anual del edificio

Otro capítulo de gastos a considerar es la conservación de edificios y equipos.

Las amortizaciones no son un gasto real, pero, tal como indican las normas contables, deben considerarse como un coste. La dirección financiera asignará al almacén los intereses que haya pagado para la adquisición del edificio y los equipos. También le pasará un cargo por los servicios que otros departamentos que la empresa le prestan.

Por último, habrá que satisfacer los impuestos y tasas legalmente establecidos. Los habituales son el impuesto de bienes inmuebles y el impuesto de actividades económicas.

Quedando el presupuesto operativo de la siguiente manera:

CONCEPTO	CANTIDAD	€/unidad	€/año	COSTE DIRECTO AL PRODUCTO	COSTE INDIRECTO AL PRODUCTO
<b>Espacio</b>					
Solares y Terrenos	3.500 m2	80,00	280.000,00		280.000,00
Nave Industrial	2.450 m2	120,00	294.000,00		294.000,00
Ajardinamientos	0 m2	10,00	0,00		0,00
Parking y Zona de Maniobras	1.035 m2	10,00	10.350,00		10.350,00
Instalación eléctrica.	20 €/m2	724,50	14.490,00		14.490,00
Instalación alumbrado.	10 €/m2	724,50	7.245,00		7.245,00
Instalación agua.	12 €/m2	724,50	8.694,00		8.694,00
Instalación P.C.I.	15 €/m2	724,50	10.867,50		10.867,50
<i>Subtotal para prestamo Leasing</i>			<b>625.646,50</b>		<b>625.646,50</b>
Leasing de superficie (m2)	3.500 €/m2	17,87	62.545,00	16.887,15	45.657,85
Seguro de edificio	625.547	0,005	3.127,73		3.127,73
Seguro de instalaciones	41.297	0,012	495,56		495,56
Seguro de mercancías (0,8%)	4.500	4,80	21.600,00		21.600,00
Mantenimiento de edificio	625.647	0,01	6.256,47		6.256,47
Mantenimiento de instalaciones	41.297	0,10	4.129,65		4.129,65
Amortización de inversiones	1	10.929,24	10.929,24	2.950,89	7.978,35
Impuesto sobre bienes inmuebles	3.500	0,40	1.400,00		1.400,00
Intereses leasing	625.646	0,08	50.051,68		50.051,68
Intereses inversiones	54.646	0,08	4.371,68		4.371,68
<i>Subtotal Espacio</i>			<b>164.907,01</b>	<b>19.838,04</b>	<b>145.068,96</b>
Personal de Producción	1,00	16.000 €	16.000,00	16.000,00	
Personal de Almacén	1,00	16.000 €	16.000,00	16.000,00	
Departamento Logística	2,00	17.000 €	34.000,00	34.000,00	
Jefe de Almacén	1,00	18.000 €	18.000,00	18.000,00	
Personal Mantenimiento Maquinas Venta	2,00	17.000 €	34.000,00	34.000,00	
Ingeniero TeleVigilancia	1,00	20.000 €	20.000,00	20.000,00	
Gastos Generales del Almacén	62.545,00	0,1500	9.381,75	9.381,75	
Seguro de equipos	293.369,37	0,0100	2.933,69		2.933,69
Mantenimiento de equipos	293.369,37	0,0100	2.933,69	2.933,69	
Presupuesto de Mantenimiento preventivo Maquinaria Almacén	4,00	90,00	360,00		360,00
Mantenimiento anual ADC	4,00	130,00	520,00		520,00
Amortización de las inversiones	1	34.174,16	34.174,16	34.174,16	
Intereses inversiones	293.369,37	0,08	23.469,55		23.469,55
Cargos de Dirección	211.772,85	0,12	25.412,74		25.412,74
<i>Subtotal Manipulación</i>			<b>237.186 €</b>	<b>184.490 €</b>	<b>52.696 €</b>
Materia Prima	670,00	586,50 €	392.955,00	392.955,00	
Mercadería	5.986,00	688,50 €	4.121.361,00	4.121.361,00	
<i>Subtotal Aprovisionamiento</i>			<b>4.514.316 €</b>	<b>4.514.316 €</b>	<b>0 €</b>

**COSTE TOTAL 4.916.408,59 € 4.698.805,60 € 197.764,95 €**

*Palets Expedidos 8.934 palets*

*Coste de espacio/palet 2,22 €/palet*  
*Coste de manipulación/palet 2,46 €/palet*  
*Coste de almacen/palet 4,68 €/palet*  
*Coste de producción/palet 507,76 €/palet*  
*Otros costes/palet 15,73 €/palet*  
**Coste de Total Palet para venta 528,17 €/palet**

Tabla42. Presupuesto Operativo

Se ha construido el presupuesto operativo, desglosado en dos grandes bloques: espacio y manipulación.

La contribución del espacio al coste de tratar un palet se conoce dividiendo el coste del espacio (subtotal espacio) entre el número total de palets expedidos. El coste unitario de manipulación se obtiene dividiendo el coste de manipulación (subtotal manipulación) entre el total de palets expedidos.

La suma de ambos arroja el coste total de tratar un palet en el almacén anualmente.

Se ha optado por hacer una clasificación de costes para ver con realidad el resultado final del proyecto. Se ha optado por Full Cost, clasificar los Costes en Directos e Indirectos al Producto. Los costes Directos son aquellos Costes de los

recursos que se incorporan físicamente al producto final y a su empaque. Ambos se comercializan conjuntamente. El coste directo también contempla las labores necesarias para la manipulación y transformación de dichos recursos.

Los Costes directos se transfieren directamente al producto final y están constituidos por los siguientes puntos e imputan directamente al coste del producto:

- **Materias Primas Directas:** Recursos materiales que el proceso productivo se incorporan y transforman en una parte o en la totalidad del producto Final, en nuestro caso las mercaderías que posteriormente se venden al cliente y la materia prima para realizar la producción
- **Materiales Directos:** Se refiere a todos aquellos artículos transformados que acompañan al producto final y no constituyen parte de él, pero son comercializados de manera conjunta, tal es el caso de los envases, envolturas, cajas de empaque y embalaje, etiquetas, accesorios, repuestos, etc.
- **Mano de Obra Directa:** Es la mano de obra empleada para extraer, producir o transformar la materia prima en bien final. Esta partida consigna las remuneraciones que perciben los trabajadores que ejecutan una labor directa para la transformación de la materia prima en artículos finales así como para la expedición de la misma, ya que estamos sacando el coste logístico del producto final.
- **Materiales Indirectos:** Son recursos que no se pueden cuantificar en el producto elaborado ni forman parte de él; pero sin su utilización no sería posible la Producción de bienes finales. Están constituidos por suministros que coadyuvan o influyen en la Producción, por ejemplo combustibles, lubricantes, útiles de limpieza, herramientas y equipos de trabajo, materiales de mantenimiento, estanterías, máquinas de producción, maquinaria de almacén....

Los Costes Indirectos, son los costes de los recursos que participan en el proceso productivo; pero que no se incorporan físicamente al producto final. Estos Costes están vinculados al periodo productivo y no al producto terminado, entre ellos se tiene:

- **Mano de Obra Indirecta:** Es aquella mano de obra que no interviene directamente en la Producción o transformación de la materia prima y en la obtención del producto final, por ejemplo el gerente de Planta, departamentos comerciales, administrativos, etc.
- **Gastos Indirectos:** Son gastos que emergen de las actividades de explotación, fabricación o transformación de la materia prima, es decir son todos aquellos Costes que se generan en el área de Producción, se dan por causa de las actividades productivas. Estos gastos nos encuentran incluidos en las partidas anteriores y responden a la categorización de coste Fijo. A diferencia de los Costes directos, los Costes indirectos, pueden clasificarse tanto en Costos Fijos como variables, en este apartado se podrían incluir, los intereses de los préstamos que tiene la compañía, el préstamo de leasing...

Se han sacado tres datos finales: uno el de **coste de almacenaje** para poder compararlo con la situación actual que tienen en los almacenes subcontratados y otro en el que incluiríamos la compra de mercaderías/materia prima que se denomina **coste de Producción**, donde también se le incluirá a los almacenes subcontratados para ver las diferencias aunque no sea un dato facilitado, también se ha incluido un tercer coste, que serían **Otros costes**, donde imputamos al producto aquello que no tiene nada que ver

con su almacenamiento ni producción pero sin ello no sería posible su venta, este dato también se comparará con la situación actual de la empresa ya que actualmente la empresa cuenta con estos servicios como propios. Con todo ello se hará la estimación de lo que cuesta un palet de PT preparado para venta, en la situación actual no existe fabricación con lo que este cálculo es relativamente sencillo.

En el **coste de almacenaje** se ha hecho diferenciación entre espacio y manipulación incluyendo los siguientes términos:

- En el coste de espacio se ha incluido únicamente los 945 m<sup>2</sup> que afectan al almacén, estos son los que imputan directamente al producto, el resto se estudiará en el análisis de rentabilidad pero no afectan al coste de producto, así como las amortizaciones correspondientes al almacenaje.
- En el coste de manipulación se ha incluido: al operario de almacén y un tercio del Jefe de Almacén, ya que este no se basará en la supervisión del trabajo de los operarios, sus tareas serán dar apoyo a producción, apoyo al almacén y apoyo al departamento logístico.

En el **coste de producción** se han incluido la compra de mercaderías y productos semielaborados, el operario de producción y un tercio del jefe de almacén.

En **Otros Costes** se han incluido: el tercio restante del jefe de almacén, los administrativos de Logística, el personal de mantenimiento de máquinas para venta, el ingeniero de televigilancia, los gastos generales del almacén, el mantenimiento de los equipos y la amortización de las inversiones.

Para tener una noción del coste logístico de un palet de producto terminado, sería preciso considerar los costes de transporte hasta el cliente, ya que el coste del producto se considera hasta la puerta del cliente, esto se verá en los siguientes puntos.

Para hacer un cálculo del coste de transporte vamos a suponer que los camiones a clientes salen bajo previsión con una carga completa de 33 palets. Con una buena planificación de rutas, ya que los clientes tienen unas entregas programadas no haría falta contar con el servicio de palettería de urgencias, con lo que se hará la estimación de precios con la tarifa de normal de una empresa de transporte.

PROVINCIA	33 Bases	Coste Palet	Coste Palet en Cliente	TIEMPO VIAJE
Alava	580	34	562,28 €/palet	48
Albacete	300	18	545,81 €/palet	24
Alicante	280	16	544,64 €/palet	24
Almería	600	35	563,46 €/palet	24
Ávila	580	34	562,28 €/palet	24
Badajoz	700	41	569,34 €/palet	48
Barcelona	400	24	551,70 €/palet	24
Burgos	580	34	562,28 €/palet	48
Cáceres	700	41	569,34 €/palet	48
Cádiz	800	47	575,23 €/palet	48
Castellón	180	11	538,76 €/palet	24
Ciudad Real	380	22	550,52 €/palet	24
Córdoba	650	38	566,40 €/palet	48
Coruña	940	55	583,46 €/palet	48
Cuenca	400	24	551,70 €/palet	24
Gerona	500	29	557,58 €/palet	24
Granada	620	36	564,64 €/palet	48
Guadalajara	400	24	551,70 €/palet	24
Guipuzcoa	650	38	566,40 €/palet	48
Huelva	780	46	574,05 €/palet	48
Huesca	450	26	554,64 €/palet	24
Jaén	550	32	560,52 €/palet	48
León	650	38	566,40 €/palet	48
Lérida	400	24	551,70 €/palet	24

PROVINCIA	33 Bases	Coste Palet	Coste Palet en Cliente	TIEMPO VIAJE
Lérida	400	24	551,70 €/palet	24
Logroño	520	31	558,76 €/palet	24
Lugo	900	53	581,11 €/palet	48
Madrid	380	22	550,52 €/palet	24
Málaga	720	42	570,52 €/palet	48
Murcia	330	19	547,58 €/palet	24
Ourense	850	50	578,17 €/palet	48
Asturias	800	47	575,23 €/palet	48
Palencia	600	35	563,46 €/palet	48
Pamplona	550	32	560,52 €/palet	48
Pontevedra	980	58	585,81 €/palet	48
Salamanca	620	36	564,64 €/palet	48
Santander	800	47	575,23 €/palet	48
Segovia	500	29	557,58 €/palet	24
Sevilla	750	44	572,28 €/palet	48
Soria	450	26	554,64 €/palet	48
Tarragona	360	21	549,34 €/palet	24
Teruel	300	18	545,81 €/palet	24
Toledo	420	25	552,87 €/palet	24
Valencia	120	7	535,23 €/palet	24
Valladolid	550	32	560,52 €/palet	48
Vizcaya	620	36	564,64 €/palet	48
Zamora	750	44	572,28 €/palet	48
Zaragoza	380	22	550,52 €/palet	24

<b>Promedio Tarifa Transporte</b>	<b>32,75 €/palet</b>
<b>Precio Palet Puesto en Cliente</b>	<b>560,20 €/palet</b>

Tabla43.Costes Palets

El coste medio de un palet para la Revisión de la Estrategia Logística de la empresa es de **560'20€/palet**.

## 11.6. Coste de la Situación Actual

A continuación se muestra una tabla resumen del sumatorio de todos los almacenes subcontratados por la empresa en la actualidad. El cálculo de sus costes se hará exactamente igual que se ha hecho con la nueva situación, por palets expedidos.

A continuación se detalla una tabla mensual de las operaciones totales de los almacenes subcontratados:

RESUMEN COSTES DE ALMACÉN Y TRANSPORTE ACTUALES (MENSUAL)

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
SUBCONTRATACION ALM	33.110,65	31.646,08	37.330,75	35.817,02	35.526,09	39.432,85	40.602,23	27.421,18	39.738,25	32.329,56	35.668,65	29.405,54	418.028,85
ENTRADAS + SALIDAS	731,38	917,05	871,93	878,90	885,87	873,49	1.028,73	662,52	892,95	798,75	879,51	727,87	10.148,95
ALMACÉN	8.029,09	7.317,42	9.293,74	9.118,09	9.952,04	10.327,66	10.824,10	9.948,35	10.770,03	9.927,51	9.665,41	9.238,65	114.412,09
SEGURO	891,34	811,49	947,95	903,01	907,62	894,22	990,98	877,31	953,89	764,71	820,23	757,02	10.519,77
TRANSPORTE	23.458,84	22.600,12	26.217,13	24.917,02	23.780,56	27.337,48	27.758,42	15.933,00	27.121,38	20.838,59	24.303,50	18.682,00	282.948,04
COMPRA DE MERCADERIA	528.079,50	484.704,00	764.923,50	690.565,50	590.044,50	443.394,00	513.621,00	349.758,00	408.969,00	430.312,50	445.459,50	501.228,00	6.151.059,00
PALLETS EXPEDIDOS	767,00	704,00	1.111,00	1.003,00	857,00	644,00	746,00	508,00	594,00	625,00	647,00	728,00	8.934,00
Coste de espacio/palet	11,05 €/palet	10,97 €/palet	8,79 €/palet	9,54 €/palet	12,14 €/palet	16,73 €/palet	15,17 €/palet	20,45 €/palet	18,93 €/palet	16,50 €/palet	15,57 €/palet	13,21 €/palet	13,40 €/palet
Coste de manipulación/palet	0,95 €/palet	1,30 €/palet	0,78 €/palet	0,88 €/palet	1,03 €/palet	1,36 €/palet	1,38 €/palet	1,30 €/palet	1,50 €/palet	1,28 €/palet	1,36 €/palet	1,00 €/palet	1,14 €/palet
Coste de almacen/palet	12,00 €/palet	12,27 €/palet	9,58 €/palet	10,42 €/palet	13,18 €/palet	18,09 €/palet	16,55 €/palet	21,75 €/palet	20,44 €/palet	17,77 €/palet	16,93 €/palet	14,21 €/palet	14,53 €/palet
Coste de producción/palet	688,50 €/palet												
Otros costes/palet	0,99 €/palet	11,85 €/palet											
Coste Total Palet para venta	700,50 €/palet	700,77 €/palet	698,08 €/palet	698,92 €/palet	701,68 €/palet	706,59 €/palet	705,05 €/palet	710,25 €/palet	708,94 €/palet	706,27 €/palet	705,43 €/palet	702,71 €/palet	714,88 €/palet
Transporte/palet	31,17 €/palet	32,68 €/palet	24,02 €/palet	25,29 €/palet	28,28 €/palet	43,14 €/palet	37,87 €/palet	32,23 €/palet	46,46 €/palet	33,95 €/palet	38,20 €/palet	26,18 €/palet	32,26 €/palet
Coste Palet Puesto en Cliente	731,67 €/palet	733,45 €/palet	722,10 €/palet	724,21 €/palet	729,95 €/palet	749,73 €/palet	742,93 €/palet	742,48 €/palet	755,40 €/palet	740,23 €/palet	743,63 €/palet	728,89 €/palet	747,14 €/palet

Tabla44.Costes Almacén y transporte actuales. Ver Anexo 6 Costes.

Las entradas+salidas forman parte del **coste de manipulación**, el almacén más  $\frac{1}{2}$  del seguro forman parte de **espacio** (la suma de ambos es lo que cuesta el almacenamiento en los almacenes subcontratados).

La compra de mercaderías es la compra 8.934 palets de producto terminado para venta a cliente que como se ha comentado anteriormente es de 689€/palet, se conoce exactamente los palets que se han expedido cada mes con lo que multiplicamos palets expedidos por su precio, a esto es a lo que llamamos **coste de producción**, en **otros costes**, se incluye el personal que actualmente tiene la empresa contratado para los departamentos de logística (actualmente cuentan con tres personas, ya que tienen que coordinar y verificar que la gestión de los almacenes subcontratados sea la correcta, así como introducir todos los movimientos que se hacen en estos almacenes, de ahí, que sean más operarios de los propuestos, por la duplicidad de trabajo que supone tener que supervisar el trabajo de otro almacén que no les pertenece).

El departamento de mantenimiento, actualmente cuentan con dos operarios de mantenimiento para la puesta a punto de las máquinas para venta, al igual que el ingeniero de televigilancia, también está incluido el alquiler del suelo que tienen en uno de los almacenes subcontratados de unos 200 m<sup>2</sup> a 3€/m<sup>2</sup>, para desarrollar las tareas de mantenimiento, y el alquiler de las oficinas de logística que también están subcontratadas en uno de los almacenes que tendrá unos 80 m<sup>2</sup>, quedando el detalle de Otros Costes de la siguiente manera:

OTROS COSTES	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Departamento Logística	3 ud	17.000,00 €	51.000,00 €
Dpto de Mantenimiento	2 ud	17.000,00 €	34.000,00 €
Ingeniero de Televigilancia	1 ud	20.000,00 €	20.000,00 €
Alquiler espacio en almacen	280 m2	3,00 €	840,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>105.840,00 €</b>
<b>Coste por palet expedido</b>			<b>11,85 €/palet</b>

Tabla45.Otros Costes

El coste total para venta es el sumatorio del almacenaje más la compra de producto terminado, más Otros Costes, como es la puesta en la puerta del cliente, con lo que incluimos los gastos de transporte según los palets que han expedido cada mes, y finalmente se obtiene el precio Total de Venta puesta en Cliente que asciende a 747'14€/palet

A continuación se hace un detalle comparativo de ambas situaciones.

	SITUACIÓN ACTUAL	REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA LOGISTICA	GANANCIA/PERDIDA
<i>Coste de espacio/palet</i>	13,40 €/palet	2,22 €/palet	11,17 €/palet
<i>Coste de manipulación/palet</i>	1,14 €/palet	2,46 €/palet	-1,33 €/palet
<i>Coste de almacen/palet</i>	14,53 €/palet	4,68 €/palet	9,85 €/palet
<i>Coste de producción/palet</i>	688,50 €/palet	507,76 €/palet	180,74 €/palet
<i>Otros costes/palet</i>	11,85 €/palet	15,73 €/palet	-3,88 €/palet
<i>Coste de Total Palet para venta</i>	714,88 €/palet	528,17 €/palet	186,71 €/palet
<i>Transporte/palet</i>	32,26 €/palet	32,75 €/palet	-0,49 €/palet
<i>Coste Palet Puesto en Cliente</i>	<b>747,14 €/palet</b>	<b>560,20 €/palet</b>	<b>186,94 €/palet</b>

Tabla46.Comparativa situaciones

Tras el estudio de costes de producto se puede decir que según la Revisión de la Estrategia Logística realizada, el ahorro por palet asciende a **186'94€/palet**, que en el año **2014** hubiera supuesto un ahorro de **1.670.121'96 €**.

Ahora faltaría estudiar detalladamente el retorno de la inversión para ver la viabilidad del proyecto.

Se puede observar que el coste de espacio es mucho más superior en la situación actual, debido a la descentralización de los almacenes que hace tener un sobrestock en ellos. El coste de manipulación es algo más bajo, ya que los operarios de un operador logístico son amortizados no solo por una empresa sino por todas aquellas a las que prestan servicios, aun así el coste de almacenaje que se propone es mucho más competitivo ya que se puede establecer una política de stocks con un mejor nivel de servicio debido a la centralización en una sola ubicación.

El transporte, aun teniendo una tarifa muy competitiva, nos es imposible competir con un operador logístico y sus precios son más económicos.

En otros costes, a pesar de que la situación actual cuenta con un operario más en logística es más rentable en la situación actual, porque no tiene en cuenta ningún tipo de amortización, ni de gastos generales por dirección, y se desconoce si el operador logístico pasa cargo por gastos de consumo de luz y agua, tan sólo se ha contado con el precio del alquiler del suelo.

## 12. Estudio de Viabilidad Económica

Para evaluar la rentabilidad de la inversión, se debe conocer cuál es el horizonte de la misma. El horizonte de la inversión es equivalente a decir cuántos años va a funcionar la fábrica a pleno rendimiento, en función de los factores del entorno que la rodean. En el caso del proyecto, se puede decir por un lado que se trata de un sector relativamente estable, y prácticamente sin competencia directa de momento, por ello no es conveniente aumentar en exceso el horizonte de explotación de la planta. Por todo esto, se propone fijar un horizonte máximo de 6 años, lo cual no quiere decir que a partir del séptimo año la empresa no sea rentable, sino que está produciendo más allá de lo esperado inicialmente.

### 12.1. Evaluación Económica

Una vez realizados todos los cálculos de las diferentes inversiones hechas en la planta, se debe comprobar cuál va a ser el beneficio anual obtenido. Para ello se debe, en primer lugar, fijar los precios de venta de los productos. Tal y como se ha indicado anteriormente, el precio de venta del palet de bobinas oscilará mucho en función de su peso, principalmente, y de la calidad del material. Aproximadamente y por media de referencias, el precio de palet de venta es de 735'29 €

Los precios fijados, así como el resto de valores que nos serán de utilidad con posterioridad se muestran en la siguiente tabla:

Evaluación Económica	
<b>INGRESOS</b>	6.569.080,86 €
<b>GASTOS</b>	4.916.408,59 €
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	1.652.672,27 €
<b>IMPUESTOS (35% BB)</b>	578.435,29 €
<b>BENEFICIO NETO ANUAL</b>	<b>1.074.236,97 €</b>

Tabla 47. Evaluación económica Considerando los datos del 2014

Por tanto, los beneficios anuales una vez descontados los impuestos establecidos, serán aproximadamente de 1'1 millones de €.

### 12.2. Análisis de la Rentabilidad

Antes de calcular los parámetros que determinarán la rentabilidad de la inversión, se debe hacer una serie de consideraciones importantes:

- La tasa de referencia K se tomará con un valor del 10%, el cual proviene de una estimación de la suma del producto más estable económicamente a 10 años, los cuales son los bonos del estado (5%), y la prima de riesgo sectorial y empresarial (5%)
- Aunque en principio la capacidad de producción de la empresa se estima a pleno rendimiento, en unos 7.200 palets anuales, por razones de rodaje inicial, se ha supuesto que se empezará produciendo 2.680 palets y aumentar la cuota de

producción un 5% todos los años (la estimación del 5% ha sido fijada por la empresa, ya que ha indicado que su crecimiento anual ha de ser un 15%, teniendo en cuenta que la producción es el 30% de los palets de venta, le corresponde un 5% a la producción y un 10% a la compra de producto terminado para vender)

- Como es natural los ingresos serán diferentes en los 6 años de evaluación, así como también los gastos de materias primas, consumo eléctrico, gastos de mantenimiento, administrativos y generales, personal. Solo se considera constante las amortizaciones, los seguros y los contratos de mantenimiento.

Con todas estas consideraciones se adjunta una tabla donde se pueden observar los gastos e ingresos en los 6 años de estudio

Los valores están en euros y son anuales

1.  $Cash - Flow = Beneficio\ neto\ Anual + Amortización\ Anual$
2.  $Cash - Flow\ acumulado = -I_0 + \sum Cash - Flow_i$
3.  $Cash - Flow_i^* = \frac{Cash - Flow_i}{(1+K)^i}$
4.  $Cash - Flow^*\ acumulado = -I_0 + \sum Cash - Flow_i^*$

### TABLA EVOLUTIVA DEL NEGOCIO EN LOS 6 AÑOS DE ESTUDIO

Año	0	1	2	3	4	5	6
<b>INGRESOS</b>		<b>6.569.080,86 €</b>	<b>7.554.442,99 €</b>	<b>8.687.609,44 €</b>	<b>9.990.750,85 €</b>	<b>11.489.363,48 €</b>	<b>13.212.768,00 €</b>
Leasing de Superficie		62.545,00 €	62.545,00 €	62.545,00 €	62.545,00 €	62.545,00 €	62.545,00 €
Seguros		28.156,98 €	28.156,98 €	28.156,98 €	28.156,98 €	28.156,98 €	28.156,98 €
Mantenimiento		14.199,81 €	14.199,81 €	14.199,81 €	14.199,81 €	14.199,81 €	14.199,81 €
Amortizaciones		45.103,40 €	45.103,40 €	45.103,40 €	45.103,40 €	45.103,40 €	45.103,40 €
Intereses Bancarios		77.892,91 €	77.892,91 €	77.892,91 €	77.892,91 €	77.892,91 €	77.892,91 €
Personal		138.000,00 €	158.700,00 €	182.505,00 €	209.880,75 €	241.362,86 €	277.567,29 €
Gastos Generales Almacén		10.781,75 €	12.399,01 €	14.258,86 €	16.397,69 €	18.857,35 €	21.685,95 €
Cargos de Dirección		25.412,74 €	29.224,65 €	33.608,35 €	38.649,60 €	44.447,04 €	51.114,10 €
Materia Prima		392.955,00 €	412.602,75 €	433.232,89 €	454.894,53 €	477.639,26 €	501.521,22 €
Mercaderías		4.121.361,00 €	4.533.497,10 €	4.986.846,81 €	5.485.531,49 €	6.034.084,64 €	6.637.493,10 €
<b>TOTAL DE GASTOS</b>		<b>4.916.408,59 €</b>	<b>5.374.321,62 €</b>	<b>5.878.350,02 €</b>	<b>6.433.252,17 €</b>	<b>7.044.289,26 €</b>	<b>7.717.279,77 €</b>
<b>BENEFICIO BRUTO</b>		<b>1.652.672,27 €</b>	<b>2.180.121,37 €</b>	<b>2.809.259,42 €</b>	<b>3.557.498,68 €</b>	<b>4.445.074,22 €</b>	<b>5.495.488,23 €</b>
Impuestos (35%)		578.435,29 €	763.042,48 €	983.240,80 €	1.245.124,54 €	1.555.775,98 €	1.923.420,88 €
<b>BENEFICIO NETO</b>		<b>1.074.236,97 €</b>	<b>1.417.078,89 €</b>	<b>1.826.018,62 €</b>	<b>2.312.374,14 €</b>	<b>2.889.298,25 €</b>	<b>3.572.067,35 €</b>
Cash-Flow		1.119.340,37 €	1.462.182,29 €	1.871.122,02 €	2.357.477,54 €	2.934.401,65 €	3.617.170,75 €
Inversión Inicial	348.015,57 €						
Cash-Flow Acumulado		771.324,80 €	2.233.507,09 €	4.104.629,12 €	6.462.106,66 €	9.396.508,31 €	13.013.679,06 €
Cash-Flow*		1.017.582,16 €	1.208.415,12 €	1.405.801,67 €	1.610.188,88 €	1.822.032,55 €	2.041.798,59 €
<b>Cash-Flow* Acumulado</b>		<b>669.566,59 €</b>	<b>1.877.981,70 €</b>	<b>3.283.783,38 €</b>	<b>4.893.972,26 €</b>	<b>6.716.004,81 €</b>	<b>8.757.803,40 €</b>

Tabla 48. Tabla evolutiva del negocio en los 6 años de estudio.

### 12.3. Tasa de Rendimiento Contable

Este método se basa en el concepto de Cash-Flow

Viene dada por:

$$R = \frac{\text{Beneficio Neto Actual}}{\text{Inversión media}}$$

Suponiendo que el valor residual, transcurrido el horizonte de explotación, viene dado por el valor del solar (igual a 280.000€), el valor de la inversión media vendrá dado por la semisuma de la inversión inicial ( $I_0$ ) más el valor residual. Por lo tanto la inversión media es de 314.007'79 €

Teniendo en cuenta que la media del Beneficio Neto Anual es de 2.181.845'70 €, se obtiene una tasa de rendimiento contable de 6'95

### 12.4. Valor Actual Neto

El valor actual neto muestra el valor actualizado de todos los flujos de caja esperados y viene dado por:

$$VAN = \frac{-I_0 + \sum CF_i}{(1 + K)^i}$$

En este caso el VAN para  $i = 6$  años tiene un valor de:

$$VAN = 7.194.312,71 \text{ €}$$

El valor actual neto nos indica que la inversión en el proyecto produce un total de 7'19 millones de excedentes a los seis años, si la inversión se realizara a una tasa del 10%.

El VAN da un valor positivo muy alto, indicando que la rentabilidad absoluta del proyecto es bastante elevada.

### 12.5. Periodo Interno de Recuperación

Se define el periodo de recuperación o Pay-Back como el número de años en que la inversión se recupera.

El Pay-Back estático, se define como el cociente entre la inversión inicial y el Cash-Flow medio para los seis años de estudio.

Se obtiene:

$$\text{Pay - Back estático} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Promedio Cash - Flow}}$$

$$\text{Pay - Back estático} = 0'16$$

El periodo de recuperación para la empresa en estudio es aproximadamente de dos meses.

El hándicap de este estudio es que este valor se obtiene sin considerar la variación del valor del dinero a través del tiempo ni el coste de oportunidad.

## 12.6. Retorno de la Inversión (ROI)

El retorno de la inversión (ROI por sus siglas en inglés) es un indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión, es decir, la relación que existe entre la utilidad neta o la ganancia obtenida, y la inversión. Es el beneficio obtenido de una inversión en relación con los costes que ésta representa, expresado como un porcentaje.

El gasto total de la empresa es variable según la tabla del Análisis de la Rentabilidad vista en el punto anterior ya que se incrementa un 15%, tanto los gastos como los beneficios, al primer año se le imputa por entero la Inversión Inicial, de ahí la gran diferencia del ROI del primer año y los posteriores, aun así, el ROI de la inversión en porcentajes es alta:

$$ROI = \frac{\text{Ingresos} - \text{Gastos}}{\text{Gastos}} \%$$

En la siguiente tabla se observa el ROI en porcentajes, y en la segunda columna, el beneficio que se obtiene por cada € invertido en la operación.

AÑO EMPRESA	ROI %	€ INVERSIÓN
AÑO 1	12,43%	1,12 €
AÑO 2	23,09%	1,23 €
AÑO 3	26,61%	1,27 €
AÑO 4	30,12%	1,30 €
AÑO 5	33,60%	1,34 €
AÑO 6	37,05%	1,37 €

Tabla 49. ROI

En el primer año se ha incluido como gasto la inversión inicial, de ahí la diferencia del primer año respecto al resto.

Por todos los estudios realizados, se puede decir que las perspectivas de resultados en la planta industrial logística son inmejorables.

## 13. Conclusiones

La empresa gira sobre el eje del servicio al cliente. Es una compañía especializada en servicios de embalaje Industrial, cuyos productos son fabricados en España a través de tecnología propia desarrollada por su departamento de I+D+i.

Ofrecen un servicio en la línea de embalaje que consiste en el SIE, Servicio Integral de Enfardado, este se concibe como un producto enfocado a aquellas empresas que tienen la necesidad de enfardar palets de forma automática y, por tanto, consumen cantidades de film considerables. SIE consiste en la cesión de uso de envolvedoras/enfardadoras sin inversión por parte del cliente a cambio de la compra del film estirable de alto rendimiento.

La empresa estudia de forma personalizada las necesidades del cliente en lo que se refiere a consumos, modelo de enfardadora, calidad de film, etc. optimizando sus costes de embalaje. El cliente mejora sus cifras en cuanto a productividad frente al uso film manual y sus mermas.

Pese a su actividad productiva, el valor de la compañía reside en su concepto de Servicio Integral de Enfardado. Este concepto es clave tanto a nivel de resultados (margen bruto) como a nivel de posicionamiento en el mercado.

Una vez la compañía, como resultado de su programa de mejora competitiva, se encuentra en la senda de alcanzar el objetivo de ser líder europeo en servicio de embalaje mejorando sus índices de rentabilidad, especialización e innovación; la dirección plantea una reorganización interna que favorezca la consecución de dicho objetivo.

La empresa tiene 100% externalizado el servicio de almacenamiento. Cuenta con almacenes en distintos puntos de la península gestionadas por distintos proveedores logísticos. El proveedor logístico recepciona, almacena y entrega a cliente.

Tras un estudio exhaustivo de la nueva localización de las instalaciones, donde la dirección de la compañía marcó sus puntos imprescindibles y necesarios, a través de análisis cuantitativos y cualitativos se han comparado entre sí las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas, el factor subjetivo, que han sido las preferencias de la Dirección determinan la localización definitiva.

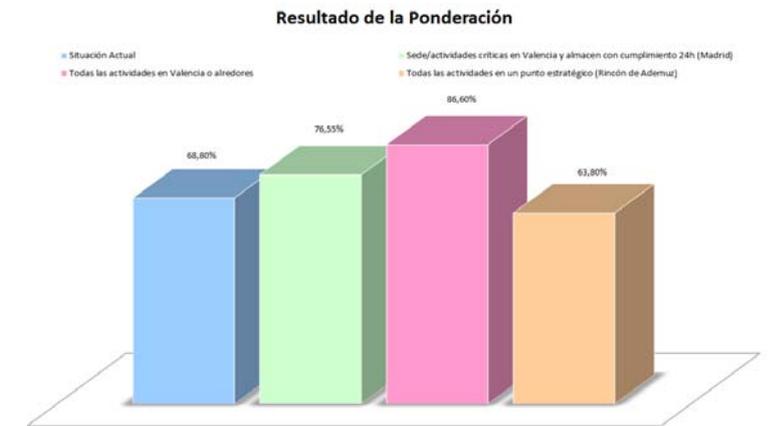
Las propuestas para la localización eran claras:

- **Primera.** No tomar ninguna iniciativa, mantener el modelo actual.
- **Segunda.** Abrir (comprar/alquilar) almacén depósito y centro de distribución propio en el cinturón industrial de Valencia donde reunir todas las actividades de la compañía.
- **Tercera.** Abrir (comprar/alquilar) almacén depósito y centro de distribución propio en el cinturón industrial de Valencia donde reunir todas las actividades de la compañía, junto con mantener aquellos almacenes subcontratados necesarios para mantener el estándar de calidad de servir a cliente en 24 horas, por ejemplo con un almacén subcontratado donde se llega en 24 horas a todos los puntos de la provincia
- **Cuarta.** Abrir (comprar/alquilar) almacén depósito y centro de distribución propio donde reunir todas las actividades de la compañía, en la localidad en la que se encuentre el centro de gravedad de la actividad comercial de la compañía.

Estudiando el método de gravitación, en el cual se estudia el centro de gravedad de la actividad teniendo en cuenta las coordenadas de los clientes y su volumen de consumo, nos dio un punto muy cercano a Valencia, y la encuesta de ponderación que se le ofreció al cliente para su evaluación nos determinó que las instalaciones debían de estar en dicha ciudad, teniendo en cuenta que se hizo un estudio microeconómico de lo que suponía emprender desde Valencia su nueva etapa empresarial y siendo realmente



Figura 64. Punto de gravitación del estudio



viable la opción.

Gráfico 6. Resultado de la Ponderación tras la encuesta

Se proponen varios parques empresariales más valorados y mejor comunicados por sus infraestructuras en la Comunidad Valenciana, decantándose en el caso de que el proyecto se lleve adelante por el factor oportunidad, debido a la situación que estamos viviendo actualmente se pueden encontrar ofertas realmente interesantes en cualquiera de los parques citados.

En base a las premisas marcadas desde la dirección, se ha analizado los procesos a seguir, diseñado el mejor almacén posible en base a su tipología de producto optimizando al máximo los recursos para una mayor rentabilidad y por último y no menos importante se ha conseguido que los costes de transporte entregando en 24h en cualquier punto de la geografía Española desde un almacén central en Valencia sean idénticos a los que actualmente tienen sirviendo desde 5 almacenes externos, aumentando la rentabilidad de tener solamente un único almacén con lo que esto supone en ahorros de Stock, inventarios, personal, etc.

La distribución en planta ha sido diseñada según metodología S.L.P. (Systematic Layout Planning). Estudiando principalmente producto, cantidades, recorrido y relación entre actividades.

Esta distribución en planta está diseñada de manera que se integren de la mejor manera posible tanto, operarios, como materiales y maquinaria. Y a la vez se ha conseguido reducir al mínimo posible la distancia recorrida por el material, al ordenar la secuencia de procesos y optimizando el espacio disponible, se ha mejorado notablemente el entorno de trabajo, consiguiendo que este sea un ámbito mucho más adecuado en materia de seguridad y salud laboral, además se ha sido previsor para futuras mejoras en la planta y así poder realizar con flexibilidad un posible ajuste en la planta.

Los LayOuts del almacén de estudio quedarían de la siguiente manera:

- 300 m<sup>2</sup> para el área de producción
- Áreas de carga/descarga separando las entradas y salidas en muelles distintos ubicados cercanos a las zonas correspondientes
- Playas de expediciones
- Almacén de producto terminado que comprende 1103 m<sup>2</sup>, con una capacidad de 1.800 palets.
- Almacén de materia prima de 113.22 m<sup>2</sup>, con capacidad de 132 palets.
- 160 m<sup>2</sup> a dos alturas de oficinas
- 143 m<sup>2</sup> de comedor
- 95 m<sup>2</sup> de área de calidad
- 143 m<sup>2</sup> de I+D+i (donde se ubicará también el taller)
- 90 m<sup>2</sup> de vestuarios y aseos

Quedando la siguiente disposición:

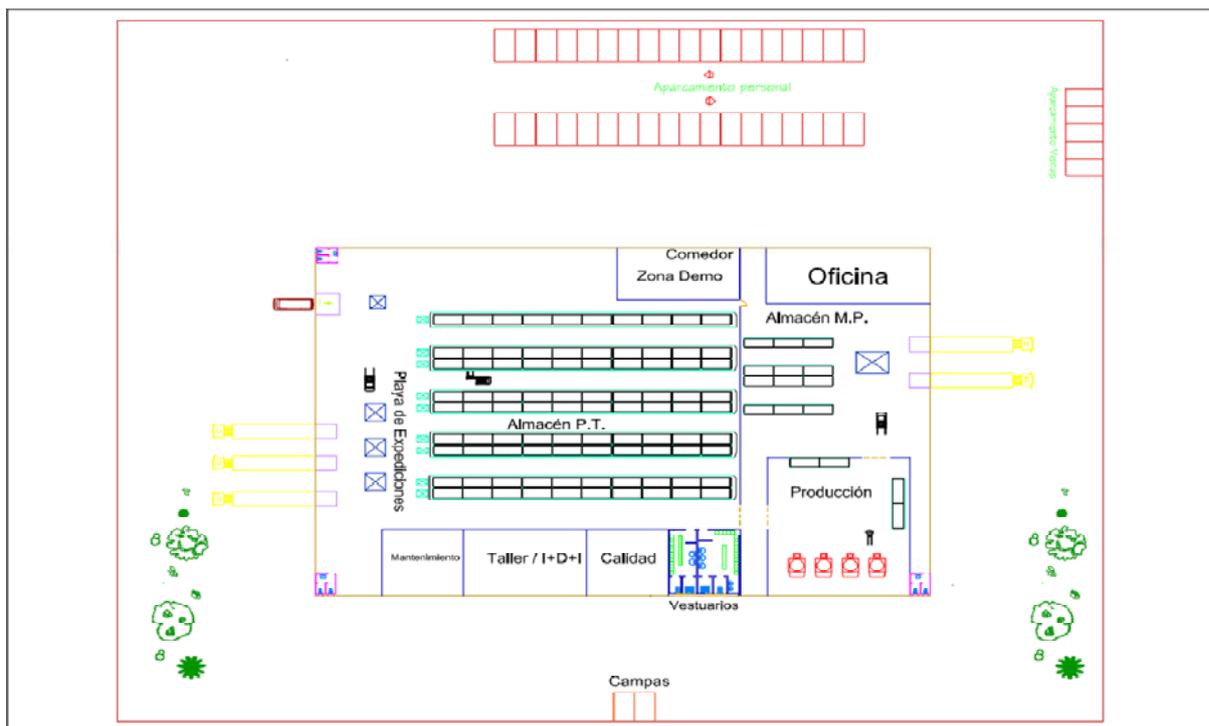


Figura 65. Instalación

Tras exponer como deber ser el almacén y la distribución en planta, se analiza detalladamente en el apartado de Análisis Económico, los recursos necesarios para ver la viabilidad del proyecto, para ello, se tomaron las salidas de palets de los últimos cinco años. En el último año de estudio (el que se ha tomado como referencia), la empresa expidió desde sus almacenes subcontratados 8.934 palets, de este dato se han calculado los recursos necesarios contando los movimientos y los tiempos utilizados para cada acción, dando un resultante de dos personas en el departamento de logística, un operario de producción, uno dedicado al almacén, un jefe de planta (almacén/producción) que se encargará de tareas administrativas como de apoyo al almacén y a la producción, una contrapesada y una retráctil, teniendo en cuenta también los medios que necesitará de radiofrecuencia, etc...

La compañía tiene previsto adquirir unas instalaciones de 3.500 metros útiles, que son unos 5.000 metros de solares (con sus zonas de ajardinamientos, parking y muelles), se adjuntan los presupuestos operativos y de inversión. El presupuesto de inversión, se consigue rebajarlo considerablemente, y se propone a la dirección comprar los terrenos y edificaciones con un préstamo de leasing, de tal modo estos activos no se consideran una inversión, sino un gasto. En el presupuesto operativo, se ha aplicado Full Cost, para imputar al producto lo que realmente le corresponde y no todo lo que afecta a la empresa, la reducción de costes empieza por saber gestionar los costes para comparar de manera directa la situación actual con la nueva.

Tras nuestro análisis el resultado del estudio de mejora competitiva y el estado actual de la empresa es el siguiente:

	SITUACIÓN ACTUAL	REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA LOGISTICA	GANANCIA/PERDIDA
<i>Coste de espacio/palet</i>	13,40 €/palet	2,22 €/palet	11,17 €/palet
<i>Coste de manipulación/palet</i>	1,14 €/palet	2,46 €/palet	-1,33 €/palet
<i>Coste de almacen/palet</i>	14,53 €/palet	4,68 €/palet	9,85 €/palet
<i>Coste de producción/palet</i>	688,50 €/palet	507,76 €/palet	180,74 €/palet
<i>Otros costes/palet</i>	11,85 €/palet	15,73 €/palet	-3,88 €/palet
<i>Coste de Total Palet para venta</i>	714,88 €/palet	528,17 €/palet	186,71 €/palet
<i>Transporte/palet</i>	32,26 €/palet	32,75 €/palet	-0,49 €/palet
<b><i>Coste Palet Puesto en Cliente</i></b>	<b>747,14 €/palet</b>	<b>560,20 €/palet</b>	<b>186,94 €/palet</b>

Tabla 50. Comparativa situaciones

De tal modo que la propuesta es viable, y el periodo de recuperación de la empresa (pay-back) es de tan sólo dos meses, provocando un excedente de 7'19 millones a los 6 años de la inversión. La comparativa del beneficio contable con el valor de la inversión (Tasa de Rendimiento Contable), es de 6'95. Donde se puede decir, que el estudio de viabilidad económica es inmejorable.

Se reduce mucho el coste de almacenaje, ya que los stocks son mucho menores al tenerlo todo centralizado en un solo almacén cumpliendo con los estándares de calidad que mantienen actualmente. Este beneficio es debido a la centralización del almacén, eliminando gastos innecesarios tanto en espacios como en personal que los gestione, además al considerarlo como un gasto, el beneficio es aún mayor, pese a que

los gastos de los operadores son absorbidos por las empresas a las que se les suministra, la propuesta queda evidenciada como una gran mejora y mucho más rentable.

Al empezar a producir, nuestra capacidad de reacción es mucho más rápida y se pueden cubrir imprevistos con una alta eficacia, aparte de reducir mucho el coste del palet, ya que un palet de producto semiterminado, equivale a cuatro palets de producto terminado, y además ofrecer al cliente unas características que se adecuen más a sus necesidades.

A pesar de haber encontrado una tarifa muy competitiva en transporte, no es posible competir con un operador logístico y en este punto no se ha podido obtener los resultados deseados.

Pero aun así, con el nuevo modelo de mejora competitiva de la empresa, el ahorro por palet terminado en destino sería de 187 €.

Como conclusión final se debe destacar que, habiendo demostrado los excelentes números que salen al realizar el estudio de viabilidad del proyecto ya que el análisis de viabilidad es positivo, si se llevara a cabo este proyecto la empresa reflejaría de manera directa una importante mejora en el control de producción, distribución y almacenaje ya que todo esto está lo incorporaría a la cadena de valor de la empresa, eliminando costes e intermediarios, consiguiendo de este modo ser una empresa más dinámica, flexible y preparada para afrontar posibles imprevistos.

## 14. Bibliografía

- De Heredia R. Clasificación de los Medios de Producción. [Here, 81ª].
  
- Santamaría M.C y Hospitaler.A. 1995 Distribución en planta. Universidad Politécnica de Valencia.
  
- Caps A. Diseño de Industrias Agroalimentarias. Ed Mundi-Prensa, 2005.
  
- De la Fuente, David y Fernández, Isabel. “Distribución en Planta”. Ed. de la Universidad de Oviedo (ediuno). ISBN – 84-7468-990-2.
  
- Muther, Richard. 1981. “Distribución en planta”. Ed. Hispano-Europea S.A. Barcelona, España.
  
- Cuatrecasas, Lluís. Diseño Avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible. 2ª Edición. Ed. Profit, 2013.
  
- Biggs, L. The Rational Factory: Architecture, Technology, and Work in America's Age of Mass Production. Johns Hopkins Univ Pr., 1996.
  
- Santamaría M.C y Hospitaler.A. “Fases de la planificación de una actividad industrial” [ Tomp, 84a] . Distribución en planta. Universidad Politécnica de Valencia.
  
- Departamento de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia.
  
- Direcciones de páginas web consultadas:
  - o <http://www.aranco.com/>
  - o <http://www.tecnopacking.com/es/>
  - o <http://www.reisopack.com/cover.html>
  - o <http://www.plasticband.com/>

- Normativa

- o Normativa NTP 985: Muelles de carga y descarga: seguridad

- o Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE 25-10-97).

- o Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (BOE 7-10-97).

- o Real Decreto 150/1996, de 2 de febrero, por el que se modifica el artículo 109 del Reglamento general de normas básicas de seguridad minera (BOE 8-3-96).

- o Real Decreto 1216/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca (BOE 7-8-97).

- o Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE 23-4-97).

- o NBE-CPI/96. Norma básica de protección contra incendios en los edificios, aprobado por Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre (BOE 29-10-96).

- o Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. O.M. 9/3/1971.

- o Ordenanza de prevención de incendios del Ayuntamiento de Madrid.

- o Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (BOE 14-12-93).

- o Decreto 3151/1968, por el que se aprueba el Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión (BOE 27-12-68).

- o Real Decreto 3275/1982, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (BOE 1-12-82).

- o Decreto 2413/1973, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (BOE 9-10-73).

- o Real Decreto 556/1989, de 19 de mayo, sobre medidas mínimas de accesibilidad en los edificios (BOE 23-5-89).

- o [http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1997-8875](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1997-8875)

- o REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

- o Guía de envases y residuos de Envases. Consejo de Cámaras de Comercio. Industria y Navegación de la Comunidad Valenciana.

## 15. Anexos

## **Anexo 1**

## ANEXO II.1 TARIFA DE TRANSPORTE CARRERAS

## TARIFA ORIGEN VALENCIA



ORIGEN: RIBA-ROJA (VALENCIA)

DC	PROVINCIA	Envíos Capilar				Envíos Directos					T.TRANSITO
		Euros / Base				Euros / Envío					
		1 Bases	2 Bases	3 Bases	4 Bases	5 - 6 Bases	7 - 11 Bases	12 - 16 Bases	17 - 20 Bases	> 20 Bases	
01	Alava	73	67	59	54	239	329	418	508	580	48
02	Albacete	40	37	33	31	144	170	216	263	300	24
03	Alicante	38	35	31	29	144	159	202	245	280	24
04	Almería	81	75	67	62	247	340	433	525	600	24
05	Avila	63	58	52	48	239	329	418	508	580	24
06	Badajoz	76	70	62	58	288	397	505	613	700	48
08	Barcelona	43	40	36	33	165	227	288	350	400	24
09	Burgos	63	58	52	48	239	329	418	508	580	48
10	Cáceres	76	70	62	58	288	397	505	613	700	48
11	Cádiz	92	85	76	70	330	453	577	700	800	48
12	Castellón	37	35	31	28	134	144	165	185	180	24
13	Ciudad Real	55	50	44	39	157	215	274	333	380	24
14	Córdoba	88	81	72	67	268	368	469	569	650	48
15	Coruña	97	92	82	77	387	533	678	823	940	48
16	Cuenca	58	52	46	41	165	227	288	350	400	24
17	Gerona	54	50	44	41	206	283	361	438	500	24
18	Granada	84	78	69	64	255	351	447	543	620	48
19	Guadalajara	43	40	36	33	165	227	288	350	400	24
20	Guipuzcoa	70	65	58	54	268	368	469	569	650	48
21	Huelva	84	78	69	64	321	442	562	683	780	48
22	Huesca	52	48	43	39	185	255	324	394	450	24
23	Jaén	59	55	49	45	227	312	397	482	550	48
24	León	70	65	58	54	268	368	469	569	650	48
25	Lérida	49	45	40	37	165	227	288	350	400	24
26	Logroño	56	52	46	43	214	295	375	455	520	24
27	Lugo	97	90	80	74	371	510	649	788	900	48
28	Madrid	41	38	34	31	157	215	274	333	380	24
29	Málaga	75	71	63	59	297	408	519	630	720	48
30	Murcia	43	39	35	32	144	187	238	289	330	24
32	Ourense	98	90	80	74	350	482	613	744	850	48
33	Asturias	86	80	71	66	330	453	577	700	800	48
34	Palencia	65	60	53	49	247	340	433	525	600	48
31	Pamplona	59	55	49	45	227	312	397	482	550	48
36	Pontevedra	106	98	87	81	404	555	707	858	980	48
37	Salamanca	67	62	55	51	255	351	447	543	620	48
39	Santander	86	80	71	66	330	453	577	700	800	48
40	Segovia	54	50	44	41	206	283	361	438	500	24
41	Sevilla	78	73	65	62	309	425	541	657	750	48
42	Soria	52	48	43	39	185	255	324	394	450	48
43	Tarragona	41	38	34	32	148	204	260	315	360	24
44	Teruel	51	46	41	36	144	170	216	263	300	24
45	Toledo	45	42	37	35	173	238	303	368	420	24
46	Valencia	32	30	26	24	103	113	124	124	120	24
47	Valladolid	57	54	48	45	227	312	397	482	550	48
48	Vizcaya	64	61	54	51	255	351	447	543	620	48
49	Zamora	81	75	67	62	309	425	541	657	750	48
50	Zaragoza	41	38	34	31	157	215	274	333	380	24

PALETS EUROPEOS - - ALTURA MAXIMA: 2,00 m.

ESTIMACION DE UNA MEDIA DE 400 Kgs - 500 Kgs POR BASE

## ANEXO II.1 TARIFA DE TRANSPORTE CARRERAS

TARIFA ORIGEN MADRID



ORIGEN: SESEÑA

DC	PROVINCIA	Envíos Capilar				Envíos Directos (Ver punto 4 de las Condiciones)				
		Euros / Base				Euros / Envío				
		1 Bases	2 Bases	3 Bases	4 Bases	5 - 6 Bases	7 - 11 Bases	12 - 16 Bases	17 - 20 Bases	> 20 Bases
01	Alava	56	51	45	36	150	193	245	298	340
02	Albacete	59	56	47	36	144	181	231	280	320
03	Alicante	45	40	36	32	150	193	245	298	340
04	Almería	79	71	63	56	256	329	418	508	580
05	Avila	41	37	32	31	144	181	231	280	320
06	Badajoz	73	66	58	53	239	306	389	473	540
08	Barcelona	59	56	50	45	228	291	372	451	515
09	Burgos	43	39	34	31	144	176	224	272	310
10	Cáceres	62	56	50	45	226	289	368	447	510
11	Cádiz	83	74	66	59	293	374	476	578	660
12	Castellón	48	42	37	34	168	215	274	333	380
13	Ciudad Real	48	43	38	34	156	199	252	307	350
14	Córdoba	71	65	57	50	231	295	375	455	520
15	Coruña	69	63	56	50	252	323	411	500	570
16	Cuenca	44	39	35	31	144	181	231	280	320
17	Gerona	77	69	61	55	272	348	444	539	615
18	Granada	75	67	59	53	244	312	397	482	550
19	Guadalajara	41	37	32	31	144	144	151	184	210
20	Guipuzcoa	55	50	44	39	195	249	317	385	440
21	Huelva	80	72	63	57	283	363	461	560	640
22	Huesca	59	53	47	41	208	267	339	412	470
23	Jaén	76	68	60	54	252	323	411	500	570
24	León	56	51	45	40	200	255	324	394	450
25	Lérida	65	57	51	44	195	249	317	385	440
26	Logroño	46	41	37	33	156	199	252	307	350
27	Lugo	75	67	59	53	248	317	404	490	560
28	Madrid	36	33	30	28	134	160	170	180	195
29	Málaga	70	64	57	52	275	351	447	543	620
30	Murcia	56	51	45	36	168	215	274	333	380
32	Ourense	75	67	59	53	248	317	404	490	560
33	Asturias	59	53	47	41	208	267	339	412	470
34	Palencia	56	51	45	36	156	199	252	307	350
31	Pamplona	48	43	38	34	160	204	260	315	360
36	Pontevedra	71	64	57	50	252	323	411	500	570
37	Salamanca	56	51	45	40	156	199	252	307	350
39	Santander	59	53	47	41	186	238	303	368	420
40	Segovia	41	37	32	31	144	181	231	280	320
41	Sevilla	69	63	56	50	252	323	411	500	570
42	Soria	52	47	42	37	164	210	267	324	370
43	Tarragona	60	55	49	44	221	283	361	438	500
44	Teruel	54	49	43	38	191	244	310	377	430
45	Toledo	41	37	32	29	144	147	187	228	260
46	Valencia	41	37	33	30	150	193	245	298	340
47	Valladolid	40	36	32	29	146	187	238	289	330
48	Vizcaya	48	43	40	36	191	244	310	377	430
49	Zamora	56	51	45	40	181	233	296	359	410
50	Zaragoza	42	38	34	31	144	176	224	272	310

PALETS EUROPEOS - - ALTURA MAXIMA: 2,00 m.  
ESTIMACION DE UNA MEDIA DE 400 Kgs - 500 Kgs POR BASE

## **Anexo 2**

ANEXO II.1 TARIFA DE TRANSPORTE PALLETWAYS



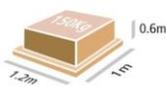
17/05/2013

**OFERTA PALLETWAYS DESDE Y HASTA RIBARROJA**

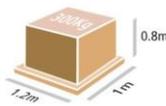
MINI QUARTER P.			QUARTER PALLET			HALF PALLET		
	PREMIUM	ECONOMY		PREMIUM	ECONOMY		PREMIUM	ECONOMY
Valencia*	17 €	15 €	Valencia*	24 €	23 €	Valencia*	30 €	29 €
Zone 0	26 €	24 €	Zone 0	30 €	29 €	Zone 0	38 €	35 €
Zone 1	32 €	29 €	Zone 1	42 €	39 €	Zone 1	49 €	45 €
Zone 2	33 €	30 €	Zone 2	43 €	40 €	Zone 2	50 €	46 €
Zone 3	34 €	31 €	Zone 3	44 €	41 €	Zone 3	52 €	49 €
Zone 4	37 €	35 €	Zone 4	47 €	45 €	Zone 4	54 €	50 €
Zona 41	39 €	35 €	Zona 41	49 €	45 €	Zona 41	56 €	51 €
Zone 5	41 €	37 €	Zone 5	53 €	49 €	Zone 5	62 €	57 €
Zone 6	42 €	39 €	Zone 6	55 €	51 €	Zone 6	71 €	64 €
Zone 7	47 €	42 €	Zone 7	62 €	57 €	Zone 7	81 €	73 €

FULL PALLET										
	1 PALET		2 PALET		3 PALET		4 PALET		5 PALET	
	PREMIUM	ECONOMY								
Valencia*	34 €	31 €	31 €	29 €	29 €	27 €	27 €	26 €	25 €	24 €
Zone 0	45 €	42 €	44 €	44 €	42 €	38 €	41 €	37 €	40 €	35 €
Zone 1	54 €	49 €	52 €	47 €	51 €	45 €	51 €	45 €	50 €	44 €
Zone 2	56 €	51 €	55 €	49 €	54 €	47 €	53 €	47 €	52 €	46 €
Zone 3	60 €	54 €	58 €	52 €	57 €	50 €	56 €	50 €	56 €	49 €
Zone 4	65 €	58 €	64 €	56 €	63 €	55 €	62 €	54 €	61 €	53 €
Zona 41	68 €	60 €	66 €	58 €	65 €	57 €	64 €	56 €	64 €	56 €
Zone 5	80 €	69 €	78 €	66 €	75 €	63 €	74 €	62 €	73 €	61 €
Zone 6	92 €	79 €	90 €	77 €	88 €	73 €	87 €	72 €	86 €	71 €
Zone 7	114 €	100 €	111 €	98 €	109 €	93 €	108 €	92 €	107 €	91 €

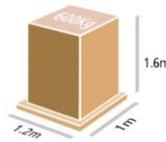
MEGAFULL PALLET										
	1 PALET		2 PALET		3 PALET		4 PALET		5 PALET	
	PREMIUM	ECONOMY								
Valencia*	38 €	36 €	36 €	34 €	34 €	31 €	31 €	30 €	29 €	28 €
Zone 0	48 €	45 €	47 €	44 €	46 €	42 €	45 €	41 €	44 €	39 €
Zone 1	56 €	51 €	55 €	49 €	54 €	47 €	53 €	47 €	52 €	46 €
Zone 2	59 €	53 €	57 €	51 €	56 €	50 €	55 €	49 €	55 €	49 €
Zone 3	62 €	56 €	60 €	55 €	59 €	52 €	59 €	52 €	58 €	51 €
Zone 4	68 €	60 €	66 €	59 €	65 €	56 €	64 €	56 €	64 €	55 €
Zona 41	70 €	62 €	69 €	60 €	68 €	59 €	67 €	59 €	66 €	58 €
Zone 5	86 €	74 €	83 €	72 €	81 €	68 €	80 €	67 €	79 €	66 €
Zone 6	98 €	85 €	96 €	83 €	93 €	78 €	92 €	77 €	91 €	76 €
Zone 7	117 €	104 €	115 €	102 €	112 €	96 €	111 €	95 €	110 €	94 €



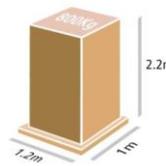
**Mini Quarter Pallet**  
L1.2m, A 1m, A 0.6m  
Peso máximo 150kg



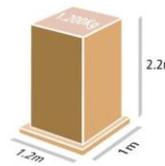
**Quarter Pallet**  
L1.2m, A 1m, A 0.8m  
Peso máximo 300kg



**Half Pallet**  
L1.2m, A 1m, A 1.6m  
Peso máximo 600kg



**Full Pallet**  
L1.2m, A 1m, A 2.2m  
Peso máximo 800kg



**Megafull Pallet**  
L1.2m, A 1m, A 2.2m  
Peso máximo 1.200kg

## **Anexo 3**



## **Anexo 4**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Relación Total de Proximidad	Número de Actividad	
	Descarga	Expediciones DesCarga	Almacenamiento MP	Producción Film	Reparación (Taller); I+D+I	Calidad	Mantenimiento	Log Inversa	Vestuarios	Comedor/ Zona de Descanso	Almacenamiento de PT	Expediciones Carga	Carga	Zona Demo	Oficina			
Descarga MP		A	A	O	I	U	U	U	U	U	E	E	E	O	O	32+32+4+8+2+2+2+2+16+16+4+4	142	1
Expediciones DesCarga MP	A		A	O	I	U	U	U	U	U	E	E	E	O	O	32+32+4+8+2+2+2+2+16+16+4+4	142	2
Almacenamiento MP	A	A		A	U	I	O	O	U	U	E	I	I	U	O	32+32+2+8+4+4+2+2+16+8+2+4	158	3
Producción Film	O	O	A		U	A	I	I	U	U	A	O	O	E	E	4+4+32+2+32+8+8+2+2+32+4+4+16+16	166	4
Reparación (Taller); I+D+I	I	I	U	U		A	I	I	U	U	A	O	O	I	E	8+8+2+2+32+8+8+2+2+32+4+4+8+16	136	5
Calidad	U	U	I	A	A		I	A	U	U	A	U	U	E	E	2+2+8+32+32+8+32+2+2+32+2+16+16	186	6
Mantenimiento	U	U	O	I	I	I		I	U	U	O	U	U	I	O	2+2+4+8+8+8+8+2+2+4+2+2+8+4	64	7
Log Inversa	U	U	O	I	I	A	I		U	U	I	E	E	O	O	2+2+4+8+8+32+8+2+2+8+16+16+4+4	116	8
Vestuarios	U	U	U	U	U	U	U	U		U	U	U	U	U	U	2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2	28	9
Comedor/ Zona de Descanso	U	U	U	U	U	U	U	U	U		U	U	U	U	I	2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+8	34	10
Almacenamiento de PT	E	E	E	A	A	A	O	I	U	U		A	A	E	O	16+16+16+32+32+4+8+2+2+32+32+16+4	244	11
Expediciones Carga	E	E	I	O	O	U	U	E	U	U	A		A	O	O	16+16+8+4+4+2+2+16+2+2+32+32+4+4	144	12
Carga/ Descarga PT	E	E	I	O	O	U	U	E	U	U	A	A		O	O	16+16+8+4+4+2+2+16+2+2+32+32+4+4	144	13
Zona Demo	O	O	U	E	I	E	I	O	U	U	E	O	O		I	8+8+2+16+8+16+8+4+2+2+16+4+4+8	106	14
Oficina	O	O	O	E	E	E	O	O	U	I	O	O	O	I		4+4+4+16+16+16+4+4+8+4+4+4+8	96	15

## **Anexo 5**

	Factores	Peso	Alternativas			Observaciones
			En u	En L	En I	
1	Facilidad de futura ampliación	10	E 30	E 30	A 40	
2	Adaptabilidad y versatilidad	9	I 18	I 18	E 27	
3	Flexibilidad de la distribución	8	I 16	O 8	A 32	
4	Efectivo flujo de materiales	9	E 36	E 36	E 36	
5	Efectividad de manejo de materiales	8	A 32	A 32	A 32	
6	Almacenamiento efectivo	7	I 14	O 7	E 28	
7	Utilización del espacio	8	I 16	E 24	I 16	
8	Integración y efectividad de los servicios auxiliares	6	I 12	I 12	E 18	
9	Seguridad y gestión	8	E 24	E 24	I 16	
10	Condiciones de trabajo y satisfacción de los trabajadores	9	O 9	I 18	E 27	
11	Fácil supervisión y control	8	E 32	I 24	I 24	
12	Calidad del producto	8	I 16	A 32	A 32	
13	Problemas de mantenimiento	7				
14	Utilización del equipo	9	A 36	I 18	E 27	
<b>Total</b>			<b>291</b>	<b>283</b>	<b>355</b>	

## **Anexo 6**

**RESUMEN COSTES DE ALMACÉN Y TRANSPORTE ACTUALES (MENSUAL)**

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
<b>SUBCONTRATACION ALM</b>	<b>33.110,65</b>	<b>31.646,08</b>	<b>37.330,75</b>	<b>35.817,02</b>	<b>35.526,09</b>	<b>39.432,85</b>	<b>40.602,23</b>	<b>27.421,18</b>	<b>39.738,25</b>	<b>32.329,56</b>	<b>35.668,65</b>	<b>29.405,54</b>	<b>418.028,85</b>
ENTRADAS + SALIDAS	731,38	917,05	871,93	878,90	885,87	873,49	1.028,73	662,52	892,95	798,75	879,51	727,87	10.148,95
ALMACÉN	8.029,09	7.317,42	9.293,74	9.118,09	9.952,04	10.327,66	10.824,10	9.948,35	10.770,03	9.927,51	9.665,41	9.238,65	114.412,09
SEGURO	891,34	811,49	947,95	903,01	907,62	894,22	990,98	877,31	953,89	764,71	820,23	757,02	10.519,77
TRANSPORTE	23.458,84	22.600,12	26.217,13	24.917,02	23.780,56	27.337,48	27.758,42	15.933,00	27.121,38	20.838,59	24.303,50	18.682,00	282.948,04
COMPRA DE MERCADERÍA	528.079,50	484.704,00	764.923,50	690.565,50	590.044,50	443.394,00	513.621,00	349.758,00	408.969,00	430.312,50	445.459,50	501.228,00	6.151.059,00
PALLETS EXPEDIDOS	767,00	704,00	1.111,00	1.003,00	857,00	644,00	746,00	508,00	594,00	625,00	647,00	728,00	8.934,00
<i>Coste de espacio/palet</i>	<i>11,05 €/palet</i>	<i>10,97 €/palet</i>	<i>8,79 €/palet</i>	<i>9,54 €/palet</i>	<i>12,14 €/palet</i>	<i>16,73 €/palet</i>	<i>15,17 €/palet</i>	<i>20,45 €/palet</i>	<i>18,93 €/palet</i>	<i>16,50 €/palet</i>	<i>15,57 €/palet</i>	<i>13,21 €/palet</i>	<i>13,40 €/palet</i>
<i>Coste de manipulación/palet</i>	<i>0,95 €/palet</i>	<i>1,30 €/palet</i>	<i>0,78 €/palet</i>	<i>0,88 €/palet</i>	<i>1,03 €/palet</i>	<i>1,36 €/palet</i>	<i>1,38 €/palet</i>	<i>1,30 €/palet</i>	<i>1,50 €/palet</i>	<i>1,28 €/palet</i>	<i>1,36 €/palet</i>	<i>1,00 €/palet</i>	<i>1,14 €/palet</i>
<i>Coste de almacen/palet</i>	<i>12,00 €/palet</i>	<i>12,27 €/palet</i>	<i>9,58 €/palet</i>	<i>10,42 €/palet</i>	<i>13,18 €/palet</i>	<i>18,09 €/palet</i>	<i>16,55 €/palet</i>	<i>21,75 €/palet</i>	<i>20,44 €/palet</i>	<i>17,77 €/palet</i>	<i>16,93 €/palet</i>	<i>14,21 €/palet</i>	<i>14,53 €/palet</i>
<i>Coste de producción/palet</i>	<i>688,50 €/palet</i>												
<i>Otros costes/palet</i>	<i>0,99 €/palet</i>	<i>11,85 €/palet</i>											
<i>Coste Total Palet para venta</i>	<i>700,50 €/palet</i>	<i>700,77 €/palet</i>	<i>698,08 €/palet</i>	<i>698,92 €/palet</i>	<i>701,68 €/palet</i>	<i>706,59 €/palet</i>	<i>705,05 €/palet</i>	<i>710,25 €/palet</i>	<i>708,94 €/palet</i>	<i>706,27 €/palet</i>	<i>705,43 €/palet</i>	<i>702,71 €/palet</i>	<i>714,88 €/palet</i>
<i>Transporte/palet</i>	<i>31,17 €/palet</i>	<i>32,68 €/palet</i>	<i>24,02 €/palet</i>	<i>25,29 €/palet</i>	<i>28,28 €/palet</i>	<i>43,14 €/palet</i>	<i>37,87 €/palet</i>	<i>32,23 €/palet</i>	<i>46,46 €/palet</i>	<i>33,95 €/palet</i>	<i>38,20 €/palet</i>	<i>26,18 €/palet</i>	<i>32,26 €/palet</i>
<b>Coste Palet Puesto en Cliente</b>	<b>731,67 €/palet</b>	<b>733,45 €/palet</b>	<b>722,10 €/palet</b>	<b>724,21 €/palet</b>	<b>729,95 €/palet</b>	<b>749,73 €/palet</b>	<b>742,93 €/palet</b>	<b>742,48 €/palet</b>	<b>755,40 €/palet</b>	<b>740,23 €/palet</b>	<b>743,63 €/palet</b>	<b>728,89 €/palet</b>	<b>747,14 €/palet</b>

