



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

**Rediseño y mejora del flujo de materia prima  
mediante la implementación de un tren  
logístico en Grupo Antolín Rya**

**Autor:**

**Arnáiz Alonso, Álvaro**

**Tutor:**

**Izquierdo Millán, Segismundo  
Samuel**

**Departamento de Organización de  
Empresas y CIM**

**Valladolid, noviembre 2019.**



## **RESUMEN**

El presente proyecto se basa en el rediseño y mejora del flujo de material que se distribuye a determinadas líneas de producción de la planta de una fábrica mediante la implementación de un tren logístico, conocido internamente con el nombre de 'birlocho', conducido por un operario, y compuesto por varias plataformas en las que se transporta la materia prima a utilizar, así como el producto acabado a expedir, realizando un circuito fijo en un tiempo determinado.

En este documento se va a analizar la situación inicial antes del 'birlocho', así como el proceso de implementación, desarrollo y progreso en su primer periodo de vida. Se van a comentar posibles alternativas de mejora y líneas futuras del proceso. El trabajo expuesto se ha llevado a cabo en la factoría Grupo Antolín-RyA de Valladolid, y se debe a la exigencia del mercado automovilístico de un proceso de mejora continua, innovación y avance en los diversos procesos que se llevan a cabo.

## **PALABRAS CLAVE**

Automoción, mejora continua, tren logístico, material, distribución

## **ABSTRACT**

The present project is based on the redesign and improvement of the flow of material that is distributed to certain production lines of the plant of a factory by means of the implementation of a logistic train, known internally with the name of 'birlocho', driven by an operator, and composed of several platforms in which the raw material to be used is transported, as well as the finished product to be dispatched, making a fixed circuit in a certain time.

This document will analyze the initial situation before the 'birlocho', as well as the process of implementation, development and progress in its first period of life. Possible improvement alternatives and future lines of the process will be discussed. The exposed work has been carried out in the Grupo Antolín-RyA factory in Valladolid, and is due to the demands of the automobile market for a process of continuous improvement, innovation and progress in the various processes that are carried out.

## **KEYWORDS**

Automotive, continuous improvement, logistic train, material, distribution



# ÍNDICES



## Índice de Contenidos

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	CONTEXTO DE GRUPO ANTOLÍN .....	3
1.2.	OBJETIVOS.....	7
1.3.	ESTRUCTURA .....	7
2.	SITUACIÓN INICIAL .....	9
2.1.	METODOLOGÍA DE SUMINISTRO .....	11
2.2.	LAY-OUT.....	12
2.3.	FUNCIONAMIENTO INICIAL.....	14
2.3.1.	ALMACENES EXTERIORES DE MATERIA PRIMA .....	14
2.3.2.	ALMACÉN 'PLAYA'.....	16
2.3.3.	PLANTA.....	16
2.4.	ALTERNATIVAS DE MEJORA PLANTEADAS .....	17
3.	SITUACIÓN ACTUAL.....	21
3.1.	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL 'BIRLOCHO' .....	23
3.2.	IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO.....	24
3.2.1.	REDISEÑO DE ALMACENES .....	25
3.2.2.	REDISEÑO DE PLANTA .....	29
3.2.3.	RECORRIDOS ESTUDIADOS .....	29
3.2.4.	ESTUDIO DE TIEMPOS.....	33
4.	REPERCUSIONES Y BENEFICIOS DEL PROYECTO .....	37
4.1.	ASPECTO AMBIENTAL Y DE SOSTENIBILIDAD .....	39
4.2.	ASPECTO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	39
4.3.	ASPECTO ECONÓMICO .....	40
5.	EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	41
5.1.	SITUACIÓN PREVIA AL PROYECTO .....	43
5.2.	SITUACIÓN ACTUAL TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	44
5.3.	CÁLCULO DE FLUJOS DE CAJA LIBRE .....	45
5.4.	CÁLCULO DE LA TIR Y EL VAN .....	49
6.	PRESUPUESTO.....	53
6.1.	COSTES DE PERSONAL .....	56
6.2.	COSTES DE AMORTIZACIÓN.....	58

6.3.	COSTES DE MATERIAL.....	59
6.4.	GASTOS GENERALES.....	60
6.5.	RESUMEN DE COSTES .....	61
7.	CONCLUSIONES.....	63
7.1.	CONSECUCCIÓN DE OBJETIVOS.....	65
7.2.	LÍNEAS FUTURAS .....	66
8.	REFERENCIAS.....	69

## Índice de Imágenes

Imagen 1.1. Sede central (Headquarters office) de Grupo Antolín en Burgos. .	4
Imagen 1.2. Grupo Antolín-RyA en Valladolid.....	6
Imagen 2.1. Captura de SAP. ....	12
Imagen 2.2. Lay-out de Grupo Antolín-RyA.....	13
Imagen 2.3. Lay-out de la distribución del almacén Playa antes del proyecto. .....	14
Imagen 2.4. Interior de una de las naves exteriores.....	15
Imagen 2.5. Pulmón de una o varias líneas de producción.....	17
Imagen 2.6. Lay-out del recorrido exterior de la primera alternativa propuesta. .....	18
Imagen 2.7. Lay-out de la segunda alternativa propuesta. ....	19
Imagen 3.1. Birlocho desde una vista frontal, sin carga.....	23
Imagen 3.2. Nave de expedición exterior desde fuera.....	25
Imagen 3.3. Túnel RFID en el almacén Playa. ....	27
Imagen 3.4. Lay-out del funcionamiento del birlocho en el almacén 'playa'...	28
Imagen 3.5. Lay-out que muestra las diferentes zonas en las que se divide la planta. ....	30
Imagen 3.6. Recorrido ideal del birlocho. ....	31
Imagen 3.7. Birlocho cargado realizando su recorrido. ....	32
Imagen 7.1. AGV transportando un contenedor. ....	66

## Índice de Tablas

Tabla 3.1. Toma de tiempos 2a alternativa.....	34
Tabla 3.2. Toma de tiempos de la alternativa propuesta.....	35
Tabla 5.1. Situación previa.....	43
Tabla 5.2. Situación actual.....	44
Tabla 5.3. Inversión bruta Activos fijos.....	45
Tabla 5.4. Amortización por periodo.....	45
Tabla 5.5. Ingresos por ahorros.....	46
Tabla 5.6. Costes.....	47
Tabla 5.7. Cálculo del Flujo de caja libre (FCF).....	48
Tabla 5.8. Cálculo total FCF.....	48
Tabla 5.9. Flujos de caja descontados.....	50
Tabla 5.10. Valores del gráfico del VAN frente a cmpc.....	51
Tabla 6.1. Días y Horas efectivas anuales.....	55
Tabla 6.2. Coste horario por trabajador.....	56
Tabla 6.3. Total de horas empleadas.....	57
Tabla 6.4. Coste total de personal.....	58
Tabla 6.5. Costes de amortización.....	59
Tabla 6.6. Costes de material.....	60
Tabla 6.7. Gastos generales.....	60
Tabla 6.8. Coste Total del Proyecto.....	61

# 1. INTRODUCCIÓN



## 1.1. CONTEXTO DE GRUPO ANTOLÍN

En 2018 las ventas globales de vehículos ascendieron a 95 059 944 unidades. Por primera vez, desde 2009, se observa un descenso, consecuencia de las caídas en el mercado europeo y de la contracción experimentada en China. Solo EEUU ha presentado una evolución positiva, aunque modesta, impulsado por su dinamismo económico y a pesar del aumento de los tipos de interés. En Europa, la situación económica ha inducido descensos generalizados, mientras en China, a pesar de la fuerte caída en las ventas de vehículos privados, se ha producido un incremento en las de vehículos comerciales ligeros, por primera vez desde 2010. Este comportamiento refleja ya la repercusión de la guerra comercial entre EEUU y el gigante asiático.

La automoción española ha sido superada por Brasil y ha cerrado el año en el noveno puesto mundial, con un total de 2 819 565 vehículos ensamblados, como consecuencia de la ralentización sufrida por el mercado mundial en los últimos meses del año. Por primera vez desde 2011, Seat ha sido la marca que ha liderado el mercado nacional de ventas de coches con más de 107 000 vehículos, por delante de Volkswagen, y el León fue el automóvil más vendido (Grupo Antolín, 2018).

El Grupo Antolín (Imagen 1.1.) es uno de los líderes de la fabricación de interiores para vehículos a escala mundial con una sólida presencia en todos los grandes mercados de automoción del mundo. Es número uno mundial en la función techo, ofreciendo productos de alto valor añadido para vestir el interior del vehículo en cuatro áreas principales: techos, puertas, iluminación y paneles de instrumentos. La dilatada tradición industrial y dominio de un amplio portfolio de tecnologías le posicionan como un referente clave del sector de automoción. El grupo domina el ciclo completo de los componentes, desde su concepción y diseño, pasando por el desarrollo y validación, hasta llegar a su industrialización y entrega secuenciada.

El origen del Grupo Antolín fue un taller mecánico en Burgos, España especializado en reparaciones de vehículos y maquinaria agrícola, regentado por Avelino Antolín López junto a sus hijos Avelino y José. La segunda generación familiar, ya hacia 1990, emprende la expansión internacional de la compañía. Quizá el hito más importante en la historia de la compañía es la adquisición de la firma canadiense Magna Interiors, convirtiéndose así en uno de los principales fabricantes de interiores del mercado del automóvil a nivel global (Grupo Antolín, s.f.).

Hoy día, es una empresa rentable y competitiva, con presencia en 26 países y en la que trabajan en torno a 30 000 personas. Grupo Antolín está presente en 9 de los 10 coches más vendidos en el mundo, logrando equipar más de 500 modelos diferentes. Es así como en el año 2017 equiparon con sus componentes a más de 80 modelos que llegaron al mercado. Fabrican productos tecnológicamente sostenibles basándose en dos premisas: ligero y verde, contribuyendo así a la disminución de emisiones de CO2.



Imagen 1.1. Sede central (Headquarters office) de Grupo Antolín en Burgos.

Fuente: Intranet Grupo Antolín.

La estructura organizativa de la empresa se compone por la Alta Dirección, formada por su Presidente, Vicepresidenta y Consejero Delegado (CEO), de los que dependen las Direcciones/Funciones Corporativas, las Regiones/Territorios y las Unidades de Negocio (UdN).

Las Funciones Corporativas, compuestas por los directivos de RRHH (Recursos Humanos), Financiero, Jurídico, de Innovación, Comercial, de Operaciones e Industrial, ofrecen servicios globales tanto a los territorios como a las UdN. Los Territorios, compuestos por las regiones de Europa, Nafta y Asia-Pacífico, se encargan de aportar una visión local y a su vez trabajan de forma continua con las UdN. Por último, las Unidades de Negocio (Techos, Puertas, Iluminación y Paneles de Instrumentos) se responsabilizan de la estandarización de los productos y procesos industriales además de los aspectos técnicos e industriales de Europa (Grupo Antolín, 2018).

El presente proyecto se ha llevado a cabo en la planta de Grupo Antolín situada en la ciudad de Valladolid, que se denomina GA-RyA (Imagen 1.2.). La factoría se encuentra en el Polígono Industrial Cerro de San Cristóbal, concretamente en la calle Aluminio nº13, y abarca una superficie aproximada de 22 500 m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta el terreno exterior.

Inició su actividad en marzo de 1987 con el nombre de Revestimientos y Asientos, S.A., fundada por IRAUSA (Industrias Reunidas de Automoción, S.A.), cambiando de denominación social en 1999, siendo desde ese momento Grupo Antolín-RyA, S.A.

En sus comienzos la actividad principal se basó en la fabricación de fundas de asiento de los vehículos de Renault R-5, F-40, R-9, R-11 y R-19, para su entrega en Renault Montaje Valladolid. La planta comenzó su andadura con la contratación de personal con conocimientos de confección, siendo un 90% mujeres y un 10% hombres.

En 1991, cambia de instalaciones trasladándose de una nave en alquiler en la calle Plata, a una nave en propiedad de 10 500 metros cuadrados en la calle Aluminio en donde se ha desarrollado toda la actividad hasta nuestros días.

A lo largo de todos estos años, GA-RyA ha pasado de coser fundas de asiento, a fabricar paneles de puerta con tecnología de soldadura por ultrasonidos y logística L3PS, habiendo participado en la fabricación de piezas auxiliares del Seat Ibiza, Renault Laguna, Renault Space, Citroën Xara, Mercedes Vito, entre otros (Departamento de Marketing de Grupo Antolín, 2012-2013).

Tras la adquisición de Magna Interiors, el Grupo integra su más reciente unidad de negocio, que se trata de los paneles de instrumentos. Es así como a comienzos de 2017 se le confía a GA-RyA la primera etapa de fabricación relativa a esta unidad de negocio. Esto implica un aumento considerable de los proyectos llevados a cabo y por lo tanto de la plantilla de trabajadores. Actualmente tanto la unidad de puertas como la de paneles de instrumentos ocupan prácticamente en su totalidad la producción de la planta.



Imagen 1.2. Grupo Antolín-RyA en Valladolid.

Fuente: Intranet Grupo Antolín.

La empresa se organiza en Unidades Elementales de Trabajo (UETs). Las UETs son Unidades Básicas de Trabajo que están presentes en las empresas de Grupo Antolín. Se coordinan mediante un líder y están formadas por un equipo que tiene un objetivo común, el de promover la participación de las personas en Equipos de trabajo, para obtener mejores resultados en las actividades propias de cada Departamento, en particular, y de la empresa, en general.

En este caso, GA-RyA define el número de UETs que necesita para cubrir las actividades que se llevan a cabo en su planta. Esto se conoce con el nombre de 'Mallaje de UETs'. Así es como RyA se compone de siete departamentos: Ingeniería, Logística, Producción, Calidad, Recursos Humanos, Administración y Mantenimiento. Por encima de ellos se encuentra el Gerente de la planta.

## 1.2. OBJETIVOS

El principal objetivo del proyecto es, como se describe en el propio título, el rediseño del sistema actual de distribución de materia prima por la planta para implantar un sistema mucho más eficiente, práctico y que permita mejorar al máximo estos flujos de material.

Para la consecución del objetivo principal es necesario cumplir una serie de objetivos secundarios:

- Tener un control exacto sobre las condiciones de la mercancía para evitar almacenaje excesivo u obsoleto y aprovechar el espacio.
- Reducir el Lead Time, es decir, conseguir un ahorro de tiempo considerable en el proceso de distribución.
- Redistribuir el almacén 'playa' y planta, así como la adecuar la nueva nave exterior de expedición, para el correcto desarrollo de la actividad del birlocho.
- Reducir el número de carretilleros y carretillas elevadoras, lo cual supondrá un beneficio económico, ambiental y de seguridad.
- Generar los mínimos residuos posibles en el proceso.

## 1.3. ESTRUCTURA

El proyecto se estructura en ocho capítulos, los cuales se detallan a continuación.

El primer capítulo se trata de la Introducción, en el que actualmente nos encontramos y precede al núcleo central del proyecto.

En el segundo capítulo se explica la situación de distribución del material anterior a la implementación de este proyecto, así como el estado de los diferentes espacios de la factoría y se plantean y analizan varias alternativas

de mejora de la situación, justificando por qué se elige la que trata el presente proyecto.

A su vez, el tercer capítulo corresponde al análisis y desarrollo de la alternativa escogida. Se va a explicar en qué consiste el 'birlocho', y cómo ha sido el proceso de implementación desde el rediseño de almacenes hasta recorridos y toma de tiempos.

A modo de complemento del capítulo anterior, se analizan las repercusiones y beneficios que presenta el proyecto, centrándose en tres aspectos clave: medioambiental y de sostenibilidad, de seguridad y salud, y económico

Se ha creído conveniente hacer una pequeña Evaluación económica del proyecto, la cual da nombre al quinto capítulo. En ella se va a comparar el coste por año del sistema anterior con el del nuevo sistema, de manera que se vea claramente el beneficio obtenido.

En relación a este último, el sexto capítulo se trata del Presupuesto del proyecto, en el que se analizan los costes de personal, de amortización, de material y los gastos generales, de forma que la suma de todos ellos hace el coste total del proyecto.

Para ir finalizando, se realizan unas reflexiones finales a modo de Conclusiones, con el análisis del grado de consecución de los objetivos propuestos al principio, y el añadido de una discusión acerca de posibles mejoras futuras que se puedan aplicar al proyecto. Por último, se indican las referencias usadas para la realización del presente proyecto.

## **2. SITUACIÓN INICIAL**



## 2.1. METODOLOGÍA DE SUMINISTRO

El proyecto realizado forma parte del Suministro de Materias Primas a Línea de Producción, en el que intervienen las UET (Unidades Elementales de Trabajo) de Ingeniería, Producción y Logística. Para ello se trabaja mediante un sistema SGA.

Un sistema de gestión de almacenes (SGA)<sup>1</sup> es una aplicación de software que permite controlar y mejorar los complejos sistemas de distribución en una empresa. Proviene de la traducción del término inglés "WMS" (*warehouse management system*). Tienen como principal objetivo gestionar las cantidades y ubicaciones de almacenamiento, controlar y planificar su transporte, elegir correctamente la estrategia de mejora, etc.

Este sistema de gestión y control imparte un sentimiento de confianza y seguridad, en el sentido de que mejora el rendimiento logístico, asegura la productividad, reduce costes asociados al transporte, equilibra la oferta y la demanda, etc (ten Hompel & Schmidt, 2007). Asimismo, se tiene información sobre el recorrido que realiza la mercancía desde que entra en el almacén hasta que sale.

La utilización de estos programas de gestión pueden llegar a reducir costes ya que evitan el almacenaje excesivo u obsoleto. Optimiza el tiempo de trabajo de los operarios eliminando movimientos innecesarios y errores humanos como pueden suceder durante la preparación de pedidos o en el momento de la recepción de mercancías (Tic.Portal, s.f.).

Un WMS puede ser estático o dinámico, dependiendo de si hay que redistribuir el material durante el proceso. En el caso de Grupo Antolín RyA, el WMS es estático, es decir, el material no requiere de su redistribución, salvo en situaciones extraordinarias.

Aunque en RyA no se da la situación, el WMS puede integrar mecanismos de cross docking, con el que se tratan casos en los que los bienes materiales no se almacenan, sino que se transfieren directamente a la salida, fijando directamente el material recibido de proveedor a los pedidos del cliente (ten Hompel & Schmidt, 2007).

El software que utiliza GA-RyA para la gestión de almacenes se trata de SAP. El Sistema SAP o "Systems, Applications, Products in Data Processing" (Soto, 2017), es un Sistema informático que se constituye con herramientas ideales

---

<sup>1</sup> No confundir Sistema de Gestión de Almacenes con Sistema de Gestión Ambiental. Es por ello que se optará por el término inglés WMS para referirse al primero.

para cubrir todas las necesidades de la gestión empresarial en torno a: administración de negocios, sistemas contables, manejo de finanzas, contabilidad, administración de operaciones y planes de mercadotecnia, logística, etc. En el caso del presente proyecto entrarían en escena el aspecto productivo y logístico. En la Imagen 2.1. se muestra una captura de movimientos en SAP.

Material	Texto breve de material	Ce.	Nombre 1	Importe ML	Referencia	Texto	Doc.material	Registrado	Hora	Usuario	Proveedo	Texto cab.documento	Lote
110001910	PLACA WOODSTOCK X61		RTA Grupo Antolin Rya										
ALM 261 SM para orden	31.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4933927085	31.10.2019	13:34:00	ERRVAG0002	00000000000645005336		
ALM 261 SM para orden	31.10.2019	78-	UN	189,23		261 SM pa-	4933929698	31.10.2019	12:37:43	ERRVAG0002	00000000000644999141		
ALM 261 SM para orden	31.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4933921265	31.10.2019	11:36:06	ERRVAG0002	00000000000644966833		
ALM 551 SM Desguace	30.10.2019	10-	UN	24,26		551 SM De-	4933904964	31.10.2019	09:07:05	ERRVA2143			
ALM 551 SM Desguace	30.10.2019	2-	UN	4,85		551 SM De-	4933904866	31.10.2019	09:07:05	ERRVA2143			
ALM 261 SM para orden	31.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4933893132	31.10.2019	07:31:24	ERRVAG0002	00000000000644926011		
ALM 911 Suministro a Produc.	31.10.2019	450	UN	0,00		911 Sumin-	4933884505	31.10.2019	06:41:55	ERRVAG0004			
WRM 911 Suministro a Produc.	31.10.2019	450	UN	0,00		911 Sumin-	4933884505	31.10.2019	06:41:55	ERRVAG0004			
ALM 261 SM para orden	30.10.2019	24-	UN	58,22		261 SM pa-	4933785436	30.10.2019	13:43:43	ERRVAG0002	00000000000644877684		
ALM 261 SM para orden	30.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4933775979	30.10.2019	12:27:12	ERRVAG0002	00000000000644870884		
ALM 261 SM para orden	30.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4933768405	30.10.2019	11:30:11	ERRVAG0002	00000000000644853013		
ALM 261 SM para orden	30.10.2019	60-	UN	145,56		261 SM pa-	4933762186	30.10.2019	10:39:22	ERRVAE3062			
ALM 261 SM para orden	30.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4933757941	30.10.2019	10:00:48	ERRVAG0002	00000000000644846062		
ALM 261 SM para orden	30.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4933748598	30.10.2019	08:48:38	ERRVAG0002	00000000000644835647		
ALM 911 Suministro a Produc.	30.10.2019	450	UN	0,00		911 Sumin-	4933737455	30.10.2019	07:24:36	ERRVAG0004			
WRM 911 Suministro a Produc.	30.10.2019	450	UN	0,00		911 Sumin-	4933737455	30.10.2019	07:24:36	ERRVAG0004			
ALM 261 SM para orden	30.10.2019	42-	UN	101,89		261 SM pa-	4933736278	30.10.2019	07:15:49	ERRVAG0002	00000000000643110321		
ALM 261 SM para orden	24.10.2019	60-	UN	145,56		261 SM pa-	4933117670	24.10.2019	11:29:30	ERRVAE3062			
ALM 551 SM Desguace	18.10.2019	3-	UN	7,26		551 SM De-	493262727	21.10.2019	09:30:14	ERRVA5084			
WRM 101 EM Entrada mrcias.	16.10.2019	4.500	UN	10.917,00	2905115629	88191579	5000397887	16.10.2019	13:41:55	ERRVAG0008	313		
ALM 551 SM Desguace	14.10.2019	4-	UN	9,70		551 SM De-	4931923876	15.10.2019	09:31:56	ERRVA5084			
ALM 261 SM para orden	14.10.2019	36-	UN	87,38		261 SM pa-	4931784649	14.10.2019	13:48:18	ERRVAG0002	00000000000643110321		
ALM 291 SM todas imputac.	11.10.2019	4-	UN	9,70		291 SM to-	4931794045	14.10.2019	13:42:34	ERRVA5084	0000301005		
ALM 261 SM para orden	14.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4931787537	14.10.2019	12:53:42	ERRVAG0002	00000000000643099767		
ALM 261 SM para orden	14.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4931776113	14.10.2019	11:27:36	ERRVAG0002	00000000000643087314		
ALM 261 SM para orden	14.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4931766008	14.10.2019	10:00:37	ERRVAG0002	00000000000643077885		
ALM 551 SM Desguace	11.10.2019	10-	UN	24,26		551 SM De-	4931762113	14.10.2019	09:22:17	ERRVA5084			
ALM 551 SM Desguace	11.10.2019	6-	UN	14,56		551 SM De-	4931762113	14.10.2019	09:22:17	ERRVA5084			
ALM 261 SM para orden	14.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4931759964	14.10.2019	09:05:31	ERRVAG0002	00000000000643065759		
ALM 261 SM para orden	14.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4931748526	14.10.2019	07:44:38	ERRVAG0002	00000000000643055810		
ALM 261 SM para orden	14.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4931738603	14.10.2019	06:23:57	ERRVAG0002	00000000000643055809		
ALM 261 SM para orden	11.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4931639722	11.10.2019	21:22:52	ERRVAG0002	00000000000642969996		
ALM 291 SM todas imputac.	11.10.2019	4-	UN	9,70		291 SM to-	4931637659	11.10.2019	21:22:13	ERRVA02988	0000300897		
ALM 291 SM todas imputac.	11.10.2019	4-	UN	9,70		291 SM to-	4931637659	11.10.2019	21:22:12	ERRVA02988	0000300897		
ALM 261 SM para orden	11.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4931634670	11.10.2019	20:29:42	ERRVAG0002	00000000000642964778		
ALM 261 SM para orden	11.10.2019	79-	UN	189,23		261 SM pa-	4931627788	11.10.2019	19:06:43	ERRVAG0002	00000000000642958724		

Imagen 2.1. Captura de SAP.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2. LAY-OUT

El lay-out de planta (Imagen 2.2.) se distribuye por zonas. Cada una se compone de varias líneas de fabricación, con varias tareas asociadas para en conjunto elaborar el producto final. Tal y como se comentaba en la

introducción, la producción tanto de puertas como de paneles de instrumentos ocupan prácticamente la totalidad de las zonas.

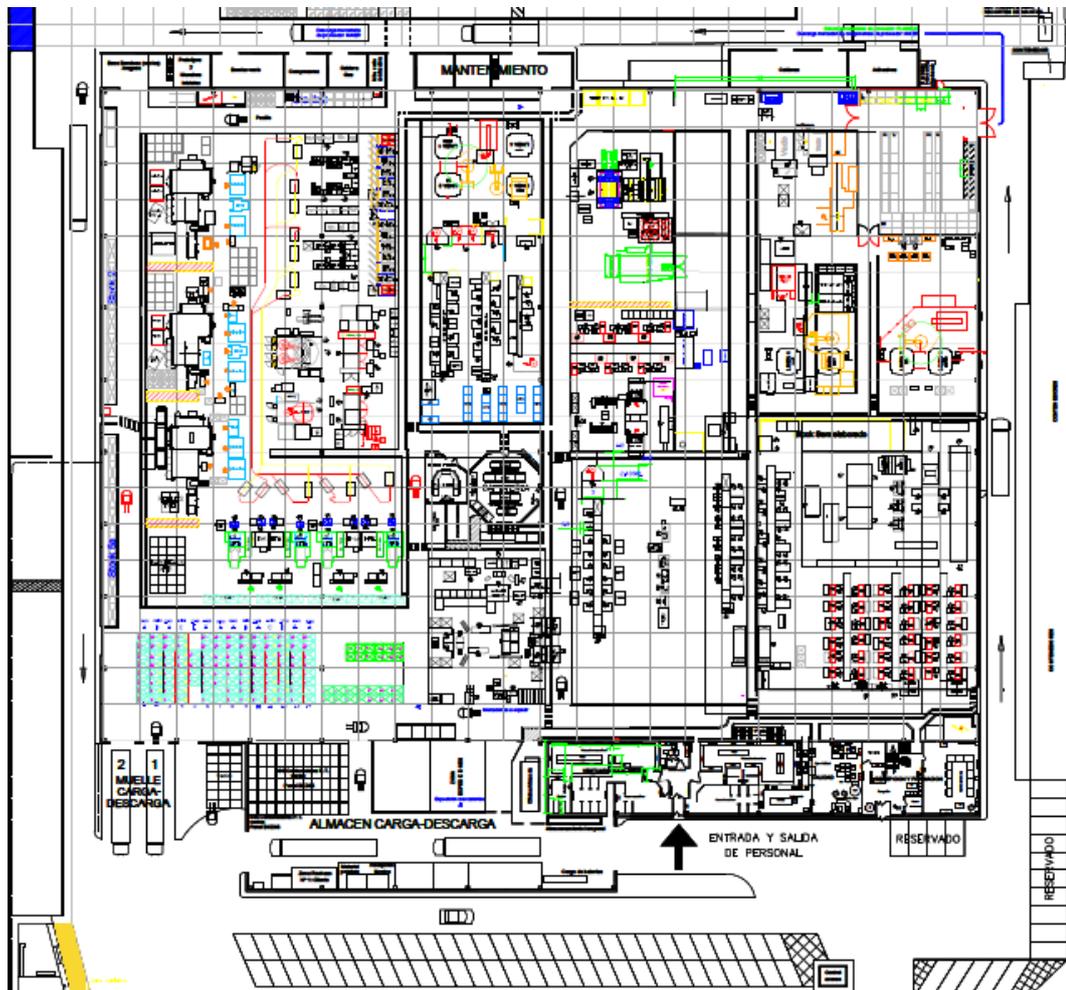


Imagen 2.2. Lay-out de Grupo Antolín-RyA.

Fuente: Departamento de Ingeniería de GA-RyA.

GA-RyA dispone de dos naves exteriores, en la parcela contigua a la factoría, y de una anexa a la planta, conocida internamente como ‘playa’ (Imagen 2.3). En las exteriores se almacena toda la materia prima que llega de proveedor, y en la playa el producto acabado para los clientes.



Imagen 2.3. Lay-out de la distribución del almacén Playa antes del proyecto.

Fuente: Departamento de Ingeniería de GA-RyA.

## 2.3. FUNCIONAMIENTO INICIAL

La distribución de materia prima a las diferentes zonas se hace por medio de carretilleros. Estos están distribuidos por zonas, ya que es necesario disponer de suficiente orden y de una buena metodología de trabajo. Es así como una parte de ellos tiene como función organizar y colocar el material que llega en las naves exteriores. Cabe destacar que estos carretilleros realizan su trabajo en esas naves, es decir, no transitan por planta.

Por otra parte, los que no operan en los almacenes, son los encargados de ir a recoger la materia prima a las naves exteriores y trasladarla a planta. La depositan en puntos estratégicos cerca de cada línea, conocidos como ‘pulmones’, desde los cuales se abastecen. Este mismo grupo es el que se encarga de desplazar el producto acabado a la playa.

### 2.3.1. ALMACENES EXTERIORES DE MATERIA PRIMA

El almacenaje del material se realiza por medio de estanterías de paletización, con varios niveles, preparadas para almacenar mercancías paletizadas<sup>2</sup>, por lo que la carga o descarga de estas es realizada por las carretillas elevadoras. Las estanterías están dispuestas de tal forma que

<sup>2</sup> Cantidad de productos agrupados sobre un pallet, cuyo objetivo es formar una unidad de manejo que pueda ser transportada y almacenada en un solo viaje y con el mínimo esfuerzo.

existe un pasillo de separación entre ellas, dejando un espacio suficiente para permitir la movilidad y operatividad de los carretilleros, incluso la posible situación de que se crucen dos en el mismo pasillo, tal y como se muestra en la Imagen 2.4. Asimismo, la máxima altura a la que se almacena determinado material, es la que marca el alcance vertical que disponen las carretillas elevadoras.

Este método de almacenaje permite acceder directamente a cualquier material, sin necesidad de mover nada más, ofreciendo una gran flexibilidad de carga.

Por otro lado, estos almacenes disponen de una oficina de control desde la cual se vigilan los movimientos que se producen en su interior, tanto entradas como salidas de materia prima. De la misma manera, se supervisa el ‘picking’, que significa la preparación de los pedidos que se han hecho desde las líneas de producción, realizado por un operario.



Imagen 2.4. Interior de una de las naves exteriores.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.2. ALMACÉN 'PLAYA'

Los carretilleros transportan el producto acabado de final de línea a la playa, para su posterior expedición. Al contrario que los almacenes exteriores, el almacenaje se realiza apilado en bloques de productos con la misma referencia, que reposan sobre pallets. No existe inconveniente ya que la salida de estos productos del almacén va a ser inmediata, y a su vez hay suficientes pasillos por los que acceder al bloque deseado.

Hay situaciones en las que el camión de expedición entra dentro de la propia playa, de tal manera que los carretilleros lo cargan directamente; de la misma manera que otras veces no se cree conveniente que el cliente observe el interior del almacén, y permanece en el exterior. En este caso los carretilleros transportan el producto hasta el lugar donde se sitúa el camión.

Este almacén dispone, al igual que los otros, de una oficina de control con las mismas funciones que se han comentado anteriormente.

### 2.3.3. PLANTA

Al hablar del término 'planta', van asociadas las líneas de producción. En sus dimensiones, concretamente en parte de su perímetro, se hallan estanterías semejantes a las de los almacenes con la función de almacenar stock que no debe moverse en un tiempo, como por ejemplo recambios de varios modelos.

Por otro lado, existe lo que se denomina 'pulmones' (Imagen 2.5.), recientemente descritos. ¿Cómo sabe el carretillero lo que se necesita en cada línea? El encargado de producción de cada área manda una orden del material que se requiere desde una 'tablet', mediante el sistema SAP. Esta información la recibe el carretillero correspondiente, y se dirige al almacén exterior para aprovisionar a esa zona.

Los carretilleros disponen de una pistola con un lector de códigos y referencias. Tanto órdenes como lecturas quedan automáticamente registradas en SAP, sucediéndose a lo largo del turno en función de la materia prima que se necesite, es decir, del consumo. El encargado de logística en planta realiza un seguimiento diario de ello, para cerciorarse de que todo funciona según lo previsto o si es necesario realizar alguna modificación.



Imagen 2.5. Pulmón de una o varias líneas de producción.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.4. ALTERNATIVAS DE MEJORA PLANTEADAS

Partiendo de la base de que el proyecto del birlocho se iba a instaurar en GARyA, para mejorar el sistema actual de distribución, quedaba por resolver su funcionamiento. Para ello se han planteado y estudiado varias alternativas con el objetivo de escoger e implantar la más rentable y eficiente.

Se van a obtener una serie de beneficios comunes cualquiera que sea la alternativa, que son los siguientes:

- En cuanto al aspecto de seguridad y salud de los trabajadores, va a suponer un avance por el hecho de que el único vehículo que transita por planta es el birlocho. Las carretillas elevadoras van a realizar su trabajo en el exterior y en almacenes. De esa manera nos ahorramos posibles accidentes y mejoramos el ambiente sonoro, ya que si de por sí la maquinaria produce un alto nivel de decibelios, con las carretillas funcionando, más.
- En cuanto al aspecto ambiental y de sostenibilidad, el implantar este proyecto trae asociada la disminución del número de carretillas elevadoras, lo cual supone una reducción de los humos y gases de

escape contaminantes, que pueden acumularse en interiores y áreas poco ventiladas.

- En cuanto al aspecto económico, la adquisición del birlocho supone una inversión importante, pero está previsto amortizarlo y obtener beneficios en un plazo no muy largo. Es cierto que su implantación supone una reducción tanto de carretillas como de sus operarios, por lo que en ese sentido ya se empieza a amortizar desde sus inicios.

Ahora bien, cada alternativa posee unos beneficios y déficits individuales que se analizan con su explicación, a continuación.

En primer lugar, se ha barajado la idea de que sea el propio birlocho el que cargue la materia prima de las naves exteriores, como se observa en la Imagen 2.6., para posteriormente dirigirse a planta por una zona habilitada, y una vez dentro, realice el circuito establecido, dejando el material en las zonas habilitadas para ello (pulmones). En este caso, tanto los almacenes exteriores como la playa mantienen su función, ya que en este último el birlocho dejaría el producto acabado.

Es una opción en la que el funcionamiento es similar al de la situación inicial, y no va a suponer ningún beneficio adicional a los ya comentados anteriormente. Desde el equipo de trabajo se cree que se pueden introducir mejoras adicionales que proporcionarán mejores resultados.

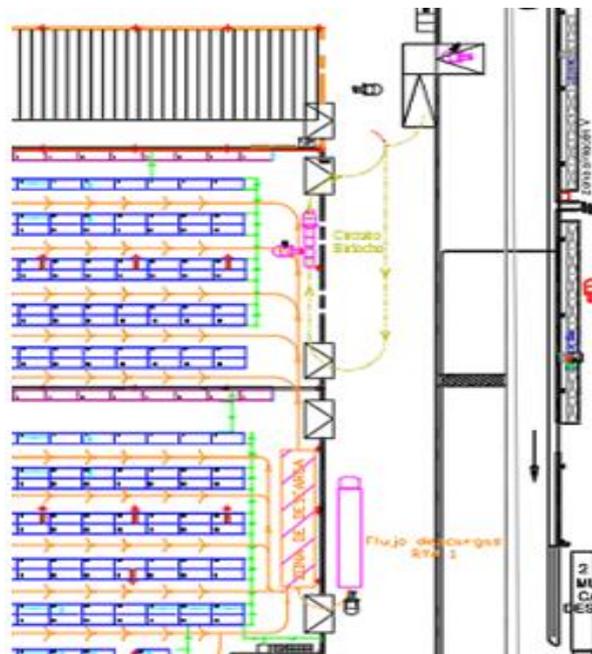


Imagen 2.6. Lay-out del recorrido exterior de la primera alternativa propuesta.

Fuente: Departamento de Ingeniería de GA-RyA.

En segundo lugar, se ha propuesto alquilar otra nave exterior, contigua a las ya disponibles, para almacenar allí todo lo que sea producto acabado, de tal forma que en las otras naves exteriores va a estar la materia prima. Este alquiler implica que el birlocho en vez de depositar el producto acabado en el almacén playa, anexo a planta, tenga que salir al exterior para dejar este producto en el nuevo almacén e incorporar a sus vagones contenedores de materia prima de las otras naves.

Esta idea supone un avance en el sentido de que el birlocho se va a ahorrar una de las tres estancias que recorría en la primera idea barajada, el almacén playa. El mencionado ahorro de recorrido significa una reducción del tiempo empleado en realizar un ciclo, lo cual supone una gran ventaja. En cambio, conlleva una gran inversión adicional a la del propio birlocho, con el alquiler de la nueva nave; también se sigue acudiendo a la calle ya sea a cargar materia prima o a depositar producto acabado, con la consiguiente exposición a las condiciones meteorológicas existentes.

En la Imagen 2.7. se puede visualizar el lay-out de la segunda propuesta. Se diferencia del de la primera opción en que se marca con un recuadro rojo la situación de la nueva nave exterior de expedición.

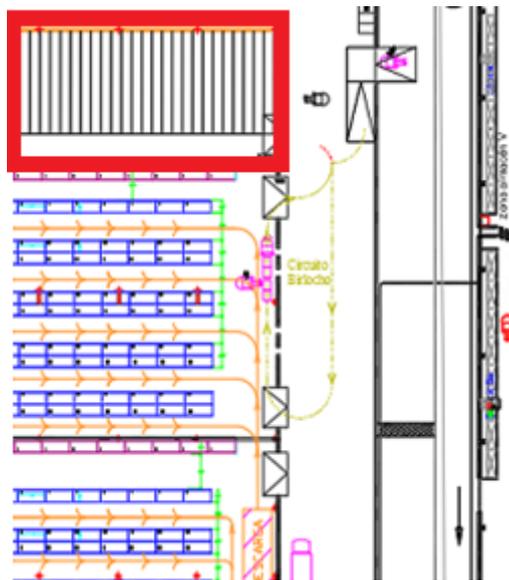


Imagen 2.7. Lay-out de la segunda alternativa propuesta.

Fuente: Departamento de Ingeniería de GA-RyA.

Por último y como tercera propuesta, se trata de una alternativa similar a la segunda comentada, en la que se alquila la nave exterior pero con la diferencia de que el birlocho no tiene que acudir a las naves exteriores sino al almacén playa, que va a actuar como una especie de intercambiador en el

que el birlocho carga la materia prima previamente transportada desde las naves exteriores por los carretilleros, y deja el producto acabado para que estos realicen la misma acción pero esta vez llevándolo a la nueva nave exterior.

En este caso se estaría ahorrando el hacer parte de su recorrido por el exterior, limitándose a transitar por planta y por el almacén playa, lo cual supone más ahorro de tiempo si cabe que la anterior alternativa, ya que la playa está contigua a planta. Otra gran ventaja es la evasión de la climatología, de forma que no habría que adquirir ningún suplemento adicional para el birlocho, con su consecuente gasto económico.

En cuanto a las posibles desventajas de esta opción, y al igual que la anterior, la nave de expedición implica una inversión inicial elevada.

Analizando los pros y contras de las alternativas comentadas, comparándolas entre sí; y habiendo realizado el consecuente estudio económico al cual se le va a dedicar un capítulo del presente proyecto, se llega a la conclusión de que la opción más equilibrada es la tercera.

En el siguiente capítulo se desarrollará y analizará esta tercera alternativa, ya que actualmente está implantada y funcionando en la factoría. De todas formas, la segunda opción comentada se llegó a simular durante unos pocos días hasta que se decidió que era mejor esta última. Es por ello que en el apartado 3.2.4.: 'Estudio de Tiempos' se hará un pequeño inciso en los tiempos que suponía esta opción y se verá claramente las mejoras de la tercera frente a esta.

# 3. SITUACIÓN ACTUAL



### 3.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL 'BIRLOCHO'

El birlocho es un tren logístico compuesto por un tractor de arrastre de la empresa Tecnacar, que funciona mediante corriente alterna y es conducido por un operario. Se le puede acoplar como máximo cuatro vagones. En la Imagen 3.1. podemos apreciarlo descargado, posiblemente preparándose para su carga. Los contenedores de material se transportan por medio de plataformas rodantes, las cuales se cargan y descargan de los vagones por cualquiera de ambos lados.



Imagen 3.1. Birlocho desde una vista frontal, sin carga.

Fuente: Elaboración propia.

Debido a su potencia puede tirar hasta de 10 toneladas. Tiene una gran eficiencia en todas las condiciones así como buena tracción para adaptarse a las superficies existentes en la fábrica. Posee un sistema de control que reduce automáticamente la velocidad en las curvas, señalización lumínica y sonora, de modo que la conducción se realiza en condiciones de seguridad (Tecnacar, s.f.).

El interior está diseñado para tener una buena ergonomía que se adecue al trabajador. Destaca el tejadillo protector, que elimina vibraciones y disminuye el nivel sonoro, por lo que proporciona un ambiente cómodo para el operario; así como un accionamiento inteligente que gestiona y decide cual es la mejor

estrategia de control de los motores en cada instante, para mejorar la autonomía de las baterías.

### **3.2. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO**

La alternativa escogida trae consigo una serie de cambios importantes tanto en la propia planta como en el exterior. El alquiler de una nueva nave externa da margen para redistribuir el stock existente en planta y en la playa. Es así como el producto acabado se va a trasladar de la playa a la nueva nave de expedición, con el objetivo de que los camiones que vienen a recoger el producto no entren al recinto, como hacían anteriormente.

Esto implica que ahora en la playa ya no se va a almacenar producto, y va a ser una especie de intercambiador. El recorrido del birlocho es tal que siempre va a pasar por esta, ya que los carretilleros llevan la materia prima a cargar por el birlocho, mientras que este deja el producto acabado para que los carretilleros lo transporten a la nave exterior de producto acabado. La carga y descarga del material de las plataformas del birlocho se realiza por medio de bases rodantes, lo cual permite una cómoda manipulación.

La puesta en marcha del birlocho supone que los carretilleros no van a transitar por planta, su trabajo se va a realizar moviéndose de las naves exteriores a la playa, y viceversa. Se ha descrito anteriormente la función que tienen las naves exteriores que ya estaban adquiridas, que es la de almacenar la materia prima. Si a ello se le añade la nueva nave de expedición, en unas va a existir el material para el inicio de la producción, y en la otra el producto final de esta.

En cuanto a la metodología de suministro se va a seguir la ya comentada en el anterior capítulo pero con la implantación de un nuevo programa informático a modo de apoyo y mejora de la tecnología ya existente.

### 3.2.1. REDISEÑO DE ALMACENES

#### 3.2.1.1. NAVE DE EXPEDICION EXTERIOR

El alquiler de la nueva nave exterior (Imagen 3.2.) implica un estudio previo con diversas acciones a realizar para su posterior puesta en marcha.

En cuanto a su interior, se ha instalado una oficina de control del almacén, la cual se debe acondicionar con los recursos necesarios para trabajar en ella. Aparte del material electrónico y mobiliario, se deben revisar las conexiones wifi y eléctricas, así como su climatización.

Respecto al método de almacenaje, es el mismo que se describe en el apartado 2.3. del presente proyecto para las naves exteriores de materia prima, por lo que no se detallará más en este apartado.



Imagen 3.2. Nave de expedición exterior desde fuera.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la zona exterior de la nave, se ha llevado a cabo un análisis de la accesibilidad de los camiones de carga con los consiguientes aspectos a destacar:

- Se ha probado el giro de camión de 13 metros en la esquina de la nave con factibilidad.
- Se ha señalizado una zona de prohibición de aparcamiento en las inmediaciones de la nave para facilitar la carga de los camiones.
- Se ha rebajado el bordillo de entrada y salida a la nave.
- Se ha arreglado la canaleta en el pasillo central del camino que conduce desde el exterior del terreno de RyA al exterior de la propia nave.
- Se han aumentado los puntos de luz a partir de las 6:00 a.m. tanto en la zona de materia prima como en la de expediciones.

### **3.2.1.2. ALMACÉN 'PLAYA'**

Van a existir tres tipos distintos de contenedores: de materia prima, vacíos y de producto acabado. Los contenedores de materia prima son los que vienen de las naves exteriores de materia prima y se solicitan desde las diversas líneas de producción. En segundo lugar, los vacíos son los que se llevan al final de cada línea para su posterior llenado. Es con esta acción con la que estos últimos se convierten en el tercer caso de contenedores, los de producto acabado, los cuales el birlocho transporta en su recorrido hasta la playa para que se lleven al almacén de expedición.

De esta manera, se han definido cuatro calles para los contenedores de producto acabado, otras cuatro para los de materia prima, y dos calles más para los contenedores vacíos.

Se ha instalado un túnel RFID (Imagen 3.3.), con el objetivo de pasar a través de él este tipo de contenedores. Todos ellos llevan etiquetas para su identificación, puestas al final de las líneas de producción, cuya lectura se realiza por medio de la tecnología RFID (Radio Frecuencia Identificación), que es un sistema de comunicación sin cables entre dos o más objetos, donde uno emite señales de radio y el otro responde en función de la señal recibida (Dipole RFID, s.f.).



Imagen 3.3. Túnel RFID en el almacén Playa.

Fuente: Elaboración propia.

Un túnel RFID es un lector de etiquetas RFID que ejecuta lecturas masivas y grabaciones de tags en bloques, en este caso contenedores y cajas. Toda la información capturada se muestra en una pantalla de control. Resulta útil en procesos de entrada de mercancía en almacenes, así como de verificación de salida de producto acabado para clientes, motivo del presente almacén.

Tras diversas pruebas se ha decidido apantallar el techo del túnel RFID de tal manera que se eviten lecturas cruzadas, es decir, que no correspondan al contenedor que esté pasando por el túnel.

En la Imagen 3.4. se puede apreciar un lay-out con el funcionamiento del birlocho y de las propias calles anteriormente descritas.

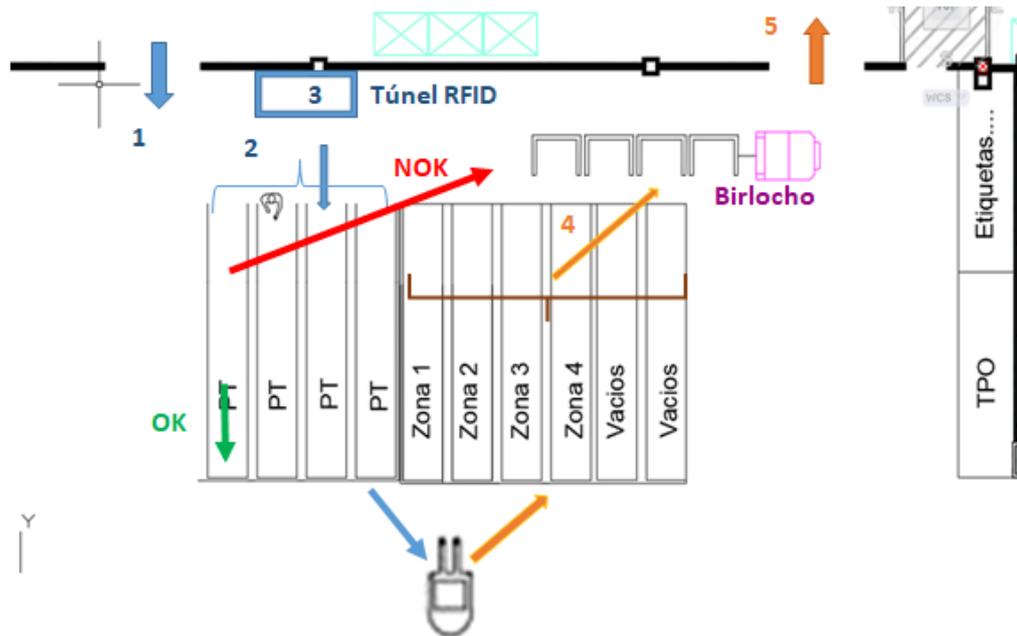


Imagen 3.4. Lay-out del funcionamiento del birlocho en el almacén 'playa'.

Fuente: Departamento de Ingeniería de GA-RyA.

Es conveniente realizar una explicación más detallada de este lay-out, para lo cual se han situado varios números que indican la secuencia que se sigue desde que el birlocho entra al almacén hasta que lo abandona:

- Paso 1: Entrada del birlocho al almacén con producto acabado procedente del final de las líneas de producción.
- Paso 2: El birlocho deja los contenedores de producto acabado en las calles destinadas para ello.
- Paso 3: Como ya se había descrito, el túnel RFID está situado próximo a las calles de producto acabado para pasar los contenedores a través de él. Si el checking es correcto (OK), el carretillero coge el producto y lo lleva a la nave de expedición, en cambio, si es incorrecto (NOK), el contenedor debe retornar a la línea de producción para su revisión y corrección.
- Paso 4: El birlocho carga sus vagones con la materia prima o embalaje vacío, previamente transportado de las naves exteriores a las calles de carga, que se ha pedido en las diferentes líneas.
- Paso 5: El birlocho abandona el almacén con sus vagones llenos de material a distribuir alrededor de la planta.

Este ciclo en el interior del almacén se repetirá tantas veces como repeticiones se realicen del circuito establecido para el birlocho, el cual se tratará posteriormente.

### **3.2.2. REDISEÑO DE PLANTA**

Las modificaciones que se pueden dar en las diversas líneas de producción son importantes, pero independientes a lo que concierne el presente proyecto.

Es así como en lo relativo a la planta se deben destacar dos puntos clave:

- Que el birlocho realice su recorrido sin ningún impedimento ni dificultad, ajustándose al establecido.
- Que los espacios que posee cada línea para evacuar contenedores llenos o aprovisionarse de los vacíos sean accesibles y cómodos para el birlocho.

Teniendo en cuenta lo anterior se han estudiado y realizado cambios considerables. En primer lugar, se ha dotado de espejos de visualización 360° en las curvas e intersecciones de posible riesgo que carecían de ellos, lo cual resulta crucial para anteponer la seguridad de cualquier trabajador de la factoría frente a cualquier otro aspecto.

En relación a uno de los puntos clave descritos, se ha reubicado el stock existente almacenado por planta. Esto supone una gran ventaja para el birlocho, de tal forma que tiene mayor margen de maniobra en su recorrido debido al aumento de espacio en los pasillos que produce esta situación.

Por último, se han reubicado parte de los espacios disponibles en cada línea para la carga y descarga del birlocho, ya que en varios casos, ya sea por la complejidad de mover la maquinaria de la línea o porque ya estaban bien ubicados, no ha sido necesario.

### **3.2.3. RECORRIDOS ESTUDIADOS**

El lay-out de planta se divide por zonas. Cada zona está compuesta por varias líneas de producción. A su vez, las zonas se dividen en subzonas que guardan relación entre sí, ya sea porque utilizan la misma materia prima, por su proceso, o por un producto acabado dependiente del otro.

A continuación, en la Imagen 3.5. se pueden observar las zonas descritas, que tendrán un papel importante a la hora de explicar el recorrido del birlocho.

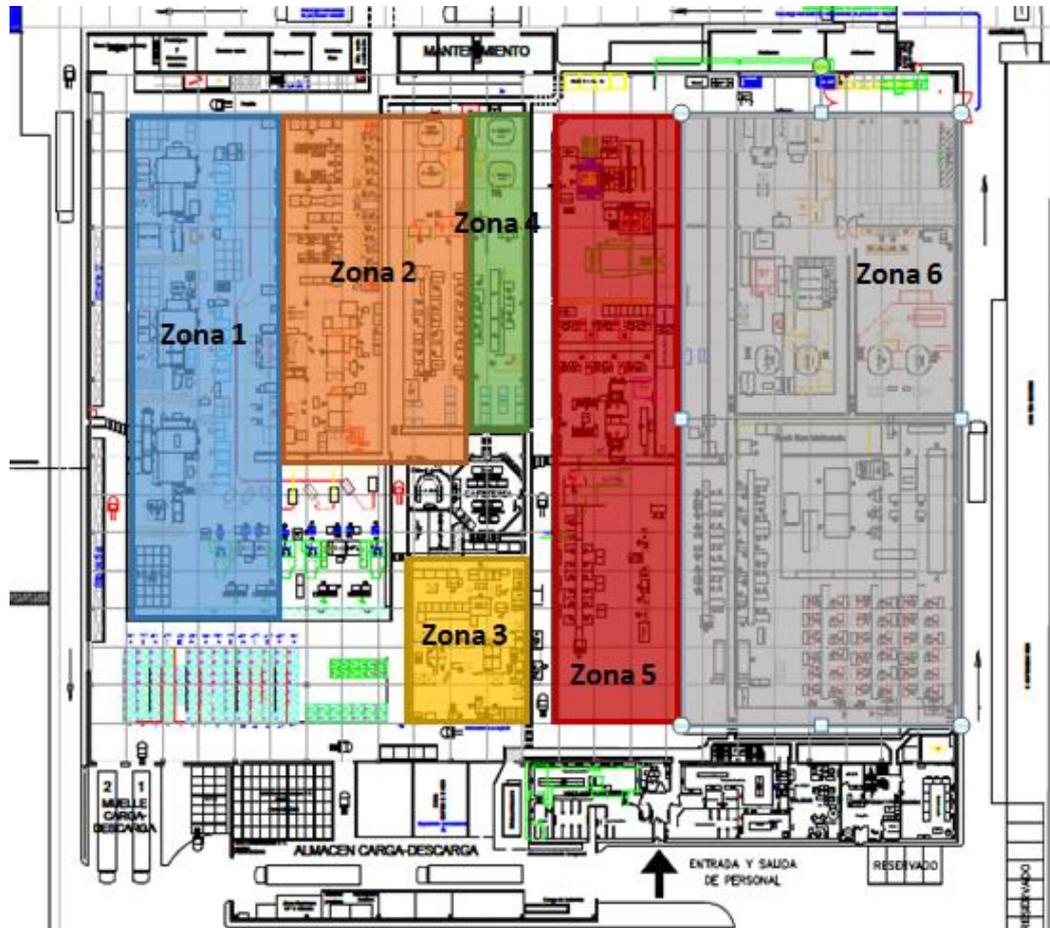


Imagen 3.5. Lay-out que muestra las diferentes zonas en las que se divide la planta.

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia, existen seis zonas distintas distribuidas de esta manera debido a las características descritas anteriormente.

El recorrido del birlocho debe ser tal que en un solo viaje sea capaz de aprovisionar a todas las zonas. Esto sería lo ideal, pero no se disponen de tantos vagones como para transportar materia prima destinada a todas las zonas, ni habría el suficiente espacio para maniobrar con un tren tan largo.

Pues bien, el recorrido ideal sería el que forman las flechas de color rojo en la siguiente imagen (Imagen 3.6.):

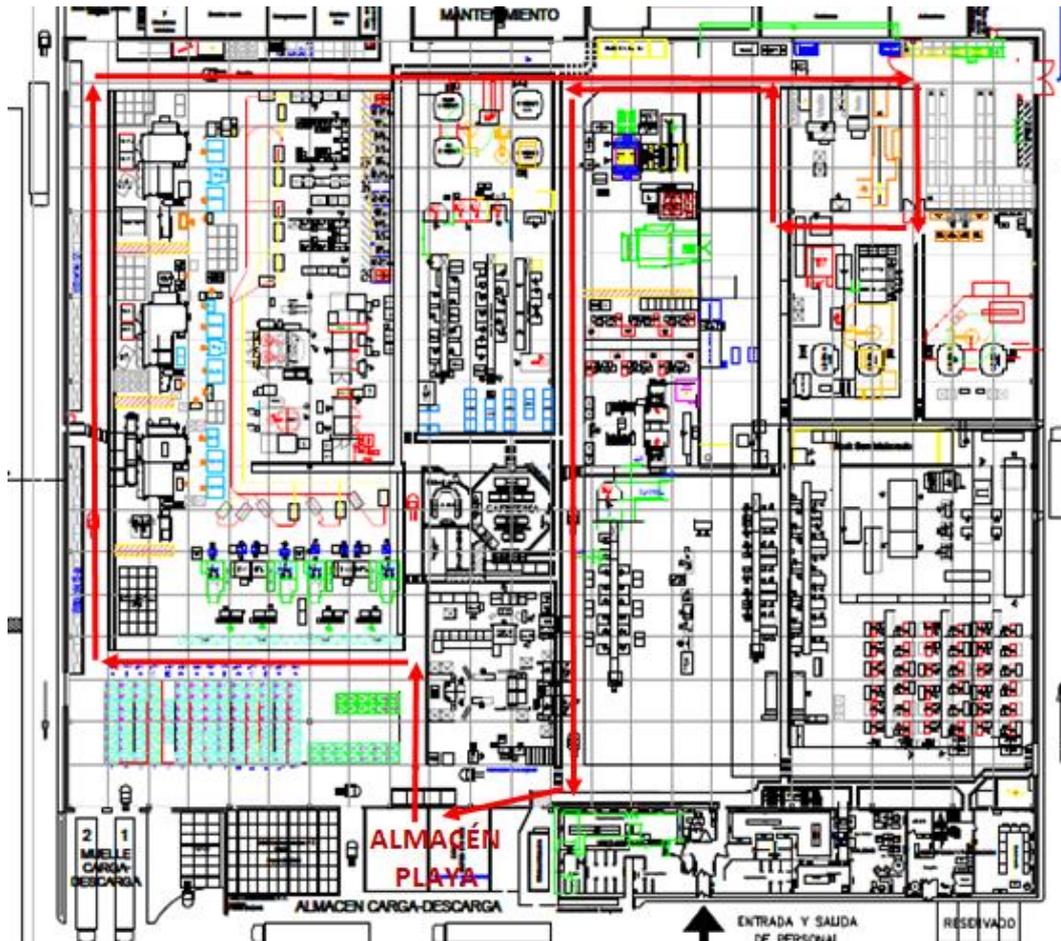


Imagen 3.6. Recorrido ideal del birlocho.

Fuente: Elaboración propia.

El birlocho sale del almacén playa cargado de materia prima para aprovisionar en primer lugar a la Zona 1. La siguiente zona que recibe material es la Zona 2, y de ahí se dirige a la Zona 6 para dejar el contenedor correspondiente. Hace esa especie de cuadrado para dar la vuelta y se dispone a finalizar su recorrido en línea recta hacia abajo con dirección al almacén playa, aprovisionando a la Zona 4, Zona 5 y Zona 3, en ese orden.

Pero como ya se ha comentado, no se puede realizar debido a la insuficiencia de vagones y de espacio de maniobra. El recorrido real va a ser tal que el operario que conduce el birlocho va a acortar el trayecto por donde más interesa, dependiendo de los contenedores transportados. Eso sí, respetando siempre los sentidos y direcciones que marca el recorrido ideal. En la Imagen 3.7. se observa el 'birlocho' cargado realizando su recorrido.



Imagen 3.7. Birlocho cargado realizando su recorrido.

Fuente: Elaboración propia.

Es de vital importancia saber que el birlocho solo cargaría producto acabado si se encuentra en el recorrido de las zonas a las que lleva materia prima, de tal forma que puede pararse en la zona habilitada de la Zona 4 aunque no lleve materia prima para ella. Asimismo, existe la posibilidad de dejar materia prima en la Zona 1 y a la vez cargar producto acabado de esta misma zona.

Varios ejemplos de lo anterior podrían ser los siguientes:

- El birlocho dispone de cuatro vagones, por lo que nos suponemos que lleva contenedores para la Zona 1, Zona 2, Zona 5 y Zona 3. Tomando como referencia el recorrido ideal y al no llevar contenedores para la Zona 6, el birlocho se va a ahorrar esa parte de recorrido en la que se dirigía a este espacio, y tras depositar el material de la Zona 2 se va a ir directamente a la Zona 5. Esto supone un ahorro de tiempo considerable al no realizar esa parte del recorrido, el cual se va a cuantificar en el siguiente apartado.

- Esta vez lleva contenedores para la Zona 1, Zona 6, Zona 4 y Zona 5, por lo que debe realizar la parte de recorrido que nos ahorrábamos con el anterior ejemplo, lo que supondrá un mayor tiempo empleado.

También existe la posibilidad de llevar dos contenedores para la misma zona, pero la forma de actuar sería la misma, con el consecuente ahorro de tiempo al evitar otra zona.

### 3.2.4. ESTUDIO DE TIEMPOS

La finalidad del proyecto es la implantación del birlocho en la factoría. Se podría decir que un ciclo corresponde al recorrido desde que carga materia prima o contenedores vacíos en el almacén playa hasta que vuelve, pero esta vez cargado de producto acabado.

Se sobreentiende que este ciclo requiere de un tiempo elevado, al contrario de si el proyecto tratase del análisis de determinado puesto en una línea de montaje. Es por ello que resulta inviable realizar un estudio de tiempos analizando todas las acciones y movimientos que realiza el birlocho y su operario. Al fin y al cabo, lo realmente importante es el tiempo que tarda en hacer dicho ciclo, obviando las acciones intermedias, ya que esa información es suficiente para analizar e incorporar posibles modificaciones y mejoras continuas al proceso.

La distribución de material se ha organizado de forma que existen 19 tipos de vagones/contenedores. Se realizan diariamente tomas de tiempos, que van a depender del tipo de contenedor que transporte.

En resumidas cuentas, se deben tomar tiempos durante varias semanas para elaborar los informes oportunos de funcionamiento del proyecto.

Tal y como se incidía en el apartado 2.4.: 'Alternativas de mejora planteadas', se estuvo simulando durante unos días una opción distinta a la actual y se tomaron unos tiempos que son los siguientes (Tabla 3.1.):

Tabla 3.1. Toma de tiempos 2a alternativa.

DÍA	TIEMPO	CONTENEDORES TIPO			
09/09/2019	0:20:30	3	4	5	7
09/09/2019	0:36:30	5	6	8	9
09/09/2019	0:31:40	1	2	3	10
09/09/2019	0:25:15	3	6	8	11
09/09/2019	0:32:05	4	5	6	13
10/09/2019	0:30:00	4	5	7	8
10/09/2019	0:18:00	1	2	3	7
10/09/2019	0:31:10	3	6	8	14
10/09/2019	0:26:00	4	5	6	19
10/09/2019	0:11:55	7	8	9	10
10/09/2019	0:23:00	5	6	11	18
10/09/2019	0:10:55	3	8	13	17
11/09/2019	0:19:50	3	4	8	9
11/09/2019	0:30:05	1	2	3	10
11/09/2019	0:25:45	3	6	8	11
11/09/2019	0:31:30	4	5	6	13
12/09/2019	0:19:10	1	2	3	7
12/09/2019	0:26:10	4	5	7	8
12/09/2019	0:24:50	3	6	9	15
12/09/2019	0:32:20	4	8	12	16
13/09/2019	0:18:25	3	4	8	9
13/09/2019	0:29:50	1	2	3	10
13/09/2019	0:23:35	3	6	8	11

Como se puede observar se dan tiempos muy irregulares, con una gran variación dependiendo del tipo de contenedor que esté llevando el birlocho. Esto se debe al recorrido que realiza en función de lo que transporta en sus vagones, ya que puede tener que ir hasta una zona más o menos alejada. Cabe destacar que en esta tabla no se han mostrado los contenedores de producto acabado ni los vacíos, ya que la finalidad era centrarse en los tiempos para luego compararlos con los que se producen con el recorrido actual.

Centrándose ya en la alternativa escogida y en la que realiza el birlocho en la actualidad, se van a obtener tiempos mucho más pequeños y regulares, consiguiendo reducir el Lead Time del proceso. El Lead Time es el tiempo que transcurre desde el inicio del proceso de producción hasta que se completa. Lo anterior indica, entre otros aspectos, que esta alternativa es la que mayores beneficios depara.

Como se comentaba en el anterior apartado, el tiempo va a depender del tipo de contenedores que transporte el birlocho, siendo superior si lleva/recoge material de la Zona 6, e inferior en caso contrario. La velocidad de producción marca la recogida de producto acabado, de manera que van a existir viajes en los que el birlocho llegue al almacén playa con algún vagón sin contenedor.

Es así como se adjuntan en la Tabla 3.2. los tiempos tomados durante una semana de funcionamiento<sup>3</sup>, pero en vez de especificar los contenedores como se ha hecho en la Tabla 3.1., se indican las zonas a donde van destinados/son recogidos.

Tabla 3.2. Toma de tiempos de la alternativa propuesta.

DÍA	TIEMPO	ZONA (Materia Prima/Vacíos)				ZONA (Producto Acabado)			
		1	1	2	4	1	1	5	5
23/09/2019	0:07:53	1	1	2	4	1	1	5	5
23/09/2019	0:10:16	2	6	5	3	2	6	3	
23/09/2019	0:07:15	4	4	5	3	1	4		
23/09/2019	0:09:34	1	2	6	5	5			
23/09/2019	0:09:07	1	6	4	3	6			
23/09/2019	0:10:28	2	6	5	3	1	2	4	3
23/09/2019	0:08:21	1	1	2	4	1	5	5	
23/09/2019	0:09:56	2	6	5	3	2	6		
24/09/2019	0:07:03	1	2	5	5	1	1	5	
24/09/2019	0:10:20	1	6	4	3	2	6	5	3
24/09/2019	0:09:34	4	4	6	3	4			
24/09/2019	0:08:22	1	2	5	5	1	5	3	
24/09/2019	0:09:47	1	2	6	3	6			
24/09/2019	0:10:25	6	4	5	3	1	2	6	4
24/09/2019	0:08:28	1	2	4	5	1	1	5	
24/09/2019	0:10:14	2	6	6	3	2	6	5	3
25/09/2019	0:07:36	1	1	2	5	1	1	5	5
25/09/2019	0:10:01	2	6	5	3	2	6	6	
25/09/2019	0:07:45	4	5	5	3	1	4	3	
25/09/2019	0:09:52	1	1	6	3	6	5		
25/09/2019	0:10:03	1	6	4	5	2	6		
25/09/2019	0:10:18	1	2	6	5	1	1	5	3
25/09/2019	0:09:04	2	4	5	3	1	5	5	
25/09/2019	0:10:16	1	6	5	3	2	6	6	
26/09/2019	0:09:52	2	6	5	3	2	6	5	3
26/09/2019	0:07:06	4	4	5	3	4	5	3	

<sup>3</sup> Son tiempos cogidos aproximadamente a mitad del turno de mañana, por lo que ya existe la posibilidad de recoger producto acabado.

26/09/2019	0:09:25	1	1	6	6	1	1	6	
26/09/2019	0:10:20	2	6	5	5	1	6	4	5
26/09/2019	0:08:23	1	1	2	4	1	5	5	
26/09/2019	0:10:10	2	6	5	3	2	6	6	
26/09/2019	0:08:12	1	2	4	3	4	3		
26/09/2019	0:09:58	1	6	6	5	1	6	5	
27/09/2019	0:07:26	1	2	5	5	1	2	5	
27/09/2019	0:10:05	1	6	4	3	1	6	4	3
27/09/2019	0:09:40	4	4	6	5	4	5	5	
27/09/2019	0:09:34	1	2	6	5	1	1	6	5
27/09/2019	0:10:10	1	6	4	5	6	4		
27/09/2019	0:10:15	2	6	5	3	2	6	6	3
27/09/2019	0:08:41	1	2	4	3	1	4	3	
27/09/2019	0:10:00	1	1	6	5	1	6	5	

Observamos cómo los tiempos oscilan en un rango entre siete y diez minutos y medio, con una media aproximada por viaje de nueve minutos y medio. Los viajes que pasan por la Zona 6 son los más lentos. Por otro lado, hay zonas que son más rápidas que otras, debido a la facilidad o complejidad de depositar los contenedores en las zonas habilitadas, así como de la cantidad de contenedores de producto acabado a llevarse.

A modo de resumen, se ha conseguido obtener un rango de tiempos mucho más regular, reduciendo considerablemente el Lead Time. Esto se debe a que el birlocho no tiene que salir al exterior para nada, siendo los carretilleros los que transporten la materia prima y el producto acabado a/de la playa. Aunque existen otras ventajas importantes, esta reducción de tiempo se puede considerar uno de los beneficios clave para la implementación de la alternativa escogida.

# **4. REPERCUSIONES Y BENEFICIOS DEL PROYECTO**



En este capítulo se van a abordar las diferentes repercusiones, principalmente positivas, así como los beneficios de la implantación del proyecto. Es por ello que se diferencian tres grandes bloques: ambiental y de sostenibilidad, de seguridad y salud, y económico; los cuales son tratados en las siguientes líneas.

#### **4.1. ASPECTO AMBIENTAL Y DE SOSTENIBILIDAD**

En cualquier proyecto nuevo o existente se utiliza un Sistema de Gestión Ambiental. El SGA permite identificar los Riesgos y Oportunidades específicos de GA-RyA, y en particular del presente proyecto.

El birlocho funciona mediante baterías eléctricas, en cambio las carretillas elevadoras lo hacen mediante combustión, por lo que emiten humos y gases de escape contaminantes, con posibilidad de acumularse en interiores y áreas poco ventiladas, y de producirse alguna chispa con este escape.

Los motores de combustión, en la mezcla, consumen aire emitiendo con los gases de escape grandes cantidades de monóxido de carbono, de forma que no se ajustan a las normas del famoso Protocolo de Kioto. Es un protocolo adoptado en la III Conferencia de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, celebrada en Kioto, en la que los países industrializados se comprometieron a reducir los gases de efecto invernadero (GEI) que producen el calentamiento global, destacando la reducción en un 5% de media de las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012 (García Lupiola, 2016).

Otro aspecto clave es la reutilización del material utilizado, destacando la de los pallets sobre los que se apoya la mercancía a transportar, ya sea materia prima o producto acabado. Es de vital importancia generar los mínimos residuos posibles, para ello los desechos asociados al embalaje van a experimentar un proceso de reciclado y retirada de planta para su posterior renovación y utilización en otro lugar.

#### **4.2. ASPECTO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Las carretillas elevadoras tienen la ventaja de que pueden circular a más de 20 km/h, pero la Normativa del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, NTP-214, indica no circular a más de 20 km/h en espacios exteriores y de 10 km/h en interiores (Tecnacar, s.f.). En cambio el birlocho no alcanza tal velocidad, pero no va a ser de mucha importancia, ya que se promueve la movilidad responsable, alentando a todos los trabajadores a desplazarse de forma segura y responsable, y a tomar las precauciones necesarias para su propia seguridad y la del resto.

Al reducir la flota de carretillas va a disminuir el tráfico alrededor de la planta, en la que el único vehículo existente va a ser el birlocho, por lo que va a ser incluso más sencillo ajustarse a la movilidad responsable. Así es como los trabajadores van a desarrollar su función en un entorno más seguro y saludable.

Otro tema a destacar es la comparación del nivel de decibelios que producen las carretillas con el del birlocho. Con la implantación de este proyecto se va a reducir considerablemente el ruido. Aunque no se puede evitar el ruido que causan las máquinas, va a existir un ambiente más agradable y respetuoso.

### **4.3. ASPECTO ECONÓMICO**

Aunque en el siguiente capítulo se hará un estudio económico más a fondo con datos cuantificados, a modo de preámbulo se comentan a continuación los hechos más relevantes en cuanto a inversión y ahorro.

Es así como por un lado este proyecto requiere de una inversión inicial con la nave exterior y sus inmediaciones, con el desarrollo de un programa informático adecuado, y con todo lo que rodea al término 'birlocho': cabina, vagones, plataformas rodantes, baterías...etc.

Por el otro lado está el ahorro tanto en operarios como en carretillas elevadoras. El birlocho solamente necesita un operario mientras que de la otra manera se necesita uno por cada carretilla elevadora. Poniendo el ejemplo de prescindir de cuatro carretilleros en favor de un operario para el birlocho, se obtendría un ahorro de tres personas y de cuatro carretillas, con los consecuentes beneficios.

# 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA



El objetivo principal de realizar una evaluación económica es comparar la situación previa al ‘birlocho’ con la nueva situación tras la implementación del proyecto, así como calcular los flujos de caja, la TIR y el VAN. Esta comparativa va a derivar en unos ahorros obtenidos, de la misma forma que supondrá una inversión inicial que se amortizará con el tiempo.

## 5.1. SITUACIÓN PREVIA AL PROYECTO

Los operarios que conducen carretillas elevadoras se conocen comúnmente como carretilleros. Internamente estos operarios se dividen en tres grupos: carretilleros, reponedores y carretilleros de logística. Los dos primeros son los encargados de producción mientras que el último, y como su nombre indica, es el de logística. Todos juntos forman el total de personal en este aspecto.

La producción en Grupo Antolín-RyA se divide en tres turnos a lo largo del día: mañana, tarde y noche. Cabe destacar que en el turno de noche el personal es muy reducido y la actividad es mucho menor.

Se ha elaborado una tabla con números para calcular el total de operarios que se tienen con esta situación, que es la siguiente (Tabla 5.1.):

Tabla 5.1. Situación previa

<b>1</b>	<b>CARRETIILLEROS</b>	5,3	5,3	1,5	
	Kitting-VS20				
	PT Soldadura				
	1800-Prensas-Volt				
	XFA-K0-Volt				
	1600-Balc-Opel				
<b>2</b>	<b>REPONEDORES</b>	2	2		
<b>1 + 2</b>	<b>Total Producción</b>	<b>7,3</b>	<b>7,3</b>	<b>1,5</b>	<b>16,1</b>
<b>3</b>	<b>LOGÍSTICA</b>	4	4	1	9
	Muelles - Carga RSA				
	Túnel-Aragusa				
	Preparación de MP				
	Playa-Descarga Camiones				
<b>1+2+3</b>	<b>Total</b>	<b>11,3</b>	<b>11,3</b>	<b>2,5</b>	<b>25,1</b>

Se ha calculado que en esta situación el número total de operarios es de 25,1.

## 5.2. SITUACIÓN ACTUAL TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Los operarios se siguen organizando en tres grupos, pero se suprime el de reponedores y pasa a llamarse 'birlochero'. Ahora el grupo de carretilleros y este último son los encargados de producción mientras que los de logística se encargan, valga la redundancia, de la logística.

Se vuelve a elaborar una tabla pero esta vez de la nueva situación (Tabla 5.2.).

Tabla 5.2. Situación actual

<b>1</b>	<b>CARRETIILLEROS</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>	
	Kitting-VS20-1800-1600				
	PT Soldadura				
	Preparación Tren MP				
<b>2</b>	<b>BIRLOCHERO</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>	
	Suministro Mat Prima				
	P Acb / P Semi / Volt				
<b>1 + 2</b>	<b>Total Producción</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>LOGÍSTICA</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
	Muelles - Carga RSA				
	Túnel-Aragusa				
	Descarga Camiones				
<b>1+2+3</b>	<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>20</b>

Se ha calculado que en esta situación el número total de operarios es de 20.

Tras analizar la situación previa y la nueva tras la implementación del proyecto se llega a la conclusión de que se puede prescindir de 5,1 operarios.

### 5.3. CÁLCULO DE FLUJOS DE CAJA LIBRE

Se va a considerar el presente proyecto y se va a analizar en un periodo de cinco años. Los valores de todas las tablas están en euros. Para iniciar el proyecto se requiere de las siguientes inversiones en el año 0 (Tabla 5.3.):

Tabla 5.3. Inversión bruta Activos fijos

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Inversión bruta en Activos fijos necesarios (<math>\Delta AF</math>)</b>	<b>47 000</b>	<b>0</b>	<b>3 000</b>	<b>0</b>	<b>3 000</b>	<b>0</b>
Birlocho	2 000					
Material asociado al birlocho	15 000		3 000		3 000	
Ordenador + Programa Informático	30 000					

Además se prevén otras inversiones en activos fijos, en este caso de material asociado al birlocho en el año 2 y en el año 4.

El total de la inversión bruta asciende a 53 000 euros.

A efectos de calcular la amortización, se supone que las inversiones se realizan al final del año correspondiente, y que los activos tienen una amortización lineal de 5 años. Es así como se obtiene la siguiente tabla (Tabla 5.4.):

Tabla 5.4. Amortización por periodo

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Amortización por periodo (A)</b>	<b>0</b>	<b>9 400</b>	<b>9 400</b>	<b>10 000</b>	<b>10 000</b>	<b>10 600</b>
Birlocho	-	400	400	400	400	400
Material asociado al birlocho	-	3 000	3 000	3 600	3 600	4 200
Ordenador + Prog. Informático	-	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000

Cabe recalcar que para el activo material asociado al birlocho la amortización evoluciona de manera ascendente por el hecho de las inversiones en el año 2 y año 4, las cuales se empiezan a amortizar en el año 3 y año 5, respectivamente, mientras que la amortización de los otros activos es constante ya que la única inversión que se realiza corresponde al año 0.

El total de amortización es de 49 400 euros.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que no hay una carretilla elevadora por operario, ya que como se ha explicado anteriormente existen tres turnos de trabajo y todos los operarios no utilizan las carretillas a la vez. Es por ello que la reducción de 5,1 operarios trae asociado el prescindir de dos carretillas elevadoras, así como del gasto de combustible anual que producen.

Es por ello que la previsión de ahorro tanto de personal como de carretillas y combustible en el periodo establecido se muestra en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5. Ingresos por ahorros

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Ahorros (V)</b>	<b>0</b>	<b>104 948</b>	<b>102 948</b>	<b>102 948</b>	<b>102 948</b>	<b>102 948</b>
Personal	-	92 948	92 948	92 948	92 948	92 948
Carretillas Elevadoras	-	12 000	10 000	10 000	10 000	10 000

Para el cálculo del ahorro de personal se toma de base un sueldo anual de 13 500 euros, los cuales se convierten en 18 225 teniendo en cuenta la Seguridad Social. Como la reducción de operarios es de 5,1, el ahorro total de este ámbito asciende a 92 948 euros.

En cuanto a las carretillas elevadoras se tiene en cuenta la venta de dos unidades en el año 1, por valor de 2 000 euros, y el ahorro anual de combustible que supone, en este caso de 5 000 euros por carretilla, 10 000 euros en total. A partir del año 2 solo se tiene en cuenta lo que se estaría ahorrando en combustible.

Los gastos que no suponen una inversión son los que vamos a llamar 'Costes'. Se calculan en la Tabla 5.6., a continuación.

Tabla 5.6. Costes

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Costes (C)</b>	<b>12 701</b>	<b>76 892</b>	<b>76 612</b>	<b>76 612</b>	<b>76 612</b>	<b>76 612</b>
+ Alquiler Nave exterior	-	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000
+ Consumo electricidad/teléfono	-	3 249	3 229	3 229	3 229	3 229
+ Transportes	-	2 099	2 059	2 059	2 059	2 059
+ Otros Materiales	-	7 346	7 206	7 206	7 206	7 206
+ Otros servicios	-	4 198	4 118	4 118	4 118	4 118
+ Presupuesto del proyecto	12 701					

El coste anual que supone alquilar la nave exterior de expedición es de 60 000 euros. Las partidas de coste previstas para el consumo de electricidad es de 2 200 euros fijos más un porcentaje variable del 1% de los ahorros obtenidos cada año. Para los transportes, materiales y otros servicios se supone un 2% de los ahorros, 7% y 4%, respectivamente.

En cuanto al presupuesto del proyecto es el coste que tiene implantarlo en la factoría, el cual se calcula en el siguiente apartado del presente trabajo, pero que ya se incluye en este.

El flujo de caja libre (FCF) se define de una manera sencilla como el dinero disponible después de realizar los pagos obligatorios. Para su cálculo se comienza obteniendo el BAAIT, que es la previsión de beneficio antes de amortización, intereses e impuestos. Para ello se hace la diferencia por año entre los ahorros y los costes calculados.

Partiendo del BAAIT, se le resta la inversión bruta en activos fijos y los impuestos teóricos sin deuda. Estos últimos se calculan multiplicando el BAIT, o lo que es lo mismo el BAAIT menos las amortizaciones, por una tasa media de impuestos (t) que suponemos que es del 30%. En este cálculo podría aparecer también la inversión necesaria en capital circulante (NOF), pero no aplica en el proyecto.

Es así como en la Tabla 5.7. se muestran los cálculos recién explicados y el valor de los flujos de caja libre esperados por periodo.

Tabla 5.7. Cálculo del Flujo de caja libre (FCF)

Año	0	1	2	3	4	5
BAAIT (= V - C)	-12 701	28 056	26 336	26 336	26 336	26 336
- Inversión bruta en activos fijos $\Delta AF$	47 000	0	3 000	0	3 000	0
- Impuestos teóricos sin deuda: $t * (BAAIT - A)$	-3 810	5 597	5 081	4 901	4 901	4 721
<b>= Flujo de caja libre o Free Cash Flow (FCF)</b>	<b>-55 891</b>	<b>22 459</b>	<b>18 255</b>	<b>21 435</b>	<b>18 435</b>	<b>21 615</b>

En realidad al valor del FCF en el último año hay que añadirle el flujo de caja asociado al valor final o residual.

Para ello, entre otros, hay que obtener el valor contable de los activos en el último periodo, mediante la diferencia entre el total de inversión bruta y el total de amortización. Este valor va a ser de 3 600 euros.

Al final del quinto año se espera vender el proyecto a una empresa de menores dimensiones que Grupo Antolín, en concreto los activos, por una cantidad cercana a los 9 000 euros. Este se conoce como el valor de mercado (VM) esperado de los activos en el último periodo, o valor residual.

Por lo tanto, el flujo de caja residual se calcula con la siguiente fórmula:

$$VM - t * (VM - \text{valor contable activos})$$

En este caso tiene un valor de 7 380 euros.

El total del FCF teniendo en cuenta el valor residual queda de la siguiente forma (Tabla 5.8.):

Tabla 5.8. Cálculo total FCF

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo de caja libre o Free Cash Flow (FCF)	-55 905	22 459	18 255	21 435	18 435	21 615
+ Flujo de caja asociado al valor final o residual						7 380
<b>= Total FCF</b>	<b>-55 891</b>	<b>22 459</b>	<b>18 255</b>	<b>21 435</b>	<b>18 435</b>	<b>28 995</b>

Esta variación anual de los flujos de caja libre requiere del breve análisis que sucede a estas líneas.

En el año 0 es negativo debido principalmente a la inversión inicial y al coste del proyecto. En el año 1 ya nos encontramos con un valor positivo a causa de que los ahorros superan a los costes con creces.

Del año 1 al año 2 el FCF disminuye ya que el BAAIT es menor y a que se produce una inversión de material asociado al birlocho.

En el año 3 aumenta respecto al anterior, porque aunque el BAAIT es el mismo esta vez no hay inversión, y además la amortización es mayor (en este año se empieza a amortizar la inversión del anterior), lo cual hace que el término de los impuestos teóricos sin deuda sea menor.

En el año 4 el FCF es 3 000 euros menor que en el año 3 debido a la inversión de activos fijos, ya que el BAAIT y la amortización es la misma. Por último en el año 5 alcanza su valor máximo debido a la suma del valor residual.

Asimismo, se puede determinar el plazo de recuperación estático, que no es más que el periodo de tiempo que se tarda en recuperar el dinero de una inversión. Nos interesa que sea lo menor posible ya que de esta forma mejor es el proyecto. Si se van sumando el total de los FCF se obtiene que entre el año 2 y el año 3 ese valor se convierte en positivo, de forma que el plazo de recuperación estático es de 2-3 años.

#### **5.4. CÁLCULO DE LA TIR Y EL VAN**

La Tasa interna de retorno (TIR) se define como la tasa de rentabilidad de una inversión, es decir, el porcentaje anual medio de beneficio o pérdida de una inversión.

La tasa de descuento elegida para este proyecto es del 15%. Por lo tanto si la TIR es mayor que esta tasa estaremos ante un proyecto de inversión aceptable. Quiere decir que la TIR obtenida es superior a la tasa mínima de rentabilidad (tasa de descuento) requerida.

Teniendo el total de los flujos de caja por periodo, el cálculo es tan sencillo como aplicar una fórmula<sup>4</sup>. Es así como se obtiene una TIR del **27%**, cumpliendo la hipótesis planteada, obteniendo rentabilidad con este proyecto.

El Valor Actual Neto (VAN) se define como el valor presente de un flujo de caja futuro, de forma que se pueden predecir las ganancias o pérdidas futuras de una inversión.

Si con la tasa de descuento elegida el VAN es positivo quiere decir que se obtendrán beneficios con el proyecto.

El VAN y la TIR están relacionados, de forma que la TIR es el valor de la tasa de descuento que hace el VAN cero. Esto quiere decir que mientras la mínima rentabilidad requerida sea menor que la TIR, el valor del VAN va a ser positivo, lo cual implica mayor valor presente.

Para el cálculo del VAN se deben calcular los flujos de caja descontados<sup>5</sup> en función de la tasa de descuento elegida, que son los siguientes (Tabla 5.9.):

Tabla 5.9. Flujos de caja descontados

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Flujos descontados</b>	<b>-55 891</b>	<b>19 529</b>	<b>13 803</b>	<b>14 094</b>	<b>10 540</b>	<b>14 415</b>

Al igual que se ha determinado el plazo de recuperación estático, en este caso se obtendría el descontado, siguiendo la misma fórmula que para el primero. El plazo de recuperación descontado equivale a 3-4 años.

El valor del VAN se obtiene con la suma de estos flujos descontados, siendo de **16 490 euros**. La conclusión que aporta este dato es que se trata de un proyecto viable, el cual va a suponer beneficios en el futuro.

Para complementar estos cálculos se realiza un gráfico en el que se observa la sensibilidad del VAN a la tasa de descuento. El VAN representa el eje de ordenadas, y la tasa de descuento ó coste medio ponderado del capital el eje de abscisas. Para ello se dan varios valores de la tasa de descuento con su correspondiente VAN asociado, de forma que se observa perfectamente como a medida que aumenta la tasa de descuento (más cercana a la TIR) disminuye el VAN. Los datos introducidos son los siguientes (Tabla 5.10.):

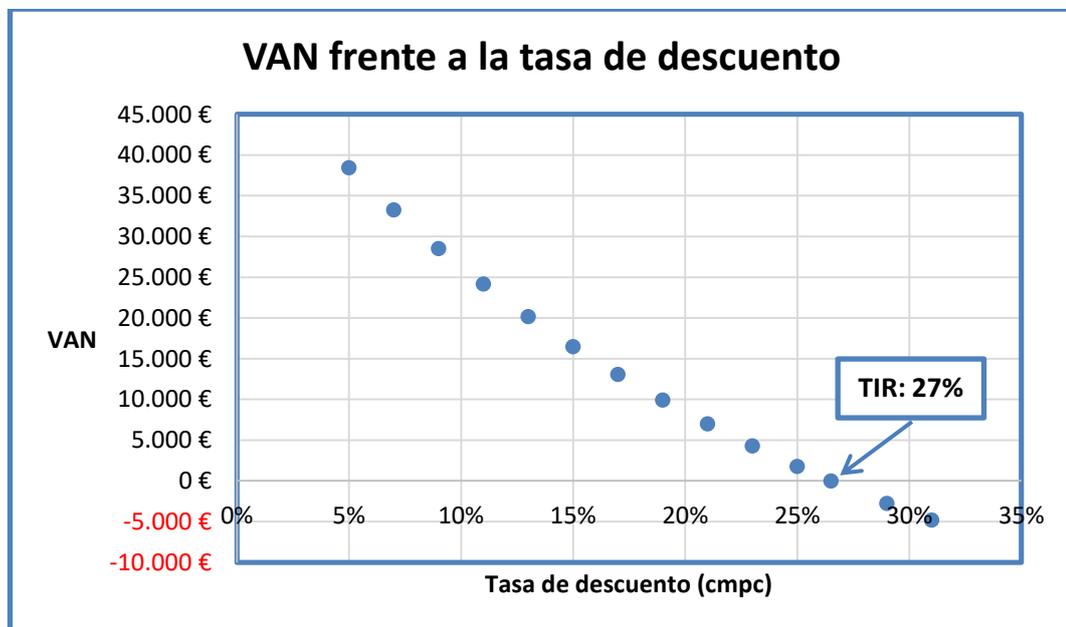
<sup>4</sup> Para calcular la TIR se ha utilizado Microsoft Excel.

<sup>5</sup> Al igual que para la TIR, se ha utilizado Microsoft Excel para realizar estos cálculos.

Tabla 5.10. Valores del gráfico del VAN frente a cmpc

cmpc	VAN	cmpc	VAN
5%	38 456 €	19%	9 935 €
7%	33 276 €	21%	7 016 €
9%	28 533 €	23%	4 306 €
11%	24 181 €	25%	1 785 €
13%	20 178 €	27%	0 €
15%	16 490 €	29%	-2 753 €
17%	13 085 €	31%	-4 800 €

Y el gráfico:



La curva representa la inversión y es en sentido descendente. La TIR es el punto dónde la curva corta al eje de abscisas, o lo que es lo mismo, el punto donde el VAN es cero.

Cuando la tasa de descuento es mayor que la TIR el valor presente es negativo, lo cual supondría pérdidas y un proyecto que no es rentable.



# 6. PRESUPUESTO



En este capítulo se van a analizar los costes que ha supuesto la implementación del proyecto.

Los recursos utilizados han sido principalmente humanos, así como elementos de hardware y software.

Se va a estructurar en los siguientes conceptos, los cuales engloban los distintos gastos que se han producido:

- Costes de personal
- Costes de amortización
- Costes de material
- Gastos generales (indirectos)

Se necesita obtener las horas efectivas de un trabajador a lo largo del año, como previa al cálculo de los costes de personal y de amortización. Para ello se deben conocer los días efectivos anuales, teniendo en cuenta unos datos históricos de años anteriores.

De esta manera, el cálculo de las horas efectivas de trabajo anuales se refleja en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. Días y Horas efectivas anuales

CONCEPTO	DÍAS
Año medio	365
Sábados y domingos (365*2/7)	-104,29
Días efectivos de vacaciones	-20
Días festivos reconocidos	-12
Media de días perdidos por enfermedad	-15
Cursos de formación (Idiomas, etc.)	-4
<b>TOTAL DÍAS EFECTIVOS:</b>	<b>210</b>
	<b>HORAS</b>
<b>TOTAL HORAS/AÑO EFECTIVAS (8 HORAS DÍA)</b>	<b>1 680</b>

El cálculo de la última fila se obtiene simplemente multiplicando el total de los días efectivos por una jornada laboral diaria, que es de ocho horas.

## 6.1. COSTES DE PERSONAL

Se cuenta con un Ingeniero Industrial para dirigir el proyecto, y realizar los informes y controles necesarios.

Por otro lado está el Informático, encargado del desarrollo de la programación. En último lugar, el Administrativo, cuya misión es la elaboración de la documentación relativa al proyecto.

El coste horario que suponen cada uno de estos trabajadores se calcula en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Coste horario por trabajador

	Ingeniero Industrial	Informático	Administrativo
<b>Nómina Bruta</b>	30 000 €	22 000 €	22 000 €
<b>Prestaciones Seguridad Social (35%)</b>	10 500 €	7 700 €	7 700 €
<b>Coste TOTAL</b>	40 500 €	29 700 €	29 700 €
<b>Coste HORARIO</b>	<b>24,11 €/hora</b>	<b>17,68 €/hora</b>	<b>17,68 €/hora</b>

Este se calcula dividiendo el Coste Total de cada trabajador entre el número de horas efectivas anuales que se habían hallado previamente.

Es así como el coste horario del Ingeniero Industrial es de 24,11 €/hora, el del Informático de 17,68 €/hora y el del Administrativo de 17,68 €/hora.

Una vez que se tiene el Coste Horario, hay que ver las horas que ha dedicado cada trabajador en la realización de las diferentes etapas del proyecto, que se muestran en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3. Total de horas empleadas

ETAPAS	Ingeniero Industrial	Informático	Administrativo
<b>Iniciación/ Análisis de viabilidad</b>	50	-	-
<b>Planificación</b>	70	10	-
<b>Implantación y Desarrollo</b>	120	70	-
<b>Documentación</b>	10	-	70
<b>Total de Horas</b>	<b>250</b>	<b>80</b>	<b>70</b>

Teniendo el número de horas empleadas y sabiendo el coste horario que tiene cada trabajador se puede realizar la siguiente tabla, la Tabla 6.4, que muestra el cálculo del coste por etapa, por trabajador y el más importante, el total de personal que estábamos buscando.

Tabla 6.4. Coste total de personal

ETAPAS	Coste Ingeniero Industrial	Coste Informático	Coste Administrativo	Coste por Etapa
Iniciación/ Análisis de viabilidad	1 205,5 €	-	-	<b>1 205,50 €</b>
Planificación	1 687,7 €	176,8 €	-	<b>1 864,50 €</b>
Implantación y Desarrollo	2 893,2 €	1 237,6 €	-	<b>4 130,80 €</b>
Documentación	241,1 €	-	1 237,6 €	<b>1 478,70 €</b>
<b>TOTAL</b>	<b>6 027,5 €</b>	<b>1 414,4 €</b>	<b>1 237,6 €</b>	<b>8 679,50 €</b>

Los costes de personal ascienden a 8 679,50 euros.

## 6.2. COSTES DE AMORTIZACIÓN

Como costes de amortización se encuentra el material utilizado que se va a amortizar, valga la redundancia, en un periodo de amortización con cuota lineal. Este periodo dependerá del material que se trate. Suponemos que va a ser de tres años para el material electrónico y de cuatro para el mobiliario. Además se deben tener en cuenta las horas de utilización de cada producto.

Todos estos datos se plasman en la Tabla 6.5., que sucede a estas líneas.

Tabla 6.5. Costes de amortización

	Coste	Periodo de amortización (Años)	Horas de uso	Amortización diaria	Costes de amortización
Ordenador portátil (x2)	1 500 €	3	300	7,14 €	267,75 €
Software de desarrollo	200 €	3	130	0,95 €	15,44 €
Impresora	500 €	3	30	2,38 €	8,93 €
Mobiliario	750 €	4	300	3,57 €	133,88 €
<b>TOTAL</b>					<b>426 €</b>

La amortización diaria de los equipos se calcula dividiendo el coste de estos entre el periodo de amortización que tienen, en días efectivos.

De esta forma, los costes de amortización se obtienen de multiplicar la amortización diaria por el tiempo de uso en días de cada equipo, teniendo en cuenta que cada día dispone de ocho horas laborables. Todos ellos hacen el total de estos costes, los cuales ascienden a 426 euros.

### 6.3. COSTES DE MATERIAL

Se incluyen en este apartado los costes del material utilizado para el desarrollo del proyecto, en la Tabla 6.6.

Tabla 6.6. Costes de material

MATERIALES	COSTE
Material de oficina	50 €
Suministros de Impresora	100 €
Otros	40 €
<b>TOTAL</b>	<b>190 €</b>

Los costes de material ascienden a 190 euros.

#### 6.4. GASTOS GENERALES

En cuanto a los gastos generales son los que van asociados a la realización del proyecto, pero que no se pueden considerar como amortizables. Se representan en la Tabla 6.7.

Tabla 6.7. Gastos generales

GASTOS GENERALES	COSTE
Alquiler Oficina	600 €
Consumo de electricidad	125 €
Calefacción/Climatización	40 €
Comunicaciones	20 €
Desplazamientos	50 €
<b>TOTAL</b>	<b>865 €</b>

Las cantidades de la tabla son los costes que ha supuesto la realización de este proyecto, al cual le corresponde un 25 % de la dedicación total del trabajo.

Los gastos generales ascienden a 865 euros.

## 6.5. RESUMEN DE COSTES

Para finalizar este presupuesto se realiza la Tabla 6.8. a modo de resumen de todos los costes analizados hasta ahora, y el coste total del proyecto.

Tabla 6.8. Coste Total del Proyecto

CONCEPTO	COSTE
Costes de Personal	8 679,50 €
Costes de Amortización	426 €
Costes de Material	190 €
Gastos Generales	865 €
<b>COSTE TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>10 160,50 €</b>

El coste total del presente proyecto asciende a 10 160,50 € (Diez mil ciento sesenta euros con cincuenta céntimos).

Con un margen sobre ventas del 20%<sup>6</sup>, el precio del proyecto para un cliente o PVP (precio de venta al público) sería de 12 700,60 € (Doce mil setecientos euros con sesenta céntimos).

<sup>6</sup> Con un margen de ventas del 20% se supone que el coste total es el 80% restante, por lo que para obtener el PVP hay que multiplicar el coste total del proyecto por 1,25 ( $100/80=1,25$ ).



# 7. CONCLUSIONES



## 7.1. CONSECUCIÓN DE OBJETIVOS

La implementación del proyecto se ha realizado para ir cumpliendo los objetivos secundarios propuestos, los cuales van a llevar a conseguir el objetivo principal que se buscaba.

Se deseaba poseer un control exacto sobre las condiciones de la mercancía para evitar almacenaje excesivo u obsoleto y aprovechar el espacio. Se ha conseguido mediante la creación de un nuevo programa informático a modo de apoyo y mejora de la tecnología ya existente. Además, el sistema SAP sigue siendo muy importante para tener el control mencionado.

Uno de los objetivos importantes es el de ahorrar tiempo en comparación con el sistema anterior. Esto se ha logrado mediante la reducción del Lead Time del proceso, de forma que se han reflejado claramente los tiempos pequeños<sup>7</sup> que se consiguen con este proyecto.

Para prestar las mayores facilidades al 'birlocho' es clave estudiar y redistribuir los elementos que componen el almacén 'playa'. Se comentaba que la nueva función de este almacén va a ser como un intercambiador en el que el birlocho va a desarrollar una actividad importante, como es la de cargar y descargar material en función de las necesidades en planta. Es así como se ha realizado esta redistribución con éxito y actualmente funciona sin problemas.

También se buscaba la redistribución de varios elementos en la planta, aunque en menor medida que el almacén 'playa', ya que simplemente se ha logrado retirando parte del stock que existía en su perímetro, así como adecuando las zonas habilitadas de carga y descarga de contenedores.

Un aspecto importante que va asociado con la implementación del 'birlocho' es la reducción de carretillas elevadoras y de los operarios que las conducen. De esta manera, se ha retirado parte de la flota de carretillas, con los beneficios que ello supone y que ya se han analizado durante el presente proyecto.

Para cerrar los objetivos secundarios se encuentra la intención inicial de generar menos residuos con la nueva situación, ya sean residuos directos del propio 'birlocho' como residuos indirectos. Se va a conseguir con la

---

<sup>7</sup> Son tiempos pequeños en comparación con el anterior sistema de distribución de material, pero obviamente son elevados si los comparas con los que se pueden dar en un puesto de trabajo al realizar una operación repetitiva.

reutilización de los pallets sobre los que se sitúa el material, y con el reciclaje de todos los plásticos procedentes de embalajes, etc.

La combinación de todos estos objetivos secundarios nos llevan a lograr el objetivo principal buscado con la implementación de este proyecto que es el de rediseñar el sistema previo de distribución de material por la planta para implantar un sistema mucho más eficiente, práctico y que permita mejorar al máximo estos flujos de material.

## 7.2. LÍNEAS FUTURAS

Actualmente en una determinada zona de la planta existen vehículos de guiado automático, conocidos como AGV (Automated guided vehicle), cuya función es transportar contenedores de piezas de una línea a otra. Los AGV son vehículos que no necesitan conductor, es decir, son autónomos. Para ello disponen de varios sistemas de guiado. En la Imagen 7.1. se puede observar un ejemplo de ello.



Imagen 7.1. AGV transportando un contenedor.

Fuente: Elaboración propia.

Los AGV que dispone esta zona son pequeños y su peso máximo de carga es bajo, pero suficiente para poder realizar su función.

Es conveniente realizar esta pequeña introducción de lo que es un AGV, su funcionamiento y existencia en planta, como previa a unas posibles líneas futuras para el 'birlocho', ya que se podría sustituir la cabina del tren por un AGV de mayores prestaciones que los ya existentes.

El 'birlocho' es conducido por un operario que carga y descarga contenedores en diferentes zonas de la planta. Si se sustituye por un AGV, cambiaría en parte la carga y descarga ya que sería un operario existente en las propias líneas el que realizaría este trabajo, así como otro situado en el almacén 'playa' con una función similar. Por lo demás, el funcionamiento sería similar, pero con este gran cambio del AGV, ya que se requeriría de un vehículo con un peso máximo de carga mayor a los actuales, y con unas mejores prestaciones en el aspecto de seguridad y de guiado.

Esta opción no se planteó como una posible alternativa a las estudiadas en apartados anteriores, debido a su dificultad de implantación según la distribución y carga de trabajo actual; y al gran desembolso económico que supondría.

En el medio-largo plazo existen posibilidades de su estudio e implantación debido al rápido avance de la tecnología en los tiempos actuales, por lo que no se puede descartar su aplicación en Grupo Antolín-RyA.



# 8. REFERENCIAS



A continuación se citan las fuentes utilizadas para la realización del presente proyecto, siguiendo la normativa APA 6ª edición. Entre ellas se incluyen libros, artículos de revistas, informes, trabajos fin de grado y páginas web de empresas.

- Departamento de Marketing de Grupo Antolín. (2012-2013). 25 años Grupo Antolín-RyA, adaptación y compromiso. *Noticias Grupo Antolín*, pp. 8-10. Recuperado de <http://www.grupoantolin.com/sites/default/files/201265ES.pdf>
- Dipole RFID. (s.f.). *Dipole RFID*. Recuperado de <https://www.dipolerfid.es/> [Última visita en noviembre de 2019]
- García Lupiola, A. (2016). El papel de la Unión Europea en la consecución de un acuerdo sustitutivo del Protocolo de Kioto: de Bali a París. *Revista de Estudios Europeos* (68), pp. 33-49.
- Grupo Antolín. (2018). Informe Anual 2018. Recuperado de [http://www.grupoantolin.com/sites/default/files/informe\\_anual\\_2018\\_es.pdf](http://www.grupoantolin.com/sites/default/files/informe_anual_2018_es.pdf)
- Grupo Antolín. (s.f.). *Grupo Antolín*. Recuperado de <http://www.grupoantolin.com/> [Última visita en noviembre de 2019]
- Sánchez Bastardo, Á. (2018). *Diseño e implantación de una línea de fabricación en Grupo Antolín-RyA (Valladolid)*. (Trabajo fin de grado, Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid). Recuperado de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/31275>
- Soto, D. (27 marzo, 2017). ¿Qué es SAP y para qué sirve SAP? Recuperado de <https://nextech.pe/que-es-sap-y-para-que-sirve-sap/> [Última visita en noviembre de 2019]
- Tecnacar. (s.f.). *Tecnacar*. Recuperado de <https://www.tecnacar.com/inicio> [Última visita en noviembre de 2019]
- ten Hompel, M., & Schmidt, T. (2007). *Warehouse Management - Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*. Leipzig: Springer.

- Tic.Portal. (s.f.). *Tic.Portal.* Recuperado de <https://www.ticportal.es/temas/enterprise-resource-planning/funciones-erp/gestion-de-almacenes> [Última visita en noviembre de 2019]