



Instituto Superior de  
Engenharia do Porto

## PROYECTO ERASMUS

---

MEJORA DE SISTEMAS Y PROCESOS EN CAETANOBUS

Autor

---

GUILLERMO VÉLEZ BÁGUENA



## Agradecimientos

Dedico este trabajo a mis padres y mis hermanas, que siempre me apoyaron y creyeron en mí.

Quiero agradecer a la empresa CaetanoBus, y en especial al Ingeniero Ivo Sá y a la Ingeniera Mónica Sá, por permitirme llevar a cabo este proyecto con ellos.

A la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, por permitirme realizar este proyecto.

Al profesor Francisco J. G. Silva, quién me acompañó y ayudó en lo necesario durante la elaboración de este documento.

A Porto, por brindarme esta magnífica experiencia, y a todas las personas que han hecho que lo sea.

Gracias.

Guillermo Vélez Bágrena.

## Resumen

El presente proyecto se realizó en la empresa de fabricación de autobuses CaetanoBus con sede en Gaia (Portugal), durante las prácticas con una duración de cuatro meses (marzo a junio de 2017).

En él se desarrollarán los estudios de mercado y económicos relativos a los proyectos de reforma que la empresa quiere desarrollar. Se explicará el funcionamiento del software de gestión con el que trabaja la compañía, centrado en la sección de mantenimiento y se ofrecerá un seguimiento de las líneas de producción de dos modelos diferentes de autobuses en las fábricas de CaetanoBus situadas en Gaia y Ovar.

Entre las dificultades que ha tenido la realización de este proyecto destaca que al haber estado colaborando en diferentes proyectos y estudios, se ha realizado una importante labor de investigación en la red para poder comprender los problemas que se querían tratar con conocimiento de causa. Por otro lado, ha sido necesario fijar reuniones y mantener contacto, tanto con empresas externas como con personal de CaetanoBus, de forma asidua para lograr los objetivos especificados. También ha resultado ser un bache importante para el trabajo en determinadas tareas la cuestión del desplazamiento a la fábrica de Ovar, que por no disponer de un medio de transporte propio se veía delimitada por las oportunidades de acompañar a algún otro trabajador que necesitase desplazarse a allí.

Con todo ello, y habiendo excluido tareas de menor importancia, durante los cuatro meses de duración de las prácticas se colaboró principalmente en seis proyectos: Sistemas de aire acondicionado, Desarrollo de mapas de redes, Ventilación de puestos de pintura, Actualización de manuales de herramientas, Desplazamiento de líneas de producción y Flujo de materiales en la fábrica.

## Palabras clave

Autobús, Sistemas de aire acondicionado, Ventilación en puestos de pintura, Flujo de materiales, CaetanoBus.

## Resumo

O presente projecto foi realizado através de um estágio com a duração de quatro meses (Março a Junho de 2017) na empresa CaetanoBus, fabricantes de autocarros, sediada em Gaia (Portugal).

Este trabalho consistiu no desenvolvimento de estudos de mercado e económicos relativos a projectos de reforma que a empresa pretende desenvolver. Será explicado o *software* de gestão que a empresa tem instalado, centrado na secção de Manutenção, seguindo-se outros trabalhos nas linhas de produção de diferentes modelos de autocarros nas fábricas da CaetanoBus situadas em Gaia e em Ovar.

De entre os desafios oferecidos pela realização deste projecto, destaca-se o facto de ter sido prestada colaboração em estudos e projectos, tendo sido realizado um importante trabalho de investigação na *intranet* da empresa para enfrentar os problemas a ultrapassar com conhecimento de causa. Por outro lado, foi necessário realizar reuniões e manter contacto, tanto com empresas externas como com colaboradores da CaetanoBus, de forma assídua, para se conseguir atingir os objectivos estipulados. Há ainda que salientar que a divisão da empresa pelas fábricas de Gaia e Ovar obrigou a um esforço complementar, o qual levou a deslocações que dependiam de outros colaborados da empresa, devido à falta de meios de deslocação próprio.

No entanto, e excluindo tarefas de menor importância, durante os quatro meses de duração do estágio, foi prestada colaboração essencialmente em seis projectos: Sistemas de ar condicionado, levantamento de esquemas de redes de água, gás e electricidade, ventilação de postos de pintura, actualização de manuais de ferramentas, ajuste do *layout* de linhas de produção e estudo do fluxo de materiais dentro da fábrica.

## Palavras-chave

Autocarro, Sistemas de ar condicionado, Ventilação de postos de pintura, Fluxo de materiais, CaetanoBus.

## Abstract

This project was carried out through an internship with a duration of four months (March to June 2017) in the company CaetanoBus, bus manufacturers, with headquartered in Gaia (Portugal).

This work consisted in the development of market and economic studies concerning projects of reform that the company intends to develop. Will be explained the management software that the company has installed, centered in the maintenance section, followed by other works in the production lines of different buses models in CaetanoBus factories located in Gaia and Ovar.

Among the challenges offered by the completion of this project is that it has been given collaboration on studies and projects, having been an accomplished important research work on the intranet of the company to face the problems to overcome with full knowledge of the facts. On the other hand, it was necessary to hold meetings and keep contact with companies out of the group, as well as CaetanoBus workers, trying for achieving the desired goals. It should also be noted that the split of the company by the factories in Gaia and Ovar required a complementary effort, because they forced the movements whose depending on other collaborators of the company, due to the lack of self means of transportation.

However, excluding tasks with less importance, during the four months intenship duration, it was provided collaboration focussed on six issues: air-conditioning systems, water networks schemes, gas and electricity, painting ventilation, tolos manual update, adjustments on the production lines layout and study of the material flow within the factory.

## Keywords

Bus, Air-Conditioned systems, Painting workstations ventilation, Materials flow, CaetanoBus.

## Listado de Contenidos

Agradecimientos .....	3
Resumen .....	4
Resumo.....	5
Abstract .....	6
Lista de Contenidos .....	7
Lista de símbolos y abreviaturas.....	9
1. Introducción.....	12
1.1. Contextualización.....	12
1.2. Objetivos.....	12
1.3. Metodología .....	13
1.4. Estructura .....	13
1.5. Empresa de acogida .....	13
2. Revisión Bibliográfica .....	18
2.1. Industria del Autobús .....	18
2.2. Sistemas de planificación empresarial (ERP) .....	21
2.2.1. Introducción .....	21
2.2.2. Historia .....	22
2.2.3. Características.....	22
2.2.4. Ventajas .....	23
2.2.5. Desventajas .....	23
2.3. Flujo de materiales y gestión de procesos .....	25
3. Desarrollo .....	29
3.1. Sistemas de aire acondicionado (AC) .....	29
3.1.1. Descripción de la situación inicial .....	29
3.1.2. Estudio de mejoría del sistema.....	31
3.1.3. Estudio de mercado .....	31
3.1.4. Propuesta de soluciones.....	34
3.1.5. Amortización.....	36
3.2. Estudio de Layouts .....	40

3.2.1.	Aire comprimido.....	40
3.2.2.	Agua .....	42
3.2.3.	Gas Natural.....	44
3.3.	Manuales de herramientas.....	45
3.3.1.	Localización de manuales de herramientas (SAP).....	46
3.3.2.	Descripción de los manuales no encontrados.....	50
3.4.	Desplazamiento de las líneas de producción (OVAR) .....	51
3.4.1.	Estudio del local .....	51
3.4.2.	Análisis de viabilidad de los puestos.....	53
3.4.3.	Estudio de las necesidades de los puestos de trabajo.....	54
3.4.4.	Estudio de adaptación de los puentes grúa .....	55
3.5.	Puestos de pintura .....	56
3.5.1.	Análisis de ventilación en los puestos de pintura .....	56
3.5.2.	Elaboración del prototipo .....	57
3.6.	Flujo de materiales.....	59
3.6.1.	Estudio de la situación actual .....	60
4.	Conclusiones finales.....	69
4.1.	Sistemas de aire acondicionado (AC) .....	69
4.2.	Estudio de Layouts .....	69
4.3.	Manuales de herramientas.....	69
4.4.	Desplazamiento de líneas de producción (OVAR) .....	69
4.5.	Puestos de pintura .....	70
4.6.	Flujo de materiales.....	70
5.	Bibliografía y otras fuentes de información.....	72
6.	Anexos .....	75
6.1.	Anexo 1 .....	72

## **Lista de símbolos y abreviaturas**

AC	<i>Air Cooler</i>
COBUS	<i>Modelo de autobús de transporte en aeropuertos</i>
DSG	<i>Desenho Geral</i>
ECTS	<i>European Credits Transfer System</i>
ERP	<i>Entreprise Resource Planning</i>
EU	<i>European Union</i>
kWh	<i>Kilowatios por hora</i>
LEVANTE	<i>Modelo de autobús de transporte interurbano</i>
MRP	<i>Material Requirements Planning System</i>
MRPs	<i>Material Resource Planning</i>
SAP	<i>Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos</i>
VRF/VRV	<i>Variable Refrigerant Flow</i>
WINNER	<i>Modelo de autobús de transporte interurbano</i>



# 1. INTRODUCCIÓN

---

*Contextualización*

*Objetivos*

*Metodología*

*Estructura*

*Empresa de acogida*

---

## 1. Introducción

Este trabajo ha sido realizado durante las prácticas en la empresa CaetanoBus como parte del ERASMUS PROJECT 30 ECTS durante el segundo semestre del año académico de 2016/2017.

### 1.1. *Contextualización*

En una era en el que la eficiencia ha ganado un papel protagonista en la competitividad de las empresas, dando ventaja a aquellas que mejor sacan partido a sus recursos, surge la necesidad de invertir en los distintos aspectos inherentes al desarrollo de un producto, como son; el Proceso Productivo, el autoconocimiento de la empresa para una correcta Gestión de los recursos disponibles, la Logística que acompaña al proceso y el máximo aprovechamiento de los equipamientos con un buen sistema de Mantenimiento.

De esta forma la empresa no se limitará a ofrecer bienes (o servicios) mejores, sino que además lo hará de forma más eficiente, aumentando su margen de beneficios y situándose a la cabeza de las empresas rivales.

### 1.2. *Objetivos*

En el paso por la empresa CaetanoBus se pretende:

- Comprender el funcionamiento de la empresa y ver cómo puedo contribuir a mejorarlo.
- Colaborar con los sectores de Mantenimiento, Producción, Gestión y Logística, para buscar soluciones a las distintas situaciones que se describirán en el apartado 3.
- Actualizar datos que tiene la empresa sobre sí misma en distintos sectores, de forma que se garantice un mayor índice de autoconocimiento y por tanto una mejor gestión de los recursos disponibles.

### 1.3. Metodología

Por tratarse de metodologías diversas asociadas a cada problema particular, se tratará este tema dentro de cada uno de los apartados del punto 3.

### 1.4. Estructura

El trabajo se divide en tres grandes bloques, seguidos de las conclusiones finales y una bibliografía con el material de apoyo usado durante este proyecto.

Estos tres grandes bloques consisten en; la “*Introducción*”, donde se contextualiza y se da una guía de lo que será el proyecto, el bloque teórico llamado “*Revisión Bibliográfica*” donde se tratarán diversos conceptos relacionados con el proyecto y el “*Desarrollo*” donde se concretarán las tareas llevadas a cabo durante la estancia en la empresa.

### 1.5. Empresa de acogida



Figura 1 – Empresas pertenecientes al grupo Salvador Caetano

CaetanoBus es una empresa del Grupo Salvador Caetano (Figura 1) fundada en 2002, pero con orígenes en 1946, cuando Salvador Fernandes Caetano forma una pequeña Sociedad con su hermano, Alfredo Caetano, y Joaquim Martins.

CaetanoBus se define a sí misma como una empresa innovadora, siendo la primera en introducir la técnica de construcción de carrocerías totalmente metálicas en Portugal, en el año 1955.

1967 se torna también en un año importante para la empresa, cuando firma el primer contrato para la exportación de autobuses a Inglaterra.

Más tarde, en plena crisis económica, la empresa decide invertir en el futuro, desarrollando un proyecto de autobús 100% eléctrico. Este proyecto ve finalmente la luz, cuando en 2014 CaetanoBus lanza el E. COBUS, destinado al transporte de pasajeros en aeropuertos.

Actualmente CaetanoBus es el mayor fabricante de carrocerías y autobuses de Portugal, destinando cerca del 90% de su producción a la exportación a lo largo de tres continentes; Europa, África y Asia.

Los productos de CaetanoBus engloban los servicios de transporte urbano, turismo, aeropuertos, minibuses y soluciones personalizadas para clientes específicos.

Entre las marcas con las que la empresa trabaja encontramos las que aparecen en la Figura 2.



Figura 2 – Marcas con las que colabora CaetanoBus

Según la propia empresa, la misión visión y valores con la que trabajan son los siguientes:

### **MISIÓN**

Producir carrocerías y autobuses que satisfagan al máximo a nuestros usuarios, mejorando continuamente nuestros productos y servicios a través de la gestión eficaz de los procesos y de la utilización eficiente de los recursos.

### **VISIÓN**

La conquista del mundo con espíritu guerrero y expansionista, teniendo la innovación y la calidad como divisa.

### **VALORES**

Los valores de CaetanoBus se basan en lo que somos y en lo que deseamos ser, en la historia construida por Salvador Caetano y en el futuro que soñamos:

*Con tolerancia...respeto  
rigor...cooperación  
tradición...innovación.*

En lo que a números se refiere, se muestran en la Figura 3 los datos más relevantes de los últimos cuatro años;

	VOLUMEN DE VENTAS	UNIDADES	NÚMERO DE EMPLEADOS	EXPORTACIÓN
2013	≈43M€	364	500	90%
2014	≈50M€	431	612	95%
2015	≈67,5M€	503	694	90%
2016	≈55M€	385	565	90%

Figura 3 – Comparativa de 2013-2016 en volumen de ventas, unidades vendidas, número de empleados y porcentaje de ventas dedicadas a la exportación

Por último, podemos ver en la Figura 4 un resumen del diagrama de organización de la empresa.

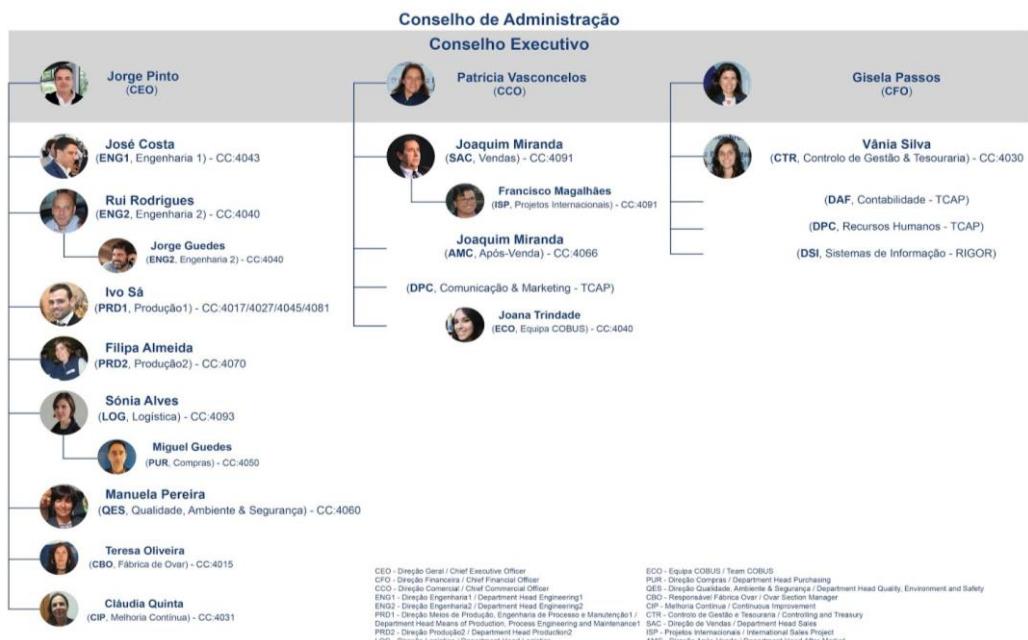


Figura 4 – Diagrama administrativo de CaetanoBus



## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

*Industria del Autobús*

*Sistemas de planificación empresarial (ERP)*

*Flujo de materiales y gestión de procesos*

---

## 2. Revisión Bibliográfica

En este apartado se tratará de forma independiente, la teoría que acompaña a la parte práctica del proyecto.

### 2.1. Industria del Autobús

Desde sus primeros años hasta ahora la industria del autobús ha experimentado un gran avance tecnológico, así como de materiales y medios de producción, sin embargo, su división más básica sigue siendo la misma. Un autobús se compone de (Figura 5): Chasis, aquella estructura interna que soporta la mecánica del vehículo, aportando rigidez y forma a un vehículo u objeto en su construcción y uso y la Carrocería, el esqueleto del vehículo. Las figuras siguientes muestran ambos objetos de estudio respectivamente.

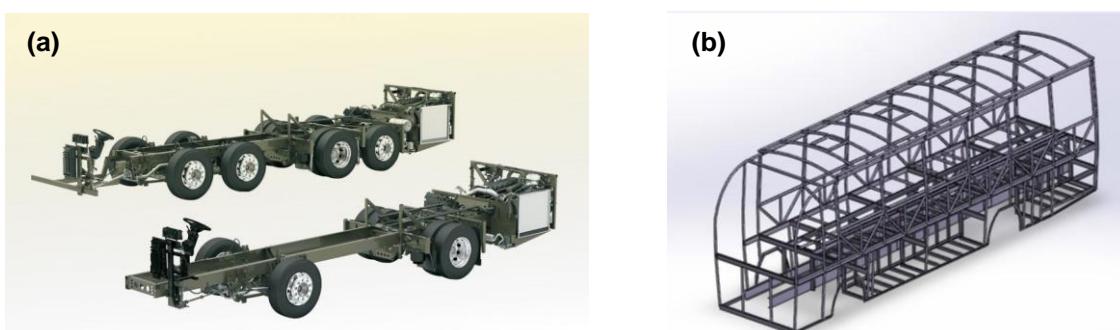


Figura 5 – Ejemplos de Chasis (a) y Carrocería (b) de los autobuses

Los autobuses descienden directamente de los carros de caballos, por lo que es lógico que los primeros modelos fuesen de chasis de madera. En los años 30 estos fueron sustituidos por chasis de metal.

Actualmente, lo normal en la industria, es que los fabricantes del chasis y la carrocería no coincidan. Así distinguimos tres tipos principales de empresa de fabricación de autobuses;

- Empresa de Fabricación de chasis.
- Empresa de Fabricación de Estructuras, también llamada carrocería.
- Empresa de Fabricación Integral; es la que menor presencia tiene en el sector.

En el caso de la empresa de acogida, CaetanoBus, se trata de una empresa carrocería, que será el tema en el que nos centraremos a continuación.

Se distinguen dos modalidades de construcción del autobús:

### **MONTAJE SOBRE EL CHASIS**

Este es el caso del modelo COBUS. Este tipo de montaje comienza con la entrada del chasis ya montado en la línea de producción y se acompaña por una línea paralela (o un proveedor externo si se diera el caso) que fabrica la estructura por partes, que se van uniendo sobre el mismo chasis del vehículo. Este tipo de montaje utiliza carrocería de aluminio, por lo que los métodos de unión serán mecánicos y no por soldadura, exceptuando pequeñas partes y/o componentes fabricados en otro material.

Como es lógico, el resultado serán vehículos más ligeros que al usar metales más pesados, pero a la vez menos resistentes.

### **MONTAJE INDEPENDIENTE**

En el caso de la mayoría de modelos, por ejemplo, los LEVANTE III o los WINNERS la carrocería requiere de montaje separado del chasis, y no será hasta la fase final, cuando esta esté totalmente lista cuando sea montada sobre el chasis.

Este tipo de montaje requiere de una fase previa de montaje, donde la precisión es muy importante en una sección especialmente dedicada a ello (en caso de fabricar la propia empresa la carrocería). Este tipo de estructura usa el acero como material de construcción y presenta uniones por soldadura, por lo que requiere de profesionales capacitados en esta área.

Una vez fabricado o comprado a un proveedor, se utilizan los medios de elevación oportunos (véase puentes grúa) para colocar la carrocería sobre el chasis, y por fin unir ambos, también mediante un proceso de soldadura.

A partir de este punto el resto de operaciones son, con pequeñas variaciones, prácticamente iguales;

- Revestimientos y chapeados: Laterales / Techo / Delantera / Trasera.
- Preparación para pintura de fondo.

- Pintura de fondo.
- Montajes sección de acabados: Pisos / Ventanas / Asientos / Puertas.
- Prueba de estanqueidad.
- Controles de calidad finales.
- Pruebas de carretera.

## 2.2. Sistemas de planificación empresarial (ERP)

### 2.2.1. Introducción

Hoy en día, el entorno altamente competitivo en el que se mueven las empresas provoca que pequeñas diferencias de organización tengan como consecuencia grandes diferencias en cuanto a beneficios o perdidas. Así, se hace necesario optimizar la forma en la que se organizan y comunican los distintos sectores de la empresa.

De esta necesidad, nacen los llamados ERP, *Enterprise Resource Planning*, softwares de gestión de negocios que manejan y coordinan grandes flujos de datos de las distintas áreas organizativas de la empresa, como son producción, logística, mantenimiento, recursos humanos, finanzas, etc. Se muestra a continuación un diagrama resumen de lo comentado anteriormente en la Figura 6.

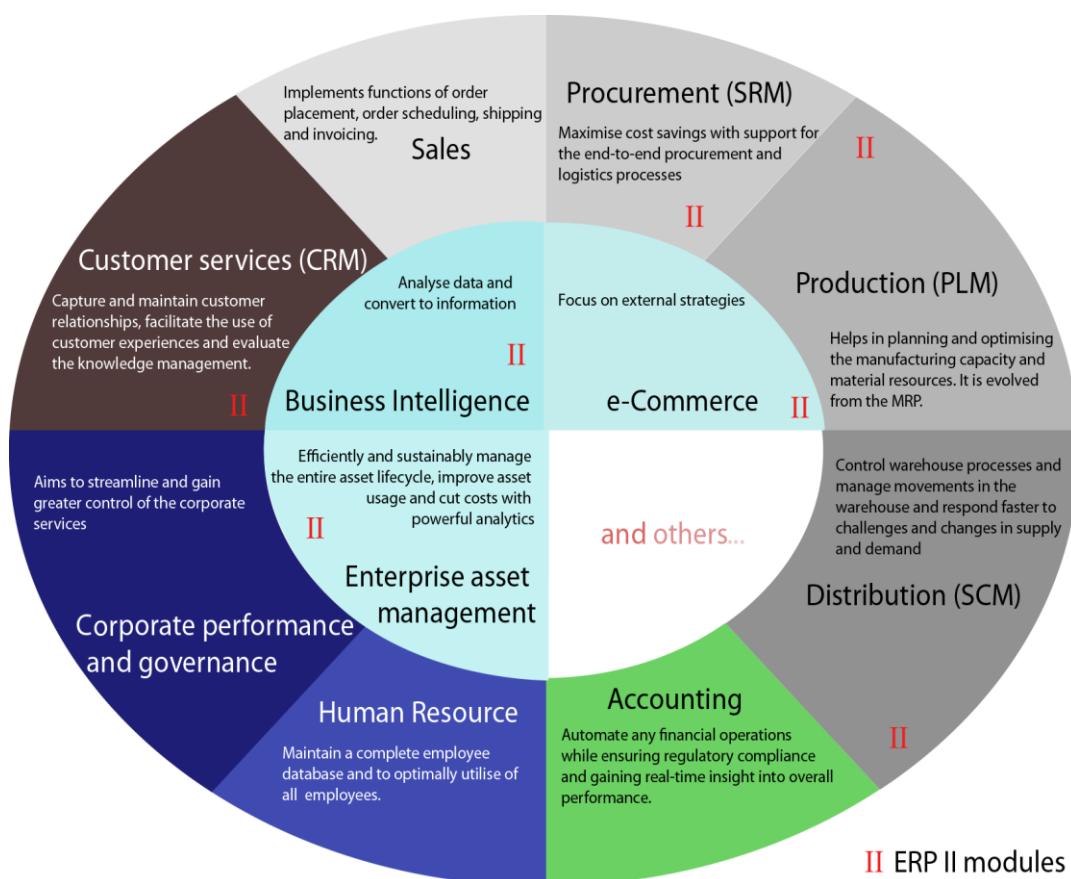


Figura 6 – Módulos que comparten la gestión de una organización [Wikipedia Commons - Shing Hin Yeung]

Aunque los diferentes sistemas ERP estén basados en una idea común: es importante estudiar bien la situación de la empresa en la que se va a implementar y sus necesidades específicas, ya que de una buena elección y uso del mismo va a depender la mejoría o empeoramiento de la situación actual. Como veremos más adelante, un mal uso del ERP puede conllevar un decrecimiento en la productividad de la empresa.

En la actualidad, los cuatro *softwares* ERP más importantes en el mercado son: SAP, ORACLE, SAGE, y MICROSOFT. [1 - 3]

### **2.2.2. Historia**

Los orígenes de estos sistemas se remontan a los MRPS, sistemas Estadounidenses desarrollados durante la segunda guerra mundial para apoyar la gestión de los recursos materiales que demandaba el ejército.

Más tarde, tras el crecimiento de las empresas por la revolución industrial, ya en la década de los 60, las compañías manufactureras adoptaron el sistema para organizar su inventario y flujo de producción en función de la demanda real. Así se pasa del MRPS a los conocidos como MRP.

En los 80 estos sistemas comienzan a incorporar nuevos conceptos de gestión, para manejar también la relación con clientes y proveedores, evolucionando hacia los MRP II.

Por último, es ligado al fuerte proceso de globalización que tiene lugar a partir de la década de los 90, donde las empresas empiezan a requerir sistemas cada vez más complejos, cuando se evoluciona hacia los *softwares* tipo ERP. [1 - 3]

### **2.2.3. Características**

Los sistemas ERP se caracterizan principalmente por tres puntos:

- **Sistema Modular:** El sistema está compuesto por unidades independientes con comunicación entre sí. Existen módulos básicos como son los de Contabilidad, Logística, Producción o Recursos humanos y módulos específicos que son instalados en función de las necesidades particulares de la empresa.

- **Flexibilidad:** Estos sistemas son adaptables a cualquier empresa, independientemente de su sector o mercado, pudiendo adaptarse también a la situación particular dentro del área específica de aplicación. A pesar de ello, hay softwares ERP especialmente diseñados para determinados tipos de empresa.
- **Base de datos centralizada.** [1 - 3]

#### **2.2.4. Ventajas**

La implementación adecuada de un sistema ERP tiene como consecuencia, entre otras, las siguientes ventajas:

- Permite acabar con grandes bases de datos en formato físico, proveyendo una forma rápida y eficaz de introducir y consultar distintos ficheros e informaciones en general, con el consecuente aumento de la eficiencia y productividad de la empresa;
- Supone un ahorro en cuanto a costos debido al aumento de la precisión en el cálculo de inventario, de tiempos de trabajo y la incorporación de información tanto de clientes como de proveedores;
- Facilita el proceso de auditoría de una empresa;
- Al actualizarse continuamente y de forma inmediata, permite llevar a cabo una mejor toma de decisiones;
- Los sistemas ERP incorporan sistemas de seguridad para proteger a la empresa de posibles ataques. [1 - 3]

#### **2.2.5. Desventajas**

La implementación del ERP supone un gran cambio organizativo en la empresa. Siendo que no hay muchos expertos en sistemas ERP, y sin la base que pueda proporcionar una correcta formación de los empleados que vayan a lidiar con el sistema, no se van a producir los resultados esperados a no ser que se invierta correctamente en su aprendizaje. Esto puede derivar en una renuencia por parte de los usuarios a trabajar con el sistema, o simplemente a un incorrecto aprovechamiento del mismo.

La instalación de estos sistemas requiere de romper con viejos marcos estructurales, para lo que en ocasiones la empresa no está preparada, por lo que es imprescindible un estudio adecuado previo a la implementación del mismo.

El coste de implementar un sistema ERP es alto, además de los gastos asociados al mismo, entre los que se cuentan los cursos de formación ya mencionados o la eficiencia temporal de las operaciones empresariales durante el tiempo de implementación.

La ineficiencia de uno de los departamentos o de uno de los empleados puede afectar a otros participantes del software.

En definitiva, el mayor problema de un sistema ERP está relacionado con las personas que hacen uso de él. [1 - 3]

### **2.3. Flujo de materiales y gestión de procesos**

Atendiendo a la definición de Shingo, se entiende por proceso: “Una secuencia de operaciones, que pueden aportar, o no, valor al producto, incluyendo transporte, controles de calidad, almacenaje, etc.”

#### **¿Qué es la Cartografía de Flujos?**

La Cartografía de Flujos (o mapa de flujo) es una herramienta de trabajo que hace una representación esquemática de un circuito de producción de una pieza o producto, exponiendo las principales operaciones y evidenciando todas las operaciones que no añaden valor al producto final. [5]

#### **¿Por qué es necesaria?**

En la empresa, y más particularmente en el sector productivo, se dan todo tipo de errores e ineficiencias debidas a una mala planificación, que perduran por meses e incluso años, traduciéndose en pérdidas de tiempo y dinero para la empresa. Transportes innecesarios, Stocks elevados y áreas desaprovechadas son solo algunos de los ejemplos que acontecen por no tener correctamente cartografiado el flujo de materiales de las líneas de producción. [5]

#### **¿Para qué se utiliza?**

Los objetivos principales de un mapa de flujo son:

- Crear una herramienta de diálogo entre los diferentes grupos multidisciplinares o no para eliminar de raíz las ineficiencias y para conseguir un sistema de producción más flexible y con una mayor capacidad de reacción;
- Permitir un conocimiento detallada de los productos, materiales y piezas a lo largo del proceso productivo;
- Evidenciar y corregir las situaciones ineficientes del proceso productivo:
  - Flujo de trabajo más simple;
  - Reducción de stock;
  - Eliminación de operaciones de transporte.

- Reducir costes de producción. [5]

## ¿Cómo se hace?

El primer paso en la elaboración de un mapa de flujo es entender el funcionamiento general de la línea de trabajo, recopilar la máxima información posible de esta es crítico para el proceso.

En el proceso de producción, los operarios que trabajan en cada sección de la línea tienen una idea de lo que ocurre en sus puestos de trabajo, pero no poseen la visión global que necesitamos para evaluar la situación de forma eficiente. Por ello tendremos que buscar a alguien con una visión global del proceso para poder ensamblar correctamente todas las piezas del rompecabezas.

Para obtener la información necesaria el orden lógico de obtención es el siguiente:

### 1. Identificar cada proceso;

Valiéndonos de la ayuda de alguien con visión general de la línea de producción.

### 2. Describir el proceso;

Incluyendo, dónde empieza el proceso, dónde acaba y cuáles son las acciones más importantes que tienen lugar en él.

### 3. Identificar a las personas involucradas en el proceso;

Después de esta fase se debe tener claro el diagrama de responsabilidades que acompaña a cada proceso.

### 4. Entrevistar a las personas involucradas en el proceso;

### 5. Contrastar las informaciones anteriormente obtenidas

### 6. Flujo (entrevistas a los trabajadores de cada sección)

El siguiente paso es identificar las tareas llevadas a cabo en cada proceso, recorriendo los puestos de trabajo y obteniendo información de primera mano de los propios operarios. Una idea interesante en este punto es desarrollar una encuesta que los operarios rellenen sobre su trabajo en la empresa; qué hacen exactamente, cuánto les lleva hacerlo, de quién reciben los productos/materiales, a quién los envían cuando han terminado, etc. Esta encuesta se enviará una o dos semanas antes de ser necesaria, con el fin de dar tiempo a los operarios a pensarla y contestarla correctamente, mientras podemos dedicarnos a los pasos anteriores. [4]

## 3. DESARROLLO

---

*Sistemas de aire acondicionado (AC)*

*Estudio de Layouts*

*Manuales de herramientas*

*Desplazamiento de las líneas de producción (OVAR)*

*Puestos de pintura*

*Flujo de materiales*

*Instrucciones de trabajo*

---

### 3. Desarrollo

Durante la realización de estas prácticas se han tratado diferentes temas, que por sus diferentes campos y métodos de realización ha sido necesario agrupar en siete grandes tareas, de las que se procede a hablar a continuación.

#### 3.1. *Sistemas de aire acondicionado (AC)*

La metodología de trabajo que se ha usado en este apartado ha consistido en una exhaustiva búsqueda, tanto en libros como en páginas web de proveedores y foros de internet, para comprender la situación actual de los Sistemas de aire acondicionado, seguido por un estudio de mercado en el que se ha contactado con distintas empresas con quienes se han discutido las posibles soluciones para el problema.

Una vez realizado este estudio y con las posibles soluciones dadas por ellas, se ha procedido a valorar las propuestas y estudiar las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.

##### 3.1.1. *Descripción de la situación inicial*

La primera planta del Pabellón A de la fábrica de Gaia cuenta con un sistema de ventilación cuya instalación se ha ido renovando por secciones a lo largo de diferentes años, así nos encontramos con grupos de aparatos de distintas antigüedades, según el “lote” al que pertenecen.

Los más antiguos, instalados en el año 1994 siguen funcionando con el refrigerante R22, cuyo uso ha sido prohibido. Por tanto, aunque se cuenta con un periodo de adaptación durante el cual es legal que estos aparatos sigan en funcionamiento, se hace necesario cambiarlos por sistemas que se acomoden a la normativa vigente.

En la actualidad, todos los sistemas de AC operan de forma individual. Es destacable tener en cuenta la posible distribución futura de la sala de oficinas, de la que se va a hablar para una optimización de las posibles soluciones.

A continuación, se muestra un mapa de cada una de las zonas sobre el que se va a hablar en los próximos apartados, incluyendo la posible distribución de la sala de oficinas (Figura 7, Figura 8 y Figura 9):

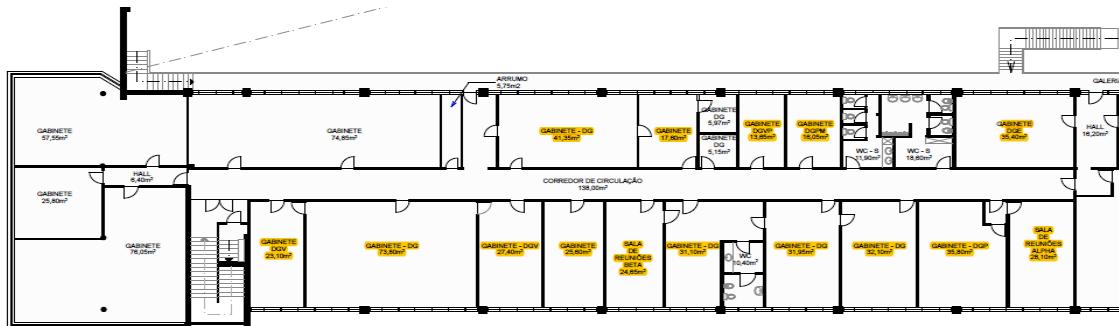


Figura 7 – Planta de los despachos

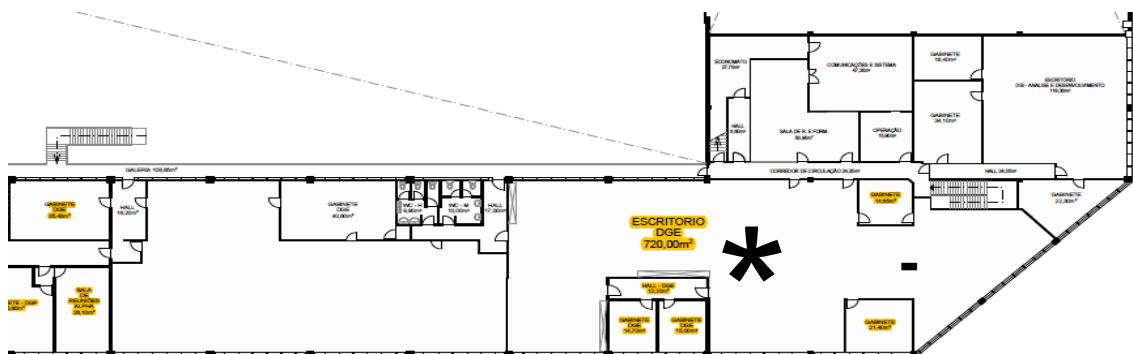


Figura 8 – Planta de las Oficinas

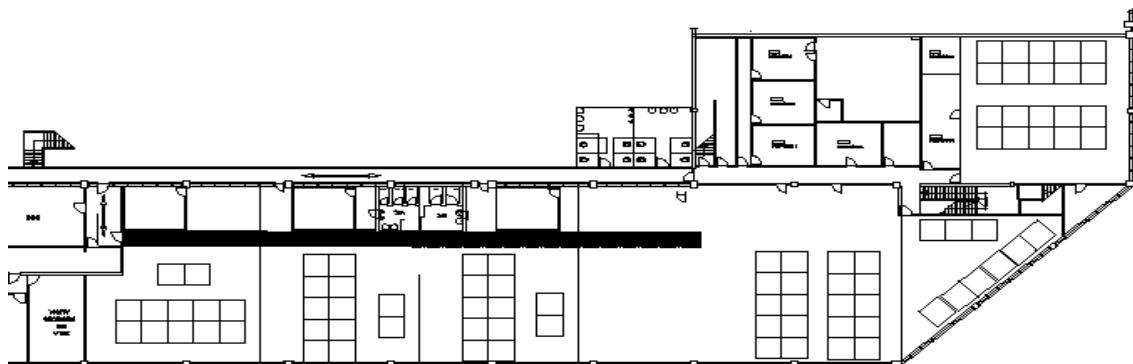


Figura 9 – Distribución futura

### 3.1.2. Estudio de mejoría del sistema

Para cumplir con la nueva normativa, se han de buscar aparatos que trabajen con otro tipo de refrigeración, es el caso del refrigerante R – 140A, mezcla de R – 32 y R – 125, que no contribuye a la destrucción de la capa de ozono.

Como se ha comentado en el apartado anterior, los sistemas de AC actuales, funcionan de forma independiente, se estudiará pues la posibilidad de mejorar la climatización de la empresa valiéndonos de un sistema centralizado.

### 3.1.3. Estudio de mercado

En cuanto a aparatos de aire acondicionado individuales, podemos clasificarlos en dos tipos, aquellas unidades compactas en las que el compresor y el evaporador se encuentran unidas, o aquellas en las que no. Evidentemente, este tipo de unidades serán más adecuadas para nuestro caso, ya que no podemos permitirnos situar todos los aparatos en las caras externas del edificio.

Así, en cuanto a unidades separadas tenemos otra clasificación, en función de la carga de aire necesaria, siendo los que menos potencia ofrecen, ideales para despachos y áreas más reducidas, tenemos los de tipo *mural*, o *Split* (Figura 10).



Figura 10 – Aspecto de un *Split*

Por otro lado, están las unidades tipo *Casete* (Figura 11), con más potencia que los *Splits*, y más adecuados por lo tanto para trabajar en espacios donde se precisa de una mayor carga de aire. Estos aparatos son ideales cuando se dispone de techo falso, como es nuestro caso.



Figura 11 – Aspecto de una unidad *Casete*

Respecto a los sistemas con varias salidas, encontramos los sistemas *multisplit* (Figura 12), un sistema que, al contrario de lo que pueda parecer, no ofrecen ninguna ventaja económica respecto a los *splits* individuales, pero cuenta con la ventaja de ahorrar en espacio al tener solo una unidad exterior. El sistema *multisplit* no solo es más caro, sino que además permite menor flexibilidad que los sistemas individuales (si ocurre cualquier avería en la unidad central el sistema entero deja de funcionar). Este sistema permite salidas tipo *Split* o tipo *Casete*.

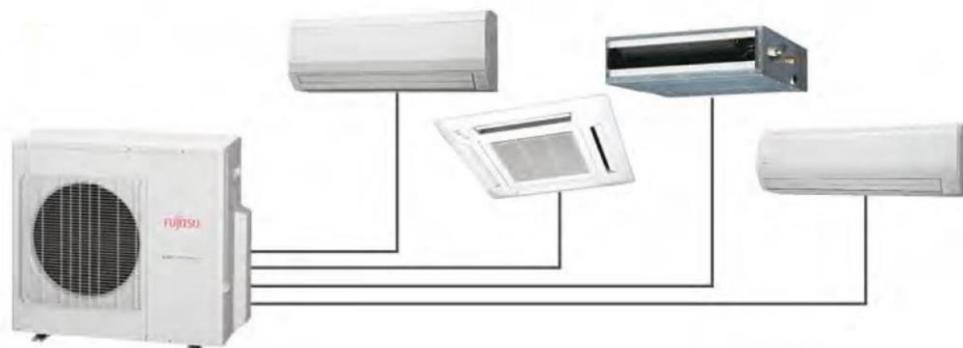


Figura 12 – Aspecto de un *Multisplit*

Otro tipo de sistema es el llamado aire acondicionado por conductos (Figura 13), que consiste en un aparato central que distribuye el aire por los diferentes conductos, para ir a desembocar a las rejillas de salida. Como el caso del multisplit, estos sistemas están diseñados para viviendas o despachos, donde el consumo de aire necesario no es tan grande.

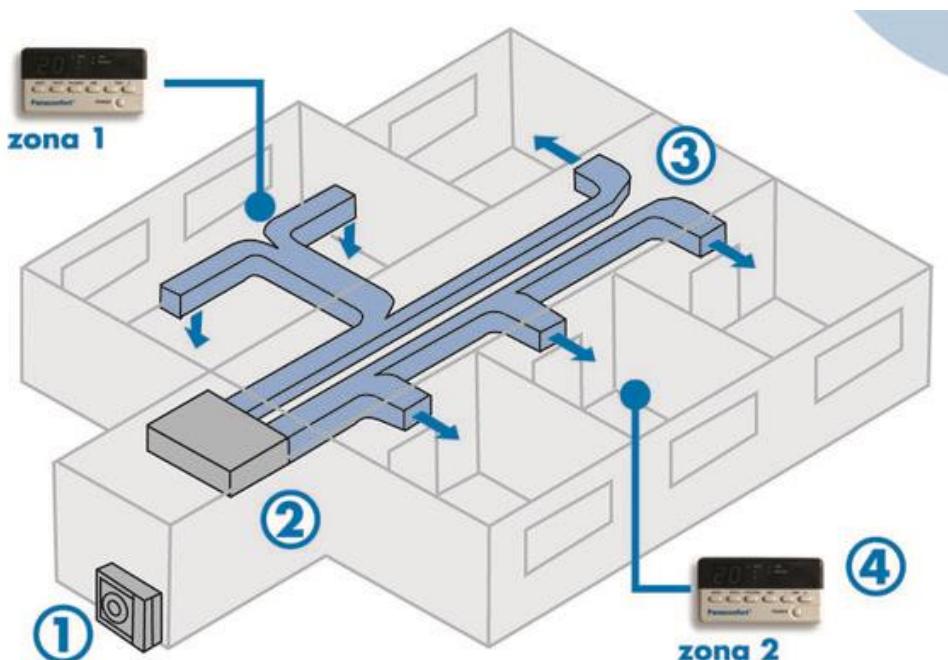


Figura 13 – Aspecto de un Sistema AC por conductos

En cuanto a sistemas de mayor potencia, encontramos las típicas instalaciones para usos industriales, en las que, en una unidad centralizada, se calienta agua para distribuirla por los diferentes conductos de refrigeración/calefacción. Básicamente se cuenta con tres elementos en la instalación; la Unidad Central, que enfriá o calienta el agua, una red de tuberías para llevar esta agua desde la unidad central hasta los *fan-coils*, y los *fan-coils*, donde se intercambia el calor entre el sistema y el ambiente.

Por otro lado, aparecen las instalaciones que no precisan de aire o agua (Figura 14), sino que funcionan con un refrigerante, normalmente R – 140A. En esta clasificación, encontramos los llamados sistemas de volumen de refrigerante variable VRV, o en inglés VRF (*Variable Refrigerant Flow*) que es un nuevo tipo de instalación que cuenta con tecnología *inverter* y un sistema de control centralizado que permite adaptar el sistema según convenga. Además, tiene menos conversiones de energía que las instalaciones de agua, de las que hablábamos anteriormente. Como inconveniente, el gas refrigerante utilizado (normalmente R410A)

aunque no es tóxico, en caso de fuga puede desplazar el aire de la sala o habitación imposibilitando la respiración.



Figura 14 – Instalación que no precisa de aire o agua

Para proveernos de estos sistemas de aire acondicionado la empresa CaetanoBus cuenta con un distribuidor con el que ya ha trabajado con anterioridad, FT Systems, que en la actualidad se encarga del mantenimiento del aire acondicionado del edificio.

En un afán por encontrar nuevas propuestas para poder comparar precios, se contacta con varias empresas con las que se mantienen reuniones para tratar el asunto. Estas empresas son LIDERNOR y NUNOMIRANDA.

#### **3.1.4. Propuesta de soluciones**

Como se explicó anteriormente, la idea inicial era cambiar los aparatos de los despachos y salas que se presentan en las Figuras 7, 8 y 9. Sin embargo, más adelante se decidió incluir en el presupuesto dos zonas más, una de salas tipo *Openspace*, y una zona de servidores. Finalmente se volvió a cambiar de idea debido al alto coste puntual de las propuestas, y se decidió trabajar sólo con una de las zonas de la primera propuesta (marcada con un asterisco en la Figura 8).

Sin embargo, dado el interés que tiene el estudio inicial en la comparación de los consumos eléctricos y los gastos asociados a ellos entre los sistemas VRF y los aparatos individuales, será comentado antes de proceder con la última propuesta.

## ESTUDIO INICIAL

En un principio se estudiaban las dos zonas (Despachos y Oficinas) por separado, pero ya que, como se comentó anteriormente, no todos los aparatos necesitan ser cambiados se plantea la posibilidad de, en el caso de instalar un sistema centralizado mover aquellas máquinas que puedan seguir siendo utilizables a los despachos, como forma de optimización y ahorro económico.

Una vez realizado el estudio de mercado, son básicamente dos los puntos a considerar en la búsqueda de soluciones: el tipo de sistema a instalar (centralizado tipo VRF en las salas o no) y el proveedor recomendado para ese tipo de sistema.

Para ayudarnos en la decisión estudiamos las características, ventajas y desventajas de cada sistema, comparándolos en diferentes aspectos:

Antiguamente, instalar máquinas individuales podría suponer una ventaja en cuanto a control, no sucede lo mismo ahora, ya que un sistema VRF cuenta con cuadros de control que permiten zonificar la instalación, así como optimizar el sistema, regulando automáticamente sus diferentes salidas.

En cuanto a eficiencia, vuelve a ser un punto a favor en los VRF, que cuentan con la ventaja de poder ser sobrecargados, en el sentido de que, al calcular la instalación se hace pensando que en ningún momento se va a requerir el 100% de capacidad en todas las unidades interiores o lo que es lo mismo, se puede instalar una unidad exterior de menor potencia obteniendo el mismo resultado y ahorrando en torno a un 30% de potencia, con respecto a los aparatos individuales.

En términos de inversión, son los aparatos individuales los que ganan ventaja, contando con entre un 15 y un 25 % de ahorro en coste inicial, dependiendo de las diferentes marcas. Se ilustra a continuación este hecho con una tabla comparativa (Tabla 1) entre cuatro marcas de AC, SAMSUNG, MITSUBISHI, DAIKIN y HAIER.

Tabla 1 - Costo por solución y por zona

MARCA	OPENSPACES TIPO	PRECIO	
		SALAS	DESPACHOS
SAMSUNG	VRF	39.781,00 €	18.748,00 €
SAMSUNG	INDIVIDUAL	30.546,00 €	16.206,00 €
MITSUBISHI	INDIVIDUAL	31.687,00 €	19.886,00 €
HAIER	VRF	34.937,81 €	-
DAIKIN	VRF	35.277,66 €	17.572,50 €

Otra desventaja del sistema VRF es el peligro de fuga del gas refrigerante por los conductos de transporte hasta sus salidas, como se comentó con anterioridad, sin embargo, muchos de estos sistemas incorporan un extractor, que se activa en caso de detectar algún tipo de escape del refrigerante.

Para ayudar con la decisión, se va a presentar a continuación un análisis económico de las diferentes marcas.

### 3.1.5. *Amortización*

#### ESTUDIO INICIAL

Para poder estudiar qué supone a largo plazo cada solución de AC, hemos de tener en cuenta el consumo que tiene cada una, por ejemplo, si bien el sistema individual SAMSUNG parece el más barato a primera vista, calculando qué nos supone su diferencia en cuanto a consumo observaremos que es el sistema más caro a largo plazo.

La siguiente tabla (Tabla 2) representa las potencias nominales consumidas en total al enfriar y calentar por los diferentes sistemas (por hora), frente al precio de su inversión inicial.

Tabla 2 – Potencia consumida e precio por tipo de aparato/dispositivo

	MARCA	POT. CONSUMIDA (Enfriamiento/Calentamiento) [kW]	PRECIO
LIDERNOR	SAMSUNG VRF	28,72 30	45.150,00 €
	SAMSUNG INDIVIDUAL	39,43 37,63	30.546,00 €
	MITSUBISHI INDIVIDUAL	32,28 34,73	31.687,00 €
	DAIKIN VRF		35.277,66 €
	HAIER VRF	24,8 25,1	34.937,81 €

Para la realización de los cálculos oportunos, tomaremos las siguientes consideraciones;

- Cálculo de precio acumulado mensual, 240 meses (20 años) estimando 23 días laborales mensuales de doce horas cada uno;
- Potencia consumida: Datos tomados de la tabla anterior, teniendo en cuenta que se usará la potencia de calentamiento durante los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril, Noviembre y Diciembre, y la de enfriamiento durante el resto del año. Por lo tanto, estaremos hablando de 120 meses calentando y 120 meses enfriando el local;
- Para los cálculos eléctricos, tomaremos la aproximación de 0,15 € como precio del kWh;
- Consideraremos el pago del sistema como un Mes 0 durante el cual no habrá gasto eléctrico asociado. A partir de este, iremos sumándole la cantidad correspondiente a dicho gasto mensualmente;
- El sistema más barato mensualmente aparecerá representado con el color Rojo;
- Se marcará cada “adelantamiento” subrayando en amarillo el mes y marcando en negrita el sistema que pasa a ser más económico que otro.

- Este estudio no tiene en cuenta los gastos de mantenimiento, ya que no fueron proporcionados por las empresas hasta las fases posteriores, sin embargo, como hemos comentado el fin del mismo es comparar los consumos de los VRF frente a aparatos individuales.

La tabla 3 muestra un resumen de los costes de cada solución cuando considera. A modo de resumen del análisis que se mostrará a continuación, podemos destacar los siguientes puntos:

**Tabla 3 – Análisis económico desde el mes 0 hasta el mes 198**

MES	LIDERNOR			NUNOMIRANDA	FT SYSTEMS
	SAMSUNG VRF	SAMSUNG INDIVIDUAL	MITSUBISHI INDIVIDUAL	HAIER VRF	MITSUBISHI VRF
0	45.150,00 €	<b>30.546,00 €</b>	31.687,00 €	34.937,81 €	51.182,80 €
4	49.906,03 €	<b>37.075,61 €</b>	<b>37.032,57 €</b>	39.044,69 €	55.674,70 €
11	58.229,09 €	48.502,42 €	46.387,31 €	<b>46.231,73 €</b>	63.934,00 €
33	<b>84.387,26 €</b>	<b>84.415,27 €</b>	75.787,94 €	<b>68.819,57 €</b>	89.891,80 €
46	99.844,37 €	<b>105.636,49 €</b>	93.161,03 €	<b>82.166,93 €</b>	<b>105.230,50 €</b>
92	<b>154.538,74 €</b>	180.726,98 €	<b>154.635,06 €</b>	<b>129.396,05 €</b>	159.505,90 €
122	190.314,96 €	229.550,00 €	<b>194.929,68 €</b>	<b>160.222,49 €</b>	<b>194.902,90 €</b>
198	<b>284.706,96 €</b>	347.949,04 €	304.204,16 €	<b>239.197,13 €</b>	<b>284.575,30 €</b>

En el mes 0, el sistema más económico es el SAMSUNG INDIVIDUAL. El primer “adelantamiento” tiene lugar durante el mes 4, en el que el sistema MITSUBISHI INDIVIDUAL presenta el menor gasto acumutivo. A partir del 11avo mes en adelante, el sistema más rentable es el HAIER VRF. En el mes 33 (durante el tercer año), el sistema SAMSUNG VRF pasa a ser más barato que el SAMSUNG INDIVIDUAL. En el mes 46 (cuarto año), el VRF de MITSUBISHI se coloca por encima del sistema individual SAMSUNG. En el octavo año, mes 92, el SAMSUNG individual se coloca como la segunda opción más barata a largo plazo. Al cumplimiento del mes 122 (durante el onceavo año), los tres sistemas VRF demuestran ser más eficientes que los sistemas individuales, demostrando ser entonces, opciones más baratas a largo plazo que los individuales. No es hasta el año 17 en el que el VRF de MITSUBISHI adelanta al de SAMSUNG para colocarse como la segunda opción más barata.

Traducido al gasto mensual/anual que supondrá cada aparato durante los próximos veinte años tenemos la siguiente tabla:

Tabla 4 – Resumen de gastos mensual y anual con cada equipo

	SAMSUNG VRF	SAMSUNG INDIVIDUAL	MITSUBISHI INDIVIDUAL	HAIER VRF	MITSUBISHI VRF
PAGO MENSUAL	1.403,63 €	1.722,42 €	1.519,14 €	1.178,50 €	1.392,21 €
PAGO ANUAL	16.843,56 €	20.669,04 €	18.229,68 €	14.142,00 €	16.706,52 €

Aunque el HAIER VRF supone un pequeño ahorro en cuanto a costes, comparado con el sistema MITSUBISHI VRF, debido a que en Portugal la presencia de tanto MITSUBISHI como SAMSUNG es mayor, se puede recomendar, por comodidad, usar estos, los cuales contarán con ventajas a la hora de cuestiones de mantenimiento o sustitución de piezas, por tener que transportarse estas desde centros logísticos situados en Europa.

## ESTUDIO FINAL

Tras varias propuestas y diversas reuniones con las empresas proveedoras de AC, el resultado final se muestra en la siguiente Tabla (todos los sistemas considerados son VRF):

Tabla 5 – Análisis económico final

	MARCA	MODELO	POT. CONSUMIDA [kW]	PRECIO	MANTENIMIENTO (Semestral)	PAGAMIENTO EQUIVALENTE MENSUAL (20 AÑOS)	PAGAMIENTO EQUIVALENTE ANUAL (20 AÑOS)
LIDER NOR	SAMSUNG	AM 100 MXV DGH x2	8	19.517,00 €	369,00 €	495,55 €	5.946,55 €
	MITSUBISHI	PUHY-P 500 YKB – A1	7,44	21.170,00 €	369,00 €	457,72 €	5.492,69 €
	DAIKIN	RXYQ_20T	7,6	23.275,00 €	369,00 €	473,12 €	5.677,43 €
	TOSHIBA	MMYMAP 2006 HT 8 PE – 20 HP	8,4	23.255,00 €	369,00 €	506,16 €	6.073,87 €
NUNOMIRANDA	DAIKIN	RXYQ_20T	7,6	17.640,00 €		388,14 €	4.657,68 €
FT SYSTEM	MITSUBISHI	PUHY-P 500 YKB	7,44	20.398,00 €	234,27 €	445,72 €	5.348,62 €

Con lo cual, mi recomendación para la empresa es continuar trabajando con FT System, escogiendo para ello la marca de AC, *MITSUBISHI*.

### **3.2. *Estudio de Layouts***

En colaboración con el departamento de mantenimiento, se pretende actualizar los mapas de redes de tres edificios que debido a las variaciones que han sufrido a lo largo de los años, si existían mapas de ellos, estos están desactualizados.

El procedimiento de trabajo para esta tarea ha consistido en recorrer las diferentes zonas marcando el seguimiento de las líneas, para después consultarlas con el técnico de mantenimiento (Fernando), encargado de estas instalaciones en su momento, para después trazarlas en el mapa de las instalaciones con el programa DraftSight y subirlas a los archivos de la empresa.

Los edificios que se van a estudiar son los pabellones A (salas de oficinas y líneas de montaje de los autobuses), D (almacén y correcciones finales) y el edificio de prototipos.

Por no tener sentido comentar cada mapa por individual, se procederá a mostrar los planos resultantes agrupados por su objeto de estudio.

En los planos, las cruces “X” representan válvulas de corte y los círculos del mismo color entradas a tierra, los círculos rojos en los mapas de aire comprimido representan caudalímetros.

#### **3.2.1. *Aire comprimido***

En los ejemplos de la Figura 15, Figura 16 e Figura 17 se pueden ver la disposición de sistemas de aire comprimido en cada una de las áreas analizadas.

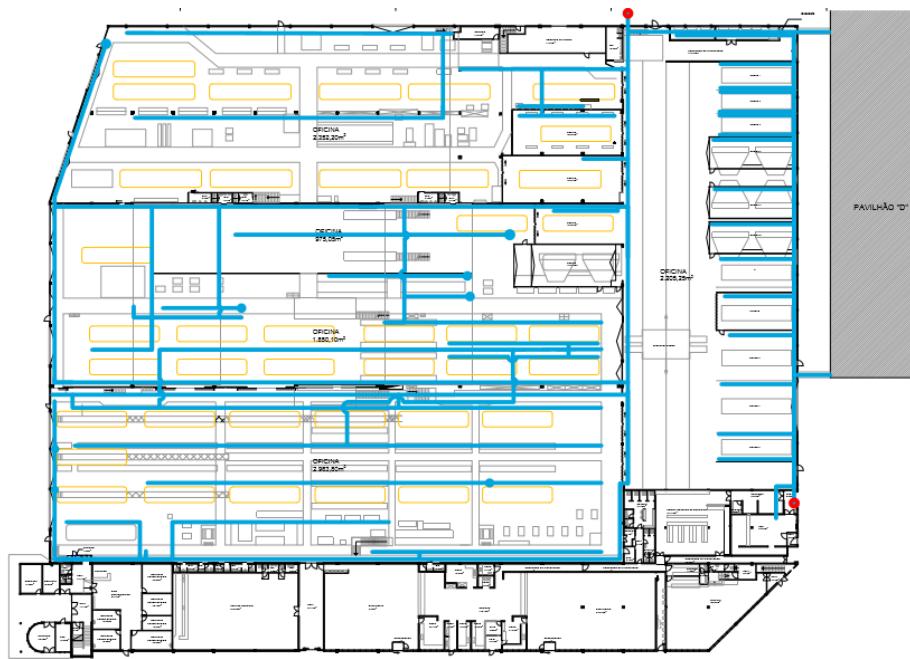


Figura 15 – Layout del aire comprimido en el pabellón A

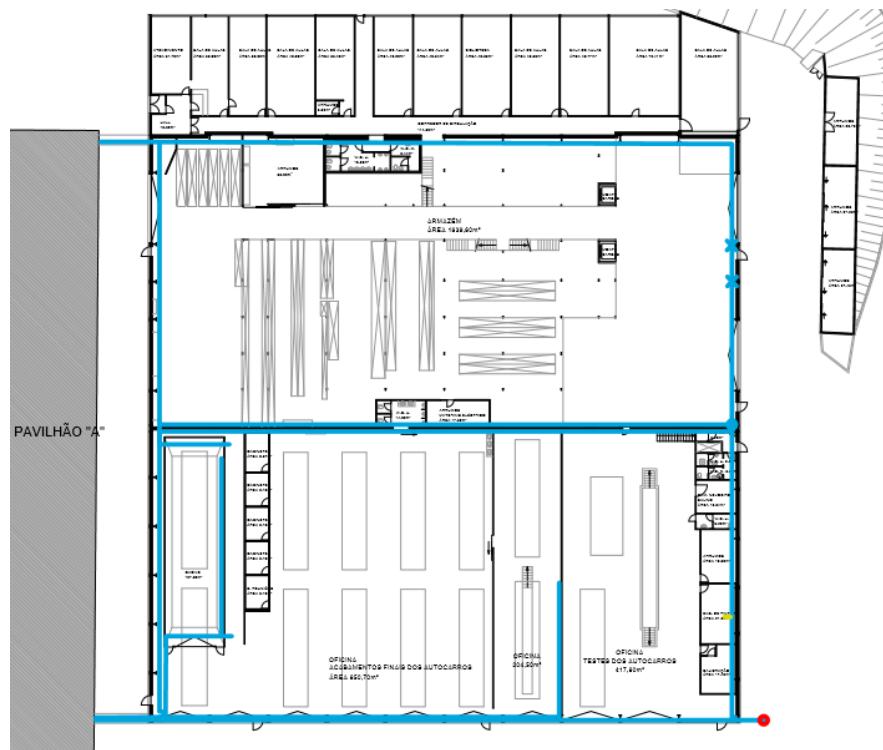


Figura 16 – Layout del aire comprimido en el pabellón D

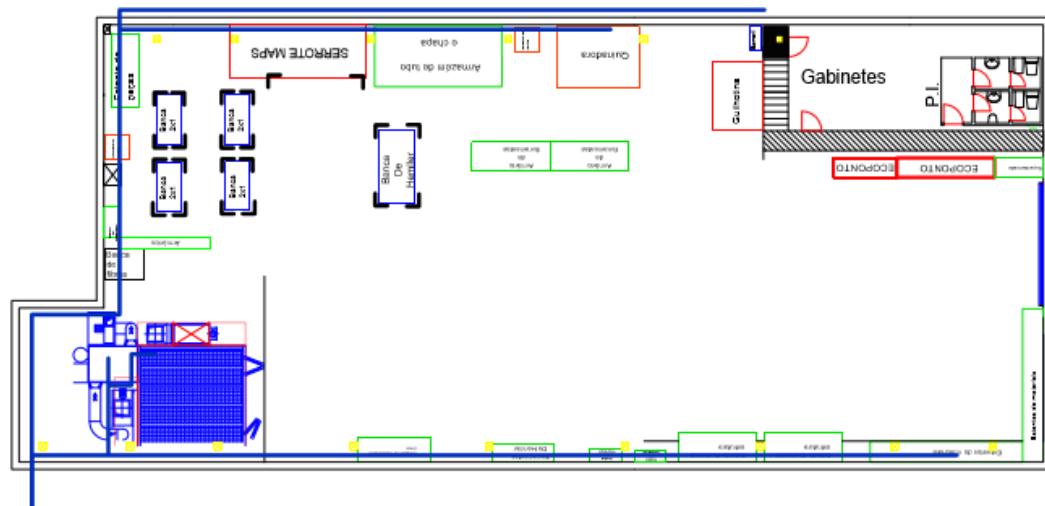


Figura 17 – *Layout* del aire comprimido en el pabellón de prototipos

### 3.2.2. Agua

En los ejemplos de la Figura 18, Figura 19 e Figura 20 se pueden ver la disposición de sistemas de distribución de agua en cada una de las áreas analizadas.

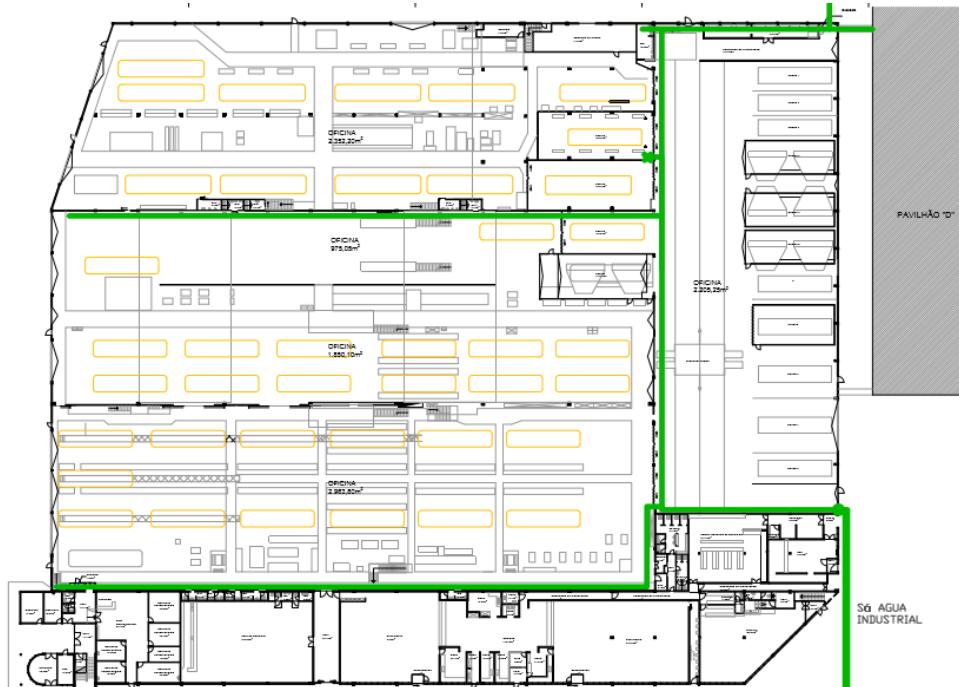
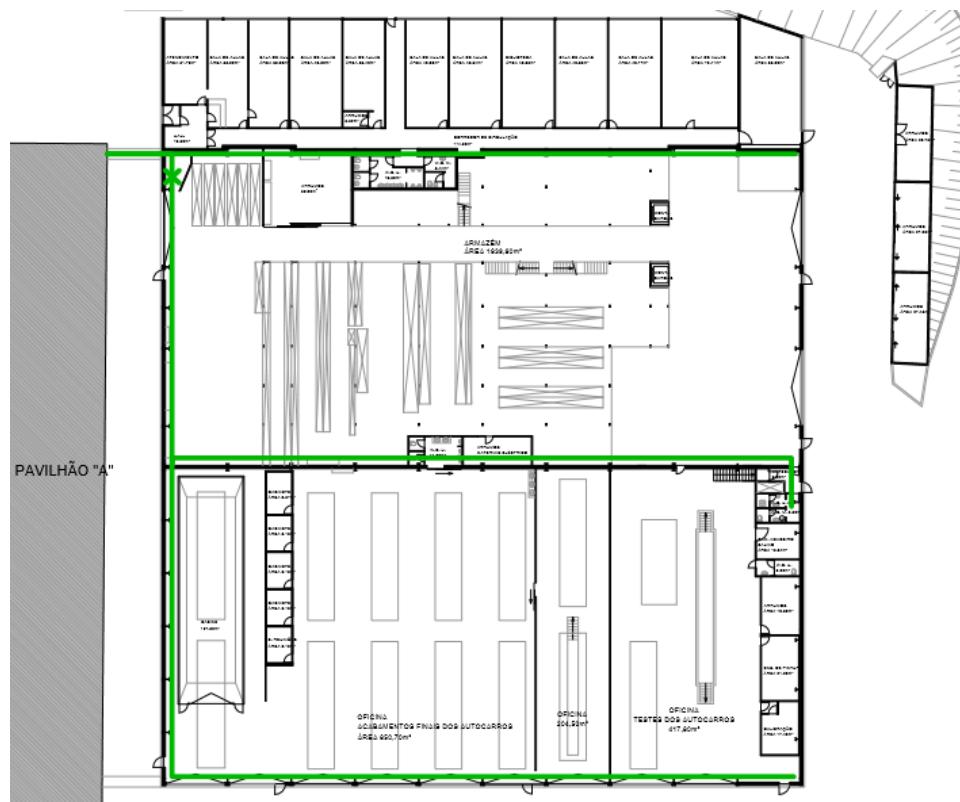
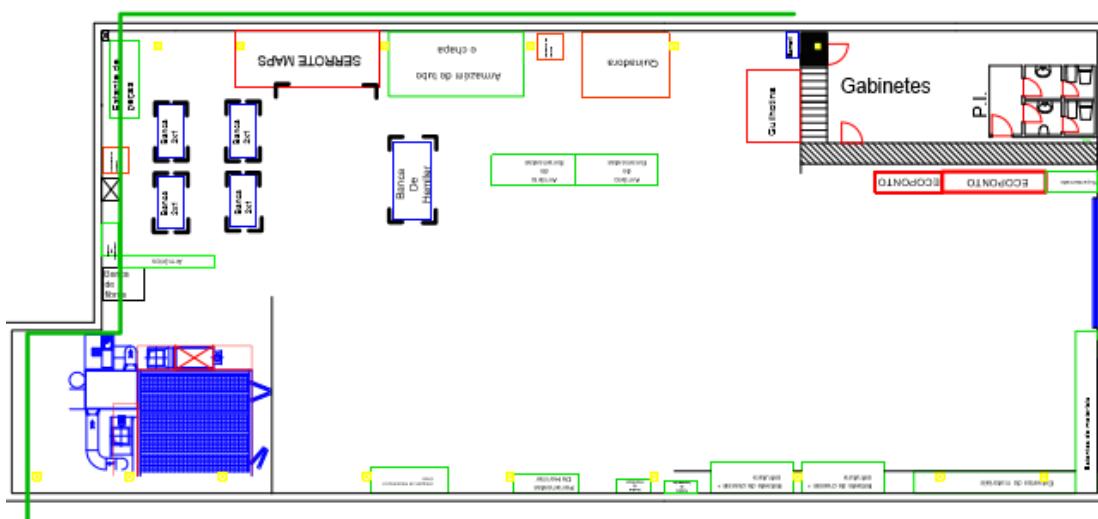


Figura 18 – *Layout* de distribución de agua en el pabellón A



**Figura 19 – Layout de distribución de agua en el pabellón D**



**Figura 20 – Layout de distribución de agua en el pabellón de prototipos**

### 3.2.3. Gas Natural

En los ejemplos de la Figura 21, Figura 22 y Figura 23 se pueden ver la disposición del sistemas de distribución de gas natural en cada una de las áreas analizadas.

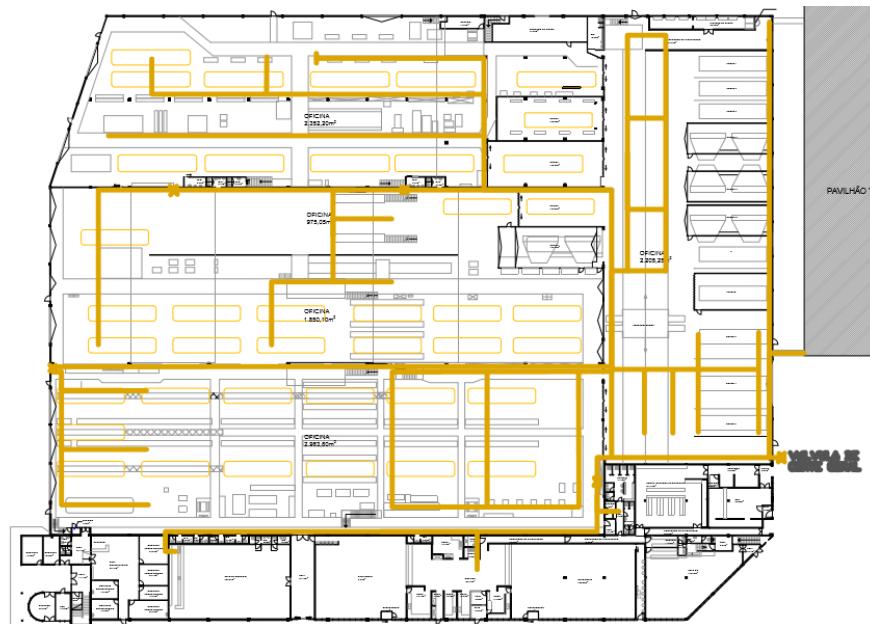


Figura 21 – Layout de distribución de gas natural en el pabellón A

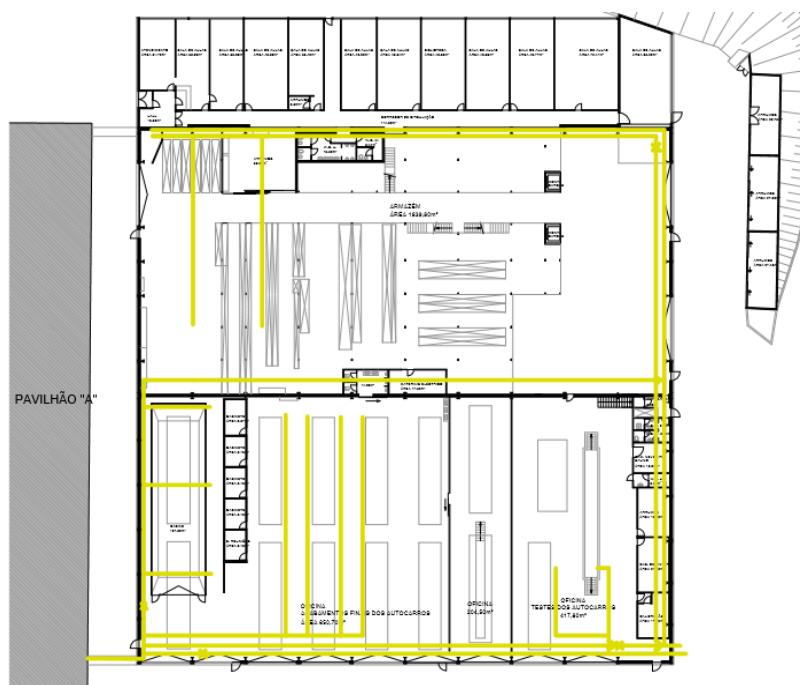
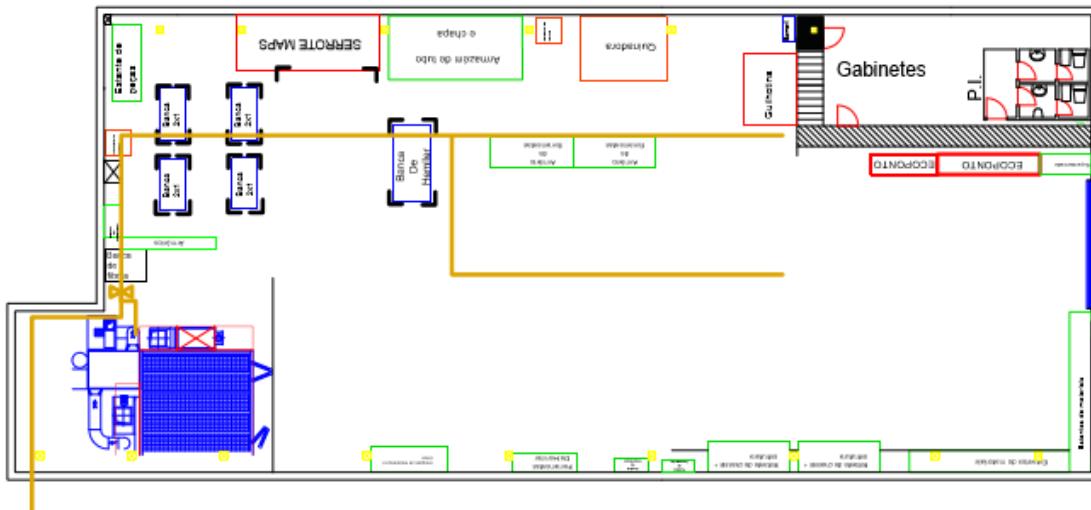


Figura 22 – Layout de distribución de gas natural en el pabellón D



**Figura 23 – Layout de distribución de gas natural en el pabellón de Prototipos**

### **3.3. *Manuales de herramientas***

Continuando la colaboración con el departamento de mantenimiento, surge la necesidad legal de asociar a cada máquina/herramienta un manual de utilización en la base de datos de la empresa. Para la organización de distintos ámbitos de la empresa, en CaetanoBus se trabaja actualmente con el software de organización SAP (Figura 24).



**Figura 24 – Logotipo de la marca SAP**

SAP es un programa de origen alemán, perteneciente a la categoría de los denominados ERP. Según la propia definición de un consultor de SAP: "SAP es un sistema informático que se alimenta de los datos que se cargan y procesan dentro de un entorno. El sistema se encargará (de acuerdo a la configuración realizada por el usuario - consultores SAP) de producir con esos datos información útil para la toma de decisiones y de exponer estos datos de tal forma que puedan ser interpretados por los interlocutores interesados.".

Así, estamos ante un sistema que permite organizar la información y reaccionar ante ella, poniendo como ejemplo el caso del departamento de mantenimiento: mandar mensajes a la persona responsable del mantenimiento preventivo para indicarle cuándo ha de llevarse a cabo la próxima tarea de revisión.

Debido a que la empresa no está del todo contenta con el sistema SAP se planea cambiarlo en un futuro.

El procedimiento de trabajo para esta tarea consiste en una búsqueda de manuales entre los archivos de la empresa, tanto digitales como en formato físico, que se añadirán a una base de datos del departamento de Mantenimiento, para después ser asociados al programa SAP como se detallará en el siguiente punto.

### ***3.3.1. Localización de manuales de herramientas (SAP)***

Partiendo de una lista de unas 500 máquinas/herramientas, se procede con la búsqueda, atendiendo a las informaciones disponibles en cada caso, de manuales y hojas técnicas. Para facilitar la tarea, se agrupan aquellas herramientas iguales de forma que solo se creará una entrada en SAP, dentro de la cual se asociarán las herramientas iguales.

Para crear un documento en SAP se procede de la siguiente manera (Figura 25):

- Accedemos en la sección de mantenimiento del programa a la opción “Crear Documento” donde introduciremos el código asociado a la herramienta, como hemos comentado en caso de existir varias iguales, en este paso escogeremos una cualquiera de ellas. Como tipo de documento escribimos DSG y dejamos el resto de campos en blanco. Una vez hecho esto pasamos a la siguiente ventana.

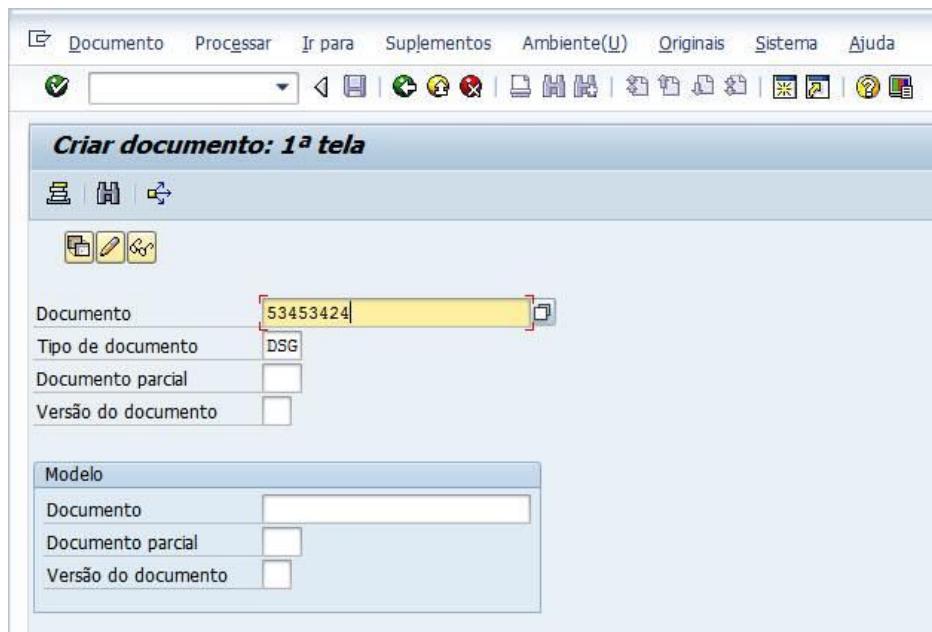


Figura 25 – Ejemplo de ventana de creación de documentos en el programa SAP

Como vamos a asociar un manual de instrucciones a las máquinas/herramientas en la descripción (Figura 26), introducimos “Manual e Instruções de Uso”, el código correspondiente al responsable, que en nuestro caso es el de la ingeniera, Mónica Sá, y haciendo doble clic sobre el casillero donde pone número de modificación, nos aparecerá una ventana con diferentes opciones, clicando en “Alterações diárias” se generará automáticamente el número.

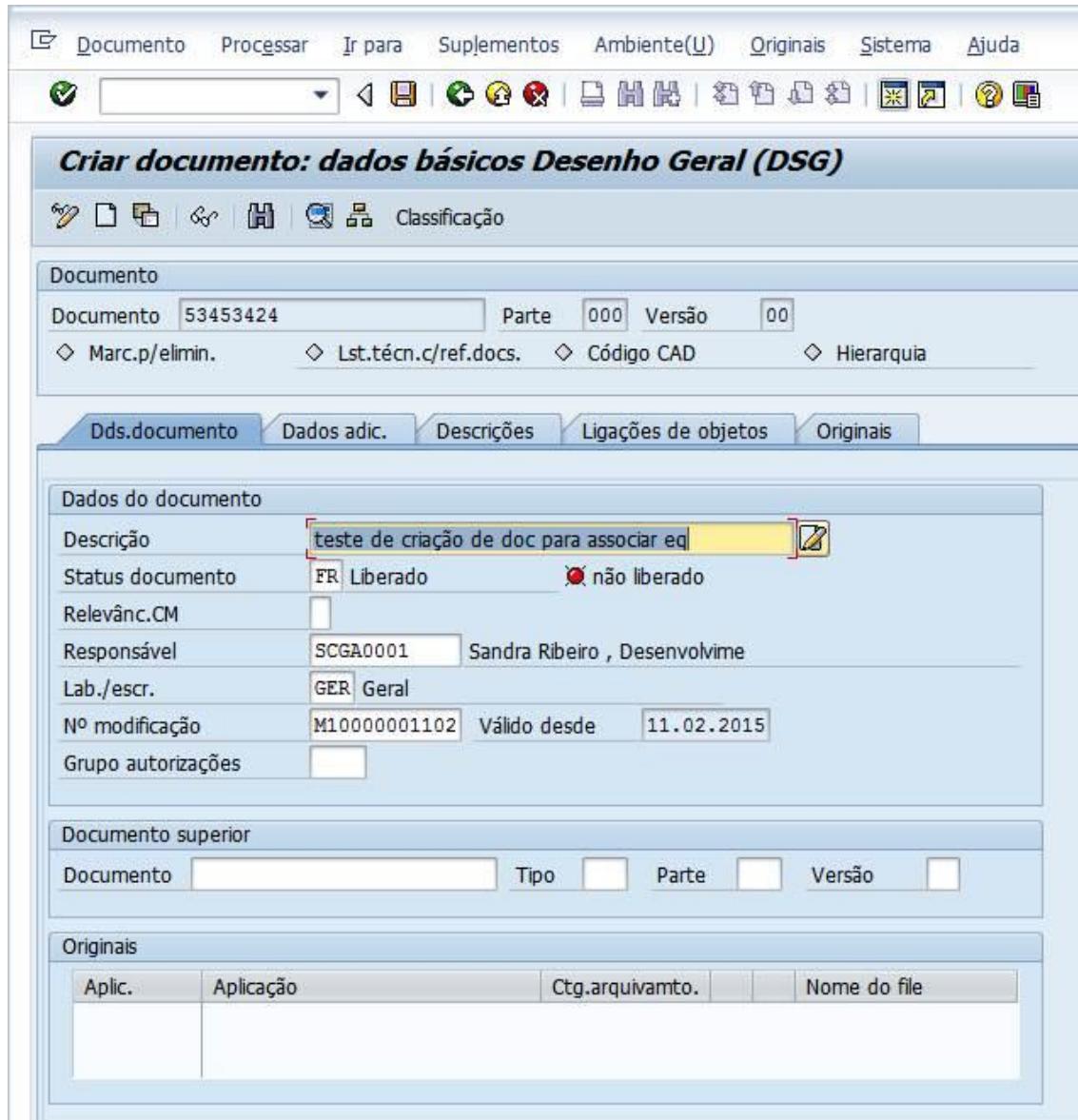


Figura 26 – Ejemplo de ventana de añadir un manual de instrucciones a una máquina

En la misma ventana, más abajo, encontramos la opción “Criar original” (Figura 27) que nos permitirá asociar el documento que nos incumbe.

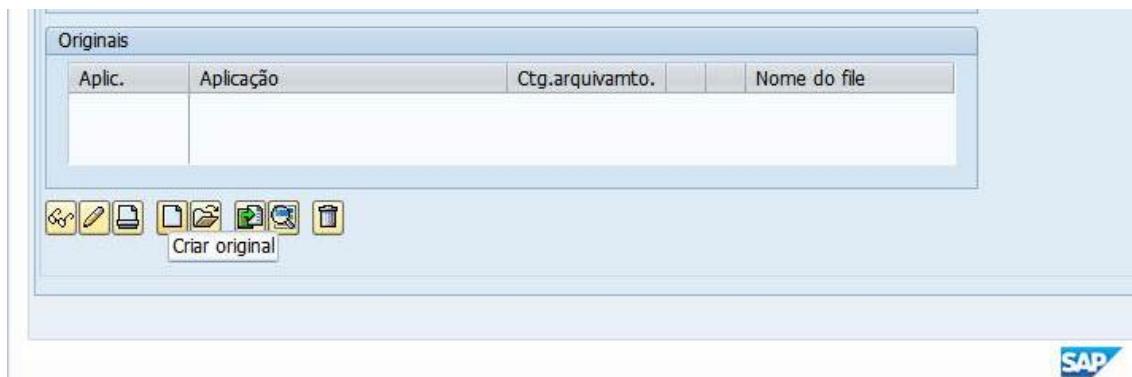


Figura 27 – Ejemplo de cómo crear un manual original

Una vez asociado el documento, es cuando podemos añadir el resto de equipamientos iguales. iremos a “Ligações de objetos”, “Mestre equipamento” y copiaremos los códigos, de forma que el manual de uso se asocie también a estos (Figura 28). Una vez finalizado, guardaremos el documento.

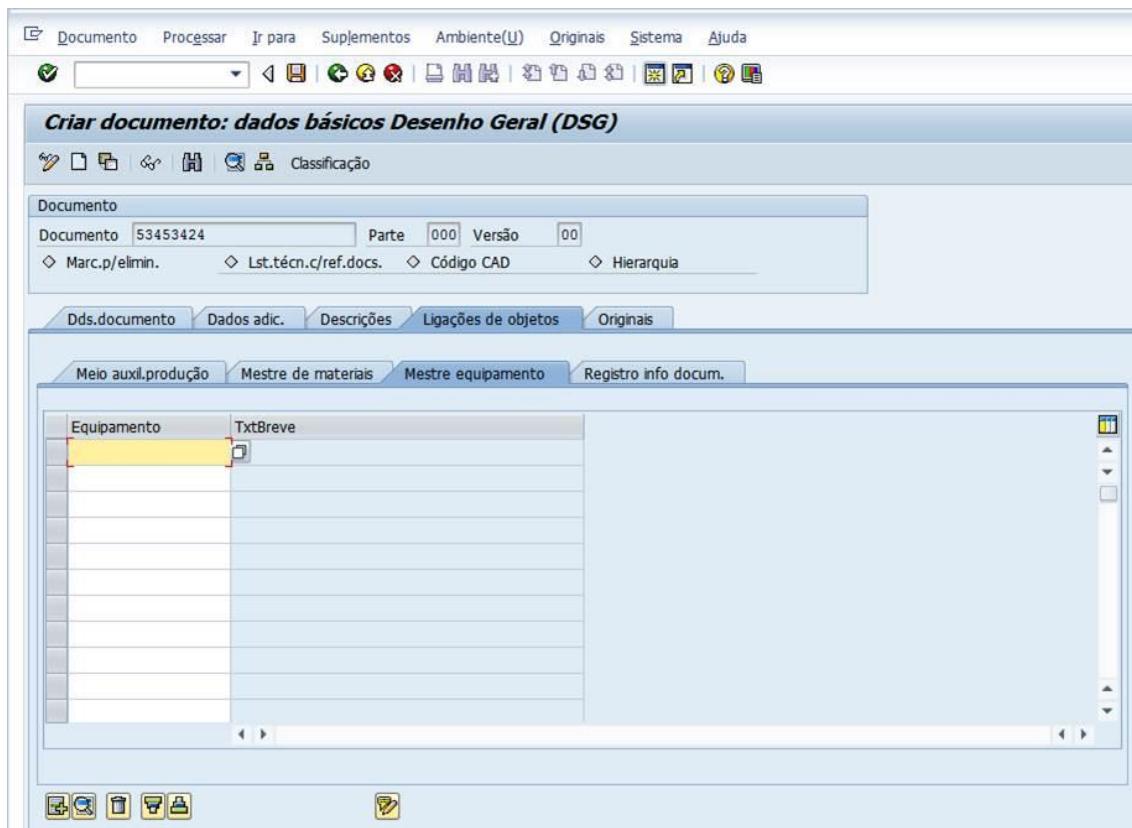


Figura 28 – Ejemplo de cómo crear un manual original

Si queremos ver el manual de una máquina/herramienta, una vez asociado, solo tendremos que ir a la opción exhibir equipamiento y hacer clic sobre el botón “Documento” que se encuentra a la derecha de su descripción, como se ve en la Figura 29.

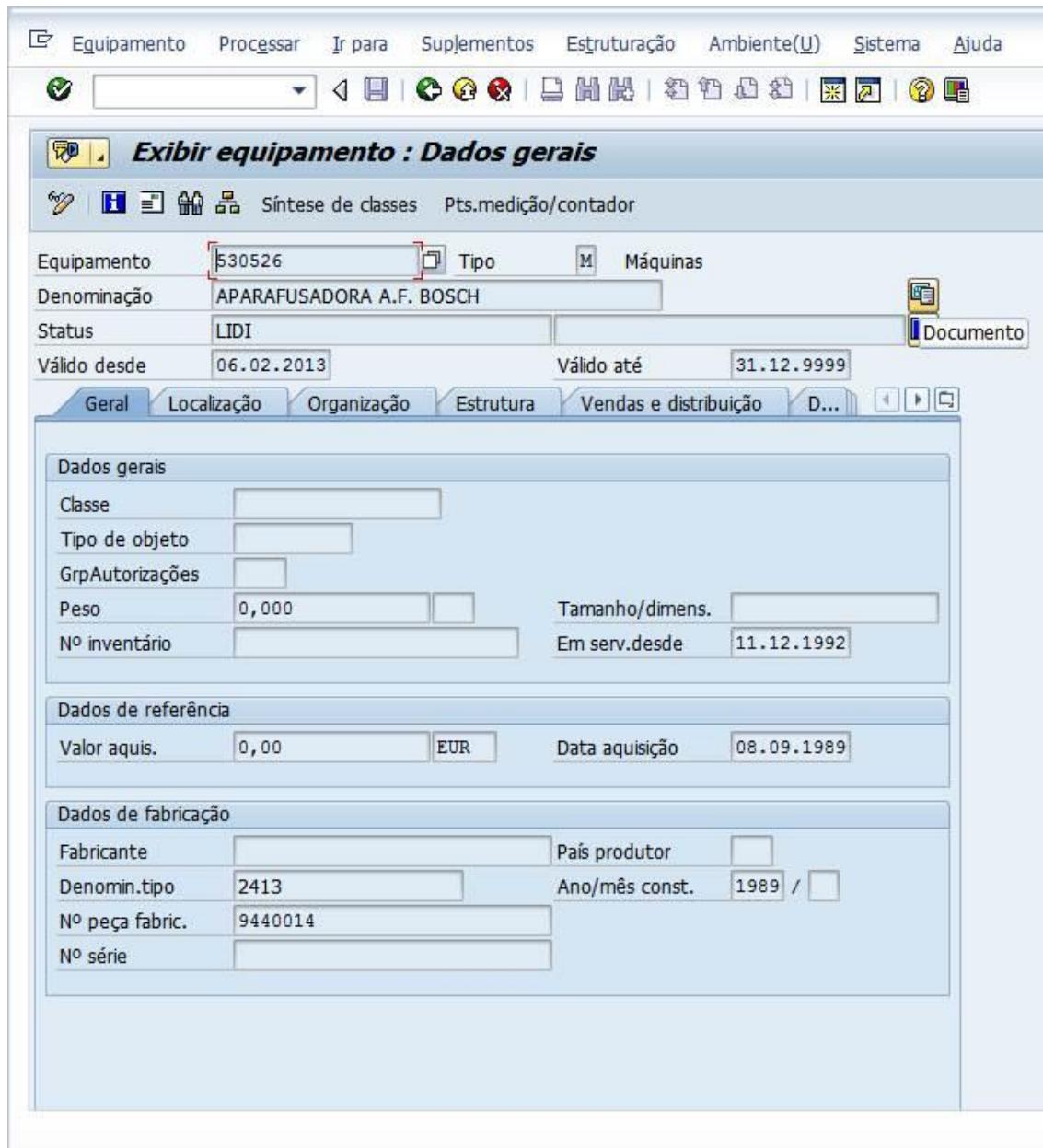


Figura 29 – *Ejemplo de cómo consultar un manual*

### 3.3.2. Descripción de los manuales no encontrados

Para aquellos casos en los que bien por antigüedad, por extravío o directamente por no haber tenido manual desde un principio, se procederá de la siguiente forma:

- Como primera opción, buscar la máquina/herramienta en internet;
- En caso de no encontrarse, buscar manuales de aparatos similares y elaborar uno tomando como referencia estos materiales y la propia observación del funcionamiento de la misma.

### **3.4. *Desplazamiento de las líneas de producción (OVAR)***

El origen de la empresa CaetanoBus se remonta a la fábrica situada en Ovar, donde comenzaron a fabricarse los primeros autobuses. Con el tiempo la fábrica de Gaia, más grande y actual ha ganado en importancia a Ovar, quedando esta última desaprovechada y relegada a un segundo plano.

Es por ello que se plantea la posibilidad de trasladar tres líneas de producción a Ovar, donde nos encontramos con el problema de las alturas, ya que cuando fue construida no estaba pensada para el nivel de producción y las dimensiones actuales de los vehículos.

#### **3.4.1. *Estudio del local***

En los mapas que se muestran a continuación, podemos ver la distribución que se pretende tenga la fábrica de Ovar tras la reforma, incorporando tres nuevas líneas de producción totalmente independientes de la sede de Gaia, entre otras modificaciones. Para ello tendremos que estudiar en detalle las alturas y dimensiones de la actual “línea de chasis”.

Con esta finalidad, era necesario tomar mediciones del espacio disponible en distintos puntos de la fábrica en el centro de Ovar, paralelamente se estableció contacto con el departamento de ingeniería de diseño para obtener medidas de las estructuras de los autobuses. Las alturas de los chasis fueron medidas a mano. La configuración de diseño actual y futuro puede verse en las Figura 30 y Figura 31.

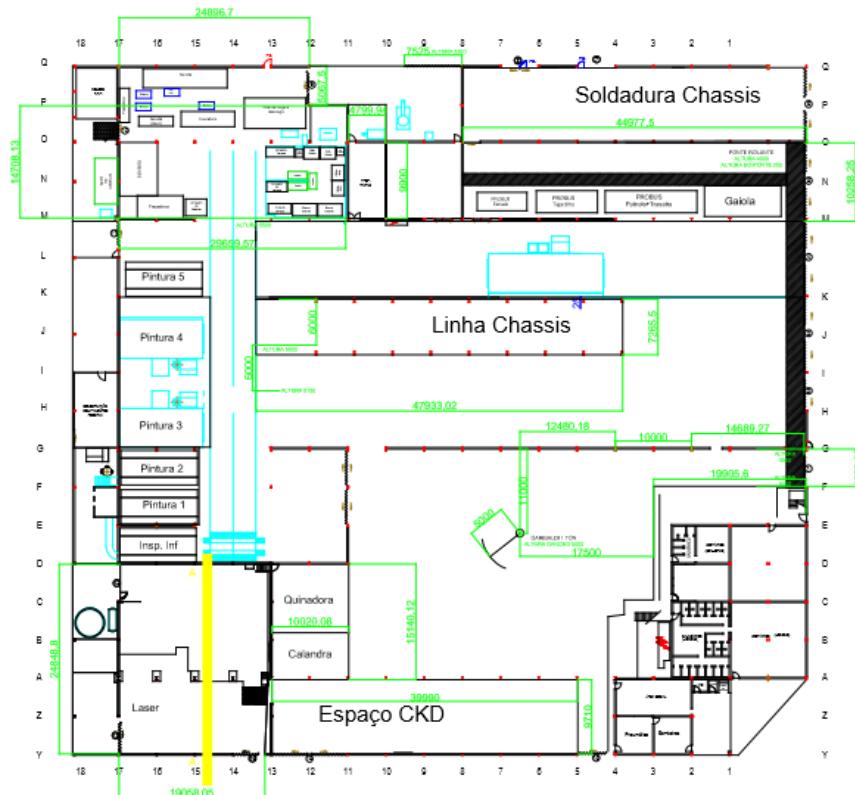


Figura 30 – Layout actual

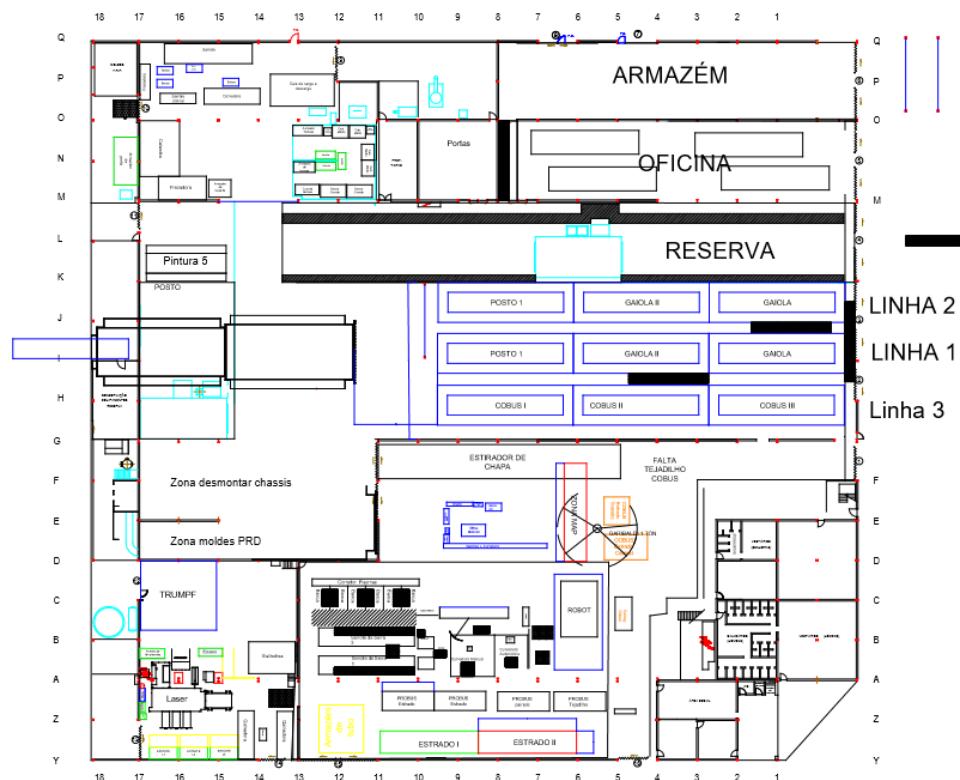


Figura 31 – Layout futuro

### **3.4.2. Análisis de viabilidad de los puestos**

Una vez obtenidas las mediciones del apartado anterior, debemos empezar a hacer cálculos con los planos del edificio para ver si efectivamente es posible ubicar estas tres líneas. Para ello se tendrán en cuenta dos casos de chasis, donde se abarcan todos los chasis generales de los autobuses, 1,6 metros y 1,9 metros.

En la tabla que se muestra a continuación (Tabla 6), se tienen en cuenta las dimensiones de la “Gaiola”, estructura del autobús, una estimación de las dimensiones del puente y la distancia que ha de dejarse en la colocación de la Gaiola. En función de todo esto, obtendremos dos posibles alturas del puesto de trabajo, que son las siguientes:

**Tabla 6 – Posibles alturas del puesto de trabajo para cada uno de los chasis (mm)**

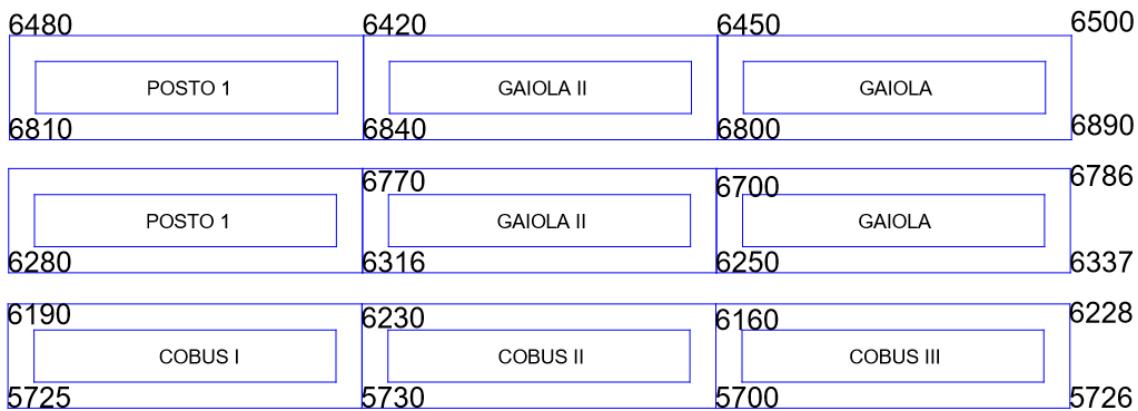
PUENTE	GAIOLA	DISTANCIA GAIOLA-CHASIS	CHASIS	TOTAL
800	3290	300	1600	5990
800	3290	300	1900	6290

De las tres líneas de producción, dos van a ser dedicadas a la producción del LEVANTE III y una a la de los COBUS. Siendo que las necesidades de ambos modelos son diferentes, las comentaremos a continuación por separado.

Por su forma de fabricación, los LEVANTE son aquellos que necesitan de más espacio en cuanto a altura, ya que primero se fabrica su estructura, que será después unida al chasis mediante el puente grúa, como se ve reflejado en los cálculos de la tabla anterior.

Por otra parte, la estructura de los COBUS es de paneles de chapa de aluminio, que se va montando sobre el chasis por partes, primero los laterales, delanteros y traseros, y luego se añade el tejado. Así basándonos en las actuales medidas de la línea de producción de Gaia, podemos afirmar que en la línea tres, es viable montar una línea de COBUS.

A continuación, las medidas tomadas en Ovar que respaldan lo ilustrado anteriormente (Figura 32).

Figura 32 – *Mediciones de alturas tomadas en Ovar (mm)*

### 3.4.3. Estudio de las necesidades de los puestos de trabajo

Para estudiar el gasto que va a suponer trasladar las líneas de producción, entre otras cosas, es necesario saber qué necesidades tiene exactamente un puesto de trabajo normal.

Con esta finalidad, se procede a recorrer los distintos puestos de trabajo para poder tener una referencia clara de lo que se necesita. Una vez hecho esto, con ayuda de Julio, el jefe de los técnicos de mantenimiento, encargado de pedir estos elementos cuando sufren alguna avería, se obtienen los precios de los proveedores actuales de la empresa, obteniéndose la siguiente tabla (Tabla 7):

Tabla 7 – Necesidades estimadas y el precio de la modificación

	MATERIAL	CANTIDAD/LADO	CANTIDAD TOTAL	PRECIO/UNIDAD	PRECIO TOTAL
1	COLUMNAS	-	-	2.154,49 €	2.154,49 €
2	VIGAS				
3	ENROLLADOR DE MANGUERA	3	6	192,00 €	1.152,00 €
4	TUBO PARA TRANSPORTE DE AIRE COMPRESIONADO (EN METROS)	15	30	2,00 €	60,00 €
5	TOMA DE AIRE COMPRESIONADO	3	6	13,99 €	83,94 €
6	LÁMPARAS (2 BOMBILLAS x LÁMPARA)	10	20	2,90 €	58,00 €
7	ESTRUCTURA DE LÁMPARA	5	10	26,10 €	261,00 €
8	CABLE 24 (METROS) x 1	15	30	0,33 €	10,02 €
9	CABLE 220 V Y 380 V (METROS) x 5	75	150	0,47 €	70,50 €
10	ENCHUFE 24 V	3	6	6,67 €	40,02 €
11	ENCHUFE 220 V	6	12	5,19 €	62,28 €
12	TOMA 220 V	4	8	4,27 €	34,16 €
13	TOMA 380 V	1	2	3,05 €	6,10 €
14	CAJAS DE DERIVACIÓN	4	8	1,36 €	10,88 €
	REJA PARA LOS CABLES	12	24	10,00 €	240,00 €
				COSTE ESTIMADO POR PUESTO =	4.243,39 €

En la elaboración de esta tabla se ha tenido en cuenta que cada puesto de trabajo tiene las mismas necesidades a ambos lados del vehículo que se está fabricando, es decir, son puestos simétricos respecto a su eje central en la dirección de avance del autobús.

Para la parte de las estructuras de los puestos se ha tomado como referencia la propuesta OB17-167R01 (empresa Entrefierros) referente a estructuras metálicas para puestos de trabajo normales en las líneas de acabamientos de la fábrica de Gaia y se ha realizado una estimación teniendo en cuenta las diferencias en cuanto a dimensiones de las mismas (Tabla 8).

**Tabla 8 – Necesidades estimadas y el precio de la modificación**

	COLUMNAS TOTALES	LARGO DEL PUESTO (mm)	COLUMNAS POR PUESTO	ALTURA DE LAS COLUMNAS (mm)	DISTANCIA ENTRE COLUMNAS	PRECIO FINAL
VALORES DE REFERENCIA (PROPUESTA OB17-167R01)	-	14991	2	7200	7495,5	3.350,00 €
PUESTO OVAR	7	17000	2,3	3500	7285,714286	<b>2.154,49 €</b>
PORCENTAJE			56,71%	113,40%		

#### **3.4.4. Estudio de adaptación de los puentes grúa**

Con la idea de aprovechar los puentes grúa ya disponibles, alargándolos, acortándolos o incluso juntando varios de ellos (formando puentes biviga), se elabora una lista con las características más importantes y la localización (Tabla 9) de cada uno de los puentes, tanto de la fábrica de Gaia como de la de Ovar.

**Tabla 9 – Características principales e localización de los puentes grúa**

FÁBRICA	LOCAL	TONELADAS	DIMENSIONES (mm)	TIPO	MARCA
GAIA	SECCIÓN 01 - ESTRUCTURAS	3,2	5528	MONOVIGA	IBEROELEVA
GAIA	SECCIÓN 01 - ESTRUCTURAS	3,2	5528	MONOVIGA	IBEROELEVA
GAIA	SECCIÓN 26 - ESTRUCTURAS	2	14700	BIVIGA	TEGOPI
GAIA	PUESTO 4 - SOLDADURA	5	14300	BIVIGA	TEGOPI
GAIA	PUESTO 4 - SOLDADURA	5	14300	BIVIGA	TEGOPI
OVAR	CHASIS	3,2	6250	MONOVIGA	IBEROELEVA
OVAR	PANELES DE ALUMINIO	3,2	9920	MONOVIGA	DEMAG
OVAR	ESTRUCTURAS	1	9500	MONOVIGA	DEMAG
OVAR	ESTRUCTURAS	2	9500	MONOVIGA	STAHL

Habiendo realizado un estudio del local y con la lista de puentes anterior, se contacta con TEGOPI, IBEROELEVA y KONECRANES para estudiar las posibilidades de llevar a cabo el proyecto.

### **3.5. Puestos de pintura**

Actualmente los puestos de pintura de la fábrica de Gaia no se encuentran ventilados, con el consecuente problema de la deposición de residuos y la posibilidad de contaminar los puestos adyacentes. Se plantea entonces la posibilidad de cubrirlos de alguna forma, añadiendo un sistema de ventilación que permita mantener un ambiente de trabajo limpio y seguro.

#### **3.5.1. Análisis de ventilación en los puestos de pintura**

Antes de empezar a analizar el problema en profundidad, se estudia el mercado actual y las soluciones más comunes, para poder abordar el problema con conocimiento de causa. En este punto se llega a la conclusión de que existen básicamente tres soluciones, cada una con diferentes ventajas e inconvenientes, que expondremos a continuación antes de pasar a analizar nuestro caso.

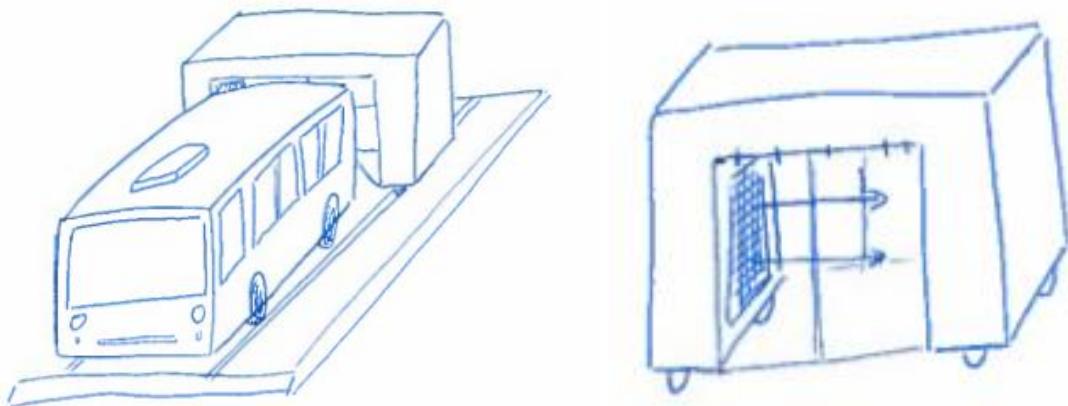
- *Cross-Draft* (o tiro opuesto): En este tipo de ventilación, la extracción del aire se realiza de forma lateral en la dirección transversal al autobús (preferentemente) o en su dirección longitudinal;
- El segundo tipo de solución es la extracción tipo *Down-Draft*; donde la extracción tiene lugar por medio de unas rejillas debajo del vehículo a las que le llega el aire cargado de sustancia contaminante que se empuja desde su parte alta, aprovechando la fuerza de la gravedad;
- El tercer tipo de solución consiste en una variación del segundo, en el que se cambia el sentido de impulsión del aire, extrayéndose por el techo. Esta solución puede tener sentido para otras aplicaciones, pero no para la que está en estudio.

Una vez estudiado el mercado, se procede con el segundo punto, un estudio de los valores legalmente estipulados de renovación de aire en espacios sometidos a contaminantes de este tipo, llegándose a la conclusión de que, aunque no existan unos límites legales que indiquen el número de renovaciones que sean precisas, hay ciertos intervalos comúnmente

aceptados. Estos oscilan entre unas 40 - 60 renovaciones por hora a unas 60 - 80 (calculando las renovaciones en función de la velocidad de captación). Pretendiendo con estos valores encontrar el ventilador que renueve el aire de nuestros puestos de trabajo ( $15,5 \times 5,4 \times 6,75 \text{ m}^3$ ) se llega a la conclusión de que se requieren varios ventiladores (2 o 3, dependiendo de la potencia elegida) para cubrir esta necesidad. Esto nos hace plantear la posibilidad de optimizar el proceso de alguna manera.

### ***3.5.2. Elaboración del prototipo***

En una primera aproximación se plantea la idea de dividir los filtros recolectores de aire en franjas, pudiendo cerrar unas u otras en función de la zona que se esté pintando en ese momento. A raíz de esta posibilidad de optimización en la que se restringe la zona de ventilación, surge otra idea que se irá desarrollando a continuación, acompañada de los diferentes bocetos que se realizaron (Figura 33).



**Figura 33 – Bocetos de puesto de pintura**

La idea principal consiste en una “cabina” móvil que se desplaza por unas guías en el suelo a lo largo del autobús realizando una extracción puntual tipo *Cross-Draft*. Además, se pretende que, en la zona anterior y posterior de la plataforma, unos plásticos de seguridad cubran el resto de la zona de pintura y acaben con la posibilidad de contaminar zonas cercanas.

Con esto conseguimos que la zona de extracción se minimice, con la reducción consecuente del caudal de aire necesario que tiene que ser movido. Esto se traduciría en un ahorro energético y de instalación, ya que no son necesarias reformas en el puesto de trabajo.

Una vez diseñada la primera idea, nos topamos con el primer problema, ya que los puestos de pintura cuentan con una plataforma desplegable, a 1,6 metros del suelo, que permite a los operarios pintar las zonas altas del vehículo. Esta plataforma se vería bloqueada por nuestra cabina impidiendo a los operarios trabajar con normalidad.

La primera idea consiste en unos filtros de aspiración de altura regulable, que suban o bajen en función de si están las plataformas desplegadas (Figura 34). Esta idea fue rápidamente descartada por dos razones: la primera es la dimensión de los filtros, que estorbarían el trabajo del operario, y la segundo es la propia extracción, que por las características del aparato se complicaría demasiado. Por tanto, llegamos a la segunda solución que más bien consiste en una pequeña variación de la situación inicial.

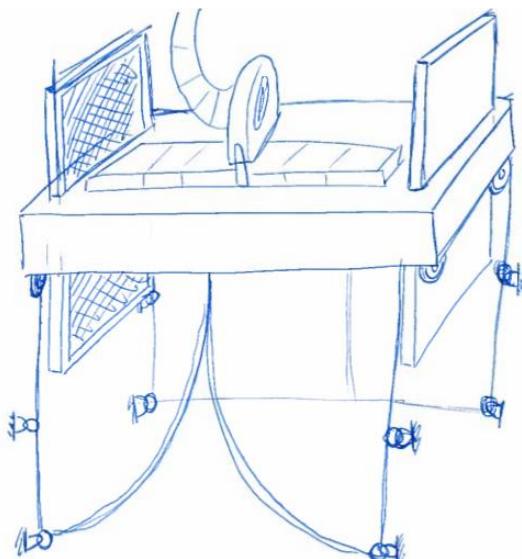


Figura 34 – Filtros de aspiración de altura regulable

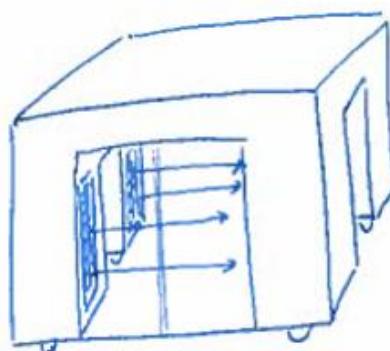


Figura 35 – Desarrollo da la idea inicial

Como se puede observar en el boceto de la Figura 35, se ha añadido un orificio del tamaño de la plataforma para que el operario pueda trabajar en el mientras la extracción se

produce desde el lateral. También este modelo es rápidamente modificado para llegar al último prototipo por una cuestión técnica, ya que la presión que se necesitaría crear en el espacio de extracción, sería difícilmente alcanzable o supondría un sobrecoste que acabaría con la razón de ser del proyecto.

Por tanto, la solución última consiste en crear la corriente de ventilación en el mismo orificio donde el operario va a realizar la tarea de pintura (Figura 36).

Una vez presentada la idea y aprobada por el Ingeniero Ivo Sá, llega el turno de pedir presupuestos y hablar con proveedores para estudiar los detalles técnicos de la construcción de la plataforma, para ello se concretan reuniones con la empresa CETRUS (Proveedor habitual de CaetanoBus).

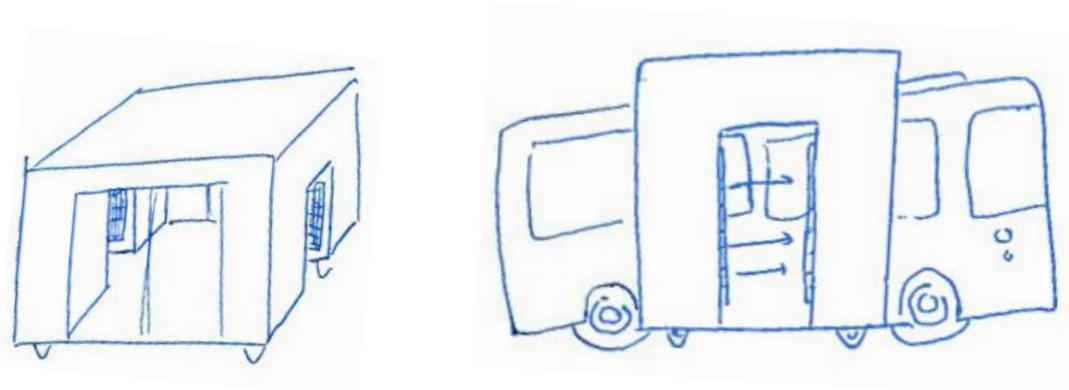


Figura 36 – Aspecto práctico de la solución adoptada

En la reunión con el Ingeniero Jorge Costa este ofrece pasarle dicha idea a otro ingeniero con más experiencia en el terreno y plantea una solución más estandarizada, aquella que la empresa acostumbra a proveer para situaciones parecidas. Esta solución consiste en un flujo de aire tipo *Down-Draft* que empuja el aire desde una plataforma suspendida encima del autobús, abastecida por dos ventiladores, debajo del mismo se sitúa el sistema extractor, unas rejillas que captan el aire que llega desde arriba cargado de polución y lo expulsan mediante una chimenea en el exterior del edificio.

### 3.6. Flujo de materiales

Con objeto de crear el flujo de materiales de las líneas de Ovar y tener una referencia sobre la cual sea posible trabajar como base, se hizo necesario estudiar el flujo entre los distintos puestos de la fábrica de Gaia.

Para esta tarea se han utilizado dos fuentes principales en la obtención de datos: la observación del trabajo de los operarios y la colaboración de los jefes de línea, quienes exponían la forma de trabajar que tenían en cada puesto.

Orientados como estamos a las líneas de Ovar, se comentará información relevante para la producción de los modelos COBUS y LEVANTE III, no así de otros vehículos.

Para facilitar el desarrollo del siguiente punto, lo dividiremos entonces en dos partes, la línea de COBUS y la de LEVANTE.

Se van a presentar en el siguiente apartado diferentes zonas de las fábricas de Gaia y Ovar con sus respectivos flujos de material, que se irán explicando lo más fielmente posible al proceso seguido durante la fabricación.

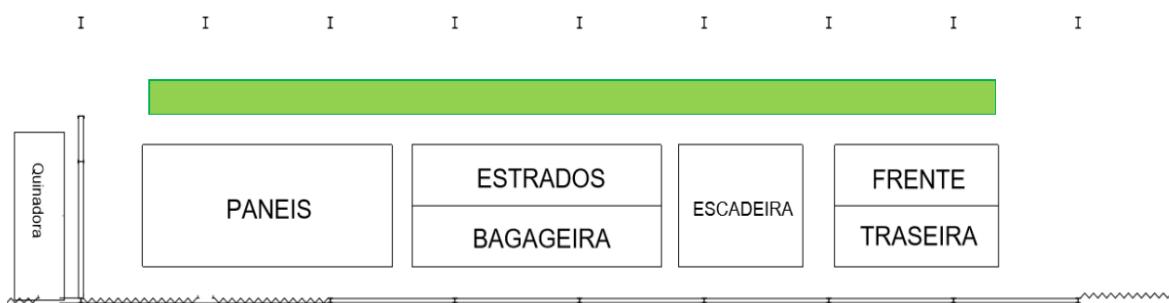
En los siguientes diseños las flechas de colores representan:

- **Azul:** Materias primas;
- **Naranja:** Elementos trabajados;
- **Rojo:** Elementos casi acabados;
- **Negro:** Elementos terminados.

### **3.6.1. Estudio de la situación actual**

#### **PRE-ESTRUCTURAS (OVAR)**

La Figura 37 muestra la distribución de puestos de trabajo en la línea de pre estructuras del modelo COBUS en planta OVAR.



**Figura 37 – Layout correspondiente a la distribución de la producción de pre-estructuras del modelo COBUS (OVAR)**

En primer lugar, hablaremos de los paneles de aluminio de los COBUS, que son fabricados en Ovar, para ser después trasladados a Gaia. En esta primera imagen (Figura 37), no observamos flujo de material porque el proceso seguido es demasiado sencillo para poder

esquematizarlo. Los materiales llegan a los puestos de trabajo, destinados a diferentes partes de la estructura, según se observa en la imagen, y una vez ensamblados son mandados a Gaia.

### PRE-ESTRUCTURAS, PORTAS (OVAR)

Por otro lado, también en Ovar, se montan las puertas de los COBUS (Figura 38), siguiendo el siguiente proceso;

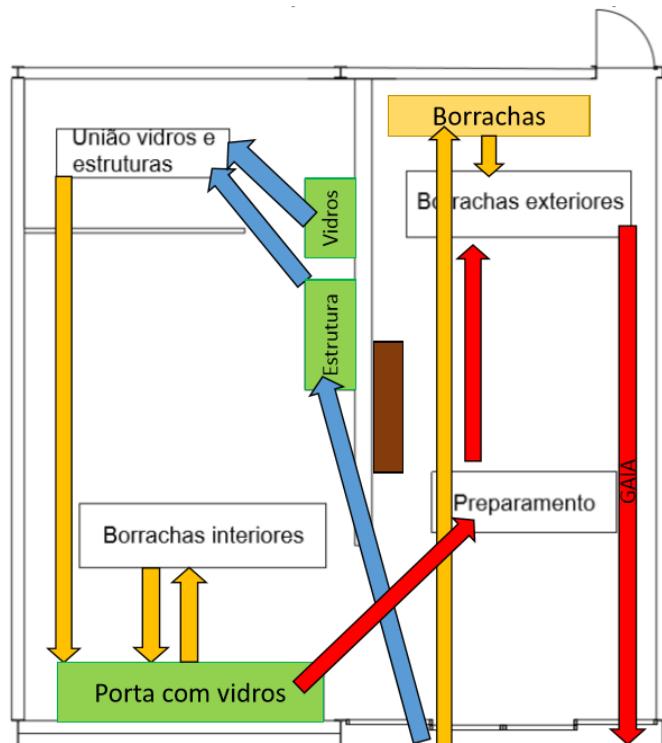
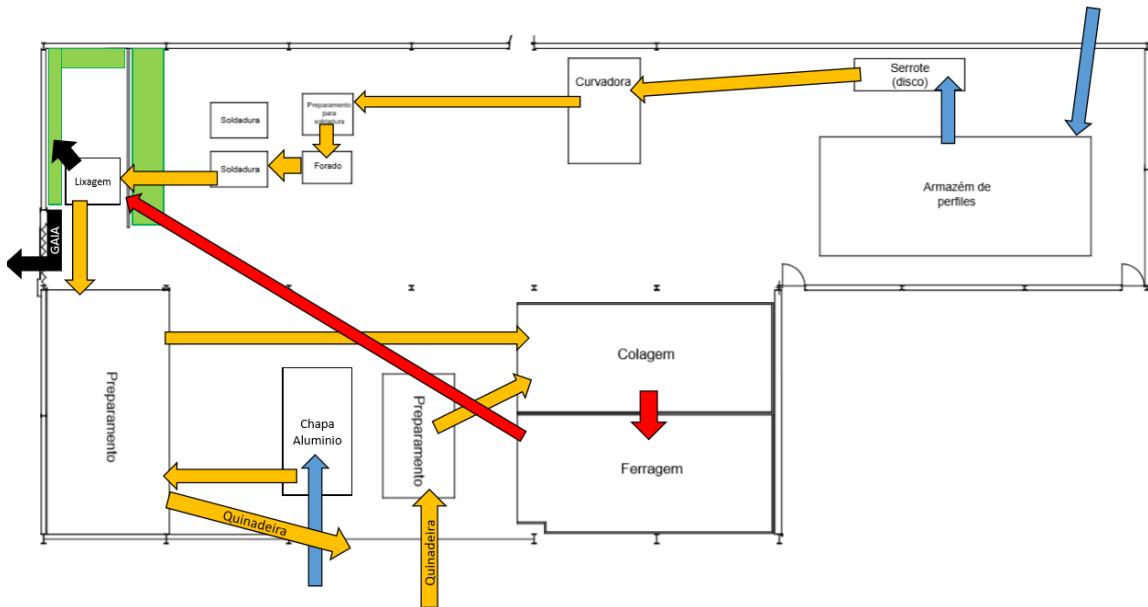


Figura 38 – Layout correspondiente a la distribución de la producción de puertas del modelo COBUS (OVAR)

Primero, se unen la estructura de la puerta con el vidrio al fondo a la izquierda de la sección. A esta unión se le añaden aislantes y gomas de protección antes de pasar a la parte derecha, donde se prepara la puerta (se liján las partes de la estructura que van a estar en contacto y se añaden pequeños componentes), por último, se adicionan en el puesto restante las gomas y protección exteriores, previamente tratadas en Ovar, en la zona correspondiente a la esquina superior derecha de la Figura 37, para mandar la puerta finalmente a la fábrica de Gaia.

## **PRE-ESTRUCTURAS, TAMPAS (OVAR)**

Esta es quizás la zona con mayor grado de movimiento de la parte de pre-estructuras de los COBUS. El funcionamiento de la sección es el siguiente:



**Figura 39 – Flujo correspondiente a la producción de tappas del modelo COBUS (OVAR)**

- Por una puerta situada en la parte de arriba a la derecha del mapa (Figura 39) se reciben los perfiles de aluminio, donde esperan para ser cortados en la sierra de disco situada al lado. Una vez cortados, se envían para la curvadora. Es importante curvar los materiales antes de agujeararlos para que los agujeros no sufran deformaciones. Por tanto, es después del curvado cuando los materiales se preparan para soldadura, se perforan, y por último se sueldan formando la estructura buscada.
  - Por otro lado, llega chapa de aluminio, que es preparada y enviada para la dobladora de chapa en otra sección de la fábrica de Ovar, una vez doblada vuelve a la sección de Tampas (Figura 39), donde se preparan los materiales para lijárlas y unirlas por medio de pegamentos especiales (con el aluminio, no se utilizan técnicas de soldadura) se añaden las últimas piezas y se limpia y lija el conjunto, para enviarlo con el resto de piezas a Gaia.

## PRE-ESTRUCTURAS (GAIA)

Los orígenes del modelo LEVANTE III tienen lugar en la sección 4017 (Figura 40), donde se fabrica su Gaiola (estructura).

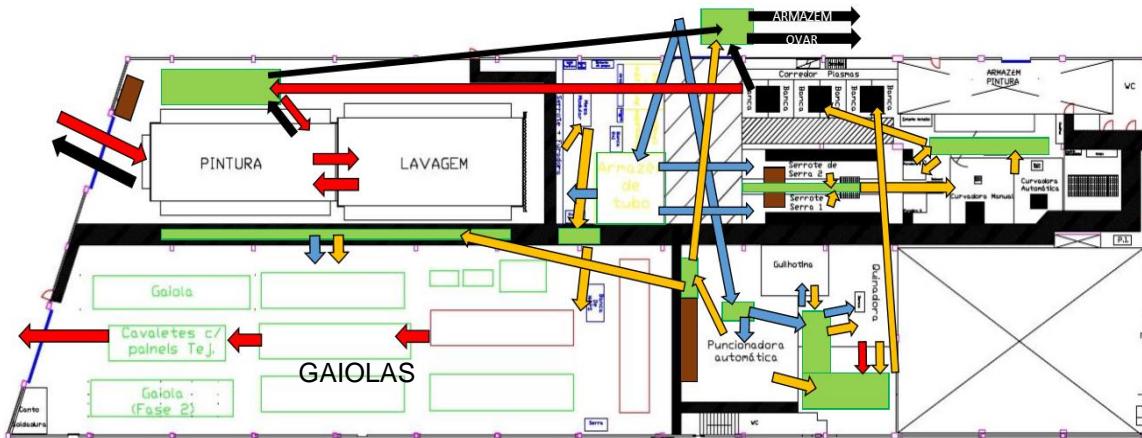


Figura 40 – Flujo de materiales correspondiente a la producción de Gaiolas del modelo LEVANTE III (GAIA)

A esta sección entra el material, tubos de metal y láminas de aluminio, por una puerta situada en la parte alta del mapa de flujo. Este material se dirige bien a los estantes de tubos (en amarillo) o a la zona de la punzonadora para ser tomado por los distintos puestos.

Veremos entonces los diferentes flujos según el tipo de material:

- En el caso de los tubos de acero, estos son llamados para procesos a ambos lados del almacén de tubos;
  - En el lado izquierdo se cortan a medida para poder después ser ensamblados en la mesa de trabajo, como una parte de la Gaiola, que será unida al conjunto en la zona de Gaiolas.
  - Por la parte derecha, pasa también por un proceso inicial de corte, para después ser doblado y punzonado. Después pasa a las bancadas, donde se suelda, y/o se le hacen cortes y agujeros que requieren de más precisión. Aquí el camino del material se vuelve a ramificar en tres vertientes. La primera, el material sale fuera de la fábrica para ser mandado bien al almacén o bien a Ovar. La segunda opción consiste en mandar el material a pintura antes de sacarlo fuera de la fábrica. Por último, existe la opción de que el material, ya sea pintado o no, se use dentro de la misma fábrica.

- En cuanto a las láminas de aluminio que entran a la zona de la punzonadora el material es trabajado con las distintas máquinas allí presentes, Punzonadora, Guillotina, Dobladora, para ser después mandado junto a las piezas trabajadas a partir de los tubos de acero fuera de la fábrica o bien usado en la misma.

Mientras tanto, la Gaiola va cobrando forma, valiéndose de los distintos materiales que van siendo llamados desde los lugares de almacenamiento, siguiendo la linea de flechas rojas de la zona de la Gaiola. Cuando esta finalmente montada, sale fuera, como se marca en la Figura 36, por el lado izquierdo para aguardar a que sea llamada para la cabina de lavado y pintura. Al salir de esta cabina, la Gaiola está completa.

### ESTRUCTURAS (GAIA)

En la próxima imagen (Figura 41) vemos la sección de estructuras tanto de los LEVANTE (en las dos líneas inferiores), como la de los COBUS (línea superior).

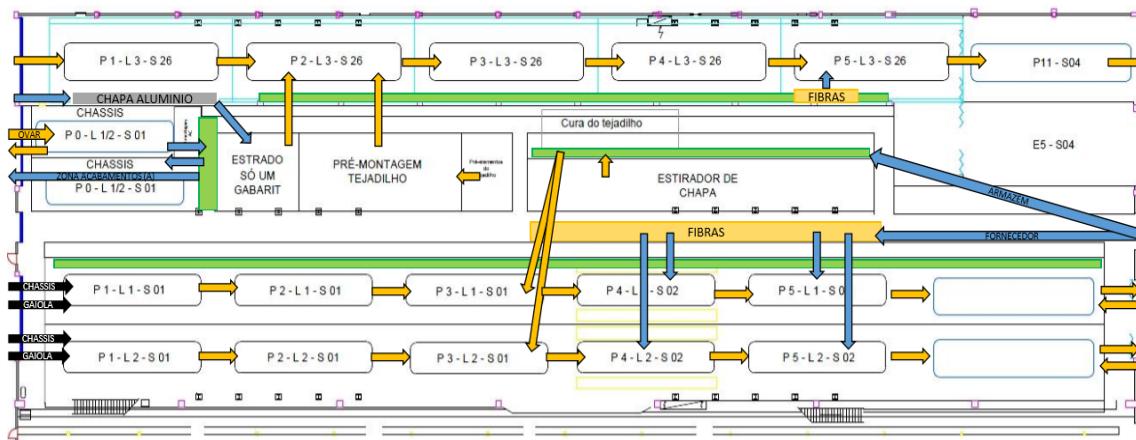


Figura 41 – Flujo de materiales correspondiente a la producción de estructuras de los modelos LEVANTE (Líneas 1 y 2) e COBUS (GAIA)

### LEVANTE – LINEAS 1 y 2

Una vez fabricada la Gaiola en la sección anterior, con ayuda de un puente grúa, se une al chasis (comprado a un proveedor externo) en el puesto 1 de las líneas inferiores. Posteriormente, se van abasteciendo de material de los carros verdes que acompañan las líneas (véase recubrimientos, goma aislante, etc.).

Mientras, en el puesto de estirado de chapa se va cortando y moldeando la chapa de aluminio que será requerida en el puesto 3 de ambas líneas. Por otra parte el recubrimiento exterior de fibra de los autobuses se compra a una empresa externa y se almacena entre el puesto de estirado de chapa y las líneas de producción, para después ser añadido en los puestos 4 y 5. Después del puesto 5 hay un espacio pre-pintura que se utiliza con fines logísticos, cuando no hay espacio en los puestos de pintura o después de los puestos de pintura si no hay espacio de entrada en el siguiente puesto.

### **COBUS - LINEA 3**

Las características de la estructura de los COBUS hacen que no sea necesaria una sección donde sea construida y ensamblada previamente, ya que se va montando directamente en la línea de estructuras, sobre el chasis, como veremos a continuación;

El chasis se transporta desde Ovar, donde se fabrica, hasta la fábrica de Gaia. Ya en Gaia, se le dan los retoques necesarios para después llevarlo al puesto 1 de la línea de los COBUS. Por la puerta de acceso al puesto 1, entra también la chapa de aluminio con la que se fabrica la estructura del vehículo, en un lugar de trabajo paralelo al puesto 2. Dicho lugar se divide en dos grandes bancadas, una para los paneles laterales, frontales y traseros y otra para el tejado.

El vehículo avanza por los puestos abasteciéndose de material mediante los carros verdes al lateral de la línea (como en el caso del LEVANTE III), hasta que en puesto cinco se le añaden las fibras exteriores. A continuación de este puesto se encuentra una cabina de pintura.

### **CHAPEAMIENTO – ACABAMIENTOS (GAIA)**

Una vez el vehículo sale de pintura, pasa a las líneas de chapeamiento y acabamientos. Debido a su dimensión, estudiaremos esta zona por partes, valiéndonos de la ayuda de las dos próximas figuras (Figura 42 y Figura 43).

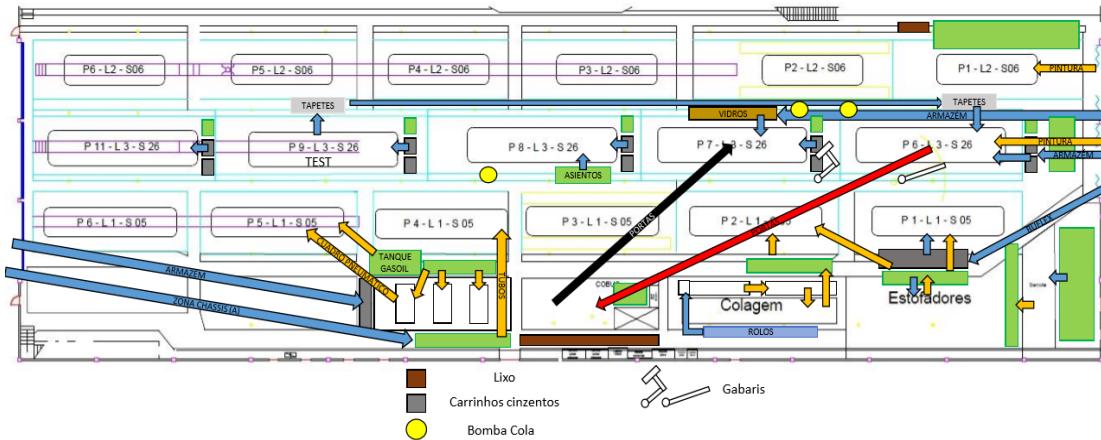


Figura 42 – Layout de la linea de chapeamiento - acabamentos (GAIA)

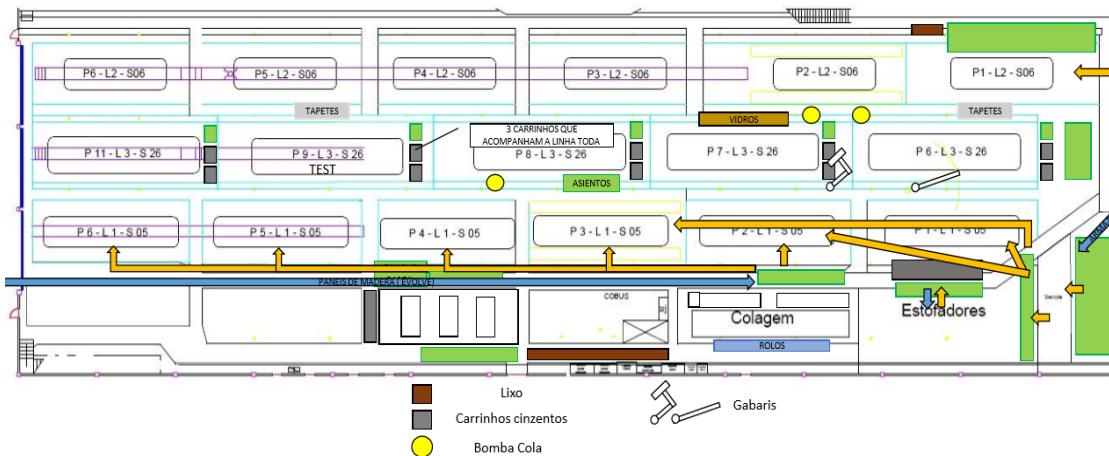


Figura 43 – Layout de la linea de chapeamiento - acabamentos (GAIA)

### LEVANTES - LINEA 1

En la esquina inferior derecha de las mismas, encontramos la zona del serrote, a la que le llegan tubos para ser trabajados desde el almacén, entrando por la zona de pintura, para una vez cortados, ser mandados a los puestos 1 y 2. A la izquierda de esta máquina se encuentran unas bancadas, en las que se realiza el revestimiento de fibras para mandarlas a los puestos 1 y 2. En el puesto 2 se añaden los cristales a el autobus.

Siguiendo hacia la izquierda, tenemos la zona de pegado, a la que llegan paneles de madera de un proveedor externo, para unirse con el material de recubrimiento (almacenado en grandes rollos detrás de la zona de pegado). De aquí salen para el puesto 2.

El puesto a la izquierda del puesto de pegado corresponde a las puertas de los COBUS, por lo que hablaremos más tarde de él, pero a su lado encontramos tres bancadas donde se preparan los sistemas neumáticos de las puertas y los tanques de gasolina que son montados en el puesto 5, aparte de cables y otros sistemas que se incorporan al LEVANTE en los últimos puestos. Este material llega del almacén por las puertas situadas a la izquierda de la Figura .

### **COBUS – LINEA 3**

Desde que sale de pintura y hasta el último puesto (11), el COBUS es acompañado por tres carros (uno verde y dos grises) que abastecen de material necesario para la producción. Estos carros vienen del almacén por la zona de pintura.

Aparte de ellos, tenemos tambien un soporte de madera con ruedas para los vidrios, que se mueve entre los puestos 6 y 7 según sea requerido. En el puesto 6 se le quitan las puertas al vehículo para añadirle las gomas de protección y los accesorios necesarios, proceso que se lleva a cabo en el puesto justo a la izquierda del puesto de pegado (del que hablamos anteriormente). Más tarde, en el puesto 7 se vuelven a instalar las puertas del autobus.

Es en el puesto 8 donde se colocan los asientos a los COBUS, y el puesto 9 donde se realiza un Test para comprobar que todo este en orden. Después de pasar el test, se le dan los ultimos retoques para que el vehículo pueda salir por las puertas de la izquierda

## **4. CONCLUSIONES FINALES**

## 4. Conclusiones finales

Llegados al final de la colaboración con la empresa CaetanoBus, listaremos brevemente los resultados en las distintas áreas trabajadas:

### **4.1. *Sistemas de aire acondicionado (AC)***

Se llegó a la conclusión de que a largo plazo son más rentables los aparatos VRF que los individuales y dentro de estos, se recomendó la compra de la solución favorecida por *FT System*, marca MITSUBISHI.

### **4.2. *Estudio de Layouts***

Los mapas elaborados durante esta fase se añadieron a la base de datos de la empresa para poder ser usados cuando sea necesario.

### **4.3. *Manuales de herramientas***

Durante esta fase, gran parte de las herramientas, de una lista de más de 500 fueron convenientemente actualizadas en la base de datos.

### **4.4. *Desplazamiento de líneas de producción (OVAR)***

Las mediciones sobre el terreno y el contacto con la empresa KONECRANER servirán de apoyo para el desplazamiento de las líneas, previsto para el año 2018.

#### **4.5. *Puestos de pintura***

Los resultados de esta fase se verán años más tarde, cuando se comiencen las reformas en este sector.

#### **4.6. *Flujo de materiales***

Los mapas de flujos elaborados fueron subidos a la base de datos de la empresa, para ser usados con el fin de mejorar la comunicación entre los distintos puestos y sectores durante las futuras reformas de la empresa.

## **5. *BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN***

## 5. Bibliografía y otras fuentes de información

### LIBROS

1. An Overview of Enterprise Resource Planning (ERP). *The Institute of Chartered Accountants of India.*
2. Benvenuto, A. V.; Implementación de Sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC. *Universidad de Concepción, 2006*, 4.
3. Lazo, S.; Impacto del Enterprise Resource Planning (ERP) en las Empresas, *Universidad Interamericana de Puerto Rico, 2010*.
4. Jacka, J. M.; Keller, P. J.; Business Process Maping, Improving Customer Satisfaction, *John Wiley & Sons Inc, 2009*.
5. Serrador, F.; Martins, J.; Organização e Gestão da Produção. **2005**.
6. Manual Práctico de ventilación, *Soler & Palau*.
7. Navarro, N. J.; Estudio comparativo de una instalación de aire acondicionado con sistema de volumen de refrigerante variable (V.R.V.) Respecto al sistema de expansión directa convencional. *Universitat Politècnica de Catalunya, El Prat de Llobregat, Barcelona, España 2014*.

### PÁGINAS WEB

- <http://www.monografias.com/trabajos94/el-sistema-sap/el-sistema-sap.shtml#laempresaa> (22.02.2017)
- <http://www.consultoria-sap.com/2014/03/que-es-sap-y-para-que-sirve.html> (22.02.2017)
- <http://caetanobus.pt/pt/> (20.02.2017)
- [http://www.airconexperts.co.za/btu\\_calc.html](http://www.airconexperts.co.za/btu_calc.html) (10.04.2017)
- <https://www.dinheirovivo.pt/fazedores/caetanobus-os-autocarros-a-diesel-ja-eram-apresentamos-os-eletricos-e-cobus/> (20.02.2017)
- [http://www.modelersite.com/Abr2003/espanol/Spray-booth-design\\_Esp.htm](http://www.modelersite.com/Abr2003/espanol/Spray-booth-design_Esp.htm) (15.03.2017)

- [\(15.03.2017\)](http://www.trabajosenvertical.com/2010/02/las-chimeneas-de-ventilacion-y-de.html)
- [\(15.03.2017\)](http://www.driftec.pt)
- [\(15.03.2017\)](http://www.cetrus.pt/)
- [\(07.04.2017\)](http://datacenterconsultores.com/que-es-un-equipo-de-expansion-directa)
- [\(07.04.2017\)](https://nergiza.com/que-es-un-sistema-de-climatizacion-vrf/)
- [\(07.04.2017\)](https://nergiza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado/)
- [\(07.04.2017\)](http://www.toshiba-aire.es/ventajas-del-vrf-toshiba/)
- [\(07.04.2017\)](https://es.linkedin.com/pulse/sistemas-vrf-la-climatizaci%C3%B3n-eficiente-para-yfern%C3%A1ndez-parra-3k-)
- [\(06.06.2017\)](http://www.accuweather.com)
- 

#### OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Trabajadores de la empresa.

## 6. ANEXOS

## 6. Anexos

## **ANEXO I**

---

**ANALISIS ECONÓMICO - EVOLUCIÓN DE PRECIOS DE LOS DISTINTOS  
APARATOS AC**

MES	LIDERNOR			NUNOMIRANDA	FT SYSTEMS
	SAMSUNG VRF	SAMSUNG INDIVIDUAL	MITSUBISHI INDIVIDUAL	HAIER VRF	MITSUBISHI VRF
0	45.150,00 €	<b>30.546,00 €</b>	31.687,00 €	34.937,81 €	51.182,80 €
1	46.339,01 €	<b>32.178,40 €</b>	33.023,39 €	35.964,53 €	52.135,00 €
2	47.528,02 €	<b>33.810,80 €</b>	34.359,78 €	36.991,25 €	53.314,90 €
3	48.717,02 €	<b>35.443,21 €</b>	35.696,18 €	38.017,97 €	54.494,80 €
4	49.906,03 €	<b>37.075,61 €</b>	<b>37.032,57 €</b>	39.044,69 €	55.674,70 €
5	51.095,04 €	38.708,01 €	<b>38.368,96 €</b>	40.071,41 €	56.854,60 €
6	52.284,05 €	40.340,41 €	<b>39.705,35 €</b>	41.098,13 €	58.034,50 €
7	53.473,06 €	41.972,81 €	<b>41.041,74 €</b>	42.124,85 €	59.214,40 €
8	54.662,06 €	43.605,22 €	<b>42.378,14 €</b>	43.151,57 €	60.394,30 €
9	55.851,07 €	45.237,62 €	<b>43.714,53 €</b>	44.178,29 €	61.574,20 €
10	57.040,08 €	46.870,02 €	<b>45.050,92 €</b>	45.205,01 €	62.754,10 €
11	<b>58.229,09 €</b>	<b>48.502,42 €</b>	<b>46.387,31 €</b>	<b>46.231,73 €</b>	63.934,00 €
12	59.418,10 €	50.134,82 €	47.723,70 €	<b>47.258,45 €</b>	65.113,90 €
13	60.607,10 €	51.767,23 €	49.060,10 €	<b>48.285,17 €</b>	66.293,80 €
14	61.796,11 €	53.399,63 €	50.396,49 €	<b>49.311,89 €</b>	67.473,70 €
15	62.985,12 €	55.032,03 €	51.732,88 €	<b>50.338,61 €</b>	68.653,60 €
16	64.174,13 €	56.664,43 €	53.069,27 €	<b>51.365,33 €</b>	69.833,50 €
17	65.363,14 €	58.296,83 €	54.405,66 €	<b>52.392,05 €</b>	71.013,40 €
18	66.552,14 €	59.929,24 €	55.742,06 €	<b>53.418,77 €</b>	72.193,30 €
19	67.741,15 €	61.561,64 €	57.078,45 €	<b>54.445,49 €</b>	73.373,20 €
20	68.930,16 €	63.194,04 €	58.414,84 €	<b>55.472,21 €</b>	74.553,10 €
21	70.119,17 €	64.826,44 €	59.751,23 €	<b>56.498,93 €</b>	75.733,00 €
22	71.308,18 €	66.458,84 €	61.087,62 €	<b>57.525,65 €</b>	76.912,90 €
23	72.497,18 €	68.091,25 €	62.424,02 €	<b>58.552,37 €</b>	78.092,80 €
24	73.686,19 €	69.723,65 €	63.760,41 €	<b>59.579,09 €</b>	79.272,70 €
25	74.875,20 €	71.356,05 €	65.096,80 €	<b>60.605,81 €</b>	80.452,60 €
26	76.064,21 €	72.988,45 €	66.433,19 €	<b>61.632,53 €</b>	81.632,50 €
27	77.253,22 €	74.620,85 €	67.769,58 €	<b>62.659,25 €</b>	82.812,40 €
28	78.442,22 €	76.253,26 €	69.105,98 €	<b>63.685,97 €</b>	83.992,30 €
29	79.631,23 €	77.885,66 €	70.442,37 €	<b>64.712,69 €</b>	85.172,20 €
30	80.820,24 €	79.518,06 €	71.778,76 €	<b>65.739,41 €</b>	86.352,10 €
31	82.009,25 €	81.150,46 €	73.115,15 €	<b>66.766,13 €</b>	87.532,00 €
32	83.198,26 €	82.782,86 €	74.451,54 €	<b>67.792,85 €</b>	88.711,90 €
33	<b>84.387,26 €</b>	<b>84.415,27 €</b>	75.787,94 €	<b>68.819,57 €</b>	89.891,80 €
34	85.576,27 €	86.047,67 €	77.124,33 €	<b>69.846,29 €</b>	91.071,70 €
35	86.765,28 €	87.680,07 €	78.460,72 €	<b>70.873,01 €</b>	92.251,60 €
36	87.954,29 €	89.312,47 €	79.797,11 €	<b>71.899,73 €</b>	93.431,50 €
37	89.143,30 €	90.944,87 €	81.133,50 €	<b>72.926,45 €</b>	94.611,40 €
38	90.332,30 €	92.577,28 €	82.469,90 €	<b>73.953,17 €</b>	95.791,30 €
39	91.521,31 €	94.209,68 €	83.806,29 €	<b>74.979,89 €</b>	96.971,20 €
40	92.710,32 €	95.842,08 €	85.142,68 €	<b>76.006,61 €</b>	98.151,10 €
41	93.899,33 €	97.474,48 €	86.479,07 €	<b>77.033,33 €</b>	99.331,00 €
42	95.088,34 €	99.106,88 €	87.815,46 €	<b>78.060,05 €</b>	100.510,90 €
43	96.277,34 €	100.739,29 €	89.151,86 €	<b>79.086,77 €</b>	101.690,80 €
44	97.466,35 €	102.371,69 €	90.488,25 €	<b>80.113,49 €</b>	102.870,70 €
45	98.655,36 €	104.004,09 €	91.824,64 €	<b>81.140,21 €</b>	104.050,60 €
46	<b>99.844,37 €</b>	<b>105.636,49 €</b>	93.161,03 €	<b>82.166,93 €</b>	<b>105.230,50 €</b>
47	101.033,38 €	107.268,89 €	94.497,42 €	<b>83.193,65 €</b>	106.410,40 €
48	102.222,38 €	108.901,30 €	95.833,82 €	<b>84.220,37 €</b>	107.590,30 €
49	103.411,39 €	110.533,70 €	97.170,21 €	<b>85.247,09 €</b>	108.770,20 €
50	104.600,40 €	112.166,10 €	98.506,60 €	<b>86.273,81 €</b>	109.950,10 €
51	105.789,41 €	113.798,50 €	99.842,99 €	<b>87.300,53 €</b>	111.130,00 €
52	106.978,42 €	115.430,90 €	101.179,38 €	<b>88.327,25 €</b>	112.309,90 €
53	108.167,42 €	117.063,31 €	102.515,78 €	<b>89.353,97 €</b>	113.489,80 €
54	109.356,43 €	118.695,71 €	103.852,17 €	<b>90.380,69 €</b>	114.669,70 €
55	110.545,44 €	120.328,11 €	105.188,56 €	<b>91.407,41 €</b>	115.849,60 €
56	111.734,45 €	121.960,51 €	106.524,95 €	<b>92.434,13 €</b>	117.029,50 €
57	112.923,46 €	123.592,91 €	107.861,34 €	<b>93.460,85 €</b>	118.209,40 €
58	114.112,46 €	125.225,32 €	109.197,74 €	<b>94.487,57 €</b>	119.389,30 €
59	115.301,47 €	126.857,72 €	110.534,13 €	<b>95.514,29 €</b>	120.569,20 €
60	116.490,48 €	128.490,12 €	111.870,52 €	<b>96.541,01 €</b>	121.749,10 €

61	117.679,49 €	130.122,52 €	113.206,91 €	97.567,73 €	122.929,00 €
62	118.868,50 €	131.754,92 €	114.543,30 €	98.594,45 €	124.108,90 €
63	120.057,50 €	133.387,33 €	115.879,70 €	99.621,17 €	125.288,80 €
64	121.246,51 €	135.019,73 €	117.216,09 €	100.647,89 €	126.468,70 €
65	122.435,52 €	136.652,13 €	118.552,48 €	101.674,61 €	127.648,60 €
66	123.624,53 €	138.284,53 €	119.888,87 €	102.701,33 €	128.828,50 €
67	124.813,54 €	139.916,93 €	121.225,26 €	103.728,05 €	130.008,40 €
68	126.002,54 €	141.549,34 €	122.561,66 €	104.754,77 €	131.188,30 €
69	127.191,55 €	143.181,74 €	123.898,05 €	105.781,49 €	132.368,20 €
70	128.380,56 €	144.814,14 €	125.234,44 €	106.808,21 €	133.548,10 €
71	129.569,57 €	146.446,54 €	126.570,83 €	107.834,93 €	134.728,00 €
72	130.758,58 €	148.078,94 €	127.907,22 €	108.861,65 €	135.907,90 €
73	131.947,58 €	149.711,35 €	129.243,62 €	109.888,37 €	137.087,80 €
74	133.136,59 €	151.343,75 €	130.580,01 €	110.915,09 €	138.267,70 €
75	134.325,60 €	152.976,15 €	131.916,40 €	111.941,81 €	139.447,60 €
76	135.514,61 €	154.608,55 €	133.252,79 €	112.968,53 €	140.627,50 €
77	136.703,62 €	156.240,95 €	134.589,18 €	113.995,25 €	141.807,40 €
78	137.892,62 €	157.873,36 €	135.925,58 €	115.021,97 €	142.987,30 €
79	139.081,63 €	159.505,76 €	137.261,97 €	116.048,69 €	144.167,20 €
80	140.270,64 €	161.138,16 €	138.598,36 €	117.075,41 €	145.347,10 €
81	141.459,65 €	162.770,56 €	139.934,75 €	118.102,13 €	146.527,00 €
82	142.648,66 €	164.402,96 €	141.271,14 €	119.128,85 €	147.706,90 €
83	143.837,66 €	166.035,37 €	142.607,54 €	120.155,57 €	148.886,80 €
84	145.026,67 €	167.667,77 €	143.943,93 €	121.182,29 €	150.066,70 €
85	146.215,68 €	169.300,17 €	145.280,32 €	122.209,01 €	151.246,60 €
86	147.404,69 €	170.932,57 €	146.616,71 €	123.235,73 €	152.426,50 €
87	148.593,70 €	172.564,97 €	147.953,10 €	124.262,45 €	153.606,40 €
88	149.782,70 €	174.197,38 €	149.289,50 €	125.289,17 €	154.786,30 €
89	150.971,71 €	175.829,78 €	150.625,89 €	126.315,89 €	155.966,20 €
90	152.160,72 €	177.462,18 €	151.962,28 €	127.342,61 €	157.146,10 €
91	153.349,73 €	179.094,58 €	153.298,67 €	128.369,33 €	158.326,00 €
92	<b>154.538,74 €</b>	<b>180.726,98 €</b>	<b>154.635,06 €</b>	<b>129.396,05 €</b>	<b>159.505,90 €</b>
93	155.727,74 €	182.359,39 €	155.971,46 €	130.422,77 €	160.685,80 €
94	156.916,75 €	183.991,79 €	157.307,85 €	131.449,49 €	161.865,70 €
95	158.105,76 €	185.624,19 €	158.644,24 €	132.476,21 €	163.045,60 €
96	159.294,77 €	187.256,59 €	159.980,63 €	133.502,93 €	164.225,50 €
97	160.483,78 €	188.888,99 €	161.317,02 €	134.529,65 €	165.405,40 €
98	161.672,78 €	190.521,40 €	162.653,42 €	135.556,37 €	166.585,30 €
99	162.861,79 €	192.153,80 €	163.989,81 €	136.583,09 €	167.765,20 €
100	164.050,80 €	193.786,20 €	165.326,20 €	137.609,81 €	168.945,10 €
101	165.239,81 €	195.418,60 €	166.662,59 €	138.636,53 €	170.125,00 €
102	166.428,82 €	197.051,00 €	167.998,98 €	139.663,25 €	171.304,90 €
103	167.617,82 €	198.683,41 €	169.335,38 €	140.689,97 €	172.484,80 €
104	168.806,83 €	200.315,81 €	170.671,77 €	141.716,69 €	173.664,70 €
105	169.995,84 €	201.948,21 €	172.008,16 €	142.743,41 €	174.844,60 €
106	171.184,85 €	203.580,61 €	173.344,55 €	143.770,13 €	176.024,50 €
107	172.373,86 €	205.213,01 €	174.680,94 €	144.796,85 €	177.204,40 €
108	173.562,86 €	206.845,42 €	176.017,34 €	145.823,57 €	178.384,30 €
109	174.751,87 €	208.477,82 €	177.353,73 €	146.850,29 €	179.564,20 €
110	175.940,88 €	210.110,22 €	178.690,12 €	147.877,01 €	180.744,10 €
111	177.129,89 €	211.742,62 €	180.026,51 €	148.903,73 €	181.924,00 €
112	178.318,90 €	213.375,02 €	181.362,90 €	149.930,45 €	183.103,90 €
113	179.507,90 €	215.007,43 €	182.699,30 €	150.957,17 €	184.283,80 €
114	180.696,91 €	216.639,83 €	184.035,69 €	151.983,89 €	185.463,70 €
115	181.885,92 €	218.272,23 €	185.372,08 €	153.010,61 €	186.643,60 €
116	183.074,93 €	219.904,63 €	186.708,47 €	154.037,33 €	187.823,50 €
117	184.263,94 €	221.537,03 €	188.044,86 €	155.064,05 €	189.003,40 €
118	185.452,94 €	223.169,44 €	189.381,26 €	156.090,77 €	190.183,30 €
119	186.641,95 €	224.801,84 €	190.717,65 €	157.117,49 €	191.363,20 €
120	187.830,96 €	226.434,24 €	192.054,04 €	158.144,21 €	192.543,10 €

121	189.072,96 €	227.992,12 €	193.491,86 €	159.183,35 €	193.723,00 €
122	190.314,96 €	229.550,00 €	194.929,68 €	160.222,49 €	<b>194.902,90 €</b>
123	191.556,96 €	231.107,89 €	196.367,51 €	161.261,63 €	196.082,80 €
124	192.798,96 €	232.665,77 €	197.805,33 €	162.300,77 €	197.262,70 €
125	194.040,96 €	234.223,65 €	199.243,15 €	163.339,91 €	198.442,60 €
126	195.282,96 €	235.781,53 €	200.680,97 €	164.379,05 €	199.622,50 €
127	196.524,96 €	237.339,41 €	202.118,79 €	165.418,19 €	200.802,40 €
128	197.766,96 €	238.897,30 €	203.556,62 €	166.457,33 €	201.982,30 €
129	199.008,96 €	240.455,18 €	204.994,44 €	167.496,47 €	203.162,20 €
130	200.250,96 €	242.013,06 €	206.432,26 €	168.535,61 €	204.342,10 €
131	201.492,96 €	243.570,94 €	207.870,08 €	169.574,75 €	205.522,00 €
132	202.734,96 €	245.128,82 €	209.307,90 €	170.613,89 €	206.701,90 €
133	203.976,96 €	246.686,71 €	210.745,73 €	171.653,03 €	207.881,80 €
134	205.218,96 €	248.244,59 €	212.183,55 €	172.692,17 €	209.061,70 €
135	206.460,96 €	249.802,47 €	213.621,37 €	173.731,31 €	210.241,60 €
136	207.702,96 €	251.360,35 €	215.059,19 €	174.770,45 €	211.421,50 €
137	208.944,96 €	252.918,23 €	216.497,01 €	175.809,59 €	212.601,40 €
138	210.186,96 €	254.476,12 €	217.934,84 €	176.848,73 €	213.781,30 €
139	211.428,96 €	256.034,00 €	219.372,66 €	177.887,87 €	214.961,20 €
140	212.670,96 €	257.591,88 €	220.810,48 €	178.927,01 €	216.141,10 €
141	213.912,96 €	259.149,76 €	222.248,30 €	179.966,15 €	217.321,00 €
142	215.154,96 €	260.707,64 €	223.686,12 €	181.005,29 €	218.500,90 €
143	216.396,96 €	262.265,53 €	225.123,95 €	182.044,43 €	219.680,80 €
144	217.638,96 €	263.823,41 €	226.561,77 €	183.083,57 €	220.860,70 €
145	218.880,96 €	265.381,29 €	227.999,59 €	184.122,71 €	222.040,60 €
146	220.122,96 €	266.939,17 €	229.437,41 €	185.161,85 €	223.220,50 €
147	221.364,96 €	268.497,05 €	230.875,23 €	186.200,99 €	224.400,40 €
148	222.606,96 €	270.054,94 €	232.313,06 €	187.240,13 €	225.580,30 €
149	223.848,96 €	271.612,82 €	233.750,88 €	188.279,27 €	226.760,20 €
150	225.090,96 €	273.170,70 €	235.188,70 €	189.318,41 €	227.940,10 €
151	226.332,96 €	274.728,58 €	236.626,52 €	190.357,55 €	229.120,00 €
152	227.574,96 €	276.286,46 €	238.064,34 €	191.396,69 €	230.299,90 €
153	228.816,96 €	277.844,35 €	239.502,17 €	192.435,83 €	231.479,80 €
154	230.058,96 €	279.402,23 €	240.939,99 €	193.474,97 €	232.659,70 €
155	231.300,96 €	280.960,11 €	242.377,81 €	194.514,11 €	233.839,60 €
156	232.542,96 €	282.517,99 €	243.815,63 €	195.553,25 €	235.019,50 €
157	233.784,96 €	284.075,87 €	245.253,45 €	196.592,39 €	236.199,40 €
158	235.026,96 €	285.633,76 €	246.691,28 €	197.631,53 €	237.379,30 €
159	236.268,96 €	287.191,64 €	248.129,10 €	198.670,67 €	238.559,20 €
160	237.510,96 €	288.749,52 €	249.566,92 €	199.709,81 €	239.739,10 €
161	238.752,96 €	290.307,40 €	251.004,74 €	200.748,95 €	240.919,00 €
162	239.994,96 €	291.865,28 €	252.442,56 €	201.788,09 €	242.098,90 €
163	241.236,96 €	293.423,17 €	253.880,39 €	202.827,23 €	243.278,80 €
164	242.478,96 €	294.981,05 €	255.318,21 €	203.866,37 €	244.458,70 €
165	243.720,96 €	296.538,93 €	256.756,03 €	204.905,51 €	245.638,60 €
166	244.962,96 €	298.096,81 €	258.193,85 €	205.944,65 €	246.818,50 €
167	246.204,96 €	299.654,69 €	259.631,67 €	206.983,79 €	247.998,40 €
168	247.446,96 €	301.212,58 €	261.069,50 €	208.022,93 €	249.178,30 €
169	248.688,96 €	302.770,46 €	262.507,32 €	209.062,07 €	250.358,20 €
170	249.930,96 €	304.328,34 €	263.945,14 €	210.101,21 €	251.538,10 €
171	251.172,96 €	305.886,22 €	265.382,96 €	211.140,35 €	252.718,00 €
172	252.414,96 €	307.444,10 €	266.820,78 €	212.179,49 €	253.897,90 €
173	253.656,96 €	309.001,99 €	268.258,61 €	213.218,63 €	255.077,80 €
174	254.898,96 €	310.559,87 €	269.696,43 €	214.257,77 €	256.257,70 €
175	256.140,96 €	312.117,75 €	271.134,25 €	215.296,91 €	257.437,60 €
176	257.382,96 €	313.675,63 €	272.572,07 €	216.336,05 €	258.617,50 €
177	258.624,96 €	315.233,51 €	274.009,89 €	217.375,19 €	259.797,40 €
178	259.866,96 €	316.791,40 €	275.447,72 €	218.414,33 €	260.977,30 €
179	261.108,96 €	318.349,28 €	276.885,54 €	219.453,47 €	262.157,20 €
180	262.350,96 €	319.907,16 €	278.323,36 €	220.492,61 €	263.337,10 €

181	263.592,96 €	321.465,04 €	279.761,18 €	221.531,75 €	264.517,00 €
182	264.834,96 €	323.022,92 €	281.199,00 €	222.570,89 €	265.696,90 €
183	266.076,96 €	324.580,81 €	282.636,83 €	223.610,03 €	266.876,80 €
184	267.318,96 €	326.138,69 €	284.074,65 €	224.649,17 €	268.056,70 €
185	268.560,96 €	327.696,57 €	285.512,47 €	225.688,31 €	269.236,60 €
186	269.802,96 €	329.254,45 €	286.950,29 €	226.727,45 €	270.416,50 €
187	271.044,96 €	330.812,33 €	288.388,11 €	227.766,59 €	271.596,40 €
188	272.286,96 €	332.370,22 €	289.825,94 €	228.805,73 €	272.776,30 €
189	273.528,96 €	333.928,10 €	291.263,76 €	229.844,87 €	273.956,20 €
190	274.770,96 €	335.485,98 €	292.701,58 €	230.884,01 €	275.136,10 €
191	276.012,96 €	337.043,86 €	294.139,40 €	231.923,15 €	276.316,00 €
192	277.254,96 €	338.601,74 €	295.577,22 €	232.962,29 €	277.495,90 €
193	278.496,96 €	340.159,63 €	297.015,05 €	234.001,43 €	278.675,80 €
194	279.738,96 €	341.717,51 €	298.452,87 €	235.040,57 €	279.855,70 €
195	280.980,96 €	343.275,39 €	299.890,69 €	236.079,71 €	281.035,60 €
196	282.222,96 €	344.833,27 €	301.328,51 €	237.118,85 €	282.215,50 €
197	283.464,96 €	346.391,15 €	302.766,33 €	238.157,99 €	283.395,40 €
198	284.706,96 €	347.949,04 €	304.204,16 €	239.197,13 €	284.575,30 €
199	285.948,96 €	349.506,92 €	305.641,98 €	240.236,27 €	285.755,20 €
200	287.190,96 €	351.064,80 €	307.079,80 €	241.275,41 €	286.935,10 €
201	288.432,96 €	352.622,68 €	308.517,62 €	242.314,55 €	288.115,00 €
202	289.674,96 €	354.180,56 €	309.955,44 €	243.353,69 €	289.294,90 €
203	290.916,96 €	355.738,45 €	311.393,27 €	244.392,83 €	290.474,80 €
204	292.158,96 €	357.296,33 €	312.831,09 €	245.431,97 €	291.654,70 €
205	293.400,96 €	358.854,21 €	314.268,91 €	246.471,11 €	292.834,60 €
206	294.642,96 €	360.412,09 €	315.706,73 €	247.510,25 €	294.014,50 €
207	295.884,96 €	361.969,97 €	317.144,55 €	248.549,39 €	295.194,40 €
208	297.126,96 €	363.527,86 €	318.582,38 €	249.588,53 €	296.374,30 €
209	298.368,96 €	365.085,74 €	320.020,20 €	250.627,67 €	297.554,20 €
210	299.610,96 €	366.643,62 €	321.458,02 €	251.666,81 €	298.734,10 €
211	300.852,96 €	368.201,50 €	322.895,84 €	252.705,95 €	299.914,00 €
212	302.094,96 €	369.759,38 €	324.333,66 €	253.745,09 €	301.093,90 €
213	303.336,96 €	371.317,27 €	325.771,49 €	254.784,23 €	302.273,80 €
214	304.578,96 €	372.875,15 €	327.209,31 €	255.823,37 €	303.453,70 €
215	305.820,96 €	374.433,03 €	328.647,13 €	256.862,51 €	304.633,60 €
216	307.062,96 €	375.990,91 €	330.084,95 €	257.901,65 €	305.813,50 €
217	308.304,96 €	377.548,79 €	331.522,77 €	258.940,79 €	306.993,40 €
218	309.546,96 €	379.106,68 €	332.960,60 €	259.979,93 €	308.173,30 €
219	310.788,96 €	380.664,56 €	334.398,42 €	261.019,07 €	309.353,20 €
220	312.030,96 €	382.222,44 €	335.836,24 €	262.058,21 €	310.533,10 €
221	313.272,96 €	383.780,32 €	337.274,06 €	263.097,35 €	311.713,00 €
222	314.514,96 €	385.338,20 €	338.711,88 €	264.136,49 €	312.892,90 €
223	315.756,96 €	386.896,09 €	340.149,71 €	265.175,63 €	314.072,80 €
224	316.998,96 €	388.453,97 €	341.587,53 €	266.214,77 €	315.252,70 €
225	318.240,96 €	390.011,85 €	343.025,35 €	267.253,91 €	316.432,60 €
226	319.482,96 €	391.569,73 €	344.463,17 €	268.293,05 €	317.612,50 €
227	320.724,96 €	393.127,61 €	345.900,99 €	269.332,19 €	318.792,40 €
228	321.966,96 €	394.685,50 €	347.338,82 €	270.371,33 €	319.972,30 €
229	323.208,96 €	396.243,38 €	348.776,64 €	271.410,47 €	321.152,20 €
230	324.450,96 €	397.801,26 €	350.214,46 €	272.449,61 €	322.332,10 €
231	325.692,96 €	399.359,14 €	351.652,28 €	273.488,75 €	323.512,00 €
232	326.934,96 €	400.917,02 €	353.090,10 €	274.527,89 €	324.691,90 €
233	328.176,96 €	402.474,91 €	354.527,93 €	275.567,03 €	325.871,80 €
234	329.418,96 €	404.032,79 €	355.965,75 €	276.606,17 €	327.051,70 €
235	330.660,96 €	405.590,67 €	357.403,57 €	277.645,31 €	328.231,60 €
236	331.902,96 €	407.148,55 €	358.841,39 €	278.684,45 €	329.411,50 €
237	333.144,96 €	408.706,43 €	360.279,21 €	279.723,59 €	330.591,40 €
238	334.386,96 €	410.264,32 €	361.717,04 €	280.762,73 €	331.771,30 €
239	335.628,96 €	411.822,20 €	363.154,86 €	281.801,87 €	332.951,20 €
240	336.870,96 €	413.380,08 €	364.592,68 €	282.841,01 €	334.131,10 €
	3	4	5	1	2