



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica  
Superior d'Enginyeria  
Informàtica

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Universitat Politècnica de València

**Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la  
incorporación de propuestas del campo de internet de las  
cosas.**

Trabajo Fin de Grado

**Grado en Ingeniería Informática**

**Autor:** Rafael Climent Pascual

**Tutor:** Andrés Boza García

2014/2015

## Resumen

---

Nuevas tecnologías afectan a los sistemas empresariales. Una de estas tendencias se dirige hacia el concepto de empresa sensible (Sensing Enterprise), donde la empresa recibe información en tiempo real sobre su entorno, un entorno que es "global" por la naturaleza (mediante tweets, sensores de información, RFID o GPS como ejemplos) y alimenta constantemente su proceso de toma de decisiones, pudiendo este estar controlado por los "sujetos" (es decir, los seres humanos), o por los "objetos" (es decir, varios tipos de artefactos "things" habilitados). Así, nuevas aplicaciones en este ámbito permiten aumentar la sensibilidad al contexto global y físico de los sistemas de negocio. El objetivo que se persigue es mejorar el proceso de planificación de la producción mediante la incorporación de las nuevas tecnologías que están surgiendo el campo de "sensing enterprises" e "Internet of Things" para la mejora de la toma de decisiones en el ámbito productivo.

**Palabras clave:** Internet de las cosas. Sensing Enterprise. Planificación de la Producción. RFID.

# Abstract

---

New technologies affecting business systems. One of these trends is directed towards the concept of sensitive company (Sensing Enterprise), where the company receives real-time information about their environment, an environment that is "global" by nature (through tweets or sensory information, such as RFID or GPS) and constantly feeds its decision-making process. This Decision making process can be controlled by "individuals" (ie humans) or objects (that is, various kinds of devices "things" enabled). Thus, new applications in this field allow more sensitive to the physical context of global business systems. The objective pursued is to improve the planning of production by incorporating new technologies emerging field "sensing enterprises" and "Internet of Things" to improve decision making in the production area.

**Keywords:** Internet of Things. Sensing Enterprise. Production Planning. RFID.

# Tabla de contenidos

---

<b>Capítulo 1. Planificación de la producción.....</b>	<b>7</b>
1.1 Estrategia empresarial.....	7
1.2 Planificación empresarial.....	8
1.3 Proceso de planificación y control.....	8
1.4 Plan Maestro de producción .....	10
1.4.1 Plan de producción a corto plazo .....	11
1.5 La programación detallada de las operaciones .....	12
1.6 La ejecución y el control de las operaciones .....	13
1.6.1 Control de las operaciones .....	14
1.7 Conclusión .....	15
<b>Capítulo 2 Gestión por procesos, calidad y BPMN .....</b>	<b>16</b>
2.1 Proceso definición y características .....	16
2.1.1 Procesos de negocio .....	16
2.2 La gestión por procesos. ....	17
2.2.1 Principios de gestión de la calidad. ....	18
2.3 El enfoque basado en procesos. ....	19
2.3.1 Los procesos en la organización.....	21
2.3.2 La mejora de procesos.....	23
2.4 BPM.....	24
2.4.1 Definición.....	24
2.4.2 Utilidades BPM.....	25
2.5 BPMN.....	26
2.5.1 Definición y características. ....	26
2.5.2 Modelado, objetos BPMN.....	27
<b>Capítulo 3 Internet de las cosas.....</b>	<b>29</b>
3.1 Definición y características.....	29
3.2 De dónde viene, tecnologías presentes .....	30
3.2.1 Informática ubicua.....	30

3.2.2	Identificación por radiofrecuencia .....	31
3.2.3	Cibersistemas físicos .....	31
3.2.4	Redes de sensores inalámbricas .....	32
3.2.5	Comunicaciones de máquina a máquina .....	32
3.3	Alcance .....	33
3.4	Interactuar .....	34
3.5	Internet de todas las cosas.....	35
3.6	Sensing Enterprise .....	36
<b>Capítulo 4</b>	<b>Identificación del problema .....</b>	<b>37</b>
4.1	Introducción. ....	37
4.2	Planificación de la producción con SAP.....	37
4.2.1	Diagrama de planificación de Stock.....	39
4.2.2	Diagrama de planificación de pedidos .....	41
4.2.3	Planificación a corto plazo .....	44
4.2.4	Problemas resueltos con SAP.....	45
4.3	Estructura organizativa en distintas áreas .....	45
4.3.1	Área MRP Central.....	45
4.3.2	Área MRP Centro Lacado .....	47
4.3.3	Área MRP KitHouse .....	48
4.3.4	Área MRP Outlet.....	48
4.4	Coordinación entre las distintas áreas.....	51
4.5	Problema de coordinación .....	52
<b>Capítulo 5</b>	<b>Solución del problema .....</b>	<b>53</b>
5.1	Propuesta de cambios desde una perspectiva global, RFID .....	53
5.1.1	Etiquetas .....	54
5.1.2	Lectores .....	55
5.1.3	Antenas.....	56
5.1.4	Sistema de control .....	57
5.2	Propuesta de cambios en la parte física, ubicación y coordinación.....	58
5.2.1	Cambios en los palés .....	58
5.2.2	Cambios en Sede Central .....	59
5.2.3	Cambios en Sede Lacado .....	61
5.2.4	Coordinación usando RFID, avisos.....	63



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

5.3 Propuesta para la gestión de la información, etiquetas.....	64
5.4 Propuesta de integración con aplicación.....	68
5.4.1 Decisiones del sistema de control .....	70
5.4.2 Enlace con los procesos de la organización .....	72
<b>Capítulo 6. Conclusiones generales.....</b>	<b>74</b>
<b>Listado de Anexos.....</b>	<b>76</b>
Anexo 1: Tipos de eventos.....	76
Anexo 2: Tipos de actividades.....	78
Anexo 3: Tipos de compuertas .....	79
Anexo 4: Tipos de objetos conectores .....	80
Anexo 5: Tipos de canales .....	81
Anexo 6: Tipos de artefactos .....	82
<b>Bibliografía utilizada.....</b>	<b>83</b>
Bibliografía Capítulo 1. Planificación de la producción.....	83
Bibliografía Capítulo 2. Gestión por procesos, calidad y BPMN.....	84
Bibliografía Capítulo 3. Internet de las cosas .....	85
Bibliografía Capítulo 5. Solución del problema .....	86

# Capítulo 1. Planificación de la producción

## 1.1 Estrategia empresarial

La estrategia es el entramado de objetivos, metas y de las principales políticas y planes de acción, que conducen al logro de estas metas, de manera que quede definido el negocio en el cual va a estar la compañía y la clase de compañía que es en el presente y que va a ser en el futuro. Es decir, la estrategia muestra el camino que es necesario recorrer desde la situación actual hasta la situación futura deseada. Los pasos que hay que seguir para formular la estrategia empresarial según Leandro (2009) son:

- Formulación de la misión.
- Plantear objetivos y metas.
- Establecer políticas y reglamentos.
- Definir la estrategia operativa.

Michael Porter (1979) propone los siguientes pasos para lograr una buena estrategia competitiva:

- Sector de posicionamiento: En este paso se debe preguntar en que sector del mercado se encuentra posicionada la empresa actualmente. Y se debe analizar una estrategia a seguir dependiendo de en qué estado se encuentre el sector.
- Análisis del entorno: En este paso se debe preguntar qué está pasando alrededor de la empresa. Se debe analizar la industria, las sociedades, la competencia, las fuerzas y debilidades que tenga la empresa. También se debe hacer un análisis exhaustivo de todo esto para intentar mejorar internamente y poder superar a los competidores.
- Análisis interno: En este paso hay que preguntar qué es lo que está haciendo actualmente la empresa, cómo actúa realmente y que es lo que verdaderamente debería estar haciendo. Se debe analizar todas las alternativas, estrategias, y oportunidades que se presenten e intentar elegir las que más beneficiosas sean para la empresa.

Ya se han visto los pasos que hay que tener claros para realizar una buena estrategia empresarial según Gabriel Leandro y Michael Porter. Pero hay más ejemplos de definiciones de estrategia empresarial, según Domínguez Machuca, J.A (1994) para hablar de estrategia a nivel empresarial se deben tener claro 3 puntos fundamentales:

- Dónde se quiere llegar, dónde se quiere estar en un futuro.
- Cómo se quiere llegar a ese sitio.
- Qué medios se tienen que emplear para llegar a la meta propuesta.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

## 1.2 Planificación empresarial.

Una vez se tiene clara la estrategia de operaciones que va a seguir la empresa se tiene que realizar una buena **planificación empresarial**. Machuca, et al. (1994) al hablar de planificación empresarial consideran cuatro etapas básicas:

- **Planificación estratégica:** Se establecen los objetivos, la estrategias y en general los planes globales a largo plazo, normalmente en 3 y 5 años. Esta actividad es desarrollada por la Alta Dirección y se ocupa de problemas de gran amplitud, tanto en términos de actividades organizativas como de tiempo; debido a ello emplean variables muy agregadas.
- **Planificación táctica:** Se concretan para cada una de las áreas funcionales, la parte inicial del Plan Estratégico (normalmente uno o dos años) o de algunos de los planes a largo plazo que lo componen. Son planes que, por la longitud de su horizonte temporal y por la menor amplitud de los problemas tratados, no pueden considerarse planes estratégicos. Sin embargo, como utilizan unidades agregadas, cantidades periódicas en intervalos amplios y un horizonte que supera el corto plazo, tampoco encajan en la planificación operativa.
- **Planificación operativa:** Se concretan los planes estratégicos y los objetivos globales de la empresa para cada una de las tareas y subtareas funcionales, llegándose a un elevado grado de detalle. Se trata, de una etapa en la que las actividades son más limitadas y abarcan un horizonte temporal relativamente corto, por tanto las variables que aquí se emplean estarán más desagregadas.
- **Planificación adaptativa:** Pretende establecer las medidas correctoras necesarias para eliminar las posibles divergencias entre los resultados y los objetivos relacionados con ellos.

El presente trabajo se centra en las actividades de planificación operativa, y más concretamente en la planificación y control de operaciones.

## 1.3 Proceso de planificación y control

Domínguez Machuca, J.A. (1994) indica que el proceso de planificación y control de la producción suele estructurarse en un enfoque jerárquico como el siguiente:

- Planificación estratégica a largo plazo.

Hay distintas definiciones de planificación estratégica:

- *“La planificación estratégica se puede definir como el arte y ciencia de formular, implantar y evaluar decisiones interfuncionales que permitan a la organización llevar a cabo sus objetivos.”* Julio Carreto, MBA (2009).



- *“Estrategia es la determinación de los objetivos a largo plazo y la elección de las acciones y la asignación de los recursos necesarios para conseguirlos” A. Chandler (1994).*
- *“La estrategia competitiva consiste en desarrollar una amplia fórmula de cómo la empresa va a competir, cuáles deben ser sus objetivos y qué políticas serán necesarias para alcanzar tales objetivos” M.Porter (1992).*

Dominguez Machuca (1994) no hace una definición general de Planificación estratégica a largo plazo, sino que cuenta lo que sucede en esta etapa. Se puede decir que esta etapa empieza cuando se marcan los objetivos estratégicos de la empresa. Teniendo en cuenta estos objetivos y las revisiones de demandas a largo plazo se puede crear el **Plan de Ventas**. Gracias a este plan se puede crear también el **Plan de Producción a Largo Plazo**, que indicará las cantidades a producir en cifras trimestrales o anuales muy agregadas. Para que este plan de producción se pueda llevar a cabo se necesitarán una serie de recursos y todo esto generará el **Plan Financiero a Largo Plazo**. Con estos tres planes, se puede formar perfectamente el **Plan de Empresa o Plan estratégico**.

- Planificación táctica o a medio plazo.

Cuando ya se tiene hecha una correcta planificación a largo plazo, ahora hay que pasar esta planificación a un periodo más corto desde el cual se pueda operar más fácilmente, planificación a medio plazo. Se tiene que establecer los valores de las principales variables productivas (cantidades el producto, inventarios, mano de obra, etc.) para periodos mensuales y todo esto teniendo en cuenta la capacidad disponible he intentado que se cumpla el Plan a Largo Plazo con el menor coste posible.

Gracias a todo esto, podemos se pueden realizar dos planes más el **Plan agregado de Producción y Plan agregado de Capacidad**.

- Programación Maestra.

Aunque en el apartado anterior se ha obtenido el Plan agregado de Producción, este plan no es suficiente para llevar a cabo la Planificación operativa, ya que el grado de detalle aún sigue siendo muy alto, es necesario concretar más. Para poder concretar más, se recomienda que las distintitas familias de productos se deben descomponer en productos concretos y los periodos se deben pasar de meses a semanas. Con todas estas operaciones se obtiene el **Programa Maestro de Producción**.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

- Programación de componentes.

Esta es la etapa en la que se debe tener en cuenta toda la demanda que puede tener la empresa a corto y medio plazo. En esta etapa se llevará a cabo la programación detallada (en cantidades y momentos de tiempo) de los componentes que integran los distintos productos y la planificación detallada de la capacidad requerida por los mismos. Deberá conseguirse conjunto a todo lo anterior, que se cumpla el Programa Maestro de Producción. El resultado de todo este proceso, es la obtención del denominado **Plan de Materiales**.

- Ejecución y Control.

Esta es la última etapa y es en la etapa que se tiene que ejecutar y controlar que se cumpla el Plan de Materiales. Para hacer todo esto se debe tener una muy buena programación de las operaciones en los distintos centros de trabajo, para que se tengan en cuenta las distintas prioridades de fabricación. También se tiene que tener en cuenta si es necesario realizar acciones de compra de las materias primas y componentes que se adquieren en el exterior. Pero no solo eso, también se debe tener un control detallado de la capacidad, este control proporcionará retroalimentación a este nivel y a los niveles superiores.

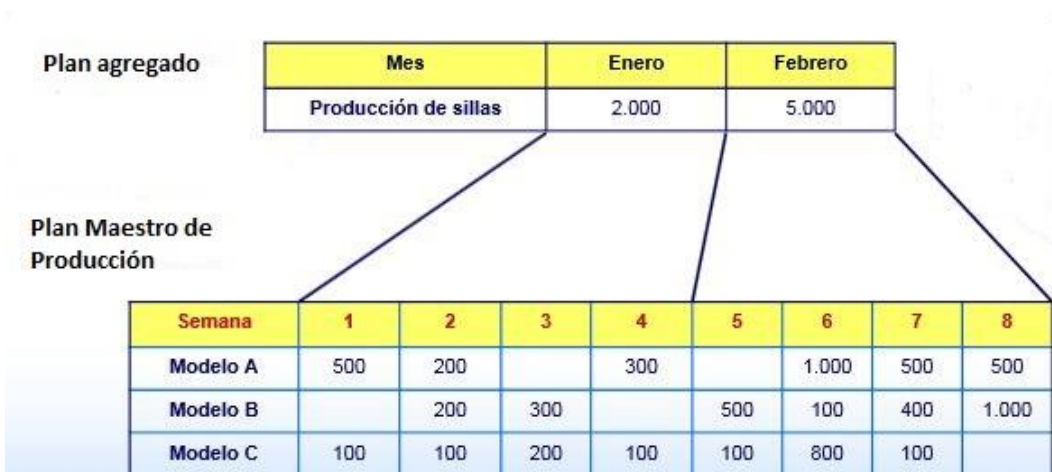
#### 1.4 Plan Maestro de producción

Después de ver las distintas fases que hay en el proceso de planificación y control de la producción, el trabajo se va a centrar en el apartado de programación maestra, en el cual se obtiene el **Plan Maestro de Producción**. Distintos autores han hecho varias definiciones del término, a continuación se exponen dos de ellas.

- *“Un plan maestro de producción no es nada más que la definición de las cantidades y las fechas en que han de estar disponibles para la distribución los productos de demanda externa de la empresa, es decir, aquellos productos finales que se entregan a los clientes, entendiendo el término producto final en un sentido amplio, ya que los clientes pueden ser tanto el consumidor último como otra empresa que utilice nuestro producto como componente dentro de su sistema de fabricación.”* E. Fernández (1994).
- *“Este plan proporciona la base para la toma de decisiones relativas a las fechas de producción, la capacidad disponible, la demanda total, el tiempo de entrega y los niveles de inventario de la empresa. El Plan Maestro de Producción nos indicará para un horizonte de tiempo de varias semanas, la cantidad de cada artículo que debemos fabricar en función de la necesidad el mercado. Se trata de un plan detallado, que establece la cantidad específica y las fechas exactas de*

*fabricación de cada uno de los productos finales, sirviendo por tanto para la preparación de la planificación a muy corto plazo.” Miranda González, F (2004).*

Viendo estas dos definiciones, se puede decir que el Plan Maestro De Producción es un documento que nos indicara durante un periodo de varias semanas las cantidades específicas de los distintos artículos que tenemos que fabricar. Este plan nos dice las fechas en las que tienen que estar disponibles estos artículos y la cantidad de cada artículo que hay que fabricar para dicha fecha. Gracias a estos datos podemos empezar a planificar la producción a corto plazo.



*Ilustración 1: Plan Maestro de Producción (Elaboración Propia)*

### 1.4.1 Plan de producción a corto plazo

El **plan de producción a corto plazo** incluye una serie de actividades relativas a la planificación de los programas de producción, la asignación de trabajo a distintos puestos, y la organización de las entregas de materiales y de los pedidos de productos terminados. También se encarga de programar, controlar y evaluar las operaciones de producción a muy corto plazo, para lograr el cumplimiento del Plan Maestro con la capacidad disponible y con la mayor eficiencia posible. Miranda González, F.J. (2004) indica que las funciones que se realizan en el plan de producción a corto plazo son las siguientes:

- Evaluar y controlar los pedidos a fabricar.
- Establecer las prioridades entre los pedidos o trabajos a realizar, ordenándolos por centro de trabajo y asignándoselos a casa uno de ellos.
- Rastrear la evolución de los pedidos en curso.
- Controlar el desarrollo de operaciones.
- Controlar la capacidad de cada centro de trabajo.
- Proporcionar realimentación al Sistema de Planificación y Control de Capacidad.

Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

## 1.5 La programación detallada de las operaciones

La programación detallada de operaciones tiene como objetivo determinar cómo se va a realizar el Plan de Producción que se ha calculado en los anteriores apartados en la parte física de la organización. Es decir, tiene como objetivo determinar las distintas operaciones que se van a realizar a los pedidos durante cada momento del tiempo para que se entreguen en las fechas planificadas y empleando el menor volumen de recursos posible en la empresa.

Esta programación consiste en la utilización de modelos matemáticos para tratar todo el tipo de información que pueda tener la cadena de suministro. Existen herramientas que con la información de: qué hay que fabricar, cuánto hay que fabricar y los tipos de restricciones que se tienen en la cadena de suministro (personas, maquinaria, etc.) se puede realizar una programación mediante modelos matemáticos de las distintas operaciones. La resolución de estos modelos aporta soluciones muy cercanas a los que pueden plantearse en la realidad, nos proporciona sofisticadas posibilidades para tomar decisiones y ayudan a realizar simulaciones en contextos diferentes. Estos modelos buscan la solución óptima de producción.

Dependiendo del modelo productivo empresarial y el entorno en el que este esté establecido, se puede dividir la programación detallada de las operaciones en dos configuraciones:

- **Programación continua:** Esta programación se suele hacer siempre para el mismo producto, en las mismas instalaciones, con la misma maquinaria y en una cadena de producción. Normalmente se suele producir para inventarios, no para el cliente final.
- **Programación por lotes:** Esta programación se suele hacer cuando se tiene distintos pedidos de artículos diferentes. Esto implica que primero se fábrica un lote entero de un producto y después se pasa a otro lote de otro producto distinto.

Eligiendo uno de estos dos tipos de configuraciones se puede realizar una muy buena programación de operaciones. Como se ha explicado anteriormente, esta programación detallada tendrá que tener en cuenta factores como tiempo, tipos de productos, cantidades a fabricar, maquinaria disponible, operarios y distintas restricciones que puedan ir surgiendo. Con todo esto se puede crear la programación detallada de operaciones para poder empezar la ejecución y fabricación de los distintos productos.

## 1.6 La ejecución y el control de las operaciones

Se trata del último apartado, ya que una vez estipulados, verificados y aprobados los diferentes planes, llega el momento de ejecutarlos y alcanzar los objetivos definidos. Ferràs, Xavier (2004) explica que existen diferentes tipos de producción en función del punto en que se inicia el montaje del producto final con su lista de componentes finales:

- **Fabricación contra stock:** A partir de listas de materiales predefinidas se produce un conjunto de productos finales buscando economías de escala en la producción en masa. El plan maestro de producción coincide con las necesidades del producto final. Puesto que se planifican productos acabados este es también el punto hasta dónde pueden entrar pedidos.

Se podría decir que lo que se busca en este apartado es que el nivel de stock nunca baje de un mínimo. Siempre habrá stock de este producto en la organización y en el momento en que se consuma un determinado número de artículos de este stock, es cuando se empezará a volver a fabricar este producto.

- **Montaje bajo demanda:** Se producen un conjunto de premontados y la lista de materiales para el producto final se construye a partir de la combinación de estos subsistemas. El plan maestro de producción se crea para los subsistemas y después el cliente especificará su pedido y es entonces donde planificaremos los conjuntos.

El producto ya prácticamente está acabado, solo falta una serie de especificaciones que tiene que decir el cliente final. De manera que la empresa solo puede realizar una parte de la fabricación del producto hasta que finalmente el cliente le indique los requisitos finales que quiere.

- **Fabricación bajo pedido:** Cada producto final tiene una estructura diferente y una lista de montaje diferente. El plan maestro de producción se elabora para los elementos más básicos del proceso productivo y después la compañía ajusta las necesidades de cada cliente o proyecto.

El cliente cuando hace el pedido indica las especificaciones que quiere que lleve su producto y entonces después de este pedido, la empresa empieza a fabricar el producto.



Ilustración 2: Tipos de producción (Guías de gestión de la innovación: Producción y Logística. 2004)

### 1.6.1 Control de las operaciones

Después de haber analizado los distintos pasos de la producción empresarial, la planificación la programación y la ejecución, en este apartado se va a ver el último paso y no por ello menos importante, el control de las operaciones.

Este control de las operaciones es muy importante ya que es primordial en la empresa que todo vaya según lo previsto. Es primordial en las empresas eliminar la incertidumbre y saber que hay que hacer en el momento exacto y dónde hay que hacerlo, todo esto ayudara a llevar el éxito a la organización. Para lograr todo esto las dos características en la que se basa el control de operaciones son:

- **La medición:** En la empresa se debe de medir todo lo que se hace en todo momento. Hay muchas variables que se pueden medir para obtener información de cómo se están realizando las tareas en la organización y para saber si todo va según lo previsto. Se puede medir el tiempo, los recursos empleados, el dinero gastado, los pedidos generados...
- **La corrección:** Después de la medición habría que tomar medidas correctivas si alguna de las variables mediciones no son correctas. Se tiene que ir con mucho cuidado al tomar estas medidas correctivas ya que intentando arreglar alguna variable descompensada se pueden perjudicar algunas otras que estaban funcionando correctamente.

Gracias a estos dos pasos con el control de operaciones se logrará el cumplimiento de los objetivos de la empresa y de los planes ideados para alcanzarlos. Por todo esto es muy importante este punto, es muy importante medir las cosas para saber en todo momento si se está trabajando adecuadamente. Pero todas estas mediciones que se pueden hacer en la empresa generan una cantidad muy grande de datos y estos datos tienen que ser tratados para saber en qué momento actuar e intentar corregir alguno de los problemas que pueda surgir en la organización. En los últimos tiempos para lograr manejar y analizar este gran volumen de datos se están utilizando tecnologías que tienen que ver con los sistemas de información.

## 1.7 Conclusión

Como se ha podido ver a lo largo de este capítulo las tareas de planificación, programación, ejecución y control de la producción no son nada sencillas. Planificar una cadena de suministro de forma sincronizada e integrada es una tarea muy difícil e incluso a menudo es la cuestión más complicada de resolver en plantas productivas.

Debido a la dificultad de tener controlada toda la producción cada vez más la informática se está introduciendo en el sector empresarial para ayudar en estas tareas. Muchas empresas están implantando soluciones tecnológicas para facilitarles los aspectos de planificación, programación, ejecución y control de las operaciones productivas.

La tecnología que se vaya a implantar en estos puntos tiene que aportar una mejora real de alguno de los procesos de negocio, ya que sino no interesaría perder el tiempo ni el dinero de implantación de esta tecnología. Las nuevas tecnologías deben ser siempre unos instrumentos facilitadores de la implantación de la estrategia de la empresa y no los determinantes de dicha estrategia. La tecnología implanta en la empresa te debe permitir tratar todo el volumen de información que esta genera en el momento preciso.

Hoy en día la innovación tanto organizativa como tecnológica, como en formación, implican una gran ventaja en el entorno empresarial cambiante. Si una empresa quiere competir con su competencia debe de intentar implantar la tecnología para lograr superar al resto. Sin duda las nuevas tecnologías de la información e Internet, serán el gran facilitador de la estrategia de operaciones durante los próximos años.





## Capítulo 2 Gestión por procesos, calidad y BPMN

### 2.1 Proceso definición y características

En este capítulo se va a ver qué es la gestión por procesos y cómo se puede diseñar esta gestión mediante diagramas BPMN. Pero antes de explicar todo esto es muy recomendable saber que es un proceso. Hay varias definiciones de proceso:

- *“Un proceso es una secuencia de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.”* UNE-EN ISO 9000:2005
- *“Un proceso es el conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.”* R.A.E.
- *“Un proceso es una sucesión de tareas, que tienen como origen unas entradas y como fin unas salidas. El objetivo del proceso es aportar valor en cada etapa.”* Pablo Herrero (2011).

Con estas tres definiciones de procesos como base, se podría decir que un proceso es una sucesión de actividades relacionadas generadas por la entrada de un evento y que tienen como salida un resultado que aporta valor.

#### 2.1.1 Procesos de negocio

Pero los procesos de los cuales se está hablando en este capítulo no se tratan de procesos generales sino de procesos de negocio. Un proceso de negocio se define como:

- *“Un conjunto estructurado, medible de actividades diseñadas para producir un producto especificado, para un cliente o mercado específico. Implanta un fuerte énfasis en cómo se ejecuta el trabajo dentro de la organización, en contraste con el énfasis en el qué, característico de la focalización del producto.”* Davenport (1993)
- *“Un proceso de negocio contiene actividades con propósito, es ejecutado colaborativamente por un grupo de trabajadores de distintas especialidades, con frecuencia cruza las fronteras de un área funcional, e invariablemente es detonado por agentes externos o clientes de dicho proceso.”* Ould (1995).
- *“Un proceso de negocio es una unidad persistente del trabajo empezado por un evento de negocio, como una factura, solicitud de propuesta o una solicitud de transferencia de fondos. El proceso es impulsado por las reglas de negocio que desencadenan tareas y subprocesos. Tareas y sub-procesos se asignan a recursos, los cuales son unidades organizacionales capaces y autorizadas para desempeñar funciones específicas en los procesos.”* Dayal (2001).



Estás tres definiciones explican muy bien lo que es un proceso de negocio, un proceso de negocio es un conjunto estructurado de actividades, para generar un producto específico. Este conjunto de actividades es empezado por un evento de negocio y da como resultado el producto específico, se centra en la importancia de cómo obtener el producto más que en el propio producto en sí.

Hernández Lugo (2003) Indica que los procesos de negocio tienen una serie de principales características como las siguientes:

1. Todos los procesos pueden ser medidos, para así saber si lo estamos haciendo mal. Gracias a que los procesos son medibles, podemos ver que parte del proceso funciona mejor y que parte funciona peor, también podemos detectar los posibles cuellos de botella que pueda haber en el sistema y así poder solucionarlos.
2. Como los procesos pueden ser medidos, están orientados a la productividad, es decir los procesos intentan sacar el máximo partido posible a la organización. Uno de los objetivos de los procesos es ser más productivos y esto se hace reduciendo costes y aumentando beneficios.
3. Los procesos de negocio tienen resultados específicos, siempre deben tener el mismo final. Cuando llega algún evento de negocio y activa un proceso, este proceso siempre va a finalizar con los mismos resultados, ya que siempre va a realizar el mismo conjunto de tareas específicas.
4. Todas las actividades del proceso deben de agregar valor al destinatario del proceso. Por cada actividad que pasó el flujo del proceso, este aumenta su valor hasta llegar al resultado específico que se haya marcado.

## **2.2 La gestión por procesos.**

Ahora que se ha visto lo que es un proceso, lo que es un proceso de negocio y las principales características del proceso de negocio, en este apartado vamos a explicar en qué consiste la gestión por procesos. La gestión por procesos va muy ligada con la gestión de la calidad en las empresas, ya que para que una empresa haga una correcta gestión de la calidad es indispensable que esta tenga una gestión por procesos. Cada vez la calidad es más importante en las organizaciones actuales, puesto que con la globalización los clientes se han vuelto más exigentes y es necesario que los productos o servicios que se ofrecen tengan unos determinados niveles de calidad. En este apartado se va a hablar de la importancia de la calidad en las organizaciones, de la gestión por procesos y las fases de mejora que tienen que tener esta gestión por procesos.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

### 2.2.1 Principios de gestión de la calidad.

Para hablar de los principios de gestión de la calidad, se van a mencionar definiciones del término calidad.

- *“La calidad es el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”* UNE-EN-ISO 9000:2005.
- *“La calidad consiste en adecuación al uso, satisfaciendo las necesidades del cliente.”* Juran (1993).
- *“La calidad consiste en ajustarse a las especificaciones o conformidad de unos requisitos.”* Crosby (1979).
- *“La calidad es todas las características del producto y servicio provenientes de Mercadeo, Ingeniería Manufactura y Mantenimiento que estén relacionadas directamente con las necesidades del cliente, son consideradas calidad.”* Feigenbaum (1990).
- *“La calidad consiste en el grado perceptible de uniformidad y fiabilidad a bajo costo y adecuado a las necesidades del cliente.”* Deming (1982).
- *“La calidad es el conjunto de características de un producto, servicio o proceso que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario o cliente.”* La Sociedad Americana para el Control de Calidad (A.S.Q.C.)
- *“Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.”* R.A.E.

En definitiva la calidad se entiende como la mejora continua de la organización tanto la eficacia como la eficiencia y estar muy atento a las necesidades o problemas que le puedan surgir al cliente, para resolverlos de la mejor manera posible.

Pero implantar la calidad en una empresa no es una tarea sencilla. Con el tiempo se han identificado 8 principios de gestión de la calidad, estos principios ayudan a la dirección de la empresa a tomar unas correctas decisiones para mejorar continuamente. Estos ocho principios que constituyen la base de las normas SGC (Sistemas de Gestión de la calidad) de la familia ISO 9000 son los siguientes:

1. Enfoque al cliente: En una organización el cliente es uno de los factores más importantes. La organización debe de comprender las necesidades que puedan tener sus clientes y satisfacerlas de la manera más eficaz posible.
2. Liderazgo: Los líderes deben de conseguir que todos sus empleados se involucren totalmente en el logro de los objetivos que tenga la organización.

3. Compromiso personal: Cada empleado debe comprometerse y poner sus habilidades al servicio de la organización.
4. Enfoque a procesos: Los objetivos se alcanzan más eficientemente cuando las actividades de la organización se gestionan como procesos.
5. Enfoque a gestión: Gestionar e interrelacionar todos los procesos de la organización contribuye a la eficacia y a la eficiencia.
6. Mejora continua: Siempre debe de ser un objetivo de la organización.
7. Toma de decisiones basada en hechos: Analizar el entorno, los datos y toda la información posible para tomar las mejores decisiones posibles.
8. Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores: Si existe esta relación mutuamente beneficiosas las dos empresas aumentarán su valor.

### **2.3 El enfoque basado en procesos.**

Como se ha visto en el anterior apartado la gestión por procesos es uno de los principales puntos para mejorar la calidad en una empresa. La dirección de la organización es la encargada que estructurar la empresa para que se cumpla la misión y los objetivos de esta. La implantación de la gestión por procesos ha sido una de las mejores herramientas para gestionar todo tipo de organizaciones.

Para implantar la gestión por procesos en una empresa lo primero que hay que hacer es tener bien identificadas todas las actividades que hace una organización, desde la planificación para hacer los pedidos, hasta el proceso de venta y facturación. Cada una de estas actividades hay que modelarla como si fuera un proceso por lo tanto las organizaciones tienen que identificar, y gestionar números procesos interrelacionados y que interactúan entre sí. Una definición de gestión por procesos ampliamente utilizada es la que hace la asociación española para la calidad:

- *“La gestión de procesos o gestión basada en procesos es uno de los 8 principios de la gestión de la calidad. Su importancia radica en que los resultados se alcanzan con más eficiencia cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso. La gestión basada en procesos fue uno de los grandes aportes de la gestión de la calidad cuando nació como evolución del aseguramiento de la calidad. En general, cualquier organización tiene establecida una gestión funcional, esto es, se trabaja en departamentos con una definición clara de la jerarquía y se concentra la atención en el resultado de las actividades de cada persona o cada departamento. Al adoptar un enfoque de gestión por procesos, no se elimina la estructura de departamentos de la organización pero se concentra la atención en el resultado de cada proceso y en*



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

*la manera en que éstos aportan valor al cliente.*” Asociación Española para la Calidad (A.E.C.)

Cuando se habla de gestión por procesos es indispensable hablar de la norma ISO 9001 ya que esta norma lo que busca es que las organizaciones implanten la gestión por procesos. La norma 9001 indica que este tipo de gestión por procesos se centra en:

1. Identificar y cumplir los requisitos que tengan nuestros clientes en cada proceso.
2. Esta gestión de procesos debe de aportar valor al cliente, por tanto es necesario planificarlos y analizarlos para ello.
3. Controlar y medir la eficacia de los procesos.
4. La mejora continua de los procesos gracias a las mediciones.



Ilustración 3: Modelo ISO 9001

José Antonio Pérez Fernández, en su quinta edición del libro “Gestión por procesos” (2012) indica que esta gestión está entre las prácticas más avanzadas de gestión empresarial ya que:

- Permite desplegar la estrategia corporativa mediante un esquema de Procesos Clave. Entendemos que un proceso merece ser caracterizado como clave cuando está directamente conectado con la estrategia corporativa, relacionado con algún factor crítico para el éxito de la empresa o con alguna de sus ventajas competitivas.
- Se fundamenta en el trabajo en equipo, Equipo de Proceso, permitiendo hacer realidad la gestión participativa.

- En la medida que los procesos son transversales, atraviesan los departamentos de la empresa, contribuyen a cohesionar la organización.
- Busca la eficacia global de la empresa y no solo la eficiencia local del departamento.

Por tanto tener la organización gestionada por procesos permite:

- Analizar las limitaciones de la organización funcional
- Reconocer procesos internos
- Identificar procesos críticos
- Identificar necesidades del cliente
- Organizar las actividades del proceso y puntos de decisión
- Distinguir entre “qué y para quién”, procesos y “cómo se hacen” departamentos.
- Establecer indicadores de rendimiento para los procesos
- Mejorar de forma global
- Medir el grado de satisfacción

### 2.3.1 Los procesos en la organización.

Como se ha visto en el anterior punto para realizar una gestión por procesos lo primero que se tiene que hacer es identificar todas las actividades de la organización y representarlas gráficamente para tener una visión gráfica de las actividades que aportan valor, a esta representación se le llama mapa de procesos.

Cuando se crea este mapa de procesos lo primero que queda claro es que las actividades no se pueden ordenar por departamentos, ya que estas actividades dependen de varios departamentos. Es decir, las actividades de una organización no suelen ser verticales, sino que suelen ser horizontales.

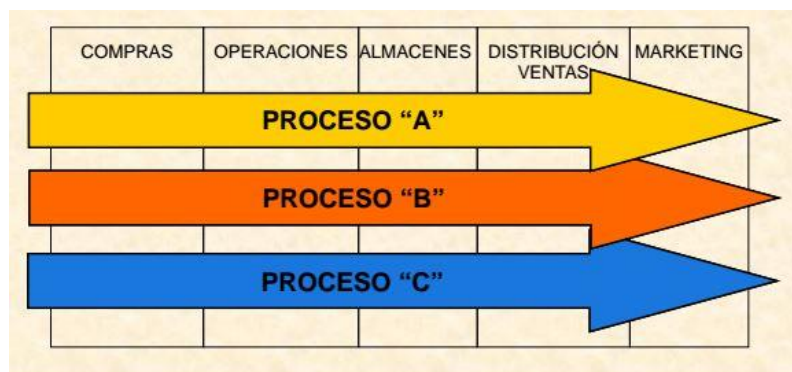


Ilustración 4: Procesos en la organización (Asignatura Sistemas de Información en las Organizaciones. UPV 2014/2015)

Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

El Ministerio Español de Fomento en su libro “Principios de la gestión de la calidad” en el capítulo 4 “Gestión por procesos” indica:

- “La gestión de procesos consiste en dotar a la organización de una estructura de carácter horizontal siguiendo los procesos interfuncionales y con una clara visión de orientación al cliente final. Los procesos deben estar perfectamente definidos y documentados, señalando las responsabilidades de cada miembro, y deben tener un responsable y un equipo de personas asignado.” Ministerio de Fomento (2005).

Ahora que se tiene claro que la gestión por procesos se trata de una gestión de manera horizontal de la organización se va a ver los tipos de procesos que pueden existir en una organización. La Universidad de Málaga en su “Guía para la identificación y análisis de los procesos” (2008) hace la siguiente división:

1. Procesos clave: Son aquéllos que justifican la existencia de la Unidad o Servicio. Están directamente ligados a los servicios que se prestan y orientados a los clientes/usuarios y a los requisitos. En general, suelen intervenir varias áreas funcionales en su ejecución y son los que pueden conllevar los mayores recursos.
2. Procesos estratégicos: Son aquéllos que mantienen y despliegan las políticas y estrategias de la Unidad o Servicio. Proporcionan directrices y límites de actuación, al resto de los procesos.
3. Procesos de soporte: Son aquéllos que sirven de apoyo a los procesos clave. Sin ellos, no serían posibles los procesos clave ni los estratégicos. Estos procesos son, en muchos casos, determinantes para que puedan conseguirse los objetivos del Servicio o Unidad.

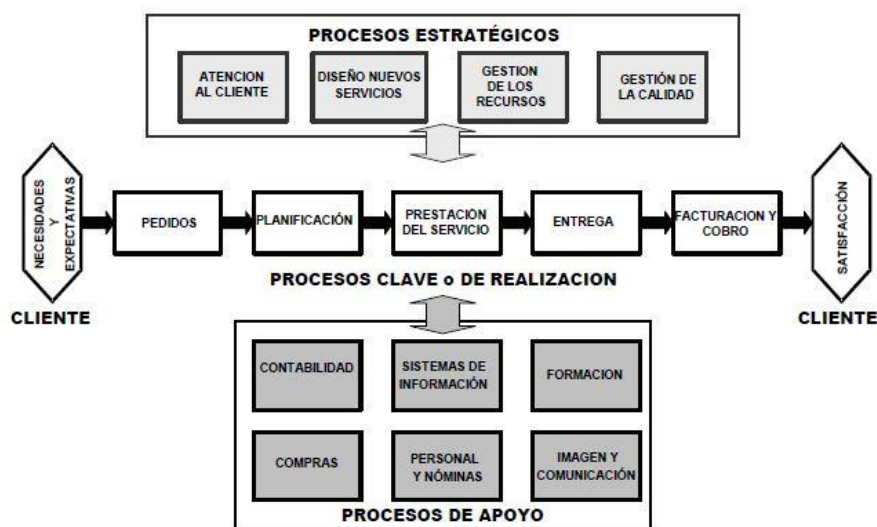


Ilustración 5: Tipos de Procesos (Guía para la identificación y análisis de los procesos, 2008)

### 2.3.2 La mejora de procesos.

En resumen, lo que se ha visto hasta ahora para que la organización adopte un enfoque basado en la gestión de los procesos es lo siguiente:

1. Analizar de forma adecuada las actividades y los objetivos de la organización.
2. Identificar los procesos de nuestra organización, clasificarlos y realizar un mapa de procesos.
3. Elaborar un diagrama de flujo para que el proceso quede identificado.
4. Medir continuamente los procesos generados.
5. Mejora continua de los procesos de la organización.

Este apartado se va a centrar en la mejora de los procesos en la organización. En un entorno cambiante la mejora de los procesos permite a las organizaciones adaptarse a estos cambios que pueda haber en el entorno o el mercado y seguir satisfaciendo las necesidades de los clientes. La mejora de los procesos puede producirse de dos formas:

- Mejora continua: Consiste en mejorar los procesos que ya existen en la organización, reduciendo los errores que puedan tener e intentando que aporten un mayor valor a la organización.
- Reingeniería: Al contrario de la mejora continua, la reingeniería se aplica en un espacio de tiempo limitado y el objetivo de esta es lograr un cambio radical en el proceso sin respetar nada de lo que antes existía.

Para mejorar los procesos existen una serie de requisitos según la norma ISO 9001 que son los siguientes:

- Apoyo de la Dirección: Para mejorar cualquier proceso en la organización lo principal es que esta mejora sea apoyada por parte de la dirección puesto que si no se tiene este apoyo los empleados no pondrán interés en la mejora.
- Compromiso a largo plazo: Obtener buenos resultados a corto plazo es prácticamente imposible, por lo tanto se requiere un compromiso constante.
- Metodología disciplinada y unificada: Es muy importante que cada miembro del equipo trabaje con la misma metodología, ya que si cada uno actúa como le parece no se logrará el objetivo deseado.
- Debe haber siempre una persona responsable de cada proceso: En ocasiones el responsable del proceso también se llama propietario del proceso.





Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

- Se deben desarrollar sistemas de evaluación y retroalimentación: Medir es muy importante, ya que necesitamos saber si vamos a buen ritmo y en la dirección correcta.
- Centrarse en los procesos y éstos en los clientes: Los resultados finales de las organizaciones provienen de los procesos y por tanto son estos los que se tienen que mejorar. Las organizaciones se deben de centrar en la mejora de procesos de forma general, ya que lo que falla es el proceso entero y debe analizarse todo él.

## 2.4 BPM

### 2.4.1 Definición

Ahora ya se ha explicado en qué consiste la gestión por procesos, pero aún no se ha indicado cómo crear estos procesos gráficamente. BPM va a permitir esto, poder representar todos los procesos de la organización, pero antes de nada se van a ver tres definiciones del término:

- *“Business Process Management (BPM) es un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales. BPM es un enfoque centrado en los procesos para mejorar el rendimiento que combina las tecnologías de la información con metodologías de proceso y gobierno. BPM es una colaboración entre personas de negocio y tecnólogos para fomentar procesos de negocio efectivos, ágiles y transparentes. BPM abarca personas, sistemas, funciones, negocios, clientes, proveedores y socios.”* Garimella, kiran. Less, Michael. Williams, Bruce (2008)
- *“Disciplina de Gestión por Procesos de Negocio y de Mejora continua apoyada fuertemente por TI.”* Bernhard Hitpass (2004).
- *“Business Process Management (BPM) es un enfoque sistemático para identificar, levantar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar tanto los procesos manuales como automatizados, con la finalidad de lograr a través de sus resultados en forma consistente los objetivos de negocio que se encuentran alineados con la estrategia de la organización. BPM abarca el apoyo creciente de TI con el objetivo de mejorar, innovar y gestionar los procesos de principio a fin, que determinan los resultados de negocio, crean valor para el clientes y posibilitan el logro de los objetivos de negocio con mayor agilidad.”* ABPMP: Association of BPM Professionals (2011).

Gracias a estas tres definiciones, juntándolas, se puede concluir que básicamente BPM es un conjunto de métodos que ayudan a representar gráficamente los procesos de la





organización, para que estos sean comprensibles por todas las personas simplemente con un rápido vistazo de estos.

#### **2.4.2 Utilidades BPM**

Ya se ha visto lo que es en sí BPM, ahora se va a ver las utilidades que tiene, y todo lo que puede aportar en la empresa tener una gestión de procesos con BPM. Este método es muy amplio y cubre varias disciplinas, ¿pero cómo se pueden combinar todas estas disciplinas para llegar a un nexo funcional específico? Kiran Garimella, Michael Lees y Bruce Williams en su libro “*Introducción a BPM*” (2008) exponen las siguientes especificaciones de BPM:

- **Centrado en los procesos:** BPM tiene una visión global de los procesos de negocio, unifica las actividades de negocio con las TI. BPM no ve los elementos de información TI ni los sistemas, simplemente se centra en el proceso como actividad negocio.
- **Alineación negocio/TI:** Facilita la colaboración entre los profesionales de la organización y los elementos TI para implantar, desarrollar y optimizar los procesos de negocio. BPM proporciona tanto un análisis empresarial, como un análisis del sistema TI.
- **Mejora continua de los procesos:** BPM implementa herramientas y métodos para mejorar la gestión y el comportamiento de los procesos dentro de la organización.
- **Composición de soluciones:** BPM facilita el diseño, ensamblaje y la rápida implementación de procesos de negocio completos. Un desarrollador incorpora sistemas y servicios de TI al mismo modelo de procesos diseñado por el analista de negocio.
- **Transparencia:** BPM proporciona visibilidad en tiempo real de todos los procesos de la organización, e todas las actividades y todos los participantes y sistemas TI que intervienen en ellos.
- **Aprovechar lo existente y hacer uso de lo nuevo (enfoque “leave and layer”):** BPM incorpora de forma directa sistemas de información y activos existentes y coordina su uso en una “capa” de procesos accesible para los directores de negocio. Los usuarios ven una sola interfaz delante de muchos sistemas.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

## 2.5 BPMN

### 2.5.1 Definición y características.

Ya se ha indicado que BPM da unas pautas para implementar los distintos procesos que pueda tener una organización. Pero no es un estándar para poder representarlos gráficamente. Esto es justo de lo que se encarga BPMN, pero ¿Qué es BPMN? A continuación se van a ver una serie de definiciones que ayudarán a entender mejor este término:

- *“Business Process Modeling Notation (BPMN) es una notación gráfica que describe la lógica de los pasos de un proceso de Negocio. Esta notación ha sido especialmente diseñada para coordinar la secuencia de los procesos y los mensajes que fluyen entre los participantes de las diferentes actividades. Business Process Modeling Notation BPMN proporciona un lenguaje común para que las partes involucradas puedan comunicar los procesos de forma clara, completa y eficiente. De esta forma BPMN define la notación y semántica de un Diagrama de Procesos de Negocio.” Bizagi Process Modeler.*
- *“BPMN (Business Process Modeling Notation) es el nuevo estándar para el modelo de procesos de negocio y servicios web. Es una notación a través de la cual se expresan los procesos de negocio en un diagrama de procesos de negocio (BPD). Este estándar agrupa la planificación y gestión del flujo de trabajo, así como el modelado y la arquitectura.” Empresa Analítica.*
- *“La notación para el modelado de procesos de negocio (Business Process Model And Notation – BPMN por sus siglas en ingles), es una forma estándar y gráfica de modelar procesos de negocios. La meta fundamental de BPMN es proporcionar una notación estándar que sea fácilmente comprensible por todos los Stakeholders.” Óscar Sebastián Bayard Ocares (2013).*

Viendo estas tres definiciones se puede concluir que BPMN se trata de una notación gráfica estandarizada que te permite automatizar los procesos que existen en la organización de una forma rápida y sencilla gracias al diseño gráfico. Según Bizagi (empresa desarrolladora de software BPMN) las características de BPMN son:

- BPMN proporciona un lenguaje común y esto facilita la comprensión de todos los procesos a los usuarios de negocio.
- BPMN puede integrar todas las funciones empresariales.
- BPMN es un estándar internacional de modelado de procesos aceptado por la comunidad.
- BPMN es independiente de cualquier metodología de modelado de procesos.

- BPMN crea un puente estandarizado para disminuir la brecha entre los procesos de negocio y la implementación de estos.
- BPMN permite modelar los procesos de una manera unificada y estandarizada permitiendo un entendimiento a todas las personas de una organización.
- BPMN para adaptarse rápidamente a todos los cambios que pueda haber y a todas las oportunidades de negocio que puedan surgir, utiliza una arquitectura orientada por servicios.
- BPMN para facilitar todo tipo de innovación en el negocio y para optimizar al máximo los procesos combina las experiencias de negocio con las capacidades software.

### **2.5.2 Modelado, objetos BPMN.**

Ahora que ya se ha visto qué es gestión de procesos, qué es BPM, qué es BPMN y las características de todos estos, se va a ver gráficamente que elementos y estándares dispone BPMN para poder representar todo el flujo de procesos existentes en la organización. Más concretamente, que objetos pone a nuestra mano BPMN para poder representar los procesos.

Un diagrama de procesos está compuesto por diferentes objetos, estos objetos están representados por seis elementos básicos: Los eventos, las actividades, las compuertas, los objetos conectores, los canales y los artefactos.

#### **2.5.2.1 Eventos**

Los objetos de eventos se utilizan para representar algo que ocurre o que puede ocurrir durante el transcurso de un proceso. Es algo que sucede durante el proceso de negocio, y que afecta el flujo del proceso. Suelen tener una causa (trigger) o un resultado, y se representan con un círculo. Dependiendo del momento en que afecten al flujo se dividen en: eventos de inicio, eventos intermedios y eventos de fin.

Se pueden consultar los diferentes tipo de eventos que existen en el “Anexo 1: Tipos de eventos”.

#### **2.5.2.2 Actividades**

Las actividades son términos para representar el trabajo que se realiza en una empresa. Se representa con un rectángulo con los bordes redondeados. Las actividades pueden ser atómicas o compuestas y hay de dos tipos, tareas o subprocessos.

Se pueden consultar los diferentes tipo de actividades que existen en el “Anexo 2: Tipos de actividades”.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

### 2.5.2.3 Compuertas (Gateways)

Se representan con la forma de un rombo y se emplea para controlar el flujo del proceso divergiéndolo o convergiéndolo. Existen compuertas de diferentes tipos.

Se pueden consultar los diferentes tipos de compuertas que existen en el “Anexo 3: Tipos de compuertas”.

### 2.5.2.4 Objetos conectores.

Son las líneas que conectan todos los objetos de flujo de un proceso, por lo tanto también definen el orden en el que se van a ejecutar las actividades. Existen tres tipos de objeto conectores, los de secuencia, los de mensaje y los de asociación.

Se pueden consultar los diferentes tipos de objetos conectores que existen en el “Anexo 4: Tipos de objetos conectores”.

### 2.5.2.5 Canales (Swimlanes)

Es un mecanismo que se utiliza para ordenar las diferentes actividades o procesos. Se suelen ordenar por departamentos dentro de la organización. Hay de dos tipos.

Se pueden consultar los diferentes tipos de canales que existen en el “Anexo 5: Tipos de canales”.

### 2.5.2.6 Artefactos

Son elementos gráficos que se utilizan para aportar información dentro del proceso, sin afectar a su flujo. Existen tres tipos generales de artefactos.

Se pueden consultar los diferentes tipos de artefactos que existen en el “Anexo 6: Tipos de artefactos”.

Con todos estos objetos se puede crear diagramas de flujo BPMN como el siguiente, que expresa el ciclo que hay que seguir para diseñar procesos en BPM.

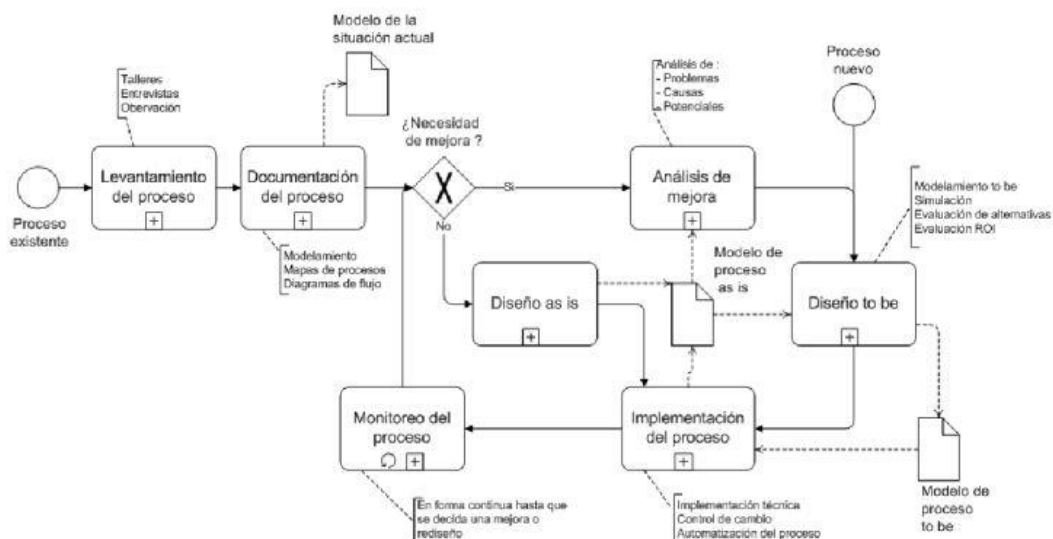


Ilustración 6: Ciclo BPMN (BPM Governance B. Hitpass)

## Capítulo 3 Internet de las cosas

### 3.1 Definición y características

El avance de la tecnología está permitiendo muchas mejoras en nuestro día a día, y no solo en nuestra vida diaria, también en entornos empresariales y gubernamentales. En la última década hemos estado presentes en innumerables avances tecnológicos relacionados con el ámbito de Internet. La función principal de todos estos avances tecnológicos es hacernos la vida diaria lo más fácil posible, darnos la posibilidad de estar comunicados y poder recibir todo tipo de información al instante. Para recibir todo este flujo de información debemos de estar conectados a Internet, esto lo hacemos gracias a los ordenadores, tabletas, Smartphones y un gran número de dispositivos que están a nuestro alcance.

La aparición de dispositivos móviles dotados de diferentes tipos de sensores ha permitido reducir la brecha existente entre el mundo real y el mundo virtual de los sistemas de información. Los sistemas móviles actuales son conscientes del entorno físico en el que están siendo usados y adaptar adecuadamente los servicios que ofrecen. Por ejemplo, tocando un libro con un dispositivo móvil podemos obtener información sobre su autor o tomarlo prestado sin necesidad de hacer colas.

Pero la tecnología no para de avanzar. Últimamente se está hablando mucho del término Internet de las cosas (**Internet of Things**), pero lo cierto es que no todo el mundo conoce realmente a lo que se está refiriendo este término. A continuación se va a ver las distintas definiciones de Internet de las Cosas que proponen algunas prestigiosas personas de este sector, empresas tecnológicas o revistas relacionadas con el ámbito de las nuevas tecnologías.

- *“El Internet De Las Cosas es un escenario donde animales, personas u objetos están todos conectados provistos o disponen de unos identificadores únicos. De esta forma ese objeto, animal o persona tiene un identificador único gracias al cual podemos acceder a los datos asociados a esa entidad e interactuar con ellos. Se podría decir que es el escenario donde las personas, objetos o cosas tienen esos identificadores únicos con los que existe la posibilidad de transferir datos sobre ellos a través de la red sin necesidad de interacción entre persona-persona o persona-ordenador.”* Web areatecnologica.com (2014).
- *“Internet de las cosas es sencillamente, el punto en el tiempo en el que se conectaron a Internet más cosas u objetos que personas.”* Cisco.
- *“El Internet de las cosas conectará todas las cosas con todas las personas en una red mundial integrada. Personas, máquinas recursos naturales, cadenas de producción, redes de logística,, hábitos de consumo, flujo de reciclaje y prácticamente cualquier otro aspecto de la vida económica y social están conectados mediante sensores y programas con la plataforma de Internet de las Cosas, que enviará continuamente cantidades ingentes de datos a cada nodo,*



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

*empresas, hogares, vehículos, encada momento y en tiempo real.*” Dave Evans (2011).

- *“No estamos hablando de la composición propia de Internet, sino más bien de que la red llegue a todas las cosas. Básicamente, se trata de que todas las cosas del mundo estén conectadas a Internet y pueda interactuar entre sí.”* Revista PC Actual (2014).

Ya se han visto distintas definiciones del término Internet de las Cosas, se podría decir que este término define la posibilidad de conectar todo tipo de objetos con Internet gracias a los identificadores únicos que estos poseen. Al estar todos los objetos conectados a la misma red, Internet, tienen la posibilidad de comunicarse entre sí y poder interactuar unos con otros. En definitiva, consiste en que tanto personas como objetos puedan conectarse a Internet en cualquier lugar y en cualquier momento.

### **3.2 De dónde viene, tecnologías presentes**

Ahora que ya se tiene una definición de Internet de las cosas, se va a ver de dónde surge esta idea y las tecnologías presentes que hay detrás y permiten que todo esto sea posible. Al igual que con varios conceptos novedosos, las raíces de IdC (Internet de las cosas) se pueden remontar al Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), hasta llegar al trabajo del Auto-ID Center. Este grupo, fundado en 1999, realizaba investigaciones en el campo de la identificación por radiofrecuencia en red (RFID) y las tecnologías de sensores emergentes. Los laboratorios de investigación estaban conformados por siete universidades ubicadas en cuatro continentes, seleccionadas por Auto-ID Center para diseñar la arquitectura de IdC.

Para ver los distintos tipos de tecnología que hay detrás del Internet de las Cosas se puede recurrir al artículo escrito por el gurú del Internet de las cosas Louchez, Alain en la prestigiosa revista ItuNews (2013) donde en él explica las tecnologías que han dado vida al Internet de las Cosas. Alain Louchez dirige en el Georgia Institute of Technology una iniciativa mundial dedicada a la elaboración y aplicación de tecnologías de Internet de las cosas. Las tecnologías que han dado vida al Internet de las Cosas son las siguientes:

#### **3.2.1 Informática ubicua**

Los padres de la informática ubicua son Mark Weiser y sus asociados del Xerox Palo Alto Research Center, ya que sus contribuciones fueron fundamentales para este campo. Después de esto Mark Weiser y John Seely Brown propusieron el concepto de tecnología calmada que, esperaban, "acabaría desempeñando un papel protagonista en un siglo XXI más humanizado". Las aspiraciones actuales de la Internet de las cosas todavía se hacen eco de esas ideas.

Weiser, en el famoso artículo que publicó en Scientific American en 1991, "The Computer for the 21st Century", describió lo que puede considerarse ahora una de las exigencias fundamentales de la arquitectura de Internet de las cosas (dispositivo, red y dominios de aplicación). *"La tecnología necesaria para la informática ubicua se subdivide en tres partes: computadoras de baja potencia con sus correspondientes pantallas, una red que las conecta todas y sistemas informáticos que implementan aplicaciones ubicuas."*

En la actualidad muchos grupos de investigación y laboratorios de todo el mundo han elaborado programas basados en este concepto de informática ubicua.

### **3.2.2 Identificación por radiofrecuencia**

Alrededor de 1998, Sanjay Sarma y David Brock, del Massachusetts Institute of Technology (MIT) tuvieron la idea de poner etiquetas RFID de bajo coste en todo tipo de cosas y conectarlas a Internet. Ahora es muy evidente que esta idea tenía mucho sentido pero para la época fue un gran avance.

En 1999, el Uniform Code Council, el European Article Number International (EAN International), Procter & Gamble y Gillette acordaron establecer el Auto-ID Center en el MIT, cuyo equipo de investigación estaba integrado (además de Sarma y Brock) por Daniel Engels, Kai-Yeung Siu y Kevin Ashton, que acuñaron la expresión "Internet de las cosas". Uno de los objetivos del Auto-ID Center era desarrollar una tecnología de identificación automática, el Código de producto electrónico (Electronic Product Code, EPC), para sustituir al código de producto universal (Universal Product Code, UPC) o código de barras.

A finales de octubre de 2003, el Auto-ID Center fue sustituido por el Auto-ID Labs y EPCglobal. Auto-ID Labs es una red de siete universidades ubicadas en cuatro continentes, y EPCglobal es una empresa conjunta de GS1 (antiguamente EAN International) y GS1 US (el antiguo Uniform Code Council). EPCglobal desarrollan normas y gestiona la red de EPC.

Internet de las cosas dispone de muchos tipos de tecnología, no solo de la RFID, pero la mayoría de personas consideran que fundamentalmente esta identificación es la base del Internet de las cosas y que está destinada al comercio al por menor y a la cadena de abastecimiento. No fue hasta en noviembre de 2012, cuando se anunció en el MIT el lanzamiento de la iniciativa "Nube de las cosas", en la que el campo de las investigaciones basadas en la RFID se amplió para integrar la informática en nube y datos voluminosos.

### **3.2.3 Cibersistemas físicos**

Alrededor de 2006, Helen Gill, de la United States National Science Foundation (NSF) sugirió que "los cibersistemas físicos son sistemas físicos, biológicos y artificiales cuyas operaciones están integradas, supervisadas y/o controladas por un núcleo informático.





Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

Los componentes están conectados en red en todos los estratos". Su idea era que *"la informática está 'profundamente incrustada' en todos los componentes físicos e incluso posiblemente los materiales. El núcleo informático es un sistema anidado que suele exigir respuestas en tiempo real y en la mayoría de los casos está distribuido"*.

Ahora es innegable que los conceptos de cbersistemas físicos y de Internet de las cosas siempre van de la mano.

Estos cbersistemas físicos se mencionan en Alemania para explicar la adopción de la producción inteligente en el país. Según el organismo de desarrollo económico Germany Trade & Invest (GTAI), la industria inteligente o "industria 4.0" es la evolución tecnológica de los sistemas anidados a los cbersistemas físicos. El GTAI dice que industria 4.0 representa lo que será la cuarta revolución industrial camino de un Internet de las cosas, los datos y los servicios.

### **3.2.4 Redes de sensores inalámbricas**

Las redes de sensores inalámbricas son un componente esencial de Internet de las cosas. Este sector tiene un fuerte apoyo científico, tecnológico e industrial, y el vínculo con Internet de las cosas es inmediato.

Un buen ejemplo es la University of California at Berkeley, que alberga un proyecto de red de sensores inalámbrica de fuente abierta (Open Source Wireless Sensor Networks, OpenWSN) iniciado en 2010 a fin de implementar el Internet de las cosas. OpenWSN es un tipo de implementaciones de fuente abierta de pilas de protocolos basadas en normas de Internet de las cosas que utilizan diversas plataformas de software y equipos.

La extensión de redes de sensores a lo infinitamente pequeño y a la escala molecular se está investigando en todo el mundo. Este tipo de investigación, como los innovadores trabajos de Kris Pister en la University of California at Berkeley sobre polvo inteligente (una colección de incontables y diminutos microsistemas electromecánicos) y de Ian Akyildiz en el Georgia Institute of Technology sobre la Internet de las nanocosas son una ventana abierta que da a la forma futura de la Internet de las cosas.

### **3.2.5 Comunicaciones de máquina a máquina**

Las comunicaciones máquina a máquina es muy posiblemente la primera aparición del Internet de las cosas.

Una asociación internacional de grandes organizaciones de normalización, llamada oneM2M, define una solución M2M como "combinación de dispositivos, software y servicios que funcionan con una intervención humana escasa o nula".

Se puede considerar legítimamente que tecnologías pioneras de transmisión de datos, tales como la telemetría básica y los sistemas de control industrial, son precursoras de



M2M. Los servicios de telemetría proporcionados por Mobitex, una red de datos inalámbrica con conmutación de paquetes de baja velocidad para mensajes breves, desarrollada a principios de los años 80 por Televerket (Suecia) (el antecesor de Telia Sonera) y más adelante en asociación con Ericsson, es una de las primeras tecnologías que atendió directamente a las necesidades del incipiente mercado M2M.

Con los años, M2M ha evolucionado hasta convertirse en un sistema avanzado de supervisión y control a distancia. Recientemente, M2M ha empezado a ofrecer plataformas propicias, integrar arquitecturas de red móviles y/o fijas, alámbricas y/o inalámbricas (tales como redes de área personal inalámbricas), y servicios celulares y por satélite (incluido el sistema de posicionamiento mundial). Por naturaleza, M2M trata interacciones entre las cosas y está asentado firmemente en el mercado de empresa a empresa. Es un facilitador esencial de Internet de las cosas.

### 3.3 Alcance

Juntando todas estas tecnologías es posible hacer realidad el término Internet de las Cosas. La unión de todos estos conceptos permite hacer cosas como las siguientes:

- Frigoríficos que avisan al supermercado con las cosas que necesitas y te las llevan a casa, o que nos avisan cuando un producto está caducado.
- Conocer en tiempo real tus facultades bioquímicas, para que las conozca el médico.
- Conocer en tiempo real las necesidades de las plantas de nuestra casa.
- Encender un electrodoméstico antes de llegar a nuestra casa.
- Pulseras que cuando salgamos a correr nos informen de nuestras constantes vitales.
- Lámparas inteligentes que se encienden solas cuando hace falta iluminación.
- Un tenedor que nos da los datos de la velocidad a la que comemos para mejorar nuestra forma de comer.
- Un inodoro que nos haga un análisis de nuestra orina y nos recomiende la dieta más adecuada.
- Un cepillo que te avisa de caries y te pide consulta al dentista automáticamente.
- Zapatillas que te dicen los Km que has hecho corriendo cada semana.
- Las balizas informativas prometen revolucionar el internet de las cosas. Son balizas que al pasar cerca de ellas se comunican con nuestro móvil
- Pago con el teléfono móvil.

Y no solo eso, también se podría tener un animal con un biochip que es insertado en su piel para poder diferenciarlo de forma única, una persona con un implante para monitorizar su corazón, o simplemente un coche en que se ha instalado un sistema de sensores que avisa al conductor cuando aparca su coche y no choque con otros coches, entre otros muchos ejemplos.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

Se puede decir que cualquier cosa, persona o animal podría llevar asociada una dirección IP única para cada entidad con sus datos asociados a esa dirección. En definitiva, la facilidad de comunicación entre cualquier cosa, animal o persona. Todo lo que llamamos hoy en día “smart”, como nuestros smartphones (teléfonos inteligentes) pero que puede aplicarse a cualquier cosa. En definitiva, tendríamos lo que sería una red de objetos cotidianos interconectados.

En la Tierra hay muchas más cosas que personas, y el número de cosas que podría formar parte de Internet de las cosas varía enormemente según los expertos. Por ejemplo, según estimaciones del Internet Business Solutions Group de Cisco, unos 25.000 millones de dispositivos estarán conectados a Internet en 2015, y 50.000 millones en 2020. Son por ejemplo aparatos móviles, parquímetros, termostatos, monitores cardíacos, neumáticos, carreteras, automóviles, estanterías de supermercados e incluso ganado.

En un estudio publicado anteriormente, Ericsson también predice que 50.000 millones de dispositivos estarán conectados a Internet en 2020, lo que eclipsará la escala y la extensión del Internet y los mundos móviles que conocemos ahora. Según un estudio efectuado por Cisco sobre "Internet de todas las cosas", en 2022 ese mercado representará 14,4 trillones USD y prácticamente todo estará conectado en red.

Algunas de esas estadísticas se publicaron en una sesión sobre "La necesidad de más direcciones IP" en el Simposio Mundial para Organismos Reguladores de la UIT que tuvo lugar en Varsovia (Polonia) en julio de 2013. Se considera que el despliegue del IPv6 será esencial para concretar el Internet de las cosas.

### **3.4 Interactuar**

Ya se ha visto las distintas posibilidades que ofrece Internet de las Cosas. En la mayoría de los ejemplos se ha visto como objetos de la vida cotidiana se conectan a internet, pero no es solo esto. La principal habilidad del Internet de las cosas no es solo conectarse a Internet, la principal habilidad de este concepto es el poder que tienen estas cosas para poder interactuar y comunicarse. Se podría decir que existen cinco principales tipos de interacción en el Internet de las cosas:

- Cosas con cosa: Comunicación de objeto con otro objeto.
- Cosa con Sistema de Información: Comunicación de un objeto con algún Sistema de Información, por ejemplo con un ERP.
- Sistema de Información con cosa: Comunicación de un Sistema de Información con algún objeto.
- Cosa con persona: Comunicación de algún objeto con una persona para darle cualquier tipo de información.
- Persona con cosa: Comunicación de una persona con un objeto.

### 3.5 Internet de todas las cosas

Dave Evans en el artículo de “*Cómo la incorporación de las cosas a la red puede transformar el mundo*” no solo se queda en el término de Internet de las cosas, sino que va más allá e introduce el término de Internet de Todas las Cosas.

Cisco define el Internet de todas las cosas como:

- “*La reunión de personas, procesos, datos y cosas para hacer conexiones en red más relevantes y valiosas que nunca, convirtiendo la información en acciones que crean nuevas capacidades, experiencias más ricas, y oportunidades económicas sin precedentes para las empresas, los individuos y los países.*” Cisco.

A medida que más cosas, personas, y datos se conecten, el poder de Internet (que es en esencia, una red de redes) crece exponencialmente. Dado el enorme crecimiento previsto de Internet en los próximos 10 años, los líderes empresariales y gubernamentales, así como los ciudadanos, deben empezar a prepararse para lo que está por venir y sacar provecho de ello, para esto deberían de hacerse una serie de cuestiones:

- Cómo puedo establecer prioridades para aprovechar las oportunidades que existen en el mundo conectado de la Internet de Todas las Cosas.
- Dado el impacto que Internet ya ha tenido en mí negocio, qué sucederá cuando la nueva categoría de las cosas se conecten a un ritmo exponencial.
- Cuáles son los posibles beneficios y riesgos de la Internet de Todas las Cosas para mi empresa u organización gubernamental.
- Cómo deben estructurarse las organizaciones en torno a la información y los procesos.
- De qué manera cambia la gobernabilidad, el control, y la responsabilidad sobre la información en el mundo del Internet de Todas las Cosas.

Quizás estamos en el comienzo de la transición tecnológica del mercado más importante de nuestra vida, donde se crearán las nuevas empresas, los nuevos servicios y las nuevas oportunidades.

Con **Internet de todas las cosas**, las cosas que estaban en silencio tendrán una voz, y miles de millones de cosas trabajarán juntas. Por ejemplo, embalaje de productos, que hablará con las cadenas de suministro, que hablarán a los fabricantes, que hablarán a los proveedores, para optimizar la producción.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

### 3.6 Sensing Enterprise

Con el paso del tiempo las empresas se han dado cuenta de los beneficios que podría tener implantar el Internet de Todas las Cosas en la propia empresa, de forma que esta pueda estar en permanente interacción con el medio que la rodea.

El Internet de todas las cosas también afecta a los sistemas empresariales. Una de estas tendencias se dirige hacia el concepto de empresa sensible (Sensing Enterprise), donde la empresa recibe información en tiempo real sobre su entorno y alimenta constantemente su proceso de toma de decisiones. El objetivo principal que se persigue es analizar sistemas que participan en la detección de eventos y son comunicados mediante internet para anticiparse en la toma de decisiones en el ámbito de la planificación de la producción.

La sociedad está cambiando continuamente, y también lo hacen las organizaciones. Las redes actuales crean un gran número de nuevas posibilidades. Transforman la inteligencia colectiva, por lo que es ubicua y coordinada, y ayudar a mejorar nuestras interacciones en tiempo real.

Como el acceso al conocimiento avanza y tecnologías netas impregnan casi todos los aspectos de la vida, las interacciones entre los actores sociales y las máquinas también están evolucionando. En el contexto de los negocios, el compuesto prestación de servicios digitales y el fácil acceso a los datos (abierto) es también espectacular modificar la forma en la que estamos haciendo negocios.

La Sensing Enterprise se define como una empresa que anticipa sus futuras decisiones utilizando información multidimensional capturada a través los objetos físicos y virtuales que proporcionan información de valor añadido para mejorar su conocimiento del contexto. Es decir, la empresa no sólo captura información selectiva del entorno, sino que también integrará esta información en su proceso de toma de decisiones.

La Sensing Enterprise recibe información en tiempo real sobre su entorno global, mediante tweets, información de detección, RFID o datos GPS siendo estos algunos ejemplos de tecnologías y aplicaciones que se aprovechan en la empresa. Información en tiempo real, tanto del entorno físico, como del entorno virtual de la empresa. Esta se alimenta constantemente en su proceso de toma de decisiones, si está siendo controlado por los "sujetos" (es decir, los seres humanos) o por los "objetos" (es decir, los varios tipos de artefactos habilitados para la IO). Las características de las Sensing Enterprises serían:

- Conciencia de contexto global
- Inteligencia descentralizada
- Configuración dinámica
- Multiorientada a la identidad
- Fusión entre lo virtual y lo real
- Constante auto-reinvención

## Capítulo 4 Identificación del problema

### 4.1 Introducción.

En este capítulo se va a explicar el problema al que se ha identificado, para así poder presentar una buena solución que satisfaga las necesidades que tiene la empresa y solucione los problemas que tienen actualmente.

Este trabajo de final de grado se ha realizado gracias a los datos proporcionados por una empresa del sector del mueble. Esta empresa fabrica muebles de baño y los distribuye tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

Esta empresa acaba de implantar un ERP, la solución de SAP. La empresa ha implantado SAP para optimizar y definir la gestión de procesos relativos a Planificación y Control de la Producción. La organización quiere lograr día a día que los procesos funcionales se comporten de la manera más operativa posible. Con SAP han mejorado mucho a nivel de planificación y gestión de la producción pero aun así tienen una serie de aspectos que tienen recorrido de mejora.

### 4.2 Planificación de la producción con SAP

Como bien se explica en el anterior apartado, la empresa ha implantado SAP para tener perfectamente controlada toda la planificación de la producción. Este ERP les permite controlar todos los productos que tienen en la empresa y el estado de cada uno de ellos.

Con SAP la empresa cambio su enfoque y empezó a realizar toda la planificación utilizando la **gestión por procesos**. Empezó a crear los distintos procesos que le aconsejaban desde SAP y la empresa empezó a funcionar mejor, más eficientemente y más eficazmente. Sobre todo empezó a utilizar la gestión de procesos para la planificación de la producción.

Desde SAP les han impuesto unos procesos para poder planificar perfectamente la producción. La función principal del proceso de planificación de la producción es garantizar la disponibilidad de los materiales en las cantidades y fechas previstas. También SAP se utiliza para el aprovisionamiento y para la fabricación de las cantidades necesarias a tiempo, tanto a efectos internos como para Comerciales.

El proceso de planificación de la producción implica la supervisión de stocks y, en particular, la creación automática de propuestas de pedido para el departamento de compras y órdenes provisionales de fabricación para el departamento de producción.

Los pasos que hay que realizar en SAP para obtener una buena planificación de la producción son los siguientes:

1. **Creación de un escenario de simulación:** El escenario de planificación contiene los datos necesarios para la planificación. Se le asociará una versión de previsiones para que pueda ser explotado a todos los niveles de producto. Permitirá realizar una previsión a todos los niveles de las Necesidades primarias



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

planificadas. Tiene en cuenta el impacto de las previsiones además del resto de necesidades (pedidos de venta, reservas, etc...).

2. **Planificación Bajo Escenario:** Es el proceso de planificación y traslado de necesidades a todos los niveles de la estructura de producto. Como resultado de la planificación el sistema creará órdenes provisionales simuladas que provocarán necesidades a niveles inferiores. Permitirá tener el impacto en el sistema de las previsiones de producto a todos los niveles.
3. **Mantenimiento tabla coberturas:** Se habilitará una tabla en la que se introducirán los días de cobertura para el cálculo del stock de seguridad. Hay que actualizar los datos relativos a las coberturas requeridas para los productos a planificar. Los días de cobertura podrán indicarse a nivel de familia y/o a nivel individual por material dentro de una misma familia.
4. **Cálculo del Stock de Seguridad:** Una vez planificadas las previsiones y teniendo en cuenta los días de cobertura se lanzará el cálculo del stock de seguridad.

Ya se han visto en estos cuatro pasos como realiza SAP la planificación de la producción en esta empresa del sector del mueble. Como parece que no queda muy claro con estos cuatro pasos, a continuación, se han realizado los diagramas BPMN del proceso de planificación. Este proceso de planificación esta subdividido en 2 procesos distintos, para los cuales se ha realizado un diagrama BPMN para cada uno.

## 4.2.1 Diagrama de planificación de Stock

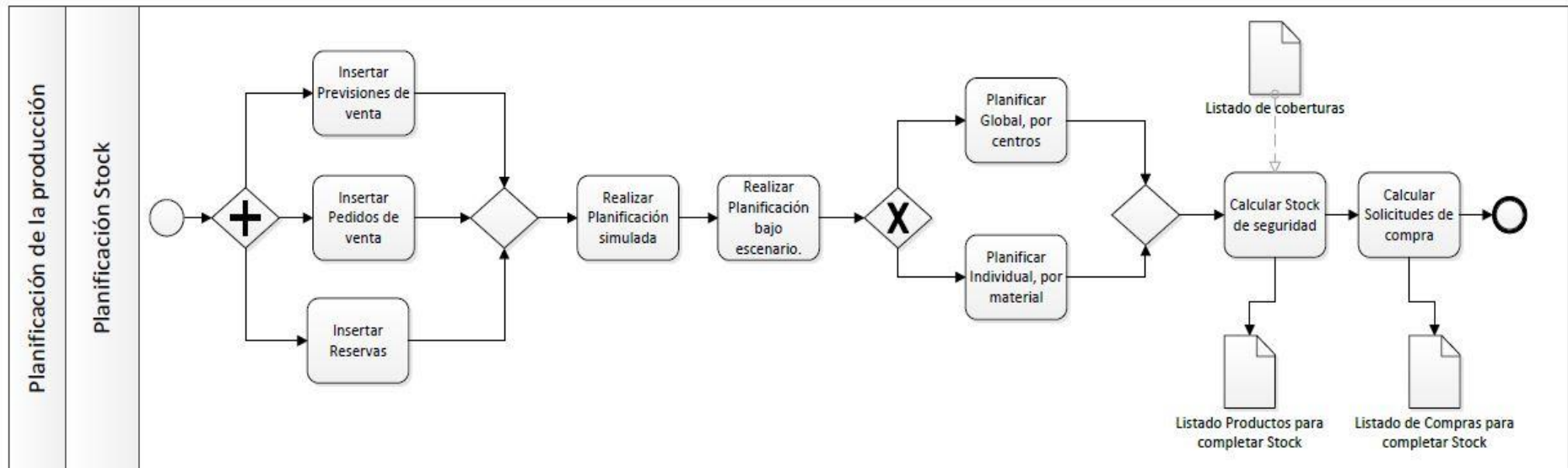


Ilustración 7: Planificación de Stock (Elaboración Propia)

Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

Este primer diagrama BPMN indica todo el proceso de planificación de Stock en la empresa. Este diagrama corresponde a los 3 primeros puntos anteriormente mencionados, la creación de un escenario de simulación, la planificación bajo escenario y el mantenimiento de familias.

En la primera fase en paralelo se calculan 3 datos fundamentales para la planificación:

- Previsiones de venta: Se hace una estimación aproximada de las ventas futuras que se van a realizar, de los pedidos que se van a obtener. Esta estimación se introduce en el módulo SAP.
- Pedidos de venta: Se recogen los datos en SAP de los pedidos que nos han hecho y aún no hemos empezado a fabricar.
- Reservas: Por último también se recogen en SAP las reservas de los distintos productos que se tiene en la empresa.

Una vez se tienen todos los datos insertados en SAP se lanza una planificación simulada de la producción, se trata de una planificación general de los distintos productos que la empresa tiene que fabricar para cumplir las expectativas de los pedidos.

Después de esta planificación simulada, se realiza una planificación bajo escenario, donde aquí se le puede indicar que tipo de escenario de planificación se quiere. En esta planificación bajo escenario se trasladan las necesidades a todos los niveles de estructura del producto.

Una vez se tiene hecha la planificación bajo escenario SAP da 2 opciones para que se haga la planificación de la producción:

- Planificación global: Si se selecciona esta opción la planificación se realiza por centros.
- Planificación individual: Si se selecciona esta opción se planifica un material o producto concreto y todas las materias que dependen de él.

Cuando ya se tiene hecha toda la planificación de la producción se procede a realizar el cálculo del Stock de Seguridad. Para calcular el Stock de seguridad a parte de todo el proceso de planificación también es necesario tener el listado de coberturas. En este listado se indica de cada material o producto de stock cual es la cantidad mínima que se tiene que tener almacenada. Con todos estos datos se calcula el Stock de seguridad que se debe tener en la empresa para poder satisfacer la fabricación de estos productos. En este Stock hay algunos materiales que hay que comprarlos directamente, como por ejemplo la materia prima, para estos materiales se calculan las solicitudes de compra que hay que realizar a los proveedores y se obtiene el **Listado de compras para completar el Stock**. También en el Stock hay otros materiales o productos que no se compran directamente a los proveedores, sino que es la empresa quién los fabrica, todos estos materiales que hay que fabricar se apuntan en el **Listado de productos para completar el Stock**. Estos dos listados se utilizarán posteriormente en el proceso de planificación de pedidos.



## 4.2.2 Diagrama de planificación de pedidos

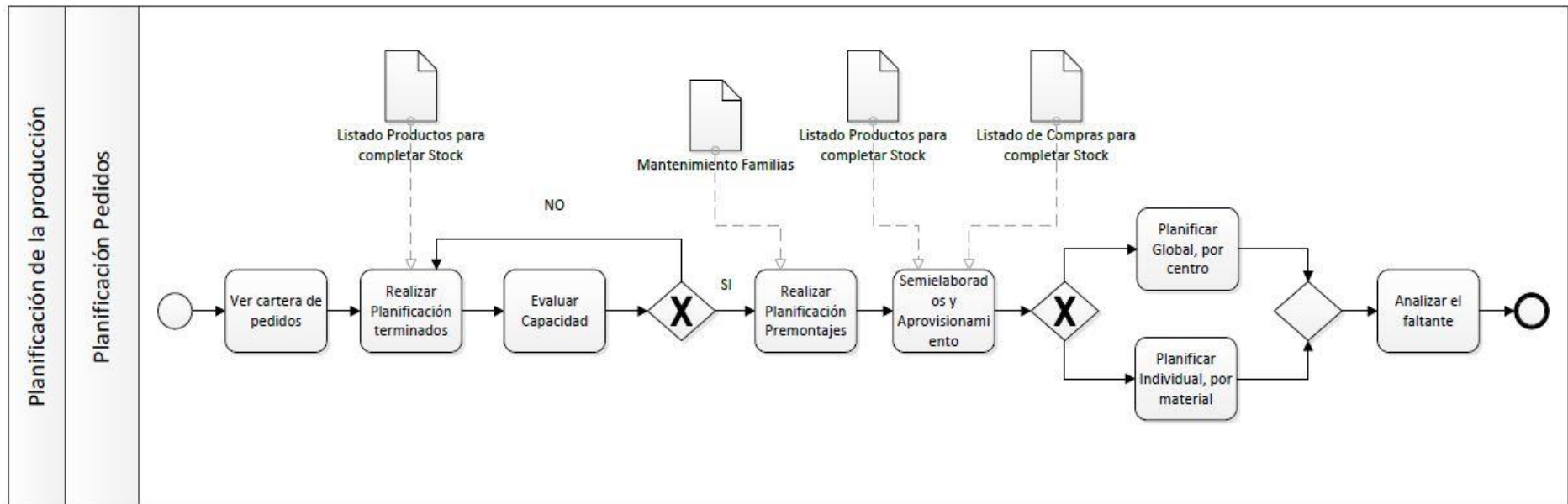


Ilustración 8: Planificación de pedidos (Elaboración propia)

Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

En este segundo diagrama BPMN se indica todo el proceso de la planificación de pedidos en la empresa. Después de haber planificado, todos los niveles de Stock fijándose en los datos de previsiones de venta, pedidos y reservas, ahora se va a realizar la verdadera planificación de pedidos en la que se obtendrá el **Plan Maestro de Producción**.

Primero, hay que ver la cartera de pedidos de la empresa, es decir, los pedidos de productos que se tienen y para qué fechas hay que tenerlos fabricados y listos para entregar.

Con estos datos y con el Listado de Productos para completar el Stock, que se obtenido en el anterior proceso hay que realizar la planificación de terminados. Los productos terminados son los productos que van a ser entregados directamente al cliente final, a estos productos terminados no hay que realizarles ningún tipo de añadido para que estén completos. Una vez tenemos planificados todos los productos terminados, que como he dicho antes pueden ser productos que vienen directamente pedidos por los clientes o productos que vienen por órdenes para completar el Stock, hay que evaluar la capacidad de las máquinas.

Una de las variables más importantes en la planificación de la producción, a parte de la de los pedidos en sí, es la capacidad que tienen las máquinas para poder fabricar todos los productos que se piden. Después de realizar la planificación de los productos terminados pueden ocurrir dos casuísticas distintas:

- La capacidad de las máquinas no es suficiente para fabricar todos los productos terminados. En este caso, hay que volver al anterior punto y volver a realizar toda la planificación de los productos terminados.
- La capacidad de las máquinas sí que es suficiente para fabricar todos los productos terminados. En este caso ya estaría correctamente planificada la fabricación de los productos terminados y habría que pasar a realizar la planificación de los Premontajes.

Los premontajes son montajes de productos que no son directamente vendidos al cliente final, sino que estos productos se utilizan para la fabricación de algún tipo de producto terminado. Todos estos premontajes tienen un Stock diferente al general que se llama Familias. Estas familias son los distintos productos de premontajes que hay en la organización. Igual que con el Listado de Stock, el Mantenimiento de Familias también dispone de unos mínimos. En esta etapa se analizan estos mínimos del Mantenimiento de familias y se planifica si fuera necesario la fabricación de algunos de los premontajes.

Después de realizar la planificación de los premontajes hay que realizar la planificación de los productos semielaborados y del aprovisionamiento. Los productos semielaborados son productos realizados directamente con la materia prima, estos productos sirven para fabricar tanto productos premontajes, como productos terminados. Se puede saber cuántos semielaborados hay que planificar gracias al Listado de productos que hace falta para completar el Stock, este listado lo se ha obtenido en el anterior proceso de

planificación de Stock. En cuanto a la planificación de aprovisionamiento, se debe planificar los distintos materiales o materias primas que hay que pedirles a los distintos proveedores de la empresa. Se saben los pedidos que hay que planificar gracias al Listado de Compras para completar el Stock, este listado se ha obtenido en el anterior proceso de planificación de Stock.

Una vez se ha hecho la planificación de los distintos productos que se fabrican en la organización SAP te da 2 opciones para que hagas la planificación de la producción:

- Planificación global: Si se selecciona esta opción la planificación se realiza por centros.
- Planificación individual: Si se selecciona esta opción se planifica un material o producto concreto y todas las materias que dependen de él.

Después de haber elegido que tipo de planificación se quiere, la global o la individual hay que realizar un análisis del faltante. Este análisis del faltante sirve para ver cómo quedaría la empresa después de que se realice toda la producción que se ha planificado previamente, es decir cómo quedarían los niveles de Stock, de premontajes, de semielaborados, de materia prima... Es una muy buena forma de recolectar información para las próximas planificaciones de producción que se vayan a realizar.

Gracias a estos dos procesos de planificación de la producción la empresa obtiene el **Plan Maestro de Producción**. Estos procesos de planificación de la producción los lanzan semanalmente para planificar la producción a dos semanas vista. Es decir realizan los procesos de planificación de la producción todas las semanas, pero estos procesos planifican la producción para dos semanas. Después de realizar esta planificación de la producción a dos semanas vistas realizan la **planificación a corto plazo o planificación agregada**. En esta producción agregada indican día a día y en qué momento del día deben de fabricar los determinados productos. Gracias a esta planificación a corto plazo cada empleado o grupo de empleados sabe lo que tiene que hacer en cada momento, sabe que producto le tiene que llegar, en que instante de tiempo, sabe que producto tiene que fabricar, en que máquina y cuando tiene que estar acabado. En definitiva, gracias a todo esto proceso de planificación de la producción la empresa funciona más eficientemente y se tiene un gran control sobre la producción final.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

### 4.2.3 Planificación a corto plazo

En el anterior apartado se ha explicado cómo hace SAP la planificación de la producción y se ha elaborado para entender mejor todo este proceso los dos diagramas BPMN anteriormente explicados. En este apartado se va a explicar cómo se transforma el Plan Maestro de Producción en la planificación diaria de la empresa. Es decir, se va explicar la producción día a día.

Cada día los gerentes y los operarios de las distintas sedes (la distribución de las sedes está explicada en el punto 4.3) tienen una producción diaria que generar. Esta producción diaria, SAP la divide en lotes de fabricación.

Un **lote de fabricación** es la cantidad total de unidades de un mismo producto que se producen a la vez. Por ejemplo, un lote de fabricación serían 50 maderas de roble, de una medida determinada y para una mesa concreta. Es decir, 50 piezas o productos exactamente iguales.

Diariamente en la empresa tienen que producir varios lotes de fabricación. Estos lotes los indica el ERP de SAP. Como el lote de fabricación es una unidad muy grande SAP lo divide en unidades de carga.

Una **unidad de carga** es una subdivisión de un lote de fabricación. Es decir las unidades de carga son las distintas divisiones en las que se puede partir el lote de fabricación. Estas divisiones corresponden a la capacidad de los palés. Por ejemplo, el lote de fabricación anteriormente mencionado se dividiría en cinco unidades de carga, ya que se colocarían 10 piezas en cada palé.

Gracias a SAP, los gerentes y los operarios de la fábrica saben cuántas unidades de carga y por lo tanto cuantos lotes tienen que fabricar diariamente. Al final de la línea de producción cuando ya se tienen colocadas en el palé las distintas unidades del producto que forman una unidad de carga, encima de este palé se coloca una hoja con un código de barras que identifica que producto es y a qué lote pertenece. Un ejemplo de la información que contendría esta hoja sería:

Producto 1854 + Lote 1

El número 1854 es el identificador que pone SAP al producto (Madera de roble de una medida determinada y para una mesa concreta). El segundo elemento es al lote que pertenece, ya que puede haber distintos lotes de un mismo producto. Los operarios de la fábrica, consultando SAP y la producción diaria, saben que tiene que haber cinco unidades de carga de este Lote 1, por lo tanto saben que tiene que haber cinco palés con esta hoja colocada en la parte superior. Los operarios con el uso de una PDA leen el código de barras para informar a SAP que esta unidad de carga ya está fabricada.

Gracias a esta planificación de la producción a corto plazo y a la planificación de la producción diaria, la empresa puede realizar la producción teniendo controlados muy bien todos los lotes y las distintas unidades de carga en cada lote. En el siguiente apartado se explica las ventajas que ha aportado SAP a la organización.

#### 4.2.4 Problemas resueltos con SAP

A la empresa le preocupa mucho la planificación de la producción, por eso han implantado SAP, para que les ayude con esta planificación. Antes de la implantación de SAP la empresa tenía muchos problemas relacionados con la producción:

- **No tenían un buen control del Stock**, había veces que se disponía de demasiados productos almacenados y había veces que no se tenían productos suficientes para seguir con la producción.
- **Tardanzas al entregar pedidos**, debido a la mala planificación en la empresa había ocasiones que se entregaban los pedidos con retraso, produciendo esto la insatisfacción del cliente.
- **Insatisfacción de los empleados**, los empleados no estaban contentos, pues en ocasiones no tenían claro que producto tenían que fabricar en cada momento, o en ocasiones disponían de muchos productos en cola que no les daba tiempo a fabricar, esto producía estrés y descontento entre el personal de la empresa.
- **Mala utilización de la maquinaria**, debido a la mala planificación la maquinaria estaba infrautilizada, no se aprovechaba todo lo máximo que se podía aprovechar, esto por supuesto produce una pérdida de dinero considerable.

Gracias a todo el proceso de planificación de la producción la empresa ha solucionado muchos de los problemas que tenía antes, aunque debido a la ubicación física de los distintos centros que hay en la empresa, surgen determinados problemas que aún no ha podido solucionar. A continuación se va a explicar toda la estructura organizativa que tiene la empresa, sus distintas áreas y que se hace en cada una de estas áreas.

### 4.3 Estructura organizativa en distintas áreas

Para realizar toda la producción de los materiales la empresa dispone de cuatro centros que deben de coordinarse entre sí. Estos centros deben de trabajar en perfecta coordinación para que se cumpla la planificación explicada en el anterior apartado. Si hubiera algún retraso en alguno de los centros, la planificación no se cumpliría y esto llevaría retrasos y pérdida de dinero.

#### 4.3.1 Área MRP Central

En este centro es donde se realiza el corte de las maderas y el montaje. Es el mayor centro de los cuatro, por eso dentro de este centro existen 3 subdivisiones, que son las siguientes:

- **Central**
  - **Almacén 1017 Devoluciones de compra**  
En este almacén se guarda la mercancía que se compra a los proveedores y que se descubre que está en mal estado y por lo tanto hay que devolverla.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

- **Almacén 1090 Expediciones Direct**  
Cuando un pedido ha sido completamente elaborado, se embala y se guarda en este almacén para su posterior envío al destino indicado.
  - **Almacén 1915 Mecanizado**  
En este almacén es donde están todas las maquinas con las que trabaja la empresa para poder cortar la madera y fabricar los distintos productos específicos.
  - **Almacén 1903 Materia Prima Central**  
En este almacén se guarda toda la materia prima que hace falta para elaborar los distintos productos en la sede Central.
- **110 Central**
- **Almacén 1015 Área de planta Central**  
En esta área es donde se elaboran todos los productos solicitados, se cortan y se atornillan los distintos muebles.
  - **Almacén 1018 Muestras de calidad**  
En este almacén trabajan para asegurar que la calidad de los muebles es la máxima posible. Están buscando continuamente mejoras en la calidad de sus productos. Se podría decir que es la zona I+D de la empresa.
  - **Almacén 1005 Mantenimiento Central**  
Almacén donde se guardan todas las herramientas y productos necesarios para el correcto funcionamiento de la sede Central. Se revisa toda la maquinaria y se repara si se ve algún posible fallo.
  - **Almacén 1002 Devoluciones ventas Central**  
En este almacén se guardan las distintas devoluciones que pueden hacer los clientes de sus pedidos.
  - **Almacén 1100 Expediciones Kit House**  
En este almacén se guardan todos los productos y la mercancía que van a ser enviados al centro KitHouse.
- **991 Central**
- **Almacén 1016 Materia Prima Mecanizado**  
En este almacén se guardan los repuestos de las máquinas que están operando en la fábrica o todas las herramientas que son necesarias para el correcto uso del mecanizado.

- **Almacén 1019 Grifería de baño**  
En este almacén se guarda todo lo relacionado con la grifería de baño. Estos materiales se piden a otras empresas y se guardan en este almacén hasta que son utilizados para la fabricación de algún mueble o producto con estas características.
- **Almacén 1703 Compras Complementos Baño**  
En este almacén se guarda todo lo relacionado con los completos de baño que no son grifería (por ejemplo pomos o picaportes). Estos materiales se compran a otras empresas y se almacenan aquí hasta que son utilizados para la fabricación de algún mueble o producto con estas características.
- **Almacén 1990 Exp. Global Companies**  
En este almacén se guardan todos los productos finalizados y preparados para enviarlos fuera de España. En este almacén se guardan los pedidos de las distintas empresas situadas fuera del territorio nacional.
- **Almacén 1991 Exp. Basic**  
En este almacén se guardan los productos finalizados que van a ser enviados a las empresas que han solicitado el pedido. Estos envíos se realizan dentro de España, sino los productos se guardarían en el anterior almacén.

#### 4.3.2 Área MRP Centro Lacado

Es el segundo centro más grande y está alejado del primero unos 800 metros, en este centro se realizan los lacados de la madera ya cortada enviada por el primer centro, el Área MRP Central. En este centro existen cinco tipos de almacenes.

- **Almacén 2004 Subcontrat Centro Lacado**  
Hay ocasiones que otras empresas quieren lacar sus productos y subcontratan a esta empresa para que les haga el lacado de sus maderas. En este almacén se guardan los productos de estas distintas empresas les han subcontratado para la realización del lacado.
- **Almacén 2020 Tablero Central Centro Lacado**  
En este almacén se guardan todos los productos que se tienen que lacar provenientes del centro Área MRP Central. Se guardan los productos hasta que finalmente son lacados y enviados de vuelta a ese mismo centro.
- **Almacén 2041 Materia Prima Centro Lacado**  
En este almacén se guarda toda la materia prima necesaria para el lacado de los distintos productos que llegan desde el área central.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

- **Almacén 2005 Mantenimiento Centro Lacado**  
En este almacén se guarda todo lo necesario para realizar el mantenimiento de todo el centro de lacado. En este almacén se guarda fundamentalmente los productos para hacer el correcto mantenimiento de las máquinas de lacado.
- **Almacén 2940 Lacado Centro Lacado**  
Esta es el área donde realizan el lacado de los distintos tipos de madera que se solicite lacar.

#### 4.3.3 Área MRP KitHouse

Es el tercer centro es donde preparan todos los productos KitHouse, estos productos se caracterizan porque son productos sin montar. El montaje de los productos KitHouse lo hace el cliente final. Todas las piezas de un mueble vienen en una caja con todos los accesorios y las instrucciones para que el usuario final monte la pieza. Si es bien, que aunque los productos KitHouse los tienen que montar el usuario final, este puede solicitar a la empresa que lo monte y que se lo entregue ya montado, esto por supuesto conlleva un suplemento al coste final del producto.

- **Almacén 3002 Devoluciones ventas KitHouse**  
En este almacén se guardan las devoluciones que realizan los clientes de algún producto.
- **Almacén 3333 Kits montados**  
En este almacén montan algunos productos KitHouse. Hay algunos clientes que piden los productos montados y en este almacén es donde los operarios los montan para su posterior envío.
- **Almacén 3911 Servicio KitHouse**  
En este almacén es donde les llegan las distintas piezas y los operarios las juntan y las embalan en sus correspondientes cajas.
- **Almacén 3996 Expediciones**  
En este almacén se guardan los pedidos de muebles KitHouse que han realizado los clientes y se preparan para su envío.

#### 4.3.4 Área MRP Outlet

Se trata del centro más pequeño de todos. Está ubicado justo al lado de la sede KitHouse. En este centro es donde exponen los productos para que los compre el cliente final. En el centro tienen una tienda outlet de muebles, tanto de muebles ya completamente montados, como de productos KitHouse. El cliente puede acceder a la exposición de muebles y comprar cualquiera de ellos.



- Almacén 4000 Exposición Outlet**  
 En este almacén tienen puesta la exposición de muebles. La gente que quiera comprar algún mueble directamente en tienda puede acudir a este espacio a ver la exposición y comprarlo. Generalmente los muebles disponibles en la zona outlet son más baratos, ya que son productos a los que no se le ha podido dar salida o son productos que tienen algún pequeño defecto de fabricación y no pueden venderlos como si fueran productos finales buenos.
- Almacén 4001 Outlet**  
 Este almacén es el almacén donde se guardan todos los productos outlet que no están actualmente en la exposición. Los productos outlet llegan desde la sede central o desde la sede KitHouse y se almacenan en este almacén. Después son puestos en la exposición para que los clientes que acudan puedan comprarlos.

En la siguiente imagen queda mucho más claro la distribución de todos los almacenes en los cuatro centros que dispone la Empresa. La parte sombreada en color carne indica los distintos centros, se puede ver que el centro de la izquierda es la sede central con las distintas subseces en su interior. También se puede ver que hay almacenes en color gris y otros en color verde, los almacenes de color gris se gestionan todas las compras y todos los materiales disponibles en cada sede y desde los almacenes de color verde se gestiona toda la gestión de almacenes propiamente dicha, es donde se realizan los servicios que se disponen en cada sede.

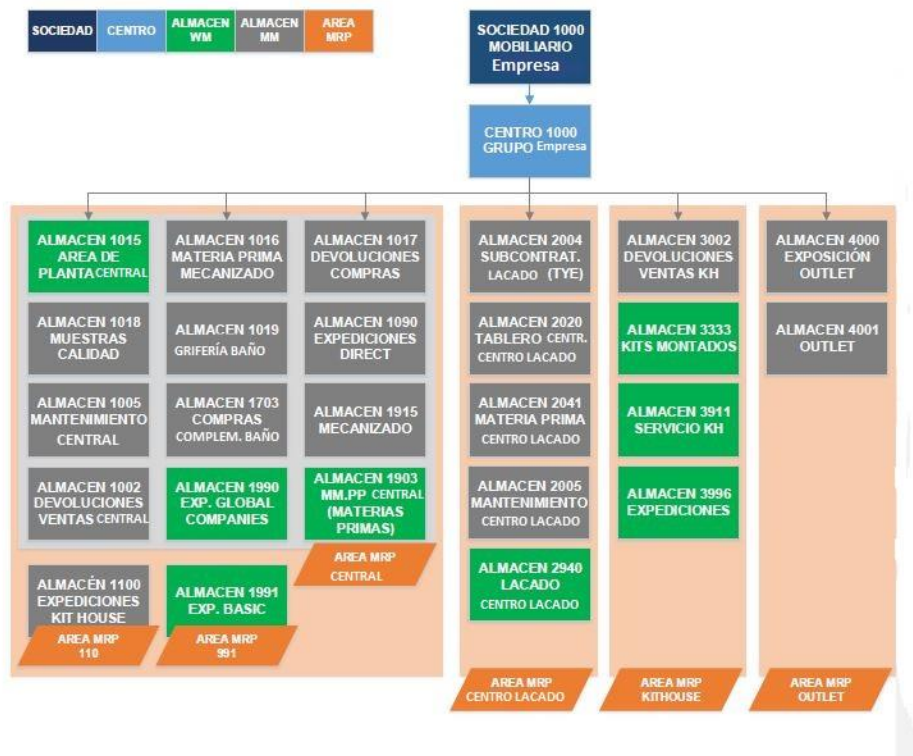


Ilustración 7: Distribución Almacenes (Elaboración propia)

## Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

Ya se ha visto los distintos centros que existen en la empresa, los almacenes que hay en cada centro y la tarea que tiene asignada cada centro y cada almacén. Como se ha mencionado anteriormente, estos centros se tienen que coordinar a la perfección para que la planificación de toda la empresa salga adelante y no haya ningún retraso que pueda producir pérdidas. Es muy importante saber dónde están ubicados los centros físicamente en un mapa, pues estos no están colocados uno al lado del otro. En la siguiente imagen se puede ver más claramente, la distribución física de los centros en el mapa:

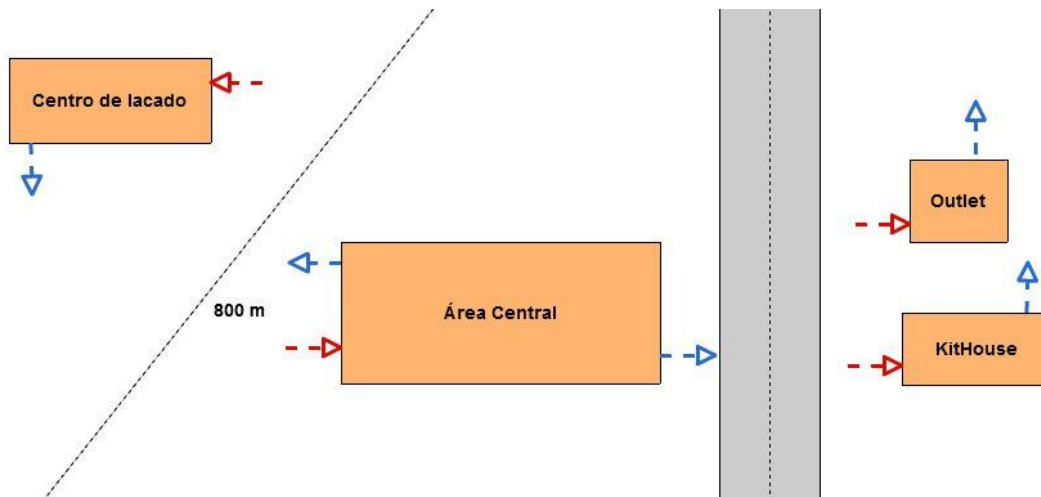


Ilustración 8: Distribución física de sedes (Elaboración propia)

Los cuatro centros de la empresa están ubicados en un polígono industrial lleno de naves donde hay muchas empresas. La empresa dispone de cuatro naves que son los cuatro centros en los que está dividida. El Área Central está rodeada de otras naves que son propiedades de otras empresas, justo al cruzar la calle se encuentran las dos naves más pequeñas, la destinada a KitHouse y la destinada a la tienda Outlet, estas dos naves están prácticamente pegadas entre sí, por lo tanto no existe mucho problema de transporte entre ellas. El centro de Lacado está ubicado en una nave a unos 800 metros de la nave Central y por lo tanto, hay que transportar los materiales entre las distintas naves. En el siguiente punto se verá, todos los transportes de materiales o productos que hay entre las distintas áreas y por lo tanto, también se explicará la coordinación que estas tienen que tener.

## 4.4 Coordinación entre las distintas áreas

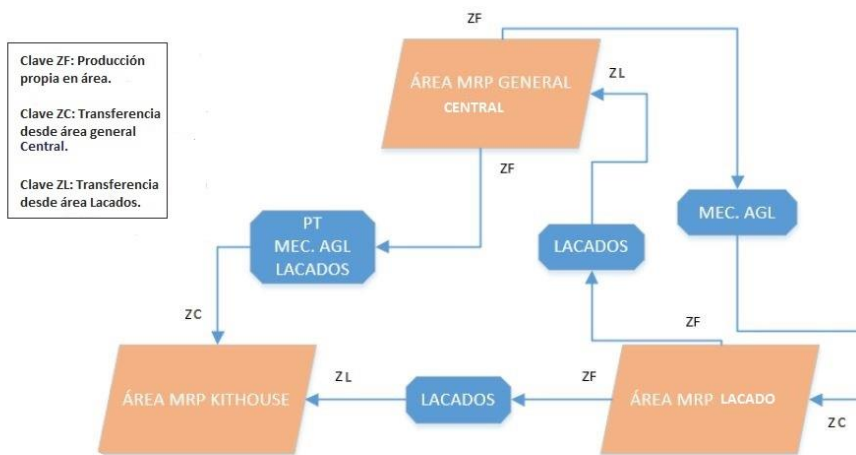


Ilustración 9: Coordinación entre áreas (Elaboración propia)

Como se puede ver en la figura hay comunicación entre las 3 principales sedes, la sede central, la sede de lacado y la sede KitHouse:

- **Comunicación entre sede Central y sede KitHouse:** Como se ha explicado en el anterior apartado en la sede central es donde se fabrican y se montan todos los productos y en la sede KitHouse es donde se montan o se embalan para su posterior envío. Estas dos sedes tienen que estar perfectamente coordinadas para que los operarios que estén en la sede KitHouse no tengan un excesivo trabajo y se les amontone el trabajo, ni para que los operarios estén parados sin hacer nada porque no tienen productos. Para lograr la perfecta coordinación hay que cumplir con el Plan Maestro de Producción a la perfección, los productos en el área central tienen que estar fabricados en un instante de tiempo preciso y enviados al área KitHouse para que estos puedan seguir con la producción del producto. Si se logra cumplir todos estos requisitos no surge ningún inconveniente y la comunicación entre las áreas y el trabajo dentro de ellas es muy preciso y detallado.
- **Comunicación entre sede Lacado y sede KitHouse:** Cuando en la sede de Lacado laca un producto y este producto ya está terminado se envía directamente a la sede KitHouse sin que pase por la sede Central. En este caso la comunicación es igual de importante que en el primero, pues los operarios del área KitHouse tienen que saber que productos les van a entrar y en qué momento para que puedan coordinarse y hacerle frente a toda la producción, sin que se produzca ningún cuello de botella.
- **Comunicación entre sede Central y sede Lacado:** Entre estas dos sedes tiene que haber aún una mejor comunicación si cabe. Primero de nada la madera se corta y se realiza un premontaje en la sede Central, después esta madera se tiene que lacar, por lo tanto es enviada a la sede de Lacado. En la sede de Lacado laca las maderas que les llegan de la sede Central y puede ocurrir 2 cosas, o que el producto ya esté terminado o que el producto tenga que volver a ser enviado a la

Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

sede central porque falta realizarle algún proceso de montaje más. Para lograr cumplir el Plan maestro de producción la comunicación de estas dos áreas tiene que ser perfecta, pues esta comunicación es un punto crítico del proceso productivo empresarial, ya que si hay algún retraso en el envío de productos desde el área central al área de lacado o desde el área de lacado al área central, se retrasaría toda la producción y no se cumplirían los periodos de tiempo establecidos.

#### **4.5 Problema de coordinación**

En el anterior apartado se ha explicado la importancia que tiene que exista una buena comunicación entre las distintas áreas. Sobre todo se ha incidido en la importancia de que se cumplan los tiempos establecidos de envío entre la sede Central y la sede de Lacado, pues este es un punto crítico para que se cumpla toda la planificación de la producción.

Los gerentes de la empresa están preocupados por todo esto, ya que surgen distintos problemas debido a la falta de coordinación entre estas dos sedes. En ocasiones en la sede central no disponen de suficiente tiempo o de suficientes operarios para completar la producción que se les pide a tiempo, esto hace que no puedan realizar el envío a la hora exacta a la sede de lacado y que en la sede lacado estén parados pues el envío que están esperando para poder lacar no ha llegado. También hay ocasiones que pasa justo lo contrario que en la sede de lacado tienen demasiado trabajo, ocurre algún problema y se retrasan en el envío del producto a la sede Central y en la sede central los operarios están parados pues no les llega en el tiempo establecido el producto lacado que tiene que acabar de fabricar para finalmente enviarlo al área Kithouse.

Todos estos problemas generan frustración y descontento en los empleados, pues a veces tienen muchísimo trabajo y no dan abasto y en ocasiones están parados sin hacer nada porque no les llega a tiempo el envío de productos que están esperando.

Por supuesto, al haber toda esta serie de problemas no se cumple el Plan Maestro de Producción y por lo tanto al no cumplirse este plan existen retrasos en la producción y finalmente en el envío de los pedidos al cliente final.

Todo esto, obviamente también produce una pérdida de dinero, pues al no completar la producción y al haber retrasos en los pedidos, los clientes acaban descontentos y en futuras compras no optan por encargárselas a la empresa.

Los gerentes de la empresa están preocupados por la falta de coordinación entre estas áreas y están buscando alguna solución que les permita poder solucionar todos los problemas que surgen. En el siguiente capítulo he propuesto una solución para todos estos problemas, para poder cumplir el Plan Maestro de Producción y para mejorar todo lo relacionado con el envío de productos entre las distintas sedes.

## Capítulo 5 Solución del problema

### 5.1 Propuesta de cambios desde una perspectiva global, RFID

En el anterior capítulo se ha podido analizar uno de los problemas a los que se enfrenta la empresa con respecto a la planificación de la producción. Las constantes faltas de entendimiento entre la sede central y la sede de lacado, provocan mucha frustración y finalmente esto hace que no se cumpla el Plan Maestro de Producción que se ha planificado gracias a los dos procesos BPMN anteriormente explicados.

En este capítulo se propone una solución a esta falta de entendimiento entre las dos sedes. Gracias a las nuevas tecnologías que existen en el campo del Internet de las Cosas, se puede dar una solución eficaz y eficiente a este problema. En el tercer capítulo se ha definido el término Internet de las cosas como:

- *“El término que define la posibilidad de conectar todo tipo de objetos con Internet gracias a los identificadores únicos que estos poseen. Al estar todos los objetos conectados a la misma red, Internet, tienen la posibilidad de comunicarse entre sí y poder interactuar unos con otros. En definitiva, consiste en que tanto personas como objetos puedan conectarse a Internet en cualquier lugar y en cualquier momento.”*

De la solución propuesta del campo de Internet de las cosas hay que fijarse en una parte de la definición muy importante: *“tienen la posibilidad de comunicarse entre sí y poder interactuar unos con otros”*. La posibilidad de que los objetos puedan comunicarse es la gran ventaja del Internet de las cosas y también es la característica que se va a utilizar en la solución para resolver el problema identificado en el anterior capítulo.

Pero como se explica en el capítulo 3 Internet de las cosas abarca cinco tipos fundamentales de tecnología:

- Informática ubicua.
- Identificación por radiofrecuencia.
- Cibersistemas físicos.
- Redes de sensores inalámbricas.
- Comunicación máquina a máquina.

En la solución que se va a proponer se va a utilizar la tecnología de **Identificación por radiofrecuencia**, es decir **RFID (Radio Frequency Identification)**. Esta tecnología es muy potente y tiene múltiples usos, ya que permite capturar automáticamente datos, que identifican objetos mediante el uso de las ondas de radiofrecuencia. Gracias al RFID podemos identificar objetos a distancia sin ningún tipo de contacto, ni siquiera visual.

Este tipo de tecnología se va a utilizar **para identificar cuando está listo un pedido** en la sede central para enviarlo a la sede de lacado, o para identificar cuando está listo un pedido en la sede de la lacado para enviarlo a la sede central. Gracias a estas identificaciones se podrá comprobar si una unidad de carga **está lista en el tiempo**



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

**correcto** o si **sufre algún tipo de retraso** que puede impedir que se cumpla en Plan Maestro de Producción.

Por ejemplo: En el Plan Maestro de Producción dice que el lunes a las 12:00 deben de estar listas unas maderas de roble en la sede central para que se transporten a la sede de lacado. Con la tecnología RFID podemos identificar si el palé (unidad de carga) con las maderas estará listo a las 12:00 para que pueda ser trasladado. En caso de que no identificáramos el palé en la zona de envío a las 12:10 se podría lanzar una alerta para informar del problema que está sucediendo y alguien tendría que comunicarse con la sede central para ver cuál es el motivo del retraso e intentar solucionarlo (por ejemplo, mandando a empleados de la sede de lacado a la sede central.)

Con la implantación de esta tecnología en la empresa se solucionarían todos los problemas de coordinación entre la sede Central y sede de Lacado. Para lograr todo esto, la tecnología RFID se divide en cuatro componentes principales:

- Etiquetas o tags.
- Lectores.
- Antenas.
- Sistema de control.

### 5.1.1 Etiquetas

Una etiqueta o tag, está compuesta por una antena y un chip. Son unos dispositivos pequeños y muy parecidos a una pegatina, estas etiquetas pueden ser pegadas o adheridas a un determinado producto o palé. En el chip se puede guardar información para identificar a un determinado producto, y la antena sirve para recibir dicha información o para enviarla. Hay dos tipos fundamentales de etiquetas:

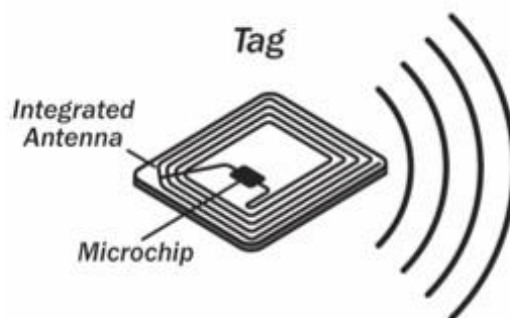


Ilustración 10: Etiqueta RFID. (<http://itlaw.wikia.com>)

- **Etiquetas pasivas:** Estas etiquetas no tienen una fuente de alimentación propia, por lo tanto para responder utilizan la energía introducida en la antena por la señal de escaneo del dispositivo lector. Debido a esto su radio de transmisión es de unos

seis metros y tienen un tiempo de respuesta bastante corto. Pero son las más baratas y son las que se van a utilizar en la solución planteada.

- **Etiquetas activas:** No necesitan una fuente externa de alimentación, ya que llevan la suya propia integrada. Estas etiquetas con más caras pero tienen mayor alcance para realizar la lectura y están mejor diseñadas para utilizarse en “malos factores externos”: temperatura, humedad, tejidos de ropa...

Como se ha dicho antes para plantear la solución se va a utilizar el tipo de etiquetas pasivas, ya que no les hace falta fuente de alimentación y estas, van a ir pegadas en los palés. Las unidades de carga se tienen que transportar de una sede a otra mediante el uso de una carretilla. Por lo tanto, las etiquetas irán colocadas en los palés identificando el producto, el lote y la unidad de carga que llevan encima.

Las características de las etiquetas son muchas, pero en este caso se va a utilizar la característica de **identificación única de productos** (explicado más a fondo en el apartado 5.3). Cada etiqueta RFID tiene un identificador que se utiliza para identificar de manera única. Hay una serie de formatos de datos disponibles para la codificación de los identificadores de etiquetas RFID. Un formato de identificador de etiqueta RFID que se utiliza en muchos sectores de la industria es el identificador de **Código Electrónico de Producto** (EPC). Este formato fue desarrollado por el grupo de la industria de **EPCglobal** y es exactamente el que se va a utilizar en la solución.

### 5.1.2 Lectores

Los lectores de RFID hacen de fuente de alimentación para la etiquetas, se encargan de alimentarlas a través de las distintas antenas y al mismo tiempo capturan los datos que puedan tener las etiquetas, los descodifican y los transmiten al sistema de control para que los interprete y tome las acciones correspondientes. Existen cuatro diferentes lectores RFID:



Ilustración 11: Lector fijo RFID. (<http://www.intermec.es>)



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

- **Lectores fijos:** A estos lectores se les conecta las antenas. Los lectores fijos generan ondas que emiten las antenas hacia las distintas etiquetas. Cuando una onda llega a una etiqueta, la activa y la etiqueta transmite sus datos, las antenas de los lectores reciben estos datos, que van al lector y los descodifica para enviarlos al sistema de control. Este tipo de lectores son los que se utilizarán en la solución planteada.
- **Lectores portátiles:** Los lectores portátiles son pensados para la captura manual de datos, con mayor rapidez y de forma masiva. Estos modelos se suelen integrar en las propias PDAs y suelen tener forma de pistola. Este tipo de lectores también se van a utilizar en la solución planteada.
- **Lectores de carretilla:** Son lectores que se ubican en las carretillas de transporte para identificar que producto que lleva en cada momento. El palé, los productos del interior, ubicaciones, estanterías...
- **Lectores de sobremesa:** Son lectores muy básicos, que van conectados por usb. Sirve para aplicaciones muy sencillas donde no se necesitan grandes prestaciones de lectura, ya que prácticamente la etiqueta RFID está en contacto con el lector. Generalmente son utilizados en bibliotecas para controlar la entrada y salida de libros.

En la solución se van a utilizar dos lectores fijos con capacidad para conectar 4 antenas en cada uno de ellos. De forma que se dispondrá de un lector en cada sede conectado al sistema central. También se van a utilizar dos lectores portátiles en la sede central. Estos lectores irán incorporados en las PDAs con forma de pistola que tienen los operarios para leer la hoja que se coloca encima de cada unidad de carga cuando ya esta acabada.

### 5.1.3 Antenas

Las antenas RFID son el mecanismo que permite unir las etiquetas con los lectores. Son un elemento esencial, ya que son las que transmiten la potencia para activar la etiqueta y después captan la señal que les devuelve la etiqueta y se la pasan al lector. Las antenas crean un haz tridimensional a su alrededor para transmitir su señal de potencia. Puede haber distintos tipos de antenas, pero básicamente se pueden resumir atendiendo a dos características básica:





*Ilustración 12: Antenas RFID. (Elaboración propia)*

- **Antenas de acción corta o acción larga:** Dependiendo de la amplitud de onda que se quiera tener, se escogen antenas de acción corta o acción larga. En nuestro caso los productos van a pasar relativamente cerca de las antenas, por tanto con unas de acción corta sería suficiente.
- **Antenas de alta densidad o de baja densidad:** Esto depende del producto que se quiera leer y de dónde esté pegada la etiqueta, ya que hay algunos productos que por sus características de humedad o tejido aíslan la señal RFID. También depende de si se van a leer muchos productos a la vez o se van a leer productos de uno en uno. En nuestro caso las etiquetas irán pegadas sobre los palés, es decir, sobre la madera y solo leeremos un producto a la vez, por tanto unas antenas de baja intensidad sería suficiente.

En la solución se van a utilizar dos tipos diferentes de antenas. Se utilizarán cuatro antenas en forma de panel, parecidas a las de la *Ilustración 14*. Dentro de cada panel ira colocada una antena, de forma que al pasar un pale con la etiqueta RFID por el medio de los dos paneles las antenas podrán captar la señal de la etiqueta. Se colocaran dos paneles en cada sede. También se utilizarán cuatro antenas RFID universales, están irán colocadas en los marcos de las puertas, para leer los productos que entren en las distintas sedes. Habrá dos antenas universales por sede, colocadas en las puertas, una a cada lado del marco.

#### **5.1.4 Sistema de control**

Para controlar todo este sistema de etiquetas, antenas y lectores hace falta un software, hace falta un sistema de control. En cada sede se dispondrá de un ordenador con un sistema de control instalado que permita controlar todo el proceso de lecturas y avisos. Este software tendrá una relación con el ERP de SAP, de manera que cada noche el ERP de SAP le pase al software del control de RFID el Plan de Producción para el día siguiente. El sistema de control también tendrá instalados todos los productos que existen en la fábrica y todas sus referencias numéricas en SAP.

Con estos cuatro componentes principales de RFID se puede plantear una solución eficaz y eficiente al problema de coordinación entre las sedes. Las etiquetas irían colocadas en

Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

los distintos palés identificando cada palé de manera única. Al identificar de manera única cada palé podemos saber dónde están los productos en cada momento. Dispondremos de una zona en cada sede para realizar el envío y la recepción de productos, en estas zonas estarían colocadas antenas RFID conectadas a los distintos lectores, de forma que podemos enterarnos cuando un producto está listo para enviar o cuando un producto no está preparado en el tiempo correcto. Todo esto estará gestionado por un sistema de control enlazado con el ERP SAP y con todo el sistema de planificación de la producción. En el siguiente apartado se explica mejor cómo se colocarían todas las antenas y etiquetas y cómo se manejaría todo el proceso de coordinación de envío y recepción de productos.

## **5.2 Propuesta de cambios en la parte física, ubicación y coordinación**

En este apartado se va a explicar cómo colocar y dónde los distintos dispositivos RFID. También se hablará sobre todo el proceso que ayuda a controlar la coordinación entre los dos centros.

Para solucionar el problema de coordinación se necesitará cuatro dispositivos lectores, dos fijos y dos portátiles, y ocho antenas. A continuación se van a exponer los distintos cambios que hay que realizar en la organización para poder implantar la tecnología de Internet de las Cosas en la empresa.

### **5.2.1 Cambios en los palés**

Los palés son los medios empleados para el traslado de las unidades de carga de una sede a otra. Los palés que se van a utilizar para el traslado de productos desde la sede central a la sede de lacado y desde la sede de lacado a la sede central van a tener una serie de características especiales.

- Primero de nada, van a ser de otro color para que se puedan diferenciar del resto de palés que se utilizan para otras tareas en la organización. Estos palés de color solo se van a utilizar para el traslado de productos entre las dos sedes.
- Segundo y más importante, cada uno de estos palés estará identificado con una etiqueta RFID, de manera que cada palé será único. Gracias al RFID en la organización no habrá dos palés de color iguales entre sí, ya que cada uno dispondrá de un identificador único dentro de la empresa.

Como se ha explicado en el anterior, la producción diaria se gestiona mediante el uso de lotes y unidades de carga. El ERP de SAP informa cada día cuantos lotes de un determinado producto hay que producir y las unidades de carga en las que se divide cada lote.

Con esta forma de producción diaria y el uso de los palés con identificadores únicos se puede aportar una muy buena solución a todos los problemas planteados en el anterior capítulo.

### 5.2.2 Cambios en Sede Central

En la sede central saben las unidades de carga de cada lote que hay que producir. Cuando una de estas unidades de carga este completamente fabricada se colocará encima de un palé como los descritos en el anterior apartado, de color y con etiqueta RFID con identificación única. Como se ha explicado el anterior capítulo los operarios colocan una hoja en la parte superior del palé para identificar a qué producto y a qué lote pertenece la unidad de carga fabricada. Con una de las PDAs con forma de pistola se lee el código de barras de la hoja colocada en la parte superior y después con el lector RFID integrado en la PDAs también se lee la etiqueta RFID colocada en el palé. Gracias a estas dos lecturas el sistema de control RFID puede hacer una unión entre:

Nº Producto + Nº Lote + Nº Identificador del palé

Como el sistema de control también sabe las unidades de carga que hay que producir de cada lote, puede tener perfectamente identificadas todas estas unidades en la empresa (Esto se explicará más profundamente en el apartado 5.4). Con todo estos cambios el sistema de control sabe perfectamente que unidad de carga, de que lote y de que producto está transportándose en un determinado palé y sabe todo esto simplemente leyendo la etiqueta RFID situada en los palés.

En la sede central se dispone de un espacio para realizar los envíos a la sede de Lacado. Cuando una unidad de carga haya sido debidamente leída y el sistema de control haya hecho la unión, el palé se guardará en este espacio para realizar los envíos a la sede de lacado. La carretilla que transporta el palé desde el final de la cadena de montaje hasta el espacio de envío tendrá que pasar entre **dos paneles** colocados justo antes de entrar en la zona de envío de productos. En el interior de cada uno de estos paneles estará colocada estratégicamente una **antena RFID**. Estas dos antenas irán conectadas a un dispositivo lector de manera que cada vez que una carretilla, cargada con un palé, que lleva colocado una etiqueta identificadora, pase entre estos dos paneles, las antenas podrán leer que tipo de producto está entrando en la zona de envío a la sede de lacado.

En este punto se depende del Plan Maestro de Producción y pueden ocurrir dos casuísticas distintas:

- La unidad de carga se coloca en la zona de envío en el **tiempo adecuado**: Se está cumpliendo el Plan Maestro de Producción, por lo tanto no hay ningún tipo de retraso. El palé se coloca en la zona de envío en el tiempo correcto. Las antenas identifican que el palé está colocado en la zona de envío, cuando esto pasa el sistema de control manda un mensaje al operario encargado de la carretilla en la sede de lacado para que vaya a la sede central a recoger el palé con el producto para lacar.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

- La unidad de carga va **con retraso**: El sistema de control identifica que una unidad de carga de un determinado lote y de un determinado producto debería haber entrado en la zona de envío a un tiempo determinado, pero esto no ha ocurrido. Por tanto el sistema de control envía un aviso a los dos responsables de cada área, tanto al de la sede central, como al de la sede de lacado, comunicándoles que un producto tendría que haber entrado a la zona de envío a una determinada hora y esto no ha sucedido, por tanto la sede Central va con retraso en su producción. En este instante los responsables de las dos áreas deben de ponerse en contacto para decidir cómo solucionar el problema. Lo primero que hay que ver es el retraso que se tiene en el área Central y debido a este retraso, al área de lacado no le llegan los pedidos a la hora establecida y sus trabajadores no tendrán tanto trabajo. Por lo tanto normalmente para solucionar este tipo de problemas se envían operarios del área de lacado al área central para que ayuden a que esta área se ponga al día con la producción.

Con estas dos casuísticas se tiene perfectamente controlado todo el proceso de producción y envío de productos desde el Área Central al Área de Lacado. Ahora se va a explicar cómo se resolvería con Internet de las cosas la recepción de los pedidos. En este caso también pueden ocurrir dos casuísticas distintas:

- Aviso de pedido **listo para recoger**: Llega desde la sede de Lacado un aviso al operario encargado de la carretilla en la sede central, diciendo que un determinado producto ya está lacado y que por lo tanto, ya pueden ir a recogerlo. En este instante debe de salir una carretilla desde la sede central a la sede de lacado para recoger el palé con el producto ya lacado encima. La carretilla al volver a la sede central debe de entrar por la puerta de recepción de pedidos. Esta puerta está situada al inicio de la cadena de producción para que cuando entre un producto se deposite cerca del inicio de la cadena y se empiece a fabricar lo antes posible. La puerta de recepción de pedidos tiene una amplitud de cuatro metros y en cada marco lateral hay colocadas una antena RFID universal para que cuando entre un producto en la sede central se pueda leer la etiqueta colocada en el palé y por lo tanto este producto quede debidamente identificado. Estas dos antenas irán conectadas al mismo dispositivo lector al que están conectadas las antenas situadas en la zona de envío de pedidos. Desde que el sistema de control avisa de que un producto está listo para recoger en la sede de lacado, no pueden pasar más de 20 minutos para que este producto entre en la sede central y sea identificado por una de las dos antenas dispuestas en la puerta de recepción de pedidos. Si pasan más de 20 minutos se lanza otro aviso para informar de nuevo que el pedido está listo para recogerse y se lanza un segundo aviso al responsable del área central para comunicarle que existe este problema. El responsable del área central se deberá poner en contacto con el operario de la carretilla y ver qué está ocurriendo o si necesita algún tipo de ayuda. Una vez que estas antenas han leído que la unidad de carga ya ha entrado en la sede central, el sistema de control deshace la unión que existía entre el identificador del pale, el lote y el producto.

- Aviso de pedido **con retraso**: Al gerente del área Central le llega un aviso del sistema de control informando de que un producto en el área de Lacado va con retraso y por tanto esto puede hacer que no se cumpla el Plan Maestro de Producción, este mismo aviso también le llega al responsable del área de lacado. En este instante los responsables de las dos áreas deben de ponerse en contacto para decidir cómo solucionar el problema. Lo primero que hay que ver es el retraso que se tiene en el área de lacado y debido a este retraso, al área de central no le llegaran los pedidos a la hora establecida y sus trabajadores no tienen tanto trabajo. Por lo tanto normalmente para solucionar este tipo de problemas se envían operarios del área central al área de lacado para que ayuden a que en esta área se pongan al día con la producción.

Con todos estos cambios en la sede central, se tiene perfectamente controlados la recepción y el envío de productos. Ahora se va a proceder a explicar los cambios que se tienen que hacer en el área de lacado para tener controlada la recepción y envío de productos en esta área.

### 5.2.3 Cambios en Sede Lacado

En la sede de Lacado hay que realizar más o menos los mismos cambios que en la sede Central, pues el funcionamiento de esta sede es muy parecido. En esta sede también se va a disponer de un espacio de envío para colocar las unidades de carga ya lacadas que se tienen que llevar a la sede Central. Cuando se acaba el lacado de una unidad de carga completa, se tiene que volver a colocar encima del mismo palé que se ha colocado para el envío desde la sede central a esta sede, después de esto será llevado con una carretilla a la zona de envío.

Justo antes de entrar en esta zona de envío se colocarán dos paneles, con una antena RFID dentro de cada panel, para que cuando la carretilla que transporta el palé pase entre estos dos paneles las antenas lean que unidad de carga acaba de entrar en la zona de envío a la sede central. Por supuesto, ambas antenas estarán conectadas al dispositivo lector de la sede de Lacado.

Exactamente igual que en la sede central, en la sede de lacado también pueden ocurrir dos casuísticas distintas:

- La unidad de carga se coloca en la zona de envío en el **tiempo adecuado**: En este caso la unidad de carga ha sido lacada en el tiempo que le corresponde y las antenas han detectado que ha entrado a la zona de envío en un correcto tiempo. Si pasa todo esto se está cumpliendo el Plan Maestro de Producción y por lo tanto no habría ningún problema. Cuando esto pasa el sistema de control manda un aviso al operario encargado de la carretilla en la sede central para que vaya a la sede de lacado a recoger el palé con el producto para su posterior montaje final.
- La unidad de carga va **con retraso**: El sistema de control detecta que una unidad de carga ya lacada debería de haber entrado en la zona de envío a una determinada



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

hora, pero esto no ha sido así. Por lo tanto, el sistema de control lanza un aviso a los dos responsables de cada área, tanto al de la sede de lacado, como al de la sede central, comunicándoles que un producto tendría que haber entrado a la zona de envío a una determinada hora y esto no ha sucedido, por tanto la sede de lacado va con retraso en su producción. Al recibir estos avisos, los responsables de cada sede se deben de comunicar para solucionar este problema. Puesto que el área de lacado va con retraso, lo más lógico sería enviar a operarios de la sede central a la sede de lacado, con esto haremos que la sede de lacado vaya más rápida y que la sede central se ralentice un poco, hasta que la sede de lacado se ponga al día con el Plan Maestro de producción.

Si controlamos todo esto mediante la solución propuesta, ya no habrá problemas en el envío de productos desde la sede de lacado a la sede central. Ahora se va a explicar cómo se controlaría la recepción de los productos en la sede de lacado. En el caso de la recepción de los productos, también pueden ocurrir dos casuísticas:

- Aviso de pedido **listo para recoger**: Llega un aviso desde la sede central, este aviso lo recibe el operario encargado de la carretilla en la sede de lacado. En este instante, el operario debe de ir con la carretilla a recoger la unidad de carga que se vaya a lacar. El operario cogerá el palé y volverá a la sede de lacado, al volver deberá de entrar por la puerta de recepción de pedidos. Esta puerta está situada al inicio de la cadena de producción de la sede de lacado para que cuando entre un producto se deposite cerca del inicio de la cadena y se empiece a lacarlo lo antes posible. La puerta de recepción de pedidos tiene una amplitud de cuatro metros y en cada marco lateral hay colocadas una antena RFID para que cuando entre una unidad de carga en la sede de lacado, se lea el palé sobre el que esta colada y rápidamente sea identificada. Estas dos antenas irán conectadas al mismo dispositivo lector que están conectadas las antenas situadas en la zona de envío de pedidos. Desde que el sistema de control avisa de que un producto está listo para recoger en la sede central no pueden pasar más de 20 minutos para que este producto entre en la sede de lacado y sea identificado por una de las dos antenas dispuestas en la puerta de recepción de pedidos. Si pasan más de 20 minutos se lanza otro aviso para informar de nuevo que el pedido está listo para recogerse y se lanza un segundo aviso al responsable del área de lacado para comunicarle que existe este problema. El responsable del área de lacado se deberá poner en contacto con el operario de la carretilla y ver qué está ocurriendo o si necesita algún tipo de ayuda.
- Aviso de pedido **con retraso**: Al responsable del área de lacado le llega un aviso diciendo que llevan retraso en el área central, puesto que alguna unidad de carga no ha entrado en el espacio de envío en el tiempo correcto según el Plan Maestro de Producción. Este aviso también le llega al responsable del área central. Los dos responsables se deberán comunicar y coordinar para solucionar este problema y que se cumpla correctamente el Plan Maestro de Producción.

Con todos estos cambios en la sede de lacado, se tiene controlado el envío y la recepción de todos los productos. Por tanto todas las comunicaciones entre las dos áreas están perfectamente programadas y controladas.

#### **5.2.4 Coordinación usando RFID, avisos.**

Para resumir todo lo anterior, en este apartado se van a enumerar los distintos avisos que puede lanzar el sistema de control y a que se deben estos avisos:

- **Aviso de producto con retraso en la sede Central.**

Este aviso les llega a los dos responsables de cada área. El aviso lo envía el sistema de control cuando en el espacio para realizar los envíos de la sede central a la sede de lacado, no se ha identificado una unidad de carga en el tiempo que le corresponde, según el Plan Maestro de producción. Los lectores no han leído este producto en la sede Central y por tanto el sistema de control envía el mensaje.

- **Aviso de producto con retraso en la sede de Lacado.**

Este aviso les llega a los dos responsables de cada área. El aviso lo envía el sistema de control cuando en el espacio para realizar los envíos de la sede de lacado a la sede central, no se ha identificado una unidad de carga en el tiempo que le corresponde, según el Plan Maestro de producción. Los lectores no han leído este producto lacado en la sede de lacado y por tanto el sistema de control envía el mensaje.

- **1º Aviso de producto para recoger en la sede Central.**

Este aviso le llega al operario encargado de la carretilla en la sede de lacado. Este aviso lo envía el sistema de control cuando una unidad de carga entra en la zona de envío de la sede central y por tanto es identificada por las antenas. Desde que le llega el aviso, el operario de la carretilla tiene 20 minutos para ir a recoger el producto a la sede central y entrarlo en la zona de recepción de pedidos de la sede de lacado, para que lo puedan leer las antenas situadas a ambos lados de la puerta.

- **2º Aviso de producto para recoger en la sede Central (Mercancía acumulada).**

Este aviso les llega al operario encargado de la carretilla en la sede de lacado y al responsable de la sede de lacado. Si después de haber lanzado el primer aviso para recoger un producto en la sede central, han pasado 20 minutos y las antenas colocadas en la recepción de pedidos en la sede de lacado, no han identificado que esta unidad de carga ha entrado en la sede de lacado, se lanza este segundo aviso.

- **1º Aviso de producto para recoger en la sede de Lacado.**

Este aviso le llega al operario encargado de la carretilla en la sede central. Este aviso lo envía el sistema de control cuando una unidad de carga entra en la zona de envío de la sede de lacado y por tanto es identificada por las antenas. Desde que le llega el aviso, el





Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

operario de la carretilla tiene 20 minutos para ir a recoger el producto a la sede de lacado y entrarlo en la zona de recepción de pedidos de la sede central, para que lo puedan leer las antenas situadas a ambos lados de la puerta.

- **2º Aviso de producto para recoger en la sede de Lacado (Mercancía acumulada).**

Este aviso les llega al operario encargado de la carretilla en la sede central y al responsable de la sede central. Si después de haber lanzado el primer aviso para recoger un producto en la sede de lacado, han pasado 20 minutos y las antenas colocadas en la recepción de pedidos en la sede central, no han identificado que esta unidad de carga ha entrado en la sede central, se lanza este segundo aviso.

### **5.3 Propuesta para la gestión de la información, etiquetas.**

En los anteriores apartados ya se ha visto cómo se controlaría todo el sistema RFID en la empresa, que elementos se utilizarían, dónde estarían ubicados, los distintos avisos que se lanzarían y cómo y en qué momento deben de ser atendidos. Con todo esto la empresa logrará que se cumpla su Plan Maestro de Producción y que no haya prácticamente ningún problema de producción y por tanto que no se pierda dinero. Ahora, se va a proceder a analizar una de las partes más importantes de todo el sistema RFID, las etiquetas. Las etiquetas es una de las partes más valiosas, ya que son las que identifican a los palés y las que envían la información a las distintas antenas conectadas a los lectores.

Para saber qué tipo de etiquetas hay que utilizar en la solución, hay que consultar la página web de EPCglobal. EPCglobal fue una iniciativa de GS1 para desarrollar las normas impulsadas por la industria del código electrónico de producto (EPC) para apoyar el uso de la identificación por radiofrecuencia (RFID). EPCglobal es resultado de la unión entre el EAN International y el Uniform Code Council (UCC). Fue creado para dar soporte a EPC con el fin de lograr que dentro de una cadena de suministro se pueda localizar un artículo de manera automática, exacta e inmediata. Por todo esto EPCglobal se ha transformado en la principal organización para el desarrollo de especificaciones en RFID.

Según EPCglobal, en su documento “*EPC Tag Data Standard*” (2014) existen diferentes estándares específicos para los tipos de tarjetas, diferentes tipos de chips, dependiendo para que vayan a ser utilizadas:

- **Serialized Global Trade Item Number (SGTIN):** Este esquema se utiliza para asignar una identidad única a una instancia de un artículo comercial, como una instancia específica de un producto.
- **Serial Shipping Container Code (SSCC):** El esquema EPC Envíos Código Envase de serie se utiliza para asignar una identidad única a una logística unidad de manipulación, tales como los contenidos totales de un contenedor de transporte



o una carga de la plataforma. Es decir, se utiliza para identificar todos los artículos que se llevan en un palé.

- **Global Location Number With or Without Extension (SGLN):** El esquema de EPC SGLN se utiliza para asignar una identidad única a una ubicación física, puede ser dentro de un edificio o en una unidad específica de estanterías dentro de un almacén.
- **Global Returnable Asset Identifier (GRAI):** El esquema de EPC Global Identificador Retornable se utiliza para asignar una identidad única y específica a un activo retornable, tal como un contenedor de transporte reutilizable o un palé.
- **Global Individual Asset Identifier (GIAI):** El esquema global de Identificación Individual de EPC se utiliza para asignar una identidad única a un activo específico, tales como una carretilla elevadora o una computadora.
- **Global Service Relation Number – Recipient (GSRN):** El esquema Número Relación EPC Global Service se utiliza para asignar una identidad única a un servicio.
- **Global Service Relation Number – Provider (GSRNP):** El Número de Servicio de Relación - Proveedor (GSRNP) es un esquema de EPC que se utiliza para asignar una única identidad a un proveedor de servicios.
- **Global Document Type Identifier (GDTI):** El esquema EPC Tipo Identificador de documento se utiliza para asignar una identidad única a documento específico, como documentos de registro de tierras, una póliza de seguros, entre otros.
- **Component / Part Identifier (CPI):** El identificador EPC Componente/Parte está diseñado para su uso por las industrias técnicas (incluyendo el sector del automóvil) para la identificación única de partes o de componentes.
- **Serialized Global Coupon Number (SGCN):** El esquema Número Cupón EPC se utiliza para asignar una identidad única a un cupón.
- **GTIN + Batch/Lot (LGTIN):** El GTIN + Esquema/Lote se utiliza para referirse a una clase de objetos que pertenecen a un determinado lote o lote de un GTIN dado.
- **General Identifier (GID):** El esquema general Identificador EPC es independiente de cualquier especificación o esquema de identidad fuera de la EPCglobal Tag Estándar de Datos.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

- **US Department of Defense Identifier (DOD):** El identificador del Departamento de defensa de los Estados Unidos fue creado por este mismo departamento. Se utiliza para que un proveedor pueda enviarle mercancías al departamento de defensa de los EE.UU., a este proveedor previamente le habrán asignado un CAGE (Código comercial del gobierno). Los proveedores lo pueden utilizar para codificar 96 bits Clase 1.
- **Aerospace and Defense Identifier (ADI):** El Identificador Aeroespacial y de Defensa EPC de longitud variable está diseñado para su uso por la industria aeroespacial y el sector de la defensa para la identificación única de piezas o elementos. Las construcciones de identificadores únicos existentes se definen en la Asociación de Transporte Aéreo (ATA) “*Spec 2000 estándar*” [SPEC2000], y el Departamento de Defensa de los EE.UU. “*Guía para la identificación exclusiva de artículos*” [UID]. El constructo EPC ADI proporciona un mecanismo para codificar directamente dichos identificadores únicos en etiquetas RFID y poder utilizar las representaciones de URI en otras capas de la arquitectura EPCglobal.

Ahora que se ha analizado las distintas especificaciones, hay que escoger una para implantar la solución RFID en la empresa. La especificación de tarjetas RFID que mejor se adapta a la solución sería la primera, **Serialized Global Trade Item Number (SGTIN)**, ya que con esta especificación podemos identificar específicamente los distintos palés de color que existen en la empresa. Como se ha explicado en el apartado anterior la etiqueta irá situada en el palé identificándolo y diferenciándolo del resto. A continuación se va a analizar más a fondo en que consiste el estándar SGTIN.

El estándar SGTIN tiene la siguiente sintaxis para el envío de mensajes:

- urn:epc:id:sgtin:CompanyPrefix.ItemRefAndIndicator.SerialNumber

Un ejemplo sería el siguiente:

- urn:epc:id:sgtin:0614141.112345.402

El estándar SGTIN consta de los siguientes elementos:

- El **GS1 Company Prefix**: Asignado por GS1 a una entidad gestora o empresa. Este es el mismo que los dígitos GS1 del prefijo de la compañía en una clave GS1 GTIN.
- El **Item Reference**: Asignado por la entidad gestora o la empresa a una clase de objeto o producto en particular.
- El **Serial Number**: Asignado por la entidad gestora o la empresa a un objeto o producto individual, este número de serie no sería una parte de la GTIN, pero formalmente sí que lo es.

Existen dos tipos de estándar dentro de SGTIN:

- **SGTIN-96:** Con este estándar, en el chip de la etiqueta se puede almacenar un total de 96 bits. Esta codificación permite solo valores numéricos de 0 a 274877906943
- **SGTIN-198:** Con este estándar, en el chip de la etiqueta se puede almacenar un total de 198 bits. Gracias a esto puedes diferenciar muchos productos, pero también es más cara la etiqueta. La codificación SGTIN -198 permite la gama completa de los números de serie de hasta 20 caracteres alfanuméricos.

Para la solución propuesta con el estándar SGTIN-96 se tendrá espacio suficiente. La tabla de codificación del SGTIN-96 es la siguiente:

Scheme	SGTIN-96					
URI Template	urn:epc:tag:sgtin-96:F.C.I.S					
Total Bits	96					
Logical Segment	EPC Header	Filter	Partition	GS1 Company Prefix (*)	Indicator (**) / Item Reference	Serial
Logical Segment Bit Count	8	3	3	20-40	24-4	38
Coding Segment	EPC Header	Filter	GTIN			Serial
URI portion		F	C.I			S
Coding Segment Bit Count	8	3	47			38
Bit Position	$d_{95}d_{94}...d_{88}$	$d_{87}d_{86}d_{85}$	$d_{84}d_{83}...d_{38}$			$d_{37}d_{36}...d_0$
Coding Method	00110000	Integer	Partition Table 14-2			Integer

Ilustración 13: SGTIN-96 Coding Table (EPCglobal)

Se puede ver en el campo *Total Bits*, el número máximo de bits que permite esta codificación, en este caso son 96 bits. En *Logical Segment* se puede ver en los distintos campos que está dividido la cadena de bits y cuantos bits les corresponden a cada campo se puede ver en *Logical Segment Bit Count*. En *Coding Segment* se puede ver la cadena de bits que se envía al lector, esta cadena está dividida en los diferentes bits que aparecen en *Coding Segment Bit Count*.

- Para la cabecera de EPC se gastarán un total de 8 bits, que en este caso como se trata de SGTIN-96 en el campo *Coding Method* se puede ver que la cabecera es a siguiente: 00110000. Serían los bits que van desde el 88 hasta el 95.
- El campo Filter solamente tendrá 3 bits, los que van del bit 87 hasta el bit 95. Como en GTIN-96 solo se pueden poner valores numéricos, en este campo como máximo se podrá poner el valor 7.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

- El campo GTIN ocupa 47 bits, del 28 hasta el 84. En esta campo se pueden utilizar los valores de la Partition Table de EPC, que es la siguiente:

Partition Value (P)	GS1 Company Prefix		Indicator/Pad Digit and Item Reference	
	Bits (M)	Digits (L)	Bits (N)	Digits
0	40	12	4	1
1	37	11	7	2
2	34	10	10	3
3	30	9	14	4
4	27	8	17	5
5	24	7	20	6
6	20	6	24	7

Ilustración 14: SGTIN Partition Table (EPCglobal)

- El campo serial ocupa un total de 38 bits, del 37 hasta el 0. Con este campo conjunto al campo GTIN podemos diferenciar los distintos palés de la empresa.

Con el uso de estas etiquetas GTIN-96, se pueden poner identificadores únicos a todos los palés que se van a utilizar para el traslado de unidades de carga entre las sedes central y de la lacado. Los producto en el ERP de SAP ya disponen de identificadores únicos para poder diferenciarlos, simplemente hay que realizar una unión entre los identificadores únicos, el lote de fabricación y el número de palé. De esta forma cuando el sistema RFID lea la etiqueta pegada en el palé podrá saber buscando en su sistema la carga que este lleva encima. Gracias a esto, simplemente leyendo e identificando el número del palé se puede saber qué tipo de producto se está trasladando por las distintas sedes.

## 5.4 Propuesta de integración con aplicación

En la solución ya se ha planteado las diferentes etiquetas que se van a utilizar, los lectores, las antenas y dónde van a estar ubicados todos estos elementos. Pero una parte muy importante de la solución basada en la tecnología RFID es el sistema de control. Dependiendo de la información que le llegue al sistema de control recogida por las antenas y los lectores, tiene que tomar decisiones y lanzar una serie de avisos. Pero para tomar estas decisiones y lanzar los avisos, el sistema de control debe de disponer del Plan Maestro de Producción. Este plan de producción se lo tiene que proporcionar el ERP de SAP.

Todas las noches el sistema de control RFID se sincroniza con SAP para realizar dos tareas que son fundamentales para poder implantar esta solución:

- **Listado de productos:** El sistema de control, igual que SAP, dispone de un listado de productos con su descripción. Tiene dos campos, el primero con el identificador que utiliza SAP para “identificar” el producto y el segundo una pequeña descripción del producto. Todas las noches el sistema de control se

sincroniza con SAP para ver si hay algún producto nuevo que tenga que insertar en su listado. Si existe algún producto nuevo lo añade a su base de datos.

- **Plan de Producción:** En la conexión que hacen todas las noches, el ERP de SAP le envía al sistema de control RFID la producción que hay que realizar al día siguiente en la empresa. El ERP le envía un listado como el siguiente:

Tipo de Producto	Nº de Lotes	Nº Unidades de carga	Tiempo 1	Tiempo 2
Producto 1	Lote 1	1.1 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
		1.2 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
		1.3 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
	Lote 2	2.1 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
		2.2 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
		2.3 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
Producto2	Lote 1	1.1 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
		1.2 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
		1.3 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
		1.4 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
Producto 3	Lote 1	1.1 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
		1.2 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
Producto 4	Lote 1	1.1 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
		1.2 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
	Lote 2	2.1 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2
		2.2 Unidad de carga	Horario 1	Horario 2

*Ilustración 15 Tabla Horarios Planificación (Elaboración propia)*

En este listado aparece el todos los productos que hay que fabricar al día siguiente y también aparecen dos tipos de tiempo. Como se puede ver en la imagen de ejemplo el primer dato es el tipo de producto, de este tipo de producto se podrán hacer uno o varios lotes y dependiendo del producto, cada lote tendrá unas determinadas unidades de carga asignadas. El primer tiempo significa cuando tiene que estar lista una unidad de carga de las del lote para que sea enviada a la sede de lacado. El segundo tiempo significa cuando tiene que estar lacada esta unidad de carga para que se envíe de vuelta a la sede de producción.

Con estas dos informaciones, el sistema de control RFID ya puede trabajar a la perfección y asegurarse de que se cumple en Plan Maestro de Producción en la empresa. Para asegurarse de tener perfectamente controlada la producción, el sistema de control tiene numeradas las antenas y los lectores:

- **Antena 1 y Antena 2:** Situadas en el área de envío de la sede central.
- **Antena 3 y Antena 4:** Situadas en el área de recepción de la sede de lacado.
- **Antena 5 y Antena 6:** Situadas en el área de envío de la sede de lacado.
- **Antena 7 y Antena 8:** Situadas en el área de recepción de la sede central.
- **Lector 1:** Se trata de uno de los lectores fijos. Este lector está situado en la sede central, estará conectado al sistema de control. En este lector están conectadas las antenas 1, 2, 7 y 8.

Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

- **Lector 2:** Se trata de uno de los lectores fijos. Este lector está situado en la sede de lacado, estará conectado al sistema de control. En este lector están conectadas las antenas 3, 4, 5 y 6.
- **Lector 3:** Se trata de uno de los lectores portátiles insertado en una de las PDAs de la sede central.
- **Lector 4:** Se trata del otro de los lectores portátiles insertado en una de las PDAs de la sede central.

#### 5.4.1 Decisiones del sistema de control

Como hemos visto en el anterior apartado el sistema de control todos los días tiene información del listado de identificadores de todos los productos existentes en la organización y la producción que hay que hacer en ese día. La producción esta dividía en los distintos productos, que a su vez están divididos en lotes y que a su vez están divididos en unidades de carga.

Los operarios al final de línea de producción en la sede central, cuándo acaban de montar una de estas unidades de carga encima de un pale, tienen que realizar dos acciones:

- **Leer el código de barras:** Como se ha explicado en el anterior capítulo cuando una unidad de carga está montada, encima de esta colocan una hoja con un código de barras que informa qué producto es el que lleva el palé y a qué lote dentro de ese producto pertenece la unidad de carga. El operario con una de las pistolas PDA debe de leer el código de barras que aparece en la hoja. De esta manera le está enviando al sistema de control que ya está fabricada una unidad de carga del producto X y del lote X. En este momento el sistema de control se queda a la espera de una segunda lectura.
- **Leer la etiqueta RFID:** El operario inmediatamente después de haber leído el código de barras, debe activar el lector RFID situado en la PDA, para leer la etiqueta RFID del palé que sostiene la unidad de carga. De esta manera, le está enviando al sistema de control el identificador del palé sobre el que está colocada la unidad de carga.

Gracias a estas dos lecturas el sistema de control puede hacer la unión entre el identificador del producto, el número de lote y el identificador del palé. Después de esta unión, cada vez que sistema de control vuelva a leer el identificador del pale, podrá buscar en la memoria de su sistema para saber que está leyendo una unidad de carga que pertenece al Lote X del producto X.

Gracias a la tabla que le pasa SAP con los distintos horarios, el sistema de control también sabe cuántas unidades de carga hay que fabricar por lote de un determinado producto.

Para un determinado lote tienen que haber un determinado número de unidades de carga. Por lo tanto el sistema de control también sabe que a una determinada hora tiene que leer



un identificador de palé que en su sistema tenga la unión de lote más producto. Si en el tiempo determinado el sistema de control no ha leído el identificador del palé y por lo tanto la unión que se genera, esto significará que una unidad de carga del lote X y del producto X lleva retraso en la producción, por tanto habrá que lanzar los avisos pertinentes.

Con todos estos datos, y las distintas lecturas que le lleguen desde los distintos lectores fijos, el sistema de control tiene que tomar las decisiones para lanzar los distintos avisos:

- Si el tiempo real es menor que el primer tiempo de una unidad de carga y la Antena 1 o la Antena 2 leen la etiqueta del palé que identifica la unión con esta unidad de carga, entonces el sistema de control debe de lanzar: **1º Aviso de producto para recoger en la sede Central.** Este aviso le llegará al responsable de la carretilla en la sede de lacado.
- Si el tiempo real es mayor que el primer tiempo de una unidad de carga y la Antena 1 o la Antena 2 no han leído esta etiqueta del palé que identifica la unión con esta unidad de carga, entonces el sistema de control debe de lanzar: **Aviso de producto con retraso en la sede Central.** Este aviso le llegará a los responsables de cada área.
- Si la Antena 1 o la Antena 2, han leído un determinado palé y después de esto, el tiempo real es 20 minutos superior y la Antena 3 o la Antena 4 no han leído este palé se lanza el aviso: **2º Aviso de producto para recoger en la sede Central.** Este aviso le llegará al responsable de la carretilla en la sede de lacado y al responsable de la sede de lacado.
- Si el tiempo real es menor que el segundo tiempo de una unidad de carga y la Antena 5 o la Antena 6 leen la etiqueta del palé que identifica la unión con esta unidad de carga, entonces el sistema de Control debe de lanzar: **1º Aviso de producto para recoger en la sede de Lacado.** Este aviso le llegará al responsable de la carretilla en la sede central.
- Si el tiempo real es mayor que el segundo tiempo de una unidad de carga y la Antena 5 o la Antena 6 no han leído la etiqueta del palé que identifica la unión con esta unidad de carga, entonces el sistema de control debe de lanzar: **Aviso de producto con retraso en la sede de Lacado.** Este aviso le llegará a los responsables de cada área.
- Si la Antena 5 o la Antena 6, han leído un determinado palé y después de esto, el tiempo real es 20 minutos superior y la Antena 7 o la Antena 8 no han leído este palé se lanza el aviso: **2º Aviso de producto para recoger en la sede de Lacado.** Este aviso le llegará al responsable de la carretilla en la sede central y al responsable de la sede central.



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

En el momento en que la Antena 5 o la Antena 6 leen a etiqueta de un palé que identifica la unión entre un lote y un producto, ya se ha finalizado todas las transferencias de este palé por las distintas sedes. Por lo tanto, el sistema de control deshará esta unión para que en un futuro, el palé pueda volver a ser utilizado con otra unión distinta.

Cuando el sistema de control lanza estos avisos los responsables deberán actuar con rapidez y ver el problema que está sucediendo e intentar solucionarlo lo más rápido posible.

#### **5.4.2 Enlace con los procesos de la organización**

Ahora que ya se ha expuesto la solución y ya se ha visto que puntos de la organización hay que modificar para poder implantarla en la empresa, en este apartado se va a ver en los puntos que influye esta solución RFID en el proceso productivo empresarial.

En la ilustración 6 del capítulo 4 que se ha podido ver el proceso de la planificación de pedidos en la empresa. La solución propuesta afecta a tres puntos fundamentales de la planificación de los pedidos. En la solución propuesta se ha hecho un reingeniería de estos tres puntos del proceso:

- Realizar planificación de terminados.
- Realizar planificación de premontajes
- Realizar la planificación de semielaborados.

En la actual planificación de estos tres puntos habrá que tener en cuenta que ahora existe un sistema de control que se encarga de lanzar avisos cuando existen algunos retrasos en la producción. Por tanto en esta planificación se tendrán que planificar los dos tiempos de cada unidad de carga, tanto el tiempo que se pasa en la sede central como el tiempo de la sede de lacado. De los tres productos de los que realizan la planificación, los productos terminados son los que tendrán una mayor repercusión en esta solución, pues son los productos que más se van a mover entre las distintas sedes para su lacado.

Sobre todo en el proceso que más afecta la solución es en el proceso de ejecución de las operaciones, ya que se tendrán que realizar nuevas tareas para que la producción funcione de manera más eficiente. Las tareas nuevas que tendrán que realizar los operarios para la solución propuesta y el sistema RFID actué de manera correcta es:

- **Realizar correctamente las lecturas:** Antes los operarios simplemente tenían que leer con el lector la hoja que se colocaba en la parte superior de cada unidad de carga, pero ahora con la implantación de la solución RFID inmediatamente después de haber realizado esta lectura, también tendrán que realizar la lectura de la etiqueta RFID pegada en los palés de color.



- **Conducir la carretilla entre los paneles:** Con la implantación de la solución, los encargados de las carretillas tendrán la obligación cuando lleven el palé a la zona de envío de pasar entre los paneles que en el interior están colocadas las antenas RFID conectadas al lector en cada sede. Al realizar este cambio en su proceso de ejecución el sistema de control podrá tener identificado el producto en cada momento y lanzar los avisos pertinentes.

Teniendo en cuenta todos estos cambios en el proceso productivo empresarial, se logrará una buena implantación de la solución y gracias a esto también se lograrán minimizar todos los problemas que pudiesen surgir debido a la falta de coordinación entre las dos sedes.

Con esta solución planteada, gracias a la tecnología del Internet de las Cosas y especialmente gracias a la tecnología RFID, se pueden solucionar todos los problemas que tiene la empresa. Ya no hay trabajadores que están parados sin hacer nada y tampoco hay trabajadores que no paran de trabajar ni un solo segundo y que ni aun así logran sacar el producto. Por tanto los trabajadores están más contentos en su horario laboral y esto repercutirá en que aumentarán tanto en eficacia como en eficiencia y los muebles saldrán con mayor calidad y menos errores. Gracias a esta solución se cumple el Plan Maestro de Producción y por lo tanto las entregas de pedidos se realizan en el tiempo establecido y los clientes están contentos con la empresa. Gracias a esto, también más gente confiará en la empresa puesto que su nivel de calidad en cuanto a la entrega de los productos aumentará. Por todo esto la empresa no perderá dinero, es más podrá aumentar sus beneficios.



## Capítulo 6. Conclusiones generales

Cada vez más la tecnología está teniendo un papel muy importante en el sector empresarial. Como se ha podido ver en el primer capítulo la estrategia empresarial de la producción se divide en cuatro apartados:

- Planificación de la producción
- Programación de las operaciones
- Ejecución de las operaciones
- Control de las operaciones

En cada uno de estos apartados se pueden implantar soluciones tecnológicas para mejorar los aspectos de planificación, programación, ejecución y control de las operaciones. En el entorno actual, global y cambiante las empresas siempre tienen que estar evolucionando para poder sobrevivir, destacando en su sector y adelantándose a la competencia. En esta evolución constante de las empresas las tecnologías de la información están muy presentes.

En el segundo capítulo se ha podido ver que en los últimos años las empresas han apostado por realizar una gestión y un control por procesos a nivel organizativo. Esta gestión ha mejorado el nivel de competitividad de las empresas, ya que han permitido reducir errores de producción y aumentar en calidad. Por tanto, en la actualidad las tecnologías que se vayan a implantar en las empresas tienen que adaptarse a esta gestión por procesos y realizar una reingeniería de estos para poder mejorarlos lo máximo posible y así obtener un mayor beneficio en el mercado.

En el tercer capítulo se ha podido ver que una de las tecnologías que se está empezando a implantar en las empresas es el Internet de las cosas, ya que este tipo de tecnología puede aportar muchos beneficios a las organizaciones. Hoy en día las empresas necesitan obtener información que les ofrece el entorno para así poder realimentarse y modificar su toma de decisiones, con el Internet de las cosas esto es posible.

En el cuarto capítulo se ha podido identificar los problemas que tenía la empresa a nivel de coordinación entre los dos centros. La empresa quería implantar alguna solución tecnológica que le permitirá tener más control sobre el proceso de producción de sus pedidos. Para poder identificar bien estos problemas se ha tenido que comprender cómo funciona otro tipo de tecnología en la organización, más concretamente el sistema de información que proporciona SAP. Una vez comprendido esto e identificados los dos principales procesos de planificación se ha visto la distribución de las sedes y cómo se ejecutaba la producción en las distintas sedes. También se han identificado los problemas que solían surgir debido a la falta de coordinación entre la sede de lacado y la sede central.

En el quinto capítulo se ha dado una solución basada en la tecnología de Internet de las cosas a los distintos problemas que habían surgido en el capítulo anterior. Más concretamente se ha profundizado en un tipo de tecnología que hace posible este Internet de las cosas, la tecnología RFID. Con la tecnología RFID se ha podido identificar de

manera única las unidades de carga que se producían en la organización y gracias a esta identificación se ha podido seguir dónde estaba la unidad de carga en cada momento. Gracias a esto el sistema de control podía saber si había algún tipo de retraso en la producción y lanzar los avisos que considere oportunos para solucionar estos problemas. Implantando la solución RFID se ha conseguido lograr una muy buena coordinación entre las dos áreas y por tanto se han podido solucionar los problemas, ya que ahora se actúa de manera mucho más eficaz y eficiente.

En el transcurso de este trabajo se ha podido ver cómo el Internet de las Cosas se puede implantar en las organizaciones para resolver los problemas que puedan surgir. En este caso se ha utilizado para identificar las unidades de carga y permitir una mayor coordinación en la producción. Pero, debido a las características que tiene Internet de las Cosas, se pueden realizar muchísimas otras implantaciones de tecnología para que las empresas puedan mejorar y ser más competitivas.

Internet de las cosas abre las puertas a las organizaciones a un mundo nuevo, donde poder manejar una gran cantidad de datos en tiempo real y poder tomar decisiones sobre lo que está pasando en la organización y en el entorno en un momento de tiempo concreto. Gracias a la implantación de este tipo de tecnologías las empresas podrán mejorar, internamente, aumentando la calidad de sus procesos y externamente, adelantándose a las exigencias del mercado para así poder destacar sobre sus competidores.






## Listado de Anexos

### Anexo 1: Tipos de eventos




#### 1.1 Eventos de inicio:

Todos los procesos o subprocessos disponen de un evento inicio, que representa el inicio del proceso. El nombre en BPMN es “Start” y pueden ser de los siguientes tipos:

Dibujo	Nombre	Descripción
	None	No tiene establecida una condición o requisito para dar inicio al proceso o subprocesso.
	Message	Un proceso o aplicación envía un mensaje específico para dar inicio a un proceso.
	Timer	Se puede fijar una hora o fecha específica en la que se activara el inicio del proceso.



#### 1.2 Eventos intermedios:

Los eventos intermedios forman parte del flujo de un proceso, detienen el flujo hasta que ocurra una condición o disparan acciones de excepción. El nombre en BPMN es “Intermidate” y pueden ser de los siguientes tipos:

Dibujo	Nombre	Descripción
	Message	Es usado tanto para enviar o recibir un mensaje de otros procesos o aplicativos, y debe tener el mismo nombre en el mensaje
	Timer	Es un mecanismo de retraso dentro del proceso. Este tiempo puede ser definido en una expresión fecha o unidad de tiempo.
	Link	Permite conectar dos secciones de un proceso para crear situaciones de bucle o para evitar líneas de secuencia de flujo.

### 1.3 Eventos de fin:



Todos los procesos o subprocessos disponen de un evento fin, que indica cuando finaliza un proceso en ejecución. El nombre en BPMN es “End” y pueden ser de los siguientes tipos:

<b>Dibujo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
	None	No tiene establecida ninguna condición o requisito para finalizar el proceso o subprocesso.
	Message	Un proceso o una aplicación envían un mensaje específico para dar fin a un proceso.

## Anexo 2: Tipos de actividades

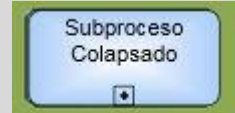

### 2.1 Tareas:

Es un tipo de actividad atómica incluida dentro de un proceso. Cuando el trabajo que hay un en proceso no se puede desglosar en un nivel mayor de detalle, entonces se utiliza la tarea. En BPMN se pueden representar muchos tipos distintos de tareas, dependiendo la funcionalidad de esta, pero básicamente se pueden diferenciar dos tipos:

Dibujo	Nombre	Descripción
	User	Es una tarea donde interviene un humano para su ejecución y presenta información para la ejecución de la tarea.
	Service	Es todas aquellas tareas que realiza el sistema sin intervención humana, como lo puede ser: enviar un email.

### 2.2 Subprocesos:

Un subproceso es un conjunto de actividades incluidas dentro de un proceso. Puede desglosarse en diferentes niveles de detalle denominados tareas. Se representa con un símbolo de suma en la parte central inferior de la figura. Existen varios tipos de subprocesos pero básicamente se suelen utilizar de dos tipos:




Dibujo	Nombre	Descripción
	Colapsado	Los detalles no pueden ser observados, tienen un nivel más bajo de detalle, es un proceso incrustado dentro de otro proceso.
	Expandido	Los detalles del proceso incrustado sí que pueden ser observados, están en el mismo nivel de detalles

### Anexo 3: Tipos de compuertas

Dibujo	Nombre	Descripción
	Unión	Compuerta que se utiliza para unir diferentes flujos en uno solo.
	Decisión exclusiva	En un punto de bifurcación, selecciona exactamente un flujo de secuencia de entre las alternativas existentes.
	Exclusiva basada en eventos	En la ocurrencia de uno de los eventos subsecuentes se crea una nueva instancia del proceso.
	Decisión basada en eventos	Esta compuerta siempre será seguida por eventos o tareas de recepción, y sólo activará un flujo saliente dependiendo del evento que ocurra en primer lugar.
	Decisión inclusiva	En un punto de bifurcación, al menos un flujo es activado. En un punto de convergencia, espera a todos los flujos que fueron activados para activar al saliente
	Decisión compleja	Comportamiento complejo de convergencia/bifurcación no capturado por el resto de compuertas
	Decisión paralela	En un punto de bifurcación, todos los caminos salientes serán activados simultáneamente.
	Paralela basada en eventos	En la ocurrencia de todos los eventos subsecuentes se crea una nueva instancia del proceso.


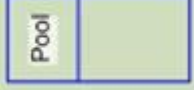
Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

#### Anexo 4: Tipos de objetos conectores




Dibujo	Nombre	Descripción
	Secuencia	Conecta los distintos eventos o actividades que se producen dentro del proceso, ordenándolos.
	Mensaje	Indica el flujo de mensajes entre los distintos procesos.
	Asociación	Asocia los artefactos con el flujo del proceso.



## Anexo 5: Tipos de canales

Dibujo	Nombre	Descripción
	Lane	Representa un participante dentro de un proceso, el cual contiene un conjunto de actividades asociadas a este rol.
	Pool	Representa los actores externos con los cuales interactúa un proceso, estos actores pueden ser un proceso o aplicación

### Anexo 6: Tipos de artefactos

<b>Dibujo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
	Objetos de datos	Muestra la información que una actividad necesita. Representa los documentos que son utilizados a lo largo del proceso.
	Anotaciones	Son utilizadas para proporcionar información adicional del proceso, por si no queda claro en que consiste algo.
	Grupos	Se utiliza para agrupar un conjunto de actividades, para poder documentarlas o para analizarlas.

## Bibliografía utilizada

### Bibliografía Capítulo 1. Planificación de la producción

- Asociación Española para la Calidad (AEC) (2015), “*Stock*” y “*Gestión de Stock*” <http://www.aec.es> (Consultado 25/03/2015).
- Bonilla, Leobardo (2015), “*Los procesos de planificación en la cadena de suministro*” <http://www.miebach.com/> (Consultado 25/03/2015).
- Carreto, Julio (2009), “*Planeación estratégica*” <http://planeacion-estrategica.blogspot.com.es/>
- Domínguez Machuca, J.A., García González, S., Ruíz Giménez, A., Domínguez Machuca, M.A., Álvarez Gil, M.J. (1994), “*Dirección de Operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*”. Editorial: Mc Graw Hill.
- Fernández, E. y Vázquez, C.J. (1994), “*Dirección de la producción: Métodos Operativos*” Editorial: Cívitas.
- Ferràs, Xavier (2004), “*Guías de gestión de la innovación: Producción y Logística.*” Editorial: Bussines School.
- Leandro, Gabriel (2009), “*Estrategias de operaciones para el logro de la competitividad*” <http://www.auladeeconomia.com/>
- Miranda González, F.J., Rubio Lacoba, S., Chamorro Mera, A., Bañegil Palacios, T.M. (2004), “*Manual de DIRECCIÓN de OPERACIONES*”. Editorial: Thomson.
- Ortega Martínez, Enrique (1996), “*Dirección de Marketing*” Editorial: ESIC.
- (2011) “*Desarrollo de un sistema de previsión de la demanda*” <http://www.cadenadesuministro.es>



Reingeniería del proceso productivo empresarial mediante la incorporación de propuestas del campo de internet de las cosas.

## Bibliografía Capítulo 2. Gestión por procesos, calidad y BPMN

- ABPMP: Association of BPM Professionals (2011), “*Gestión por Procesos, Business Process Management (BPM)*” <http://scholarium.info/>
- Asociación Española para la Calidad (AEC) (2015), “*Gestión por procesos*”. <http://www.aec.es> (Consultado 02/04/2015).
- AENOR (2005), “*Norma UNE-EN ISO 9000:2005*” <http://www.aenor.es>
- Analitica (2015), “*Manual de diagramación de procesos bajo estándar BPMN*” <http://www.analitica.com.co> (Consultado 02/05/2015).
- Bayard Ocares, Oscar Sebastian (2013), “*Introducción a BPMN*” <http://bpmn-bayard.blogspot.com.es/>
- Bizagi Process Modeler (2015), “*Business Process Modeling Notation*” <http://www.bizagi.com> (Consultado 02/05/2015).
- Freund, Jakob., Rucker, Bernd., Hitpass, Bernhard (2014), “*BPMN 2.0 Manual de Referencia y Guía Práctica*”. Editorial: Camunda, Cuarta edición.
- Garimella, kiran. Less, Michael. Williams, Bruce (2008), “*Introducción a BPMN para Dummies*” Editorial: Wiley Publishing, Inc.
- Gil Ojeda, Yolanda y Vallejo García, Eva (2008), “*Guía para la identificación y análisis de los procesos de la Universidad de Málaga*”.
- Hernández Lugo, Alejandro (2003), “*Gestión por procesos*”.
- Herrero, Pablo (2009), “*¿Qué es un proceso?*” <http://www.pymesyautonomos.com>
- Ministerio de Fomento Español (2005), “*La gestión por procesos*” <http://www.fomento.es/>
- Pérez Fernández de Velasco, José Antonio (2012), “*Gestión por procesos*”. Editorial: ESIC, Quinta edición.
- Real Academia Española de la Lengua (2015), “*Proceso*” y “*Calidad*” <http://lema.rae.es> (Consultado 02/04/2015).

- Sociedad Americana para el Control de Calidad (A.S.Q.C.) (2015), “*Calidad*” <http://asq.org> (Consultado 12/04/2015).
- Uralde YSI y Asociados, (2015), “*¿Qué es un proceso de negocio?*” Publicado en <http://www.uraldeysi.com.mx> (Consultado 05/04/2015).

### **Bibliografía Capítulo 3. Internet de las cosas**

- Área Tecnología (2014), “*Internet de las Cosas*” <http://www.areatecnologia.com>
- Asociación oneM2M. (2015), “*Comunicación máquina a máquina*”. <http://www.onem2m.org/> (Consultado 18/05/2015).
- Cisco (2015), “*Internet de las Cosas y la evolución de Internet*” <http://www.cisco.com> (Consultado 12/06/15).
- Evans, Dave (2012), “*A Drop of Water Begins a Chain Reaction*”. Editorial: Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG). <http://blogs.cisco.com>
- Evans, Dave (2011), “*Internet de las Cosas, Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo*”. Editorial: Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG). <http://blogs.cisco.com>
- Giner, P., Cetina, C., Fons, J., Pelachano, V. (2011), “*Developing Mobile Workflow Support in the Internet of Things*”.
- Jardim-Gonçalves, Ricardo. (2014), “*Digital and Sensing Enterprise: The realization of Internet of Everything*” <http://www.yuinfo.org>
- Louchez, Alain (2013), “*Internet de las cosas – Máquinas, empresas, personas, todo.*” <https://itunews.itu.int/>
- PC Actual (2014), “*¿Qué es el Internet de las Cosas?*” <http://www.pactual.com>
- Santuccini, Gérald., Martinez, Cristina., Vlad-Calcic, Diana (2013), “*The Sensing Enterprises*” <http://www.theinternetofthings.eu>
- Weiser, Mark (1991), “*The Computer for the 21st Century*” Scientific American.



## **Bibliografía Capítulo 5. Solución del problema**

- Blazquez del Toro, Luis Miguel (2015), “*Sistemas de identificación por radiofrecuencia*” <http://www.it.uc3m.es> (Consultado 10/06/2015).
- Dipole: Soluciones de trazabilidad y RFID (2015), “*Tipos de productos*”. <http://www.dipolerfid.es> (Consultado 12/06/15).
- Organización GS1 (2014), “*EPC Tag Data Estándar, Version 1.9*” <http://www.gs1.org/epcglobal>