



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

Máster en Ingeniería Industrial

**MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO EN SIGNIFY**

Autor: D. Ángela Ruiz Velasco

Tutor: D. Ángel M. Gento Municio.

Valladolid, Septiembre, 2019



## **Resumen.**

Este documento presenta el resultado de la aplicación práctica de herramientas Lean Manufacturing en uno de los procesos de abastecimiento a las líneas de fabricación en la empresa Signify de Valladolid, a lo largo de este documento se verá como a medida que se implantan las diferentes herramientas Lean, el proceso mejora, aumentando su productividad y eliminando los fallos.

La clave para conseguir todas estas mejoras ha sido analizar en profundidad las causas raíz de los problemas y erradicarlas implementando la solución óptima.

Por último, se ha presupuestado el coste que ha tenido la realización de este proyecto.

## **Abstract.**

This document shows the result of the practical application of Lean Manufacturing tools in one of supply process in Signify Valladolid, throughout this document it will be seen as the different Lean tools are implemented, the process improves, increasing its productivity and eliminating failures.

The key to get all these improvements has been to analyze in depth the root causes of the problems and eradicate them by implementing the optimal solution.

Finally, the cost of carrying out this project has been budgeted.



**Agradecimientos.**

Se desea mostrar un sentimiento de gratitud hacia todo el equipo humano que conforma Signify; por abrirnos las puertas de su casa, por su aceptación y por su colaboración.

En especial a los operarios que forman parte del proceso Kanban por estar siempre predispuestos a todo tipo de cambios y haberme ayudado siempre a implementar cualquier tipo de mejora.



# Índice.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN .....	1
1.2. OBJETIVO .....	1
1.3. ALCANCE .....	2
1.4. ESTRUCTURA DEL TOMO. ....	2
CAPITULO 2: INTODUCCIÓN A LA EMPRESA.....	3
2.1. HISTORIA.....	3
2.1.1 Misión, visión y valores de la compañía.....	6
2.2. SIGNIFY Y LA SOSTENIBILIDAD.....	7
2.3. LÍNEAS DE NEGOCIO. ....	8
2.4. PROYECTOS MÁS DESTACADOS.....	9
2.5. GESTIÓN DE PERSONAS .....	11
2.6. DISTRIBUCIÓN DE LA FÁBRICA.....	12
CAPITULO 3: CONCEPTOS BÁSICOS .....	19
3.1 LEAN.....	19
3.1.1 Principios del Lean:.....	19
3.1.2 7+1 Despilfarros (mudas) .....	20
3.2. HERRAMIENTAS LEAN.....	21
3.2.1 Gestión visual. ....	21
3.2.2 Estandarización. ....	22
3.2.3 KPI's. ....	22
3.2.4 KANBAN.....	22
3.2.5 VSM .....	23
3.3. MÉTODO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. ....	23
CAPITULO 4: ESTADO INICIAL. ....	25
4.1. PROCESO DE ABASTECIMIENTO KANBAN. ....	25
4.2. ESTADO INICIAL DEL PROCESO. ....	30
4.3. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS. ....	33
4.4. CAUSA RAIZ DE LOS PROBLEMAS. ....	38
4.4.1 El proceso no es capaz de cubrir la demanda de material de las líneas.....	38
4.4.2 Falta material para rellenar las gavetas. ....	40

4.4.3	Falta de material en las líneas.....	42
CAPITULO 5:	SOLUCIONES LLEVADAS A CABO. ....	45
5.1.	Hacer un listado diario actualizado de los materiales que necesitaban ser repuestos en Modula. ....	45
5.2.	Crear una app para facilitar la comunicación entre el almacén y el departamento de compras.....	48
5.3.	Revisar la cantidad de gavetas por línea y crear las que sean necesarias. ....	51
5.4.	Crear un nuevo método para poder diferenciar entre el material que está en las líneas y el que está en el almacén.....	52
5.5.	Crear un estándar de reparto de material Kanban. ....	56
5.6.	Crear una OPL para formar a los trabajadores de las líneas de cómo se venen hacer las cosas.....	58
5.7.	Hacer un estudio de movimientos y materiales del almacén inteligente (modula) para sacarle el máximo partido.....	60
5.8.	Cambio de ubicación de la zona Kanban.....	66
5.9.	Estandarizar y crear documentos formativos de todos los nuevos procesos y de los antiguos que no lo tenían.....	66
CAPITULO 6:	ESTADO ACTUAL.....	69
CAPITULO 7:	CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS. ....	81
7.1.	CONCLUSIONES.....	81
7.2.	LÍNEAS FUTURAS.....	82
7.2.1	Extrapolar las mejoras obtenidas en la línea piloto al resto de líneas. ....	82
7.2.2	Llevar a cabo un problema de automatización del proceso de transporte.....	83
7.2.3	Llevar el material en Kit's. ....	83
BIBLIOGRAFÍA	.....	85





### CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

#### 1.1. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El Trabajo Fin de Grado se ha basado en el desarrollo, práctico, de las herramientas Lean Manufacturing en uno de los procesos de abastecimiento de material en la empresa Signify.

En el mundo actual en el que vivimos los mercados son globalizados y cada vez la competencia es mucho mayor, por esta razón las empresas tienen que ser más competitivas eliminando todos los desperdicios que les hacen perder dinero. También se debe tener en cuenta que todos los trabajos que tienen que ver con la logística y el abastecimiento de las líneas productivas de la empresa, son puestos de trabajo indirectos que no aportan verdadero valor añadido sobre el producto.

El objetivo principal por el que se ha desarrollado este proceso es para conseguir erradicar todos los problemas con los que enfrenta dicho procedimiento para lograr aumentar su eficacia y productividad.

#### 1.2. OBJETIVO

La situación futura que se desea alcanzar es llegar a gestionar el proceso Kanban de la forma más eficiente posible. Para ello se proponen las siguientes acciones:

- Tener un control instantáneo y fiable sobre el stock que hay en el almacén.
- Saber en todo momento si existe algún problema de stock con algún material (se ha agotado el stock).
- La información entre departamentos debe compartirse en tiempo real.
- Reducir el número de incidencias producidas por falta de material Kanban.
- Conocer el estado de las gavetas que transportan el material a las líneas para evitar que se pierdan o se extravíen.
- Facilitar la labor de los operarios del proceso para diferenciar las gavetas que van en las diferentes líneas.
- Tener unas rutinas de reposición del almacén inteligente para evitar que se quede vacío.
- Tener documentación y estándares que los operarios deben seguir y respetar para hacer siempre el trabajo de la manera más efectiva posible.
- Reducir tanto los tiempos de abastecimiento como de reposición para que el proceso Kanban sea capaz de abastecer toda la demanda.

Para ello hemos establecido unos objetivos medibles:

- Reducción del tiempo de preparación de los carros en un 20%.
- Reducción del tiempo de reparto en un 10%.
- Reducción del número de incidencias en un 50%.
- Reducción del tiempo de respuesta interdepartamental 1 día.
- Aumentar la productividad del almacén inteligente (modula) un 10%.



### 1.3. ALCANCE

Para definir el alcance del proyecto debemos establecer dos líneas, la temporal y la física.

El alcance temporal llegará aproximadamente hasta el 22 de Agosto, fecha en la cual todo el trabajo de campo debe estar realizado y se recogerán todos los resultados.

El alcance físico englobará el proceso Kanban junto con todas las partes que lo forman, en este proyecto el objetivo final ha sido conseguir mejorar dicho proyecto para que sea lo más eficiente posible.

### 1.4. ESTRUCTURA DEL TOMO.

El proyecto se ha dividido en los siguientes cuyo contenido es:

- Capítulo 2. Introducción a la empresa. Este capítulo nos introducirá a la empresa Signify detallando las actividades y valores de esta empresa.
- Capítulo 3. Conceptos básicos. En este capítulo se dará a conocer una visión general sobre Lean Manufacturing y las herramientas que se aplican.
- Capítulo 4. Situación Inicial. En este capítulo se describe la situación de partida y las opciones propuestas para mejorar el proceso.
- Capítulo 5. Análisis y resolución de problemas. En este capítulo se analizan los problemas que tiene el proceso y se plantean las soluciones a llevar a cabo.
- Capítulo 6. Situación actual. En este capítulo se desarrollan todas las ideas implementadas y se mostrará las diferencias entre el estado inicial y final del proyecto.
- Capítulo 7. Estudio Económico. En este capítulo se desarrollará el estudio económico a través de los costes directos e indirectos y su análisis general.
- Capítulo 8. Conclusión y líneas futuras. En el último capítulo se detallarán las conclusiones obtenidas a lo largo de los 4 meses de duración del proyecto y para finalizar se abren posibles vías de desarrollo de nuevos proyectos a partir de éste para futuras mejoras.



### CAPITULO 2: INTODUCCIÓN A LA EMPRESA

Signify es una empresa líder mundial en iluminación tanto para profesionales como para consumidores en la era del Internet de las cosas.

Sus productos, servicios y sistemas de iluminación son eficientes desde el punto de vista energético y permiten a sus clientes disfrutar de una cálidas de luz excelente, haciendo más cómoda y segura la vida de las personas, más productivas las empresas y más habitables las ciudades.

#### 2.1. HISTORIA.

La factoría donde hoy se encuentra una de las sedes de la multinacional Signify tiene su origen en el año 1950, cuando los hermanos Héctor y Leopoldo Arias San vicente de Valladolid deciden fundar una empresa dedicada a la fabricación y distribución de LED's, electrónica de consumo, semiconductores, luminarias y alumbrado público en general.

Esta nueva empresa se construye en el polígono de Argales en la carretera Arcas Reales S/N y se da a conocer en el mercado con el nombre de INDAL (figura 1)



**Figura 1:** *Fábrica de Indal.*

Cuarenta años después (1991) Indal decide iniciar su expansión en el mercado internacional adquiriendo otras industrias de Sudamérica, Asia y resto de Europa.

En 2011, 20 años después de que Indal se convirtiera en una empresa de carácter internacional, la multinacional holandesa Royal Philips Eletronics pone sus esfuerzos en intentar comprar la empresa para reforzar su posición en el mercado europeo y hacer frente al mercado asiático, lo cual consigue el 30 de Junio de ese mismo año.

A partir de ese momento la empresa pasa de ser la empresa española Indal, para convertirse en parte de la multinacional PHILIPS-INDAL, adaptándose a los nuevos valores de la compañía y modificando su logo (figura 2 y 3).



**Figura 2:** *Cambio de logo*



**Figura 3:** *Evolución de la empresa*

En 2012 se amplían las instalaciones de la factoría para apostar por la producción de luminarias con tecnología LED de alta eficiencia energética y bajo consumo. Se crea una nueva línea de fabricación bajo las siglas SMD, destinada a la producción de circuitos impresos (PCB), este nuevo proceso les permite tener mayor capacidad productiva, más flexibilidad y menor tiempo de respuesta.

En 2013 Philips-Indal recibe el encargo de iluminar los estadios de fútbol de Europa.

En octubre de 2014 la fábrica adquiere un gran contrato que consiste en la renovación de la iluminación de toda la capital Española, lo que supone un gran aumento tanto de plantilla como de producción.

En 2016 Philips-Indal comienza a mostrar interés por los vehículos de guiado automáticos (AGV), ya que estos vehículos les suponían una gran disminución del despilfarro de tiempo, a finales de ese mismo año la empresa ya contaba con dos AGVs en pleno funcionamiento, lo que les convirtió en una empresa más competitiva.

A principios de 2017 la factoría vallisoletana recibe la noticia de que va a ser la encargada de la iluminación del Wanda Metropolitano (estadio del Atlético de Madrid), el primer estadio cien por cien LED del mundo (figura 4).

El último gran cambio sufrido por la empresa Vallisoletana se produce en 2018, cuando Philips anuncia su intención de pasar a llamarse Signify, este cambio de nombre se debe a una evolución en el pensamiento de la compañía a la hora de entender la iluminación: *“La iluminación se convierte en un lenguaje inteligente, que conecta y transmite significado”, según Eric Rondolat, consejero delegado de Signify.*



## CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA



**Figura 4:** *Estadio Wanda Metropolitano.*

Este cambio de nombre también lleva asociado una nueva imagen corporativa (figura 5) que expresa la transformación sufrida por la empresa.



**Figura 5:** *Nueva imagen corporativa*

El último gran logro de la factoría Vallisoletana fue el 5 de Julio de 2019, cuando la empresa consiguió superar la fase 3 del Lean (figura 6).



**Figura 6:** *Fase 3 Lean superada*



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

### 2.1.1 Misión, visión y valores de la compañía.

#### Misión

La misión de la compañía consiste en poner en valor el extraordinario potencial de la luz para lograr un mundo mejor y una vida más brillante. Intentamos lograrlo a través de nuestros valores, la innovación, la pasión por la sostenibilidad y el deseo de transformar la vida de las personas.

Otra parte fundamental de la empresa son sus clientes, por esta razón nunca pierde de vista el triángulo de la calidad (figura 7): alcance, tiempo y coste.



Figura 7: *Triángulo de la calidad.*

#### Visión

La visión de la compañía es ser la factoría de referencia para la multinacional y establecerse como proveedor número 1 en el sector, obteniendo la rentabilidad y beneficios que satisfagan a los accionistas.

#### Valores

Los valores por los que se caracteriza Signify son figura 8:

- **Seguridad:** la seguridad de los trabajadores es el pilar fundamental para la empresa.
- **Calidad:** piezas buenas a la primera.
- **Lean:** avanzar aplicando los principios del Lean.
- **Coste:** optimización de los coste
- **Servicio:** poniendo al cliente en el centro del proceso.
- **Personas:** fomentando el talento humano.
- **Crecimiento:** Evolucionando hacia adelante.

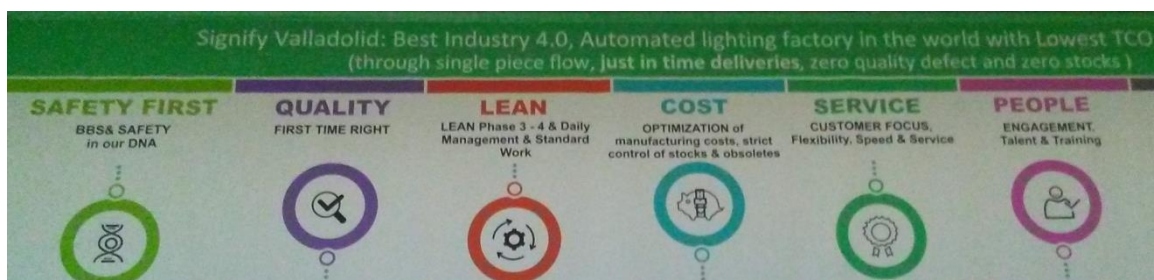


Figura 8: *Valores Signify*



## CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA

### 2.2. SIGNIFY Y LA SOSTENIBILIDAD.

La sostenibilidad está integrada en el ADN de Signify. El objetivo es poner en valor el extraordinario potencial de la luz para lograr un mundo mejor y una vida más brillante.

Estos valores de sostenibilidad son promovidos por la empresa bajo su programa “Brighter lives Better world” que promueve vidas brillantes ofreciendo beneficios sociales llevando la luz a áreas fuera de la red y garantizando siempre la seguridad de sus empleados, para crear un mundo mejor reduciendo el impacto medioambiental través de la economía circular o la luz conectada y eficiente.

Como parte de su compromiso con el desarrollo sostenible (ODS), Signify trabaja para promover cuatro de estos principios:

- **ODS 7 Energía asequible y no contaminante:** Asociado a llevar la red luminosa a áreas que no disponen de ella, además de cambiar a la electricidad renovable.
- **ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles:** Consiste en el suministro de luz para hacer las ciudades mucho más seguras.
- **ODS 12 Producción y consumo responsable:** coincide con el enfoque de cero desperdicios y asegurar las buenas condiciones de los trabajadores.
- **ODS 13 Acción por el clima:** Contribuye a reducir la huella de carbono y aumentar la eficiencia energética de los productos.

Los progresos de Signify en los últimos cuatro años han sido los que se muestran a continuación en la tabla 1.

		Base 2015	Resultado 2018	Compromiso 2020
Ingresos sostenibles		72.1%	79.0%	80%
Lámparas y luminarias LED entregadas		0	1.700 millones (desde 2015)	>2.000 millones
Huella de carbono		666 kt CO <sub>2</sub> Netas	146 kt CO <sub>2</sub> Netas	0 kt CO <sub>2</sub> Netas
Residuos a vertederos		3.304 toneladas	2.400 toneladas	0 toneladas
Lugares de trabajo seguros y saludables		TRC* = 0.66	TRC* = 0.29	TRC* = 0.35
Logística sostenible		90% tasa rendimiento	93% tasa rendimiento	90% tasa rendimiento

**Tabla 1:** Progresos hacia la sostenibilidad.

En 2018, Signify fue reconocido como líder de la industria en la categoría de componentes y equipos eléctricos en el Índice de Sostenibilidad Dow Jones (DJSI). La puntuación total obtenida por la compañía fue de 88 de 100 puntos.

Este es el segundo año consecutivo en que Signify ha sido nombrado líder de la industria.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

### 2.3. LÍNEAS DE NEGOCIO.

Signify divide su gama de productos en dos grandes grupos:

- Productos de iluminación profesional.
- Productos para consumidores.

Dentro de los productos de iluminación profesional destacan sobre todo las luminarias destinadas a alumbrado exterior: alumbrado público y residencial, alumbrado de zonas deportivas y las destinadas a túneles.

Dentro de los productos para consumidores destacan todos los productos relacionados con la iluminación de hogares.

Su amplio catálogo de productos ha permitido que Signify Valladolid (SIGNIFY MANUFACTURING SPAIN SL) sea la duodécima empresa con más facturación en Valladolid (tabla 2) y la segunda en el ranking sectorial (tabla 3), solo por debajo de SCHREDER SOCELEC SA, a lo largo del año 2017, contando con una facturación de casi 82 M€.

Si contabilizamos la facturación de todas las factorías que componen Signify Iberica

Ranking Provincial de Empresas Provincia: Valladolid(5.465 Resultados)					
Filtros activos:		Provincia: Valladolid <a href="#">guitar filtro</a>			
Posición Provincia	Evolución Posiciones	Nombre de la empresa > <input type="text" value="Buscar por nombre"/>	Facturación (€) <input type="text" value="Seleccionar..."/>	Sector Actividad <input type="text" value="9900 - Activic"/>	
1	0 ➔	RENAULT ESPAÑA SA	8.305.816.000	2910	<a href="#">Ver más</a>
2	0 ➔	RENAULT ESPAÑA COMERCIAL SA	2.504.458.000	4511	<a href="#">Ver más</a>
3	0 ➔	QUESERIAS ENTREPINARES SA	287.218.414	1053	<a href="#">Ver más</a>
4	1 ⬆	HIPERMERCADOS Y ECONOMATOS SA	171.507.931	4639	<a href="#">Ver más</a>
5	1 ⬇	ASIENTOS DE CASTILLA LEON SL	169.177.000	2932	<a href="#">Ver más</a>
6	0 ➔	AGROPECUARIA DEL CENTRO AGROCESA SA	159.215.055	0146	<a href="#">Ver más</a>
7	1 ⬆	IBERDROLA RENOVABLES CASTILLA Y LEON SA	112.479.000	3519	<a href="#">Ver más</a>
8	1 ⬆	LINGOTES ESPECIALES, SOCIEDAD ANONIMA	103.847.723	2451	<a href="#">Ver más</a>
9	1 ⬆	AMBUIBERICA SL	102.627.038	8690	<a href="#">Ver más</a>
10	3 ⬇	GENERAL AGROPECUARIA ACOR S.C.	101.665.191	1081	<a href="#">Ver más</a>
11	0 ➔	NEDGIA CASTILLA Y LEON SA.	92.267.000	3522	<a href="#">Ver más</a>
12	5 ⬆	SIGNIFY MANUFACTURING SPAIN SL.	81.930.076	2740	<a href="#">Ver más</a>
13	1 ⬇	CRYSTAL PHARMA SAU	81.017.000	2110	<a href="#">Ver más</a>
14	2 ⬆	METALURGICA DE MEDINA SA	79.008.577	2445	<a href="#">Ver más</a>
15	2 ⬇	CYL IBERSNACKS SOCIEDAD LIMITADA	77.009.100	6420	<a href="#">Ver más</a>

**Tabla 2:** Ranking de empresas Valladolid (Fuente: <https://ranking-empresas.eleconomista.es/SIGNIFY-MANUFACTURING-SPAIN.html>)





## CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA

Posición Sector	Evolución Posiciones	Nombre de la empresa	Facturación (€)	Provincia	
1	0 ➡	SCHREDER SOCELEC SA	101.746.272	Madrid	<a href="#">Ver más</a>
2	3 ⬆	SIGNIFY MANUFACTURING SPAIN SL.	81.930.076	Valladolid	
3	0 ➡	LEDS C4 SA	72.391.571	Barcelona	<a href="#">Ver más</a>
4	2 ⬇	ANTARES ILUMINACION SAU	69.349.384	Valencia	<a href="#">Ver más</a>
5	1 ⬇	ZALUX SA	61.896.535	Zaragoza	<a href="#">Ver más</a>
6	0 ➡	MANUFACTURAS Y ACCESORIOS ELECTRICOS SA	49.291.024	Madrid	<a href="#">Ver más</a>
7	0 ➡	ILUMINACION DISANO SOCIEDAD ANONIMA	25.842.478	Tarragona	<a href="#">Ver más</a>

**Tabla 3:** Ranking de empresas del sector (Fuente: <https://ranking-empresas.economista.es/SIGNIFY-MANUFACTURING-SPAIN.html>)

### 2.4. PROYECTOS MÁS DESTACADOS

Dentro de todos los proyectos desarrollados por la compañía, los más destacados son:

- Iluminación del aeropuerto de gran Canarias (figura 9):



**Figura 9:** Aeropuerto de Gran Canarias.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

- Iluminación de ciudades como Madrid (figura 10).



**Figura 10:** *Madrid.*

- Iluminación del túnel de Legorreta, Gipuzkoa (figura 11).



**Figura 11:** *Túnel Legorreta.*

- Iluminación de estadios de fútbol (figura 12).



**Figura 12:** *Wanda Metropolitano.*



## CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA

- Iluminación de monumentos (figura 13).



**Figura 13:** *Muralla de Ávila.*

### 2.5. GESTIÓN DE PERSONAS

Signify sabe que una de las partes más importantes de su empresa son las personas que trabajan en ellas. Por esta razón intenta que su personal se sienta seguro y valorado. Por esta razón la empresa cuenta con tanto con planes de igualdad como con planes de conciliación familiar que ayuden a la compatibilización del mundo personal y profesional.

Los objetivos y valores promovidos por todos los trabajadores de Signify, son los que se muestran en la figura 14.



**Figura 14:** *Valores de los trabajadores.*

Estos cuatro valores están íntimamente ligados con los valores de la empresa, lo cual quiere decir, que tanto trabajadores como empresa trabajan al unísono para conseguir un mismo fin.

Por último, para que el trabajador se sienta valorado, la empresa cuenta con una serie de reconocimientos en los que las personas pueden felicitar y reconocer a cualquiera de la compañía y agradecerle sus esfuerzos (figura 15).



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

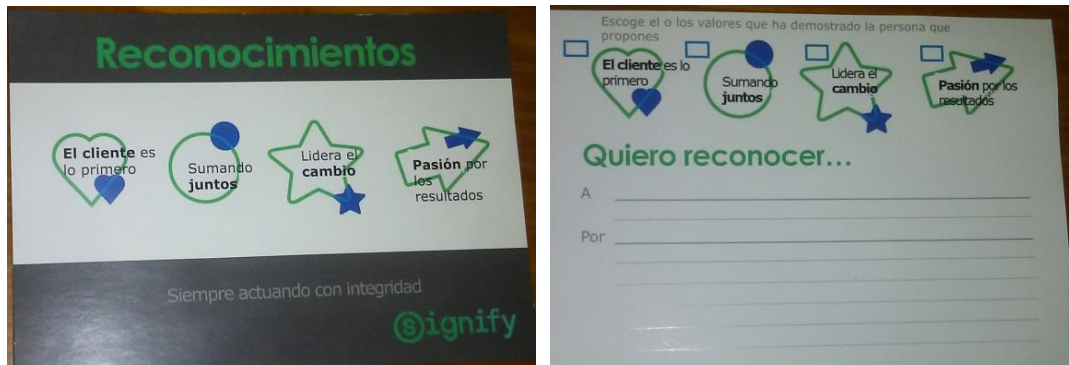


Figura 15: Sistema de reconocimientos.

Debido a la gran variabilidad de ventas que sufre la empresa la plantilla con la que cuenta también varía como se muestra en la figura 16.

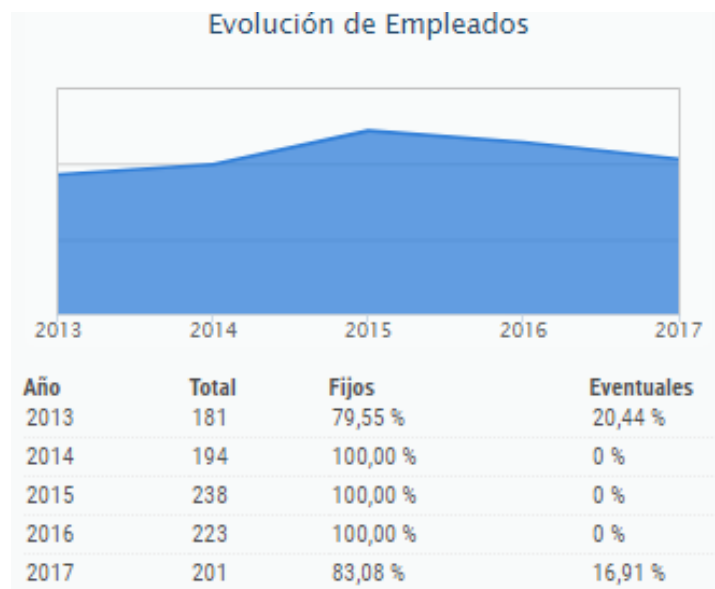


Figura 16: Plantilla de empleados (2013-2017).

### 2.6. DISTRIBUCIÓN DE LA FÁBRICA.

El proyecto que se va a tratar a continuación se va a desarrollar en una de las áreas logísticas de la empresa.

La factoría donde se ubica Signify Valladolid cuenta con cinco zonas perfectamente separadas (figura 17):

- Almacén de materias primas (MP)
- Pintura
- Mecanizado
- SMD
- Líneas de producción.
- Almacén de expediciones (PA).



## CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA

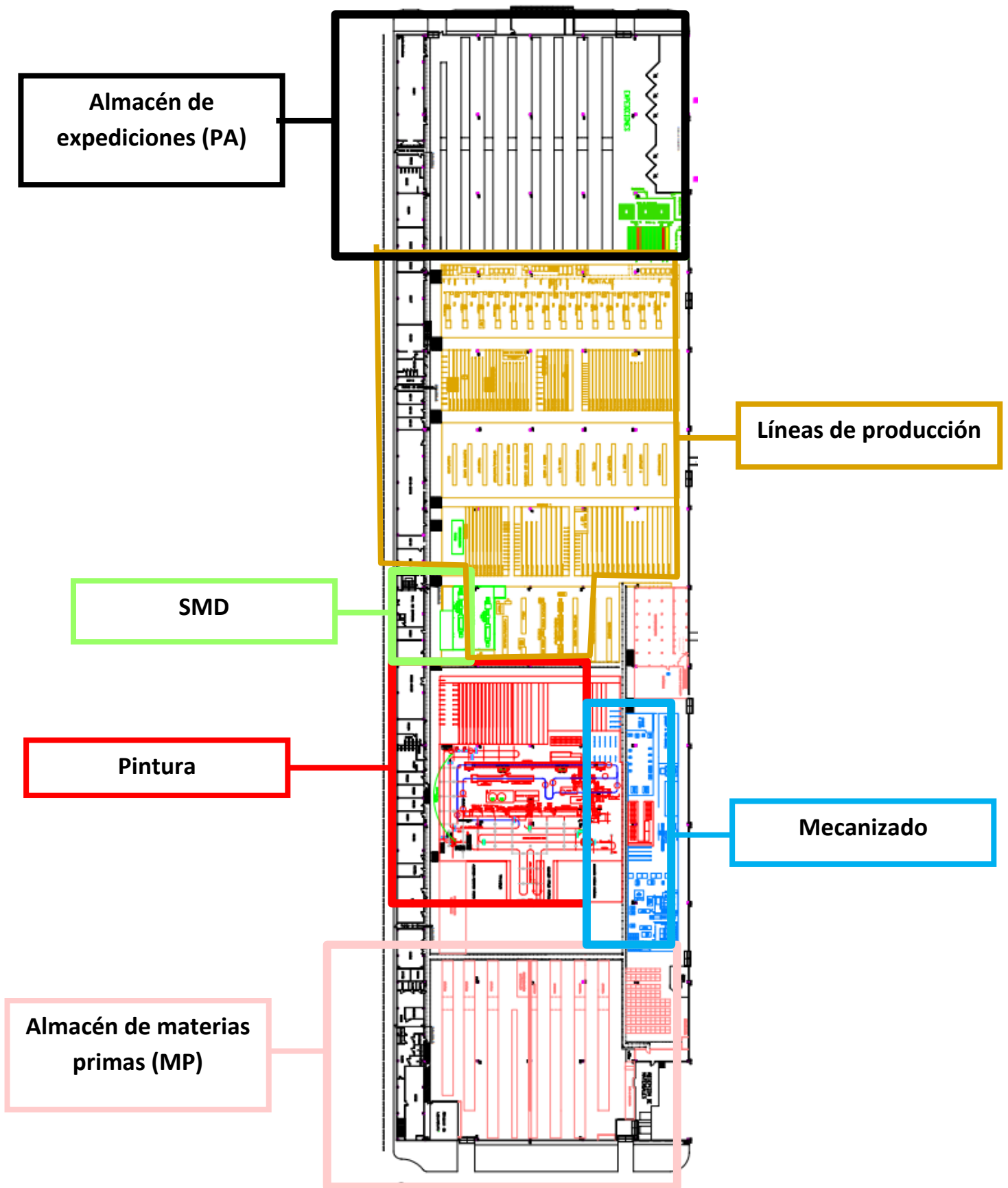


Figura 17: *Distribución de la fábrica*



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

El almacén de materias primas (MP), que aparece en rosa en la figura 17, es el encargado de recepcionar el material y suministrarlo a las líneas de producción para que estas puedan fabricar.

Pintura (aparece en rojo en la figura 17), se encarga de pintar todas las partes de la luminaria que lo requieran.

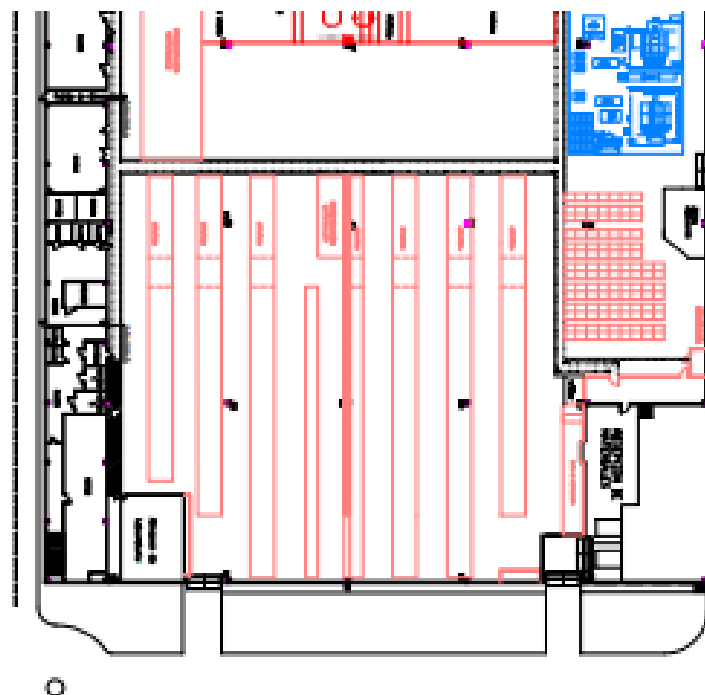
Mecanizado, zona azul de la figura 17, realiza todos los trabajos que requieran operaciones de taladrado, también realiza piezas mecánicas que se emplean en la fabricación.

La sala SMD, en verde, es la encargada de fabricar las PCBs que más tarde se montarán en las líneas de producción.

Las líneas de producción que aparecen en marrón claro son las encargadas de ensamblar todos los componentes para producir las luminarias.

Por último, el almacén de expediciones (PA), zona negra, es el encargado de recepcionar todas las luminarias producidas en la en las líneas de fabricación y posteriormente enviarlas a su correspondiente cliente.

El proyecto realizado en Signify se ha realizado en una de las áreas logísticas de la empresa, el almacén de materias primas (PM), que se muestra a continuación en la figura 18.



**Figura 18:** *Distribución del almacén PM*

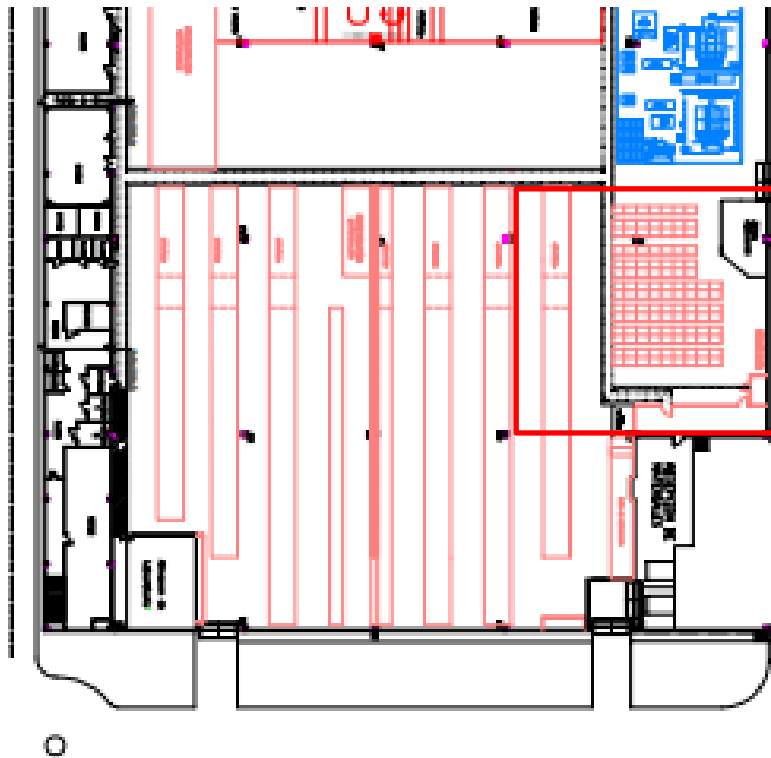
Si analizamos dicha zona se ve que tiene cuatro procesos, de los cuales tres son de preparación de material (abastecimiento) que sirve como materia prima en otros procesos de la fábrica y otro que es el que se encarga de recibir y ubicar el material.

A continuación, se van a describir brevemente cada uno de los cuatro procesos que se realizan en el almacén.



## CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA

- **Recepción y ubicación:** Este proceso es el más importante de toda la fábrica porque es dónde se inicia el proceso productivo global de todas las luminarias. En este proceso los operarios de recepción se encargan de descargar, recepcionar y ubicar todo el material que llega de los distintos proveedores a la fábrica. Este proceso se divide en dos partes por un lado tenemos la descarga y recepción, mientras por el otro está la ubicación. El proceso de descarga y recepción se realiza en el turno de mañana que es cuando vienen los camioneros a traer material, a lo largo de la mañana los operarios van descargando los diferentes camiones y depositando el material en la playa o zona de recepción (figura 19 y 20)



**Figura 19:** *Distribución de la zona de recepción o playa.*



**Figura 20:** *Playa*



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

El material permanece en esta zona hasta el turno de tarde que es el momento que se comienza con la ubicación del material. En este proceso todo el material recepcionado a lo largo de la mañana se ubica en su correspondiente lugar.

- **Preparación de material para pintura:** En este proceso los operarios de almacén se encargan de preparar todo el material que necesita pintarse antes de ir a montaje (figura 21).



**Figura 21:** *Zona de preparación bonos de pintura.*

- **Picking:** Este proceso también es de preparación de material. Los operarios del almacén recogen el material de las diferentes ubicaciones del almacén y lo llevan en carros a las líneas de montaje.



**Figura 22:** *Zona preparación de picking.*

- **Kanban:** Este proceso es muy similar al de picking también se coge el material de las ubicaciones y se lleva a las líneas de montaje. En el capítulo 4 se explicará más extensamente este proceso y las diferencias que tiene con el picking, porque es en este proceso dónde se va a desarrollar todo el proyecto.





## CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA



**Figura 23:** *Zona Kanban.*





### CAPITULO 3: CONCEPTOS BÁSICOS

#### 3.1 LEAN.

En inglés el término Lean significa “sin grasa” y el término Manufacturing significa “fabricación”, por lo tanto, Lean Manufacturing es una fabricación sin grasa, es decir sin desperdicios y sin elementos perjudiciales.

De manera más concreta podremos decir que Lean Manufacturing está basado en un conjunto de herramientas que ayudan a eliminar las tareas que no proporcionan ningún valor añadido al producto, servicio o proceso. Con estas herramientas lo que se intenta es buscar la fabricación perfecta en la que no se produzcan ni desperdicios, ni errores.

El sistema Lean, ayuda a conseguir flujos de alto valor añadido en un escenario de mejora continua permanente, teniendo como máximo punto clave el respeto a las personas y el trabajo en equipo.

El resultado de la unión de estos tres factores (mejora continua, trabajo en equipo y personas) será un sistema productivo exitoso.

##### 3.1.1 Principios del Lean:

El sistema Lean Manufacturing consta de 5 principios (Womack y Jones, 1996):

1. **Creación de valor:** El valor se añade cuando se transforman las materias primas del estado inicial a otro de superior acabado por el que algún cliente esté dispuesto a pagar una cantidad monetaria.
2. **Eliminación de muda:** Eliminar todas las actividades que no agreguen valor, haciendo lo más eficiente posible el uso de recursos escasos, utilizando producción “just in time” y eliminando los stocks de seguridad.

Como se muestra en la figura 18 solo el 67% de las acciones realizadas sobre un producto le genera valor y es por lo que el cliente está dispuesto a pagar.

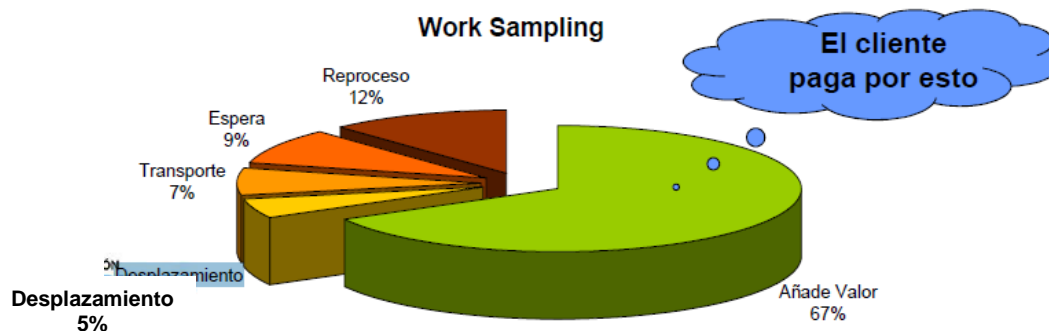


Figura 24: Valor añadido.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

3. **Flujo continuo:** Después de eliminar los desperdicios que no agregan valor, la idea es hacer que el proceso fluya, desde la materia prima hasta el consumidor, de manera suave y directa, de un paso que agregue valor a otro. Tendiendo a fabricar pieza a pieza.
4. **El cliente tira de la producción:** Consiste en la sincronización de los procesos de la empresa con el cliente para trabajar solo bajo pedido (proceso pull).
5. **Mejora continua:** Perseguir siempre la perfección. Para ello constantemente se debe identificar tanto los desperdicios como el valor.

### 3.1.2 7+1 Despilfarros (mudas)

El pensamiento de la filosofía Lean Manufacturing incide especialmente en la reducción o eliminación de los “desperdicios” que se producen en cualquier empresa o negocio.

Según la metodología Toyota Production System existen 7+1 tipos de “despilfarros”:

1. **Sobreproducción:** La sobreproducción consiste en procesar artículos más temprano o en mayor cantidad de la que el cliente los requiere. Este “desperdicio” es el que más afecta a las empresas y en muchas ocasiones el causante del resto de “desperdicios”.
2. **Transporte:** Es fundamental reducir el número de movimientos al mínimo imprescindible, ya que todos aquellos desplazamientos innecesarios provocarán costes de personal, combustible, etc. Además de correr el riesgo de que la mercancía pueda ser dañada
3. **Tiempo de espera:** Cualquier periodo de inactividad de un proceso.
4. **Sobre-procesamiento o procesos inapropiados:** realización de operaciones extras o innecesarias para procesar artículos. Algunas de las causas del sobreprocesamiento son: una mala estandarización del proceso, las especificaciones requeridas por el cliente no son lo suficientemente claras, el producto está fabricándose con sobrecalidad.
5. **Exceso de inventario:** Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. Es importante tener un control riguroso sobre el inventario ya que está directamente relacionado con los costes.
6. **Defectos:** anomalías que se producen en los productos o procesos. Es uno de los mudas que generan mayores gastos ya que conducen a un desaprovechamiento de las materias primas, los recursos energéticos y de mano de obra. Se intentan evitar a toda costa ya que tienen un gran impacto sobre el cliente.
7. **Movimientos innecesarios:** Cualquier movimiento que realice el operario o la máquina que no aporta valor añadido al producto o servicio prestado por la empresa.
8. **Talento Humano:** Este último “desperdicio” se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar los “desperdicios”.

La eliminación de los “desperdicios” presenta resultados inmediatos en la reducción de costo, aumento de la productividad y organización del área de trabajo entre otros.

Para ayudar a las empresas a eliminar los “desperdicios” el sistema Lean Manufacturing consta con una serie de herramientas que se adaptan a las necesidades de la empresa.



### 3.2. HERRAMIENTAS LEAN.

Las herramientas Lean las podemos dividir en tres grupos (Fundación EOI 2013):

**Herramientas aplicables a cualquier empresa:** estas son herramientas de enfoque práctico y muchas veces de sentido común entre ellas están:

- 5S's.
- SMED.
- Estandarización.
- TPM.
- Gestión visual.
- KPI's

**Herramientas aplicables a cualquier situación:** que exigen un mayor compromiso y un cambio cultural, en este grupo se encuentran:

- Jidoka.
- Técnicas de calidad
- Sistemas de participación personal.

**Herramientas de específicas:** que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística. En este último grupo tenemos:

- KANBAN
- Heijunka

Dentro de todas las herramientas Lean que existen, en este proyecto se van a emplear solo algunas de ellas: Gestión visual, estandarización, KPI's, KANBAN, VSM.

Con el fin de reducir o eliminar los despilfarros que se producen.

#### 3.2.1 Gestión visual.

Es una herramienta formada por un conjunto de indicaciones o normas visuales que sirven para facilitar la forma de trabajo de los operarios. Además permite reconocer de una forma muy rápida y sencilla si algo se sale del estándar (figura 25)



**Figura 25:** Ubicación de herramientas mediante siluetas (Fuente: <http://www.angelantonioromero.com>)



### 3.2.2 Estandarización.

Es una herramienta basada en la elaboración de instrucciones escritas y gráficas que muestran la mejor forma de hacer las cosas. Esta herramienta tiene como fin lograr que todos los operarios de un proceso, desempeñen sus tareas de igual forma, para lograr que dicho proceso sea lo más estable posible independientemente de quien sea la persona que lo realice.

### 3.2.3 KPI's.

Los KPI's (indicadores clave), son una de las herramientas más importantes del Lean, ya que nos permite conocer si un proceso está mejorando o no. Lo complicado de esta herramienta es seleccionar el indicador que se desea medir. Para elegir dicho indicador se deben tener en cuenta una serie de principios (figura 26). Debe ser:

- **Específico (S):** Concretar lo máximo posible qué mide el indicador, de tal forma que una persona ajena al proceso pudiera saber de qué se trata.
- **Medible (M):** debe ser cuantificable y poderse medir con facilidad.
- **Alcanzable(A):** se debe poder alcanzar el objetivo, no es factible poner un objetivo imposible, porque entonces esto provocará frustración y abandono.
- **Realista (R):** el indicador debe estar orientado a obtener objetivos concretos.
- **Tiempo (T):** El objetivo debe ser robusto para que perdure en el tiempo.



**Figura 26:** Principios de un indicador.

### 3.2.4 KANBAN

El Kanban es un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (Fundación EOI 2013).

El significado de la palabra Kanban en Japonés quiere decir tarjeta, por lo tanto la herramienta Kanban consiste en una tarjeta que contiene la información necesaria para que un proceso pueda comenzar a fabricar.



### 3.2.5 **VSM**

Es una herramienta gráfica que permite visualizar de forma gráfica todo un proceso. Con esta técnica se puede identificar las actividades que no agregan valor para posteriormente eliminarlas. Es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa.

### 3.3. **MÉTODO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.**

Antes de comenzar a explicar en qué consiste la resolución de problemas, lo primero que se debe hacer es explicar qué es un problema.

Existen tres tipos de problemas, un problema puede ser una necesidad de un cliente que no está cubierta, un desvío estándar o la diferencia existente entre la situación real y la situación ideal.

Todo problema se puede convertir en mejora si se realiza un buen análisis de éste, buscando la verdadera causa raíz y aportando soluciones que realmente erradiquen o minoren dicha causa.

Para afrontar y resolver un problema no se puede empezar a actuar sin antes haber planificado. Para esto es muy conveniente seguir el ciclo PDCA.

- **Planificar (Plan):** para comenzar a resolver el problema lo primero que hay que hacer es establecer un plan, analizar cuáles son las condiciones desde las que se parte, enumerar los problemas y buscar la solución más adecuada a cada uno de ellos.
- **Hacer (Do):** Implementar todas las soluciones.
- **Chequear (Check):** Comprobar que todas las soluciones que se han planteado e implementado son efectivas.
- **Estandarizar (Act):** Si las acciones han sido efectivas se deben estandarizar para que perduren en el tiempo y en el caso contrario volver a realizar otro ciclo PDCA analizando otras posibles soluciones.

Una vez conocido el ciclo PDCA lo uniremos con el método de resolución de problemas, este método consta de 8 pasos.

1. Clarificar el problema
2. Dividir el problema
3. Establecer un objetivo
4. Analizar la causa raíz
5. Planificar contramedidas
6. Implantar las contramedidas
7. Evaluar tanto los resultados como el proceso



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

8. Estandarizar los éxitos o volver a la fase “plan” si el objetivo no se alcanza

De estos ocho pasos los cinco primeros pertenecen a la fase de planificación, el paso número 6 sería el de hacer, el 7 el paso para chequear y por último el octavo es de estandarizar.

A continuación, se va a explicar en qué consiste cada uno de esos pasos.

**1. Clarificar el problema:** Es el primer paso del método de resolución de problemas, consiste en aclarar cuál es el problema formulando una serie de preguntas:

- ¿Cuál es el problema?
- ¿Por qué es un problema?
- ¿Dónde se encuentra el problema?
- ¿Cuándo aparece o ha aparecido el problema?
- ¿Cuánto supone el problema?

Una vez respondidas todas estas preguntas se tendrá una idea más clara acerca del problema y se podrá pasar al siguiente paso.

**2. Dividir el problema:** El siguiente paso consiste en ir al lugar dónde sucede el problema o *gemba*, estrechar el alcance del problema y dividirlo en fragmentos más pequeños para analizar y priorizar.

**3. Establecer un objetivo:** Es decir debemos fijar el resultado final al que se quiere llegar, teniendo en cuenta que un buen objetivo debe cumplir cinco condiciones, debe ser (SMART), que como ya vimos en el capítulo anterior en el apartado de KPI's significa específico, medible, alcanzable, realista y que perdure en el tiempo.

**4. Analizar la causa raíz:** Una vez dividido el problema en partes, se debe analizar cuidadosamente cual es la causa que origina esas desviaciones. Para que un problema esté bien analizado hay que llegar siempre al origen de dicho problema, si nos quedamos en las etapas intermedias, el problema tarde o temprano volverá a aparecer. Para llegar hasta la causa raíz el método más empleado suele ser los cinco porqués (5 W's). Es un método que consiste en ir preguntando porque se producen las diferentes causas raíz, hasta que se llega a una causa en la que ya no hay respuesta al porque se produce, en ese momento se ha encontrado la causa raíz.

**5. Planificar contramedidas:** Identificadas las causas raíz el siguiente paso es priorizarlas y planificar las soluciones que se van a aplicar para erradicarlas.

**6. Implantar las contramedidas:** El siguiente paso es implementar todas las soluciones propuestas, según lo planificado.

**7. Evaluar tanto los resultados como el proceso:** Chequear que las soluciones aportadas son válidas y efectivas.

**8. Estandarizar los éxitos o volver a la fase “plan” si el objetivo no se alcanza:** si la implantación ha sido un éxito estandarizar todo lo conseguido y si no volver a empezar buscando nuevas soluciones.





## CAPITULO 4: ESTADO INICIAL.

En el siguiente capítulo se va a abordar la situación inicial del área objeto del proyecto realizando una descripción del proceso que van a ser motivo de estudio y enumerando los principales problemas con los que contaba.

Antes de contar cual era la situación inicial en la que se encontraba el proceso, se explicará en qué consiste el proceso en el que se ha trabajado a lo largo de estos meses.

### 4.1. PROCESO DE ABASTECIMIENTO KANBAN.

El proceso del Kanban como ya se comentó en el capítulo 2, es un proceso de abastecimiento de material desde el almacén a las líneas de producción.

En el capítulo 3 se ha visto que la palabra Kanban en japonés significa tarjeta, por lo que un proceso Kanban es un proceso basado en un cierto número de tarjetas que contienen la información necesaria para que el proceso pueda empezar a funcionar (figura 27)

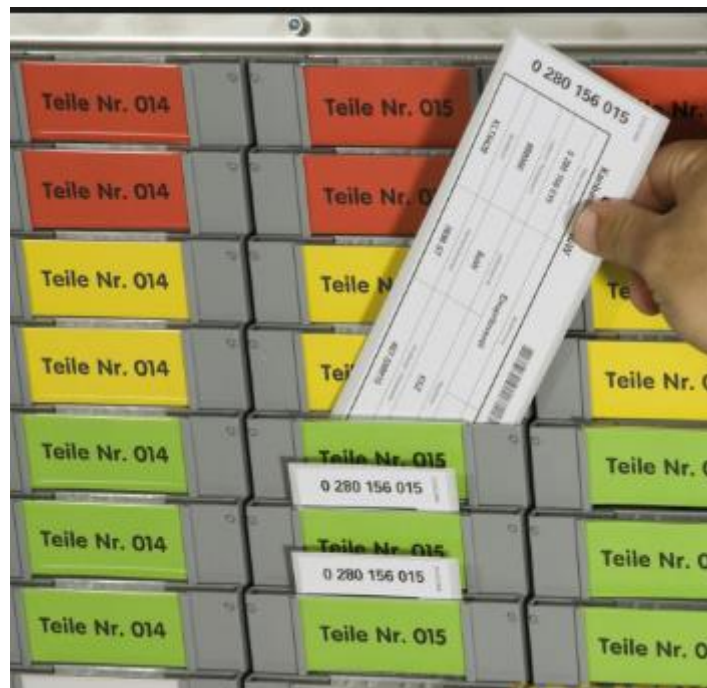


Figura 27: Tarjeta Kanban.

El procedimiento de abastecimiento de Kanban tiene la misma filosofía que la herramienta Lean, solo que en este caso la información no se transmite a partir de tarjetas, sino con gavetas como la que se muestra en la figura 28.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO



**Figura 28:** Gaveta Kanban.

Las gavetas hacen la misma función que una tarjeta, porque llevan en los laterales una etiqueta en la que se puede ver toda la información. La información que llevan estas etiquetas es (figura 29):



**Figura 29:** Etiqueta

- **12NC o código de material:** Que son 12 números con los que se identifica el material.
- **Destino:** Es la línea de producción a la que se debe llevar el material. En total la fábrica de Signify Valladolid cuenta con 35 líneas de producción repartidas en 3 secciones: Montaje 1, Montaje 2 y Montaje 3 (figura 30).
- **Cantidad:** Cantidad de material que debe llevar cada gaveta.
- **Tipo:** Se refiere al tamaño de la gaveta. Las gavetas que se emplean para llevar el Kanban son normalizadas y tienen 6 tamaños diferentes para poder meter todo tipo de material.
- **Supply Area:** La SA es un número con el que se identifica a una familia de productos, esta familia puede estar formada por una o varias líneas de producción. En esta fábrica se tienen 29 familias (tabla 4)
- **Descripción del material.**



## CAPÍTULO 4: ESTADO INICIAL

Montaje 1	Montaje 2	Montaje 3
TUBELINE/QUIJOTE/VILLA	MULTIPROCESO (METRONOMIS)	DECOSCENE
MULTIPROCESOS	UNISTREET 2 MINI Y MEDIUM	OSIRIS/CRYSTAL/LOGO
MINILUMA	UNISTREET 1 MINI Y MEDIUM	CITYSOUL GEN 2
LUMA 1.2	TUBEPOINT G2	URBANSTAR/OCEANROAD-IQV
LUMA 1.1	KEGEL	ARENA MODULOS
LUMA 2,3 DRIVERS y MANGUERAS	HARMONY/CITYSPHERE	STELA
LUMA 2,3 PINNES	LUMA 2/3	FLOWSTAR/ FLOWLINE
HERITAGE	MITHRA/METIS/BOBEK/KEJEL	
FAROLAS	ARENAVISION PROYECTOR	
TOWTUNE	ARENAVISION DRIVERS/ OPTIVISION	
CLASSICSTREET	DIGISTREAT/CATENARY/OPTISPACE	
CORE LINE	TUBEPOINT	
ARENA VISIÓN G3	CLEARFLOOD LARGE	
ARENA VISIÓN G3	CLEARFLOOD	

Figura 30: Líneas de montaje.

SA	FAMILIA
30	AV MODULOS
31	STELA
61	FLOWSTAR
62	FX4
63	HARMONY
64	HERITAGE
66	FAROL
67	LUMA
68	AV DRIVER Y LUM
69	CITYSOUL
70	TUBEPOINT
71	CLASSICSTREET
72	TUBELINE
73	CORELINE
74	KEGEL MITRA
77	LOGO
78	CITYCHARM
79	CRISTAL CITI
80	METRONOMIS
81	DECOSCENE



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

83	DIGISTREET
84	TUBEPOINT G2
85	OPTISPACE
86	TOWNTUNE
87	UNISTREET
88	URBAN/OCEAN
89	CLEARFLOOD LARGE

**Tabla 4:** Familias de productos.

Estas gavetas transmiten la información a los operarios para que el procedimiento de abastecimiento pueda comenzar.

Tanto el proceso Kanban como el proceso Picking son procesos de abastecimiento que se encargan de llevar el material necesario para el montaje de las luminarias, del almacén a las líneas de producción. La diferencia entre ambos procesos está en el precio unitario de cada material, el tamaño y la cantidad.

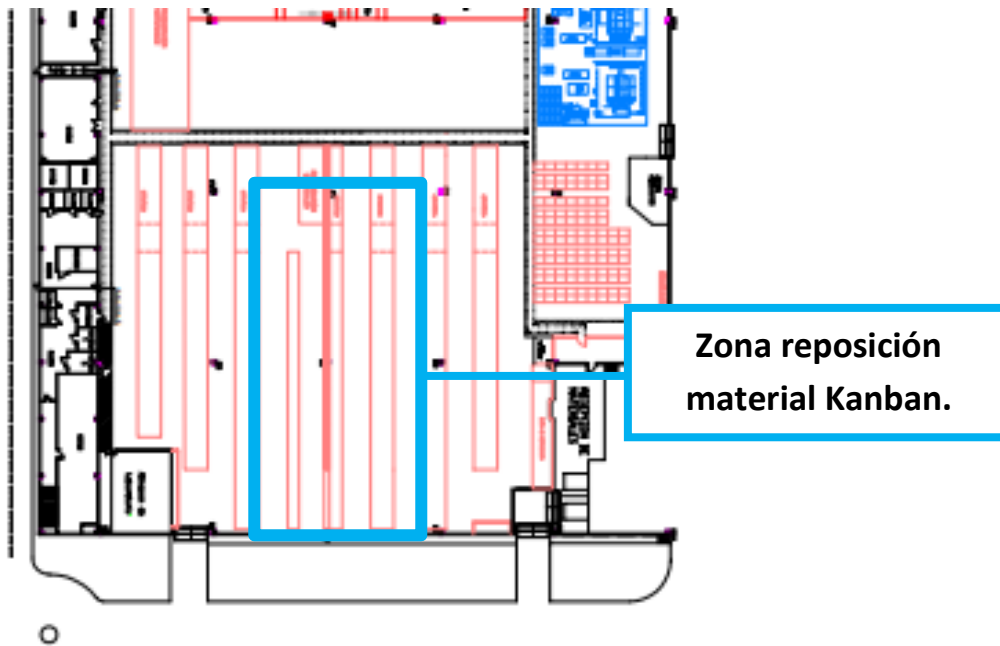
El Kanban lleva a las líneas piezas de pequeño tamaño, como tornillos, tuerca o conectores, cuyo valor es reducido (no más de 1€), además estos componentes se llevan a las líneas en grandes cantidades, a diferencia del picking, que lleva los componentes en la medida justa para hacer la producción necesaria, los componentes picking son más voluminosos y costosos.

Una vez definida como se transmite la información y cuáles son los materiales que forman parte de este proceso, se va a explicar cómo funciona.

- 1º. Las gavetas llegan vacías, sobre unos carros denominados “carros Kanban” (figura 31), a la zona de reposición del material Kanban (figura 32).



**Figura 31:** Carros Kanban.



**Figura 32:** Zona Kanban.

2º. Se cogen las gavetas y se escanea el código QR del código de números o 12 NC (figura 33) que tienen en la parte posterior con la pistola del almacén vertical.



**Figura 33:** Código QR.

3º. Una vez se escanea el código el almacén automático baja la bandeja que tiene el material cuyo código se ha escaneado. El almacén indica mediante un display y un láser cual es el material que se debe coger (figura 34).



**Figura 34:** *Material solicitado.*

- 4º. En el caso que ese material no esté en el almacén automático (Modula), se deberá coger de la ubicación fija o dinámica que tenga en el almacén.
- 5º. Una vez terminadas de llenar todas las gavetas del carro, el carro se ubica en la zona de salida y se llevan las gavetas a las líneas de montaje, dónde se consumirá el material.

Este proceso cuenta con cinco trabajadores, tres en el turno de mañana y dos en el de tarde. En el turno de mañana habitualmente trabajan las 35 líneas de producción por lo que se necesita una persona más para ayudar a cubrir la demanda de material.

#### **4.2. ESTADO INICIAL DEL PROCESO.**

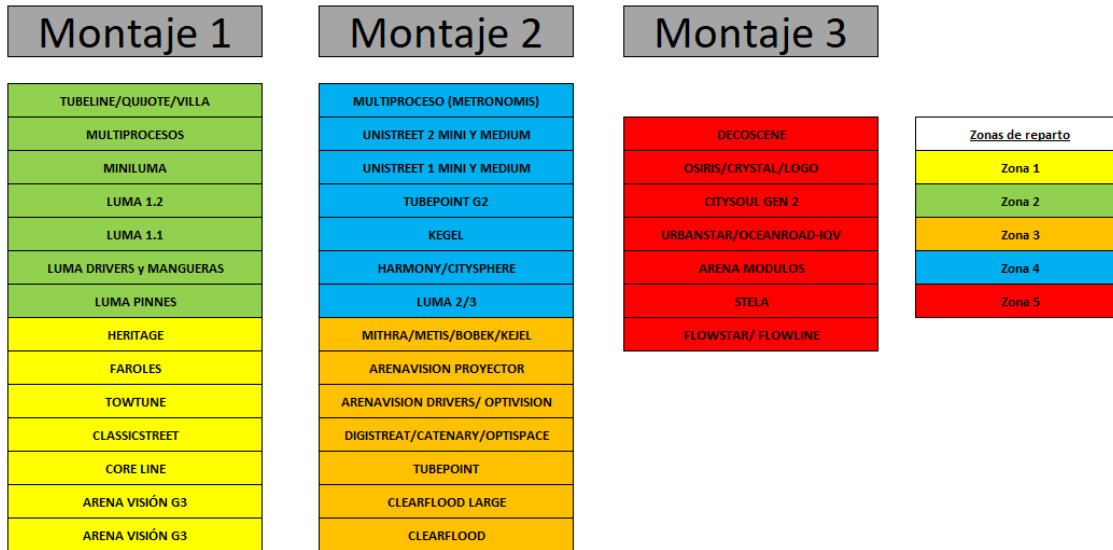
Una vez explicado en qué consiste y cómo funciona el proceso, se pasará a describir cual es la situación en la que se encontraba antes de realizar el proyecto.

Los repartos de gavetas con material se hacen dos veces al turno (cada 4 horas), por esta razón la línea debería estar dimensionada para abastecerse durante ese tiempo, más un pequeño stock de seguridad para cubrir el tiempo de reaprovisionamiento. La realidad es que existen componentes que están sobredimensionados y otros que no cubren la demanda.

La fábrica cuenta con 35 líneas de producción y 5 carros para repartir el material, por esta razón el reparto está dividido en 5 zonas y cada zona tiene 7 líneas de producción (figura 35).



## CAPÍTULO 4: ESTADO INICIAL



**Figura 35:** Zonas de reparto.

Una vez realizado los cálculos se obtiene que: se tienen 5 recorridos y cada recorrido se realiza dos veces al turno, lo que hace un total de 10 repartos.

Los trabajadores hacen 8 horas al turno, 480 minutos, si de este tiempo quitamos los descansos y las reuniones, se quedan un total de horas productivas de 7, 420 minutos.

Si en esas 7 horas se quiere dar abasto para rellenar todos los carros con las gavetas vacías, se debería poder hacer un carro cada 42 min como máximo.

La realidad es que los carros se tardaban en hacer una media de 55 min, lo que suponían unas 9'2 h de trabajo que aproximadamente hacen un turno y cuarto. Lo que hacía que más de un cuarto de la jornada de tarde se dedicara a rellenar los carros que no se habían podido acabar por las mañanas. Además, aunque por las tardes no estuvieran todas las líneas operativas, también se debían reponer las que estaban trabajando. Esto suponía que las personas del turno de tarde empleaban su jornada en rellenar carros no teniendo tiempo para reponer el almacén automático.

Al final, aunque los carros se tardan una media de 13 min a mayores de lo que se debería, el trabajo sale adelante gracias a todo lo que se recupera en el turno de tarde.

Como ya se ha visto anteriormente en este proceso trabajan cinco personas, en un principio las tareas desempeñadas por cada uno de ellos no estaban muy bien definidas, se sabía que una persona por la mañana y otra por la tarde eran los encargados de rellenar las gavetas con el material extraído del almacén inteligente, también había otras 2 personas que eran las encargadas de realizar los repartos, por último la tercera persona del turno de mañana era la que se encargaba de ayudar a la persona que estaba en el modulo para que los carros pudieran salir a tiempo.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

Los repartos se realizaban a conveniencia de la persona que les hacía, lo que suponía que no se respetaran los tiempos de reposición de 4 horas, había casos en los que a las líneas se les suministraba a las 3 horas y otros en los que se suministraba cada 5.

La forma de avisar que un producto se había agotado era muy rudimentaria, se hacía anotando los códigos agotados en una cartulina y después se pasaba esa cartulina al coordinador de almacén, esto generaba que muchas veces la información no se transmitía o se transmitía tarde lo que provocaba que las cosas hubiera que pedir las con urgencia.

Cuando en las líneas de producción se producía alguna incidencia los coordinadores de dicha zona de montaje llamaban a los operarios del Kanban o ponían el material que faltaba en una aplicación (figura 36). Cuando esto sucedía los trabajadores del Kanban preparaban el material y lo bajaban directamente a la línea afectada.

Línea	WC	Bono	12NC	Qty	Causa	Fecha petición	Estado	Fecha modificación
TOWNTUNE	8610	123233483	443000018937	3	OLEADA INCOMPLETA	28/08/2019 10:24:19	INICIAL	
TOWNTUNE	8620	123216851	443000021064	100	ERROR CANTIDAD BOM	28/08/2019 09:54:35	PROCESADA	28/08/2019 10:31:44
AVOV GEN...	9001	123162657	443000020322	84	ERROR CANTIDAD BOM	28/08/2019 09:42:45	PROCESADA	28/08/2019 10:31:20
URBAN - O...	8804	123075168	929000962406	1	SUSTITUCION POR ROTU...	28/08/2019 09:41:37	PROCESADA	28/08/2019 10:30:39
CLEARFLOOD	6201	123198905	929000962306	8	OLEADA INCOMPLETA	28/08/2019 09:15:21	PROCESADA	28/08/2019 09:59:39
CITYSOUL ...	6930	123217040	443000021137	18	FALTA 12NC EN BOM	28/08/2019 09:05:41	PROCESADA	28/08/2019 09:58:15
URBAN - O...	8804	123075168	443000016643	13	BONO EN INCIDENCIA	28/08/2019 09:04:21	PROCESADA	28/08/2019 09:58:08
URBAN - O...	8804	123075168	442710245430	26	BONO EN INCIDENCIA	28/08/2019 09:04:05	PROCESADA	28/08/2019 09:57:54
TUBELINE ...	7201	123222767	443000016993	8	SUSTITUCION POR ROTU...	28/08/2019 08:56:18	PROCESADA	28/08/2019 09:57:20
CITYSOUL ...	6930	123217040	442710252820	18	FALTA MATERIAL KANBAN	28/08/2019 08:41:10	PROCESADA	28/08/2019 09:11:02
CATENARY...	8330	123257382	443000017469	1	SUSTITUCION POR ROTU...	28/08/2019 08:37:41	PROCESADA	28/08/2019 08:57:24
AVOV GEN...	9001	123162657	443000020327	2	KANBAN	28/08/2019 08:36:45	PROCESADA	28/08/2019 08:53:25
AVOV GEN...	9001	123162657	443000020332	4	KANBAN	28/08/2019 08:36:13	PROCESADA	28/08/2019 08:53:20
AVOV GEN...	9001	123162657	443000020328	1	KANBAN	28/08/2019 08:35:38	PROCESADA	28/08/2019 08:53:16
AVOV GEN...	9001	123162657	443000020638	4	KANBAN	28/08/2019 08:35:03	PROCESADA	28/08/2019 08:53:12
AVOV GEN...	9001	123162657	929001650606	1	KANBAN	28/08/2019 08:34:03	PROCESADA	28/08/2019 08:53:08
CATENARY...	8330	123257382	828800021101	1	SUSTITUCION POR ROTU...	28/08/2019 08:33:18	PROCESADA	28/08/2019 09:57:25
CATENARY...	8330	123257382	442710259920	1	SUSTITUCION POR ROTU...	28/08/2019 08:32:44	PROCESADA	28/08/2019 09:19:58
CITYSPHE...	6304	123019952	443000053951	17	MISSING PART	28/08/2019 08:27:47	PROCESADA	28/08/2019 09:19:49
CITYSPHE...	630...	123233661	929000989206	13	FALLO ALMACEN	28/08/2019 08:23:25	PROCESADA	28/08/2019 08:50:40
LUMA DRIV...	6704	123183604	443000016716	300	MATERIAL DE REPOSICION	28/08/2019 08:21:59	PROCESADA	28/08/2019 09:57:30
LUMA DRIV...	6704	123183604	443000016715	300	MATERIAL DE REPOSICION	28/08/2019 08:21:40	PROCESADA	28/08/2019 09:57:35
LUMA DRIV...	6704	123183604	443000020158	300	MATERIAL DE REPOSICION	28/08/2019 08:21:21	PROCESADA	28/08/2019 09:57:39
CLEARFLOOD	6201	123189443	443000052659	29	FALTA MATERIAL KANBAN	28/08/2019 08:19:49	PROCESADA	28/08/2019 09:10:28
LUMA 2-3	6703	123177476	443000017025	1	MATERIAL DE REPOSICION	28/08/2019 08:18:35	PROCESADA	28/08/2019 08:51:09
FAROLAS	6606	123207742	443000016841	6	OLEADA INCOMPLETA	28/08/2019 08:16:41	PROCESADA	28/08/2019 08:51:20
STELA	3104	123233336	228800009801	1	OLEADA INCOMPLETA	28/08/2019 08:12:19	PROCESADA	28/08/2019 08:53:04

Figura 36: Incidencia con el material Kanban.

Por último, la zona dónde se hace el proceso de Kanban estaba bastante alejada de las líneas de producción como se muestra en la figura 37, lo que provocaba un mayor recorrido para los carros y un aumento del tiempo de ciclo del proceso (despilfarro de movimientos y de tiempos).

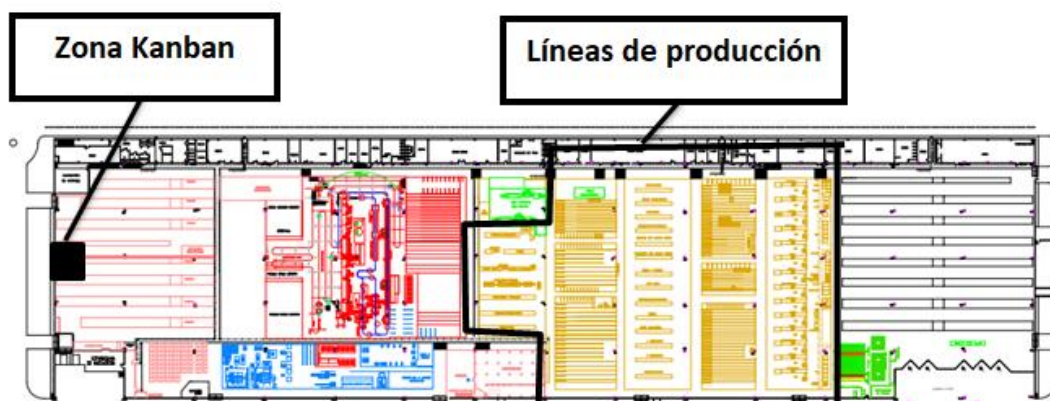


Figura 37: Ubicación zona Kanban.





## CAPÍTULO 4: ESTADO INICIAL

Haciendo un resumen de todos los problemas hallados al analizar el proceso, los más destacados y que más repercusión tenían fueron los siguientes:

- El tiempo estimado de reposición de un carro debería ser cada 42 min y el tiempo medio real está siendo de 50 min.
- No existe un estándar de trabajo que defina cuál es la función de cada operario.
- El almacén automático no se está reponiendo por lo que la mayoría del material hay que buscarlo y cogerlo fuera.
- El material para reponer el almacén vertical se encuentra lejos del propio almacén.
- Se producen muchas incidencias por falta de material en las líneas.
- Las gavetas no se pueden rellenar por falta de material. Lo que produce que el material se tenga que pedir de forma urgente.
- La zona de Kanban está mal situada lo que provoca un aumento de tiempo y movimiento.

Haciendo un análisis de la situación inicial se encontraron que existían 6 problemas que impedían que el proceso fuese óptimo. A continuación, analizaremos cada uno de los problemas mencionados anteriormente, los jerarquizaremos para atacar primero a los más importantes y que más repercuten en el proceso y por último se expondrán las soluciones llevadas a cabo para eliminar o reducir cada problema

Enunciando de forma sencilla los problemas expuestos anteriormente, se tiene que los principales problemas son:

- 1º. El proceso no es capaz de cubrir la demanda de material de las líneas.
- 2º. No existe un estándar de trabajo.
- 3º. El almacén vertical no se está reponiendo.
- 4º. Falta material en la línea.
- 5º. Falta de material para rellenar gavetas.
- 6º. Ubicación de la zona Kanban desfavorable.

### 4.3. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS.

A continuación, se van a analizar y jerarquizar cada uno de los problemas. Para hacer la jerarquización o priorización de cada problema, en este caso se van a tener en cuenta cinco factores:

- **Relevancia del problema en el proceso:** En este apartado se valora como de negativo es el problema descrito para el proceso en el que se produce, es decir cómo repercute el problema en el proceso Kanban. Si el problema es muy perjudicial para el proceso la valoración será un 5 si es poco perjudicial será un 1.
- **Relevancia del problema en otros procesos o departamentos:** En este apartado se valorará con un 5 si el problema repercute mucho en otros procesos o departamentos y con un 1 si es un problema que solo afecta al proceso principal.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

- **Severidad del problema a largo plazo:** En este apartado se valora si el problema se agravaría o se mantendría estable con el paso del tiempo. El 5 significa que el problema sería cada vez más grave y el 1 que seguiría igual.
- **Sencillez de resolución:** Aquí se valora como de complicado es resolver el problema y cuanto supondría en tiempo su resolución, un 5 sería muy fácil y sencillo de resolver y un 1 sería un problema con solución compleja.
- **Beneficios:** este último apartado valora el beneficio que supondría la resolución del problema. Un 5 significaría que resolviendo ese problema se obtendrían grandes ventajas tanto para el proceso como para el resto de la fábrica, mientras que un 1 sería que los beneficios no son muy significativos.

Analizando y valorando cada problema se obtiene lo siguiente:

### 1º. El proceso no es capaz de cubrir la demanda de material de las líneas.

Como ya se ha comentado anteriormente el tiempo medio que se debería tardar en hacer cada carro tendría que ser menor de 42 min para que el proceso fuera capaz de absorber toda la demanda de material solicitada por las líneas de producción. Lo que se busca con esto es que el proceso trabaje los mismos turnos que las líneas de producción.

Este es un problema que afecta bastante al proceso productivo, ya que es un problema que hace que el proceso sea incapaz de dar respuesta a toda la demanda necesitando más horas de las ideales. No es un problema aislado ya que también afecta al proceso productivo (líneas de producción), si el material no llega a tiempo a la zona de montaje las líneas tendrán que parar.

Si no se busca una solución al problema en un futuro se agravará porque las líneas productivas intentan optimizar sus recursos para producir cada vez más en menos tiempo, por lo que la demanda de material será cada vez mayor y el proceso se hará menos capaz.

La complicación de este problema radica en la búsqueda de una solución que permita reducir el tiempo de preparación.

Si el tiempo de preparación se pudiera reducir los beneficios serían muy notables.

Si todo esto lo traducimos en valoración de los cinco factores tendremos:

- **Relevancia en el proceso:** 5
- **Relevancia en otros procesos:** 5
- **Severidad a largo plazo:** 5
- **Sencillez:** 1
- **Beneficios:** 5

### 2º. No existe un estándar de trabajo.

El problema de la inexistencia de un estándar radica en que al no existir un documento en el que se exponga cual es la forma adecuada de trabajo, entonces cada persona desempeña su trabajo de la forma que él considera más correcta.



## CAPÍTULO 4: ESTADO INICIAL

Este problema no tiene relevancia en otros departamentos, pero si afecta al funcionamiento del propio proceso, es un problema que con el tiempo se mantendrá igual o podrá aumentar un poco si entran nuevas personas en el proceso.

La solución de este problema es bastante sencilla y se obtendrían beneficios al implementarla.

Si todo esto lo traducimos en valoración de los cinco factores tendremos:

- **Relevancia en el proceso:** 3
- **Relevancia en otros procesos:** 1
- **Severidad a largo plazo:** 2
- **Sencillez:** 5
- **Beneficios:** 2

### 3º. El almacén vertical no se está reponiendo.

La ventaja competitiva que tiene el proceso Kanban frente a otros procesos de aprovisionamiento radica en la utilización de un almacén inteligente que permite almacenar muchas referencias en su interior, a las cuales se puede acceder de una forma mucho más rápida y eficiente que si se tuvieran que buscar por el almacén. El problema de no rellenar dicho almacén es que la capacidad de una referencia es limitada y una vez se agota si no se repone hay que ir a buscarla por el almacén con la correspondiente pérdida de tiempo que esto supone. Si esta situación se sigue alargando en el tiempo entonces la utilización del almacén vertical será totalmente ineficiente. La solución a este problema es relativamente sencilla y los beneficios serán muy notables.

En resumen:

- **Relevancia en el proceso:** 4
- **Relevancia en otros procesos:** 2
- **Severidad a largo plazo:** 5
- **Sencillez:** 4
- **Beneficios:** 5

### 4º. Falta material en la línea.

Como ya se había comentado antes existen muchas incidencias por falta de material Kanban desde las líneas productivas, la solución que se estaba adoptando es atender dichas incidencias, el problema es que no se estaba buscando la causa raíz, solo se ponían parches a los problemas porque al poco tiempo volvían a salir.

El problema de esto es que el operario del Kanban cada vez que tiene una incidencia así deja su trabajo para atender la incidencia, perdiendo tiempo de trabajo en su proceso. La solución de este problema pasa por la búsqueda de la verdadera causa raíz en vez de seguir poniendo parches.

Resumiendo:

- **Relevancia en el proceso:** 4



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

- **Relevancia en otros procesos:** 4
- **Severidad a largo plazo:** 3
- **Sencillez:** 3
- **Beneficios:** 5

### 5º. Falta de material para rellenar gavetas en el almacén.

Este problema se produce cuando el stock real de material en el almacén es cero. Cuando esto se produce no solo tiene repercusión en el proceso Kanban que no puede llevar material a las líneas, sino también en otros departamentos como el de compras que se ve obligado a pedir el material de forma urgente, con el consecuente sobrecoste, para que se pueda abastecer a las líneas productivas.

Resumiendo:

- **Relevancia en el proceso:** 4
- **Relevancia en otros procesos:** 5
- **Severidad a largo plazo:** 5
- **Sencillez:** 1
- **Beneficios:** 5

### 6º. Ubicación de la zona Kanban desfavorable.

El último problema que se va a estudiar es la mala ubicación del proceso. Este problema solo afectaría al proceso del Kanban haciéndolo ineficiente al tener que emplear más tiempo y recursos que los que se emplearían si estuviera más cerca de las líneas. Es un problema difícil de resolver porque implicaría un cambio en la distribución del almacén y el traslado del almacén inteligente, aunque los beneficios que produciría serían considerables y se notarían muy rápidamente.

Resumiendo:

- **Relevancia en el proceso:** 5
- **Relevancia en otros procesos:** 1
- **Severidad a largo plazo:** 2
- **Sencillez:** 1
- **Beneficios:** 5

Para ver de manera más visual la importancia de cada problema lo vamos a visualizar en una tabla como la 5. La jerarquización de los problemas se hará multiplicando los valores dados a cada factor.

Como se verá en la tabla los dos problemas más importantes serían el problema de falta de capacidad en el proceso y el de roturas de stock de material, pero también son los más difíciles de resolver.

Después estaría el problema de falta de reposición y el de falta de material en línea que también tienen una puntuación alta, es decir repercuten mucho en el funcionamiento del proceso.



## CAPÍTULO 4: ESTADO INICIAL

Por último, estarían los problemas de falta de estándar de trabajo y mala ubicación del proceso, ambos tienen una puntuación muy baja, pero por razones muy diferentes. La falta de un estándar es algo muy sencillo de solucionar pero que no aporta grandes beneficios al proceso, sin embargo, el problema de mala ubicación es muy complicado de resolver y daría grandes beneficios.

	Relevancia en el proceso	Relevancia en otros procesos	Severidad a largo plazo	Dificultad	Beneficios	Total
<b>El proceso no es capaz de cubrir la demanda de material.</b>	5	5	5	2	5	1250
<b>No existe un estándar de trabajo.</b>	3	1	2	5	2	60
<b>El almacén vertical no se está reponiendo.</b>	4	2	5	4	5	800
<b>Falta material en la línea.</b>	4	4	3	3	5	720
<b>Falta de material para rellenar gavetas.</b>	4	5	5	2	5	1000
<b>Ubicación Kanban desfavorable</b>	5	1	2	1	5	50

**Tabla 5:** Jerarquización de problemas.

Por jerarquización la resolución de problemas se debería abordar de la siguiente manera:

- 1º. Falta de capacidad del proceso.
- 2º. Falta de material para rellenar gavetas.
- 3º. Falta de reposición.
- 4º. Falta de material en líneas.
- 5º. Falta de estándar.



6º. Ubicación desfavorable

#### 4.4. CAUSA RAIZ DE LOS PROBLEMAS.

En el apartado anterior se expusieron todos los problemas del proceso de abastecimiento de Kanban, en este apartado se buscarán las causas raíz que los provocan.

Como ya se vio en el capítulo 39, para llegar a la resolución de un problema hay que encontrar primero su causa raíz, si no se llega a la causa raíz el problema nunca quedará solucionado por completo. También se debe tener en cuenta que un problema puede tener más de una causa raíz.

##### 4.4.1 El proceso no es capaz de cubrir la demanda de material de las líneas.

El estudio de los problemas comenzará por el más importante en la jerarquización, que es: ***“El proceso no es capaz de cubrir la demanda de material de las líneas”***.

Para llegar a la causa raíz de este problema utilizaremos una de las herramientas del método de resolución de problemas que es el análisis 5 porqués.

A continuación, en la figura 38 se muestra el análisis 5 porqués. Como se verá en dicho análisis para resolver este problema se ha llegado a dos posibles soluciones.

En ambos casos la primera causa que provocaba el problema era la misma, que los carros se tardaban mucho en rellenar, a partir de esta primera causa se obtuvieron dos ramas diferentes.

Por un lado la razón del exceso de tiempo la provocaba la falta de material en el almacén vertical, esta falta de material hacía que el operario tuviera que ir a buscar el material a su ubicación correspondiente fuera del almacén inteligente, con la correspondiente pérdida de tiempo, analizando esta segunda causa se vio que no existía ninguna información que a los operarios les permitiera conocer que productos estaban a punto de acabarse para que los pudieran rellenar, esta es la causa raíz.

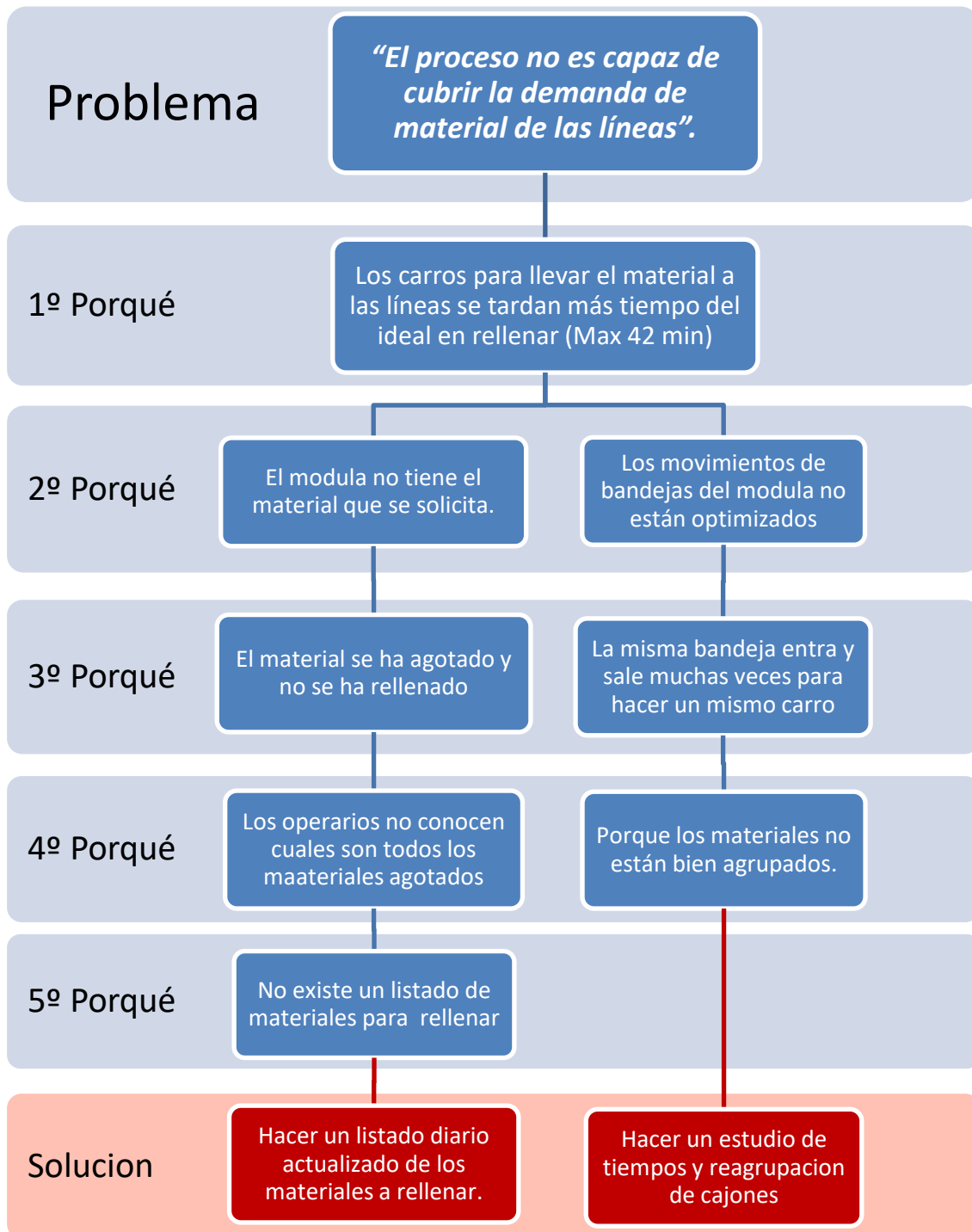


Figura 38: Análisis 5 porqués primer problema.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

Para esta primera causa raíz la solución que se propuso fue realizar un listado con las referencias que necesitaban ser repuestas y entregárselo a los operarios actualizado diariamente, más adelante se explicará cómo se desarrolló dicha solución.

Por otro lado, se planteó una segunda rama de causas que también provocaban que los carros se tardaran mucho en rellenar, la causa raíz en este caso era que los materiales no estaban bien agrupados. Esto quiere decir que los materiales están puestos en las bandejas sin ninguna lógica lo que provoca que las bandejas entren y salgan muchas veces con la consecuente pérdida de tiempo. La solución de esta causa raíz es bastante compleja porque necesita de un estudio de materiales y movimientos, que se explicarán más adelante.

La búsqueda de la/s causa/s raíz/ces nos ha permitido acotar el problema y saber realmente porqué se producía, gracias a este estudio se ha podido ver que el problema de la falta de reposición que se había planteado en el primer apartado en realidad era una de las causas por las que rellenar los carros se estaba haciendo de forma ineficiente.

A continuación, se abordará la búsqueda de causar raíces del resto de problemas.

### 4.4.2 Falta material para rellenar las gavetas.

Antes de abordar este problema lo primero que se va a hacer es explicar la forma en la está gestionado el stock informático.

La empresa trabaja con un programa de gestión llamado SAP, que tiene todos los datos necesarios para poder programar la producción, dentro de todo el conjunto de datos con los que cuenta también se encuentra el stock de existencias.

Si en la ventana dedicada al stock de existencias se pone un código de material el programa te muestra todas las existencias que hay de ese material (figura 39).

Typ	StorageBin	SC	SS	PB	RB	Total Stock	Available stock	BUn	GR	Date
SLoc	Batch	Re	IA	CP	CR	Stock for putaway	Pick quantity	Cert.	No.	
001	SMC.100005					100	100	PCE		15.07.2019
0001						0	0			
007	BLOCKED	S				98	98	PCE		15.01.2019
0001						0	0			
810	MODULA					3.285	3.285	PCE		01.04.2019
0001						0	0			

**Figura 39:** Existencias de material en SAP.

Dentro de esta ventana se puede ver que existen dos tipos de ubicaciones:

- **Las ubicaciones del almacén:** Estas ubicaciones se refieren al material que se encuentra en los pasillos del almacén. Por ejemplo, la ubicación CL.07.11.A quiere





## CAPÍTULO 4: ESTADO INICIAL

decir que el material está en la fila de estanterías 7, en la estantería 11 de dicha fila y en la Zona A, que es la más baja de todas.

- **Las ubicaciones Modula:** La cantidad de material que está dentro de la ubicación modula puede estar en dos sitios diferentes. Puede estar dentro del almacén inteligente, también llamado modula, o puede estar en las líneas de producción.

Volviendo al problema de falta de material para rellenar, se va a hacer un análisis 5 Porqués para averiguar cuáles son las causas raíz que los causan y que soluciones se pueden tomar al respecto.

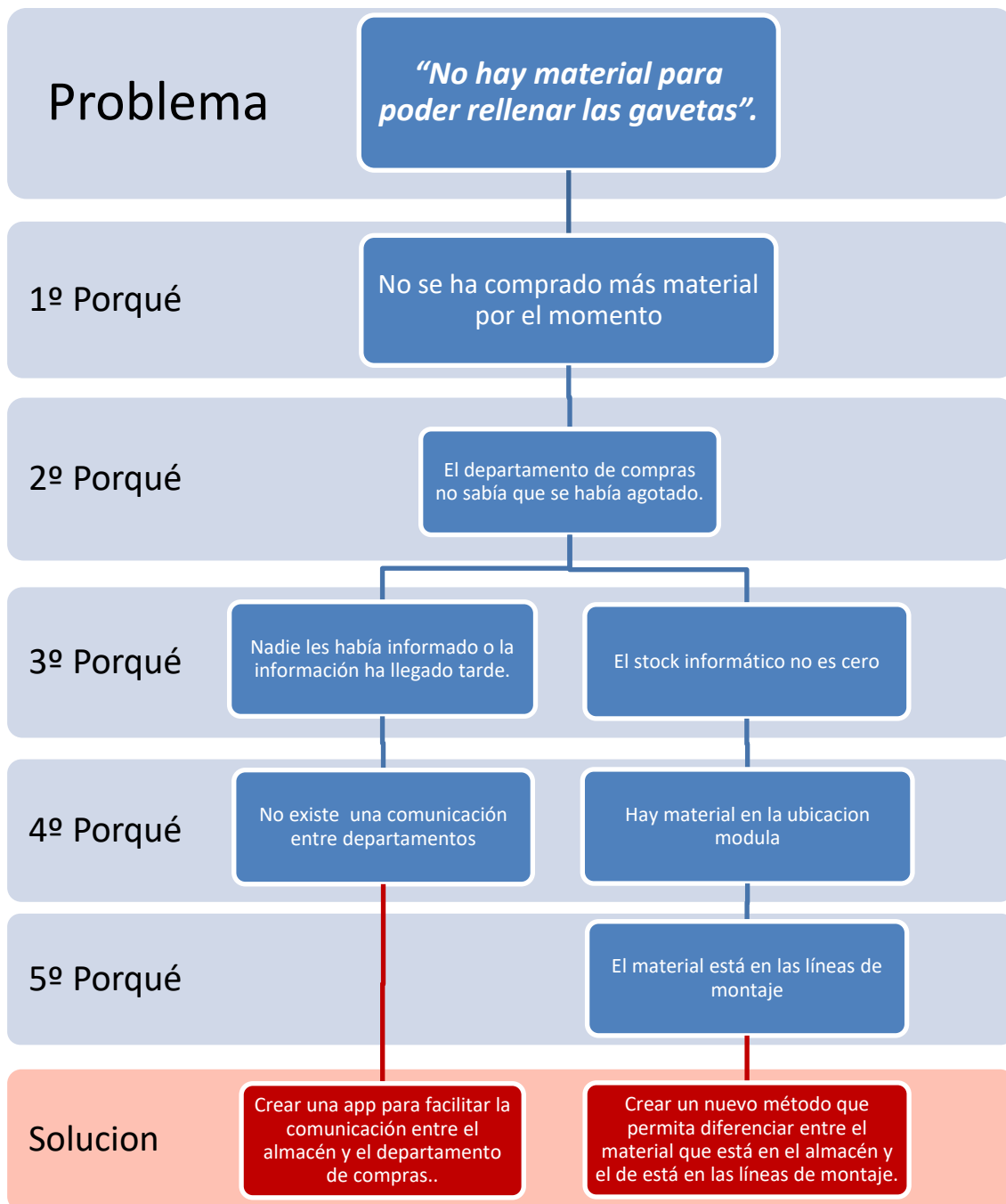


Figura 40: Análisis 5 porqués segundo problema.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

En este caso al igual que en el anterior se ha llegado a dos posibles soluciones causadas por dos causas raíz muy diferentes. Por un lado, la primera causa raíz obtenida nos indica que el problema los provoca la falta de información entre departamentos, cuando el material se agota en el almacén los operarios se lo indicaban al coordinador y este se lo decía al departamento de compras, la información podía tardar varios días en llegar o podía no llegar. Esta causa raíz tiene una solución bastante sencilla que es promover dicha transferencia de información, además se busca que esta transferencia sea lo más rápida y visual posible, en el siguiente apartado se verá cómo se llevó a cabo la implantación de dicha solución.

La segunda causa raíz es más complicada de solucionar porque supondría un tanto de método de actuación como informático, en el siguiente apartado se expondrá la solución por la que se optó.

El tercer problema para resolver según la jerarquización es la falta de reposición del almacén vertical o modula, pero este problema ya se abordó junto con el primer problema, por esta razón pasaremos al cuarto problema.

### 4.4.3 **Falta de material en las líneas.**

Este problema es un problema que repercute tanto al almacén como a las líneas de producción porque si las líneas se quedan sin material no podrán montar las luminarias y la producción estipulada no saldrá a tiempo.

Como ya se ha comentado en el apartado anterior actualmente se tenía una aplicación en la que se apuntaban las incidencias de falta de material o se llamaba por teléfono para pedirle, el problema es que no se estaban analizando las causas raíz de dichos problemas, a continuación, con el análisis 5 Porqués se buscará cual es la/s causa/s raíz/ces.

Como se verá a continuación en la figura 41 el análisis 5 porqués en este caso nos ha proporcionado 4 causas raíces, una de ellas ya se había estudiado en el problema anterior, otras dos tienen una solución muy sencilla que es estandarizar y formar a todos los operarios tanto de línea como almacén para que conozcan cuales son los procedimientos que se deben seguir, en el siguiente apartado se verán los documentos que se crearon para ayudar a entender mejor el proceso y lograr que todos los operarios trabajen según el estándar.

Por último, la causa raíz que falta se resolverá con un estudio de capacidad de las líneas, desarrollado por el departamento de producción para reajustar el número de gavetas necesarias a la producción actual de la empresa.

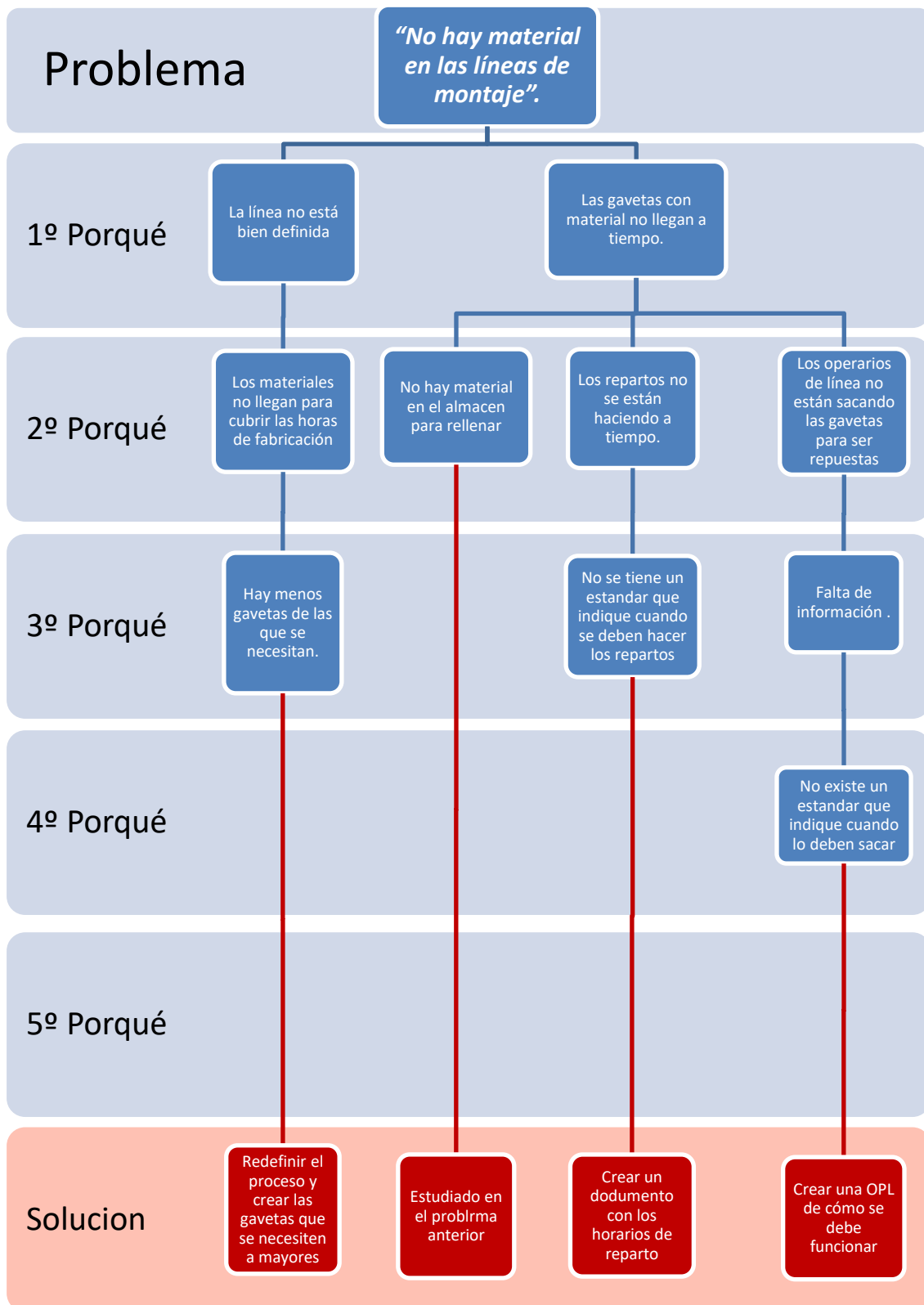


Figura 41: Análisis 5 Porqués cuarto problema



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

El quinto y sexto problema no necesitan un análisis cinco porqués, porque se conoce su causa raíz y su solución sin necesidad de análisis.

El quinto problema es la falta de estandarización y existencia de documentación que explique la forma en la que se deben desarrollar los procesos, esta falta de estandarización ya se pudo apreciar en el problema anterior, en el siguiente apartado se explicarán los estándares creados.

Por último, el sexto problema se solucionaría con un cambio de ubicación de la zona de Kanban, en el siguiente apartado se explicará cual es la zona propuesta para realizar el cambio y las ventajas que este tendrá.



### CAPITULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO.

En este último apartado del capítulo 5 se explicarán cómo se han llevado a cabo cada una de las soluciones propuestas en el apartado anterior.

Recopilándolas todas las soluciones propuestas fueron las siguientes:

- Hacer un listado diario y actualizado de los materiales que necesitaban ser repuestos en modula.
- Hacer un estudio de movimientos y materiales del almacén inteligente (modula) para sacarle el máximo partido.
- Crear una app para facilitar la comunicación entre el almacén y el departamento de compras.
- Crear un nuevo método para poder diferenciar entre el material que está en las líneas y el que está en el almacén.
- Revisar la cantidad de gavetas por línea y crear las que sean necesarias.
- Crear un estándar de reparto de material Kanban.
- Crear una OPL para formar a los trabajadores de las líneas de cómo se venen hacer las cosas.
- Estandarizar y crear documentos formativos de todos los nuevos procesos y de los antiguos que no lo tenían.
- Cambio de ubicación de la zona Kanban.

A continuación, se va a explicar cómo se llevaron a cabo cada una de las soluciones según el orden cronológico en el que se produjeron.

#### **5.1. Hacer un listado diario actualizado de los materiales que necesitaban ser repuestos en Modula.**

Para implementar esta solución se utilizó la base de datos de la que dispone el propio almacén inteligente (modula) y el excel.

Para sacar el listado de materiales que necesitaban ser repuestos se acude a la base de datos de la que dispone el Modula, en esta base de datos se pueden ver todos los materiales que están dentro del almacén, el espacio de almacenamiento con el que cuenta cada uno y el tanto por ciento del espacio que está ocupado por material, como se muestra en la figura 42.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

Artículo	Descripción	Existencia	Unidad medida	Notas	Areas Habil.	Peso medio unitario	Inventario	Disponibilidad	Host
00p228800007131	00p228800007131	0,000	PZ			0,0000	01/01/1900 0:00:00	0,000	
228800007131	228800007131	0,000	PZ			0,0000	20/08/2019 13:06:05	0,000	
228800007361	CON WW SP M H SMT 88168353	0,000	PZ			14,1300	08/08/2019 15:06:50	0,000	
228800007741	K-NJT LO MS HX A2 4 DIN985	1485,000	PZ			0,9820	12/08/2019 11:12:02	1485,000	
228800010641	SCREW STD MSX25 F HX H 4 A2 H DIN912	0,000	PZ			4,7200	08/08/2019 15:07:26	0,000	
228800010651	SCREW STD MSX40 R SK X 4 A2 H DIN42-80	0,000	PZ			9,2500	12/08/2019 15:33:48	0,000	
228800013981	SCR MTF M4X16 F CK9 X20 ST CH DIN 75004	1929,000	PZ			1,3250	12/08/2019 11:16:05	1929,000	
228800015291	K-SCR MTF M4X8 F CB X20 A2 DIN7500	0,000	PZ			1,3950	08/08/2019 14:32:53	0,000	
228800056931	WISH LOS D3,5X7,5X2,5 PA NL	2500,000	PZ			0,1300	20/08/2019 12:59:58	2500,000	
242201500552	K-TB5 BI PI 044015 (K3980-0RZ 5)	12,000	PZ			13,0920	12/08/2019 11:17:14	12,000	
242201500771	K-TB388PI 862-2593	391,000	PZ			20,7650	12/08/2019 11:17:39	391,000	
242201519362	K-CS3PL-M-160063	0,000	PZ			9,6500	01/01/1900 0:00:00	0,000	
242201519363	K-CS3PL-M-160063	0,000	PZ			17,3470	01/01/1900 0:00:00	0,000	

Existencia Total	0,000	Capacidad Total	0,000
Ocupada Recogida	0,000	Ocupada Deposito	0,000
Disponibilidad Recogida	0,000	Disponibilidad Deposito	0,000

Figura 42: Base de datos de Modula.

El tanto por ciento del espacio ocupado lo calcula el propio almacén con los datos suministrados. Cuando se crea un nuevo producto se le indica la cantidad máxima de producto que entra en el espacio asignado para almacenarle (figura 43), con ese valor y el valor actual de material que existe dentro el propio programa saca el porcentaje de llenado.

Descripción	Notas	Inventario	Existencia	Disponibilidad	Tipo stock
441137801270					

Comp.	1038
Cod. Udc	1030
Artículo	441137801270
Descripción	K-MVF403-404...
Tipo compartimento	Dimensión libre
Posición en Udc	E7
Asignación Artículo	<input checked="" type="checkbox"/>
Existencia	358,000
Nuevo stock	358,000
Capacidad máxima	800,000
Compartimento lenc	<input type="checkbox"/>

Figura 43: Datos de un material.

De todos los datos, los que realmente nos interesan son los que tienen un porcentaje de llenado inferior al 20%, es decir los materiales que están agotados o están a punto de terminarse. Como la cantidad máxima de material que entra es conocida, también se conoce la cantidad necesaria para rellenar (resta entre el máximo menos las existencias actuales).



## CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO

Se exportan todos los códigos de materiales que se encuentran en esta situación, una vez exportados dichos códigos, se acude a SAP (programa de gestión informático de la fábrica) para saber si hay existencias o no de dichos materiales en el resto del almacén (figura 44), si hay material SAP te muestra la ubicación en la que se encuentra.

Stock per Material									
Whse number 063 Valladolid warehouse Material 000443000012295 K-JUNTA TORICA 2dx4d INT NITRILO Plnt ES04									
Stock per Material									
Typ	StorageBin	SC	SS	PB	RB	Total Stock	Available stock	BUn	GR Date
SLoc	Batch	Re	IA	CP	CR	Stock for putaway	Pick quantity	Cert.	No.
100	0123367768					0	0	PCE	26.04.2016
0001						40	0		
810	MODULA					40	0	PCE	26.04.2016
0001						0	40		
910	GI-ZONE					565	565	PCE	26.04.2016
0001						0	0		

Figura 44: Ventana de existencias de un material en SAP

Con todos estos datos se obtiene una hoja Excel en la que se pueden ver todos los materiales para rellenar, la cantidad a rellenar de cada uno y la ubicación en la que se encuentra dicho material en el almacén (figura 45).

FECHA CHEQUEO	8/26/2019		CHEQUEAR						
DOCENC	STOCKCATEGORY	SPECIALSTOCK	STORAGEETY	UBICACIK	CANTIDAD REQUERIR	ESTADO	MOVIMIENTO REALIZIAE	FECHA MOVIMIEN	
443000017393			SMC.300080	12800	26-8-19 3:03 PM	PEND	200	26-8-19 10:31 AM	
443000011936			CL.06.14.D	66554	26-8-19 3:03 PM	PEND	20000	26-8-19 8:52 AM	
443000015715			SMC.100045	15005	26-8-19 3:03 PM	PEND	375	26-8-19 8:48 AM	
443000015715			CL.06.10.C	1570	26-8-19 3:03 PM	PEND	375	26-8-19 8:48 AM	
258804300002			SMC.300505	1000	26-8-19 3:03 PM	PEND	200	26-8-19 11:36 AM	
285570500001			SMC.200145	4481	26-8-19 3:03 PM	PEND			
442294502751			SMC.300185	12717	26-8-19 3:03 PM	PEND			
443000011948			SMC.100260	400	26-8-19 3:03 PM	PEND			
443000013532			SMC.100085	7	26-8-19 3:03 PM	PEND	60	26-8-19 11:33 AM	
443000013532			CL.07.02.D	519	26-8-19 3:03 PM	PEND	60	26-8-19 11:33 AM	
443000014971			SMC.400085	1275	26-8-19 3:03 PM	PEND	60	26-8-19 10:41 AM	
443000016399			CL.08.08.B	60	26-8-19 3:03 PM	PEND	0	26-8-19 10:51 AM	
443000017934			CL.07.13.C	99	26-8-19 3:03 PM	PEND	250	26-8-19 11:36 AM	
443000017934			CL.07.15.C	5600	26-8-19 3:03 PM	PEND	250	26-8-19 11:36 AM	
443000018459			PIC.E15.3D	464	26-8-19 3:03 PM	PEND			
252260079025			CL.07.14.B	8622	26-8-19 3:03 PM	PEND			
252260079025			DEF	381	26-8-19 3:03 PM	PEND			
252262029033			SMC.200125	44306	26-8-19 3:03 PM	PEND			
443000013553			CL.07.11.F	3336	26-8-19 3:03 PM	PEND			
252220098666			CL.07.14.C	3500	26-8-19 3:03 PM	PEND			

Figura 45: Hoja Excel de material.

Como todos los días se consume y se rellena material esta hoja hay que actualizarla diariamente, para agilizar el proceso en vez de hacer las actualizaciones de forma manual, se hizo en Excel un pequeño programa con macros que permite hacer todo lo explicado anteriormente de forma automática.

Para lograr mantener este proceso y no dejar que se volviera a la situación inicial en la que el almacén no se reponía se implantaron un par de normas:



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

- Todos los días se debía sacar un listado con los códigos de material actualizados, el listado se sacará a las 15:00h, aprovechando el cambio de turno, de esa manera por la tarde se podrá reponer todo lo consumido la tarde anterior y esa mañana.
- En el turno de tarde se deberán reservar cuatro horas exclusivamente a rellenar el material en Modula. La persona encargada de hacer el reparto será el responsable de ir a cada ubicación a coger material y se lo irá llevando a su compañero para que él lo reponga.

La siguiente solución llevada a cabo fue el desarrollo de una app que permite la comunicación inmediata entre el almacén y el departamento de compras cuando se agotan las existencias de un material.

### **5.2. Crear una app para facilitar la comunicación entre el almacén y el departamento de compras.**

Como ya se explicó anteriormente existía un grave problema de comunicación entre el almacén y el departamento de compras, este problema se debía a la falta de material en el proceso Kanban para rellenar las gavetas.

Para conseguir que esta comunicación fuera rápida y eficaz se desarrolló una aplicación, los requisitos que necesitaba dicha aplicación:

- Poder poner el código de material que se ha agotado.
- Poner la causa por la que no se encuentra el material. Esta causa puede ser porque no hay stock o porque el material no se encuentra.
- Poder poner un comentario explicativo de la incidencia que se tiene.
- Poder ver fácilmente la previsión de llegada del material.

Con todos estos requisitos se diseñó una aplicación llamada “Incidencias en Bonos”, esta aplicación cuenta con cuatro ventanas diferentes, una destinada a las incidencias surgidas en el proceso Picking, otra destinada al Kanban, una tercera ventana que es donde se produce la transferencia de información entre el almacén y el departamento de compras y la última que se empleará para cerrar las incidencias.

A continuación, se va a explicar brevemente cómo funciona la aplicación, para más información, en el Anexo A se encuentra el estándar creado para formar a los operarios.

Cuando se agota el stock de un producto en el almacén, los operarios del Kanban abren la aplicación y en la ventana de “*Nueva incidencia Kanban*” escriben el código de producto que se ha agotado y un comentario explicativo si lo consideran necesario, como se muestra en la figura 46.

Una vez anotado el código en la aplicación queda registrado que ese material tiene una incidencia (no hay material para rellenar las gavetas), de esta forma tanto el coordinador del almacén como el departamento de compras podrán detectar la incidencia en el mismo momento que se produce.





## CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO

El siguiente paso lo realizará el coordinador del almacén, éste se encargará de revisar si el stock indicado en SAP es correcto y en caso contrario de corregirlo informáticamente para ajustarlo al real.

Una vez se haya finalizado este paso el departamento de compras indicará si el material se compra o todavía no y pondrá la fecha en la que llegará el producto (figura 47)

The screenshot shows the 'INCIDENCIAS EN BONOS' window with the following details:

- INCIDENCIAS EN BONOS** (Title)
- INCIDENCIAS EN BONOS** (Main Title)
- signify** (Logo)
- Navigation tabs: NUEVAS INCIDENCIAS BONOS, NUEVAS INCIDENCIAS KANBAN, GESTIÓN, CERRAR INCIDENCIAS
- NC12 AFECTADO:** 443000016044
- DESCRIPCIÓN:** K-COVER MALE DOUBLE WHITE 3P
- CAUSA:** SIN STOCK
- CANTIDAD:** 1000
- COMENTARIO:** Ya no queda material en el almacén.
- Buttons: ACEPTAR, GUARDAR, LIMPIAR
- HISTORIAL DIARIO:** Table with columns: 12NC, FECHA, QTY, CAUSA
- Lean Thinking! (Logo)

Figura 46: Ventana incidencias Kanban

The screenshot shows the 'INCIDENCIAS EN BONOS' window with the following details:

- INCIDENCIAS EN BONOS** (Title)
- INCIDENCIAS EN BONOS** (Main Title)
- signify** (Logo)
- Navigation tabs: NUEVAS INCIDENCIAS BONOS, NUEVAS INCIDENCIAS KANBAN, GESTIÓN, CERRAR INCIDENCIAS
- DIAS:** 01/07/2019, 13/08/2019
- HISTORIAL:** Table with columns: BONO, MONTAJE, 12NC, QTY, FAMILIA, CAUSA, AL, CO, FIN
- INFORMACIÓN:** BONO: 000242203417302, WORKCENTER: -, FAMILIA: -, QTY AFECTADA: 1, QTY BONO: 0, CAUSA INCIDEN.: SIN STOCK, COM. ALMACÉN: Actualizar, COM. COMPRAS: Material está en camino, PREVISIÓN: 19/08/2019, REDUCIR STOCK: NO
- Buttons: GUARDAR, CERRAR Y GUARDAR, ACTUALIZAR
- Lean Thinking! (Logo)

Figura 47: Ventana donde actúa el departamento de compras

Uno de los requisitos que se pedían era que la previsión de llegadas se pudiera ver de forma rápida. Para poder ver esta información los operarios solo tienen que escribir el código del material del cual desean conocer la fecha de llegada en la ventana de *Nuevas incidencias Kanban* y pulsar aceptar, en ese momento aparecerá un mensaje indicando la fecha de llegada correspondiente (figura 48).



# MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

INCIDENCIAS EN BONOS

## INCIDENCIAS EN BONOS

Signify

NUEVAS INCIDENCIAS BONOS    NUEVAS INCIDENCIAS KANBAN    GESTIÓN    CERRAR INCIDENCIAS

**NC12 AFECTADO:** 242203417302    ACEPTAR

**HISTORIAL DIARIO:**

12NC	FECHA	QTY	CAUSA
------	-------	-----	-------

PETICIÓN NO VÁLIDA

EL 12NC: 242203417302 YA ESTÁ SOLICITADO. LA PREVISIÓN DE LLEGADA ES: 19/08/2019

OK

LIMPIAR

Lean Thinking!

Figura 48: Previsión de llegada de material.

Por último, se deberá cerrar la incidencia cuando llegue el material en la pestaña "Cerrar incidencias" (figura 48), para cerrar estas incidencias el procedimiento a seguir es mirar en SAP si los materiales que han llegado a lo largo de la mañana coinciden con las incidencias abiertas, si coinciden cerrar la incidencia.

INCIDENCIAS EN BONOS

## INCIDENCIAS EN BONOS

Signify

NUEVAS INCIDENCIAS BONOS    NUEVAS INCIDENCIAS KANBAN    GESTIÓN    CERRAR INCIDENCIAS

**INCIDENCIAS ABIERTAS:**    ACTUALIZAR

BONO	MONTAJE	12NC	DESCRIPCION	FAMILIA	FECHA	QTY T	QTY	CAUSA	COM. ALMA...	PREVISI...	CO...	COMPRAS
-	000441169018551	-	K-Recptacle Assy ...	-	01/07/2019	0	1	SIN STOCK		2019-07-31	NO	ESTAMOS INTENTAN...
-	000258820100011	-	SCR STD M5x10 F C...	-	01/07/2019	0	1	SIN STOCK			NO	NO SE COMPRAS MAS ...
-	000441340022501	-	K-SPRING CLIP GEAL...	-	01/07/2019	0	1	SIN STOCK	PEDIR		NO	NO COMPRAR
-	000441137099130	-	K-SCR STD M6x25 F...	-	01/07/2019	0	1	SIN STOCK	PEDIR	2019-07-18	NO	COMPRAR PARA LEA...
-	0004430000119485	-	K-CASQUILLO MOR...	-	02/07/2019	0	1	SIN STOCK	PEDIR		NO	NO SE COMPRAS NAD...
-	000441137077470	-	K-ANILAJ FERRITE B...	-	02/07/2019	0	1	SIN STOCK	PEDIR		NO	COMPRAMOS PARA L...
-	000441137805480	-	K-LOGO HBKGE BRA...	-	02/07/2019	0	1	SIN STOCK	PEDIR		NO	SE DEJA DE USAR. P...
-	000441137087160	-	K-SCR PTP D=4x16 F...	-	04/07/2019	0	1	SIN STOCK	PEDIR		NO	PIPO, YA NO SE USA...
-	000228800057501	-	SCR STD M8x55 F S...	-	04/07/2019	0	1	SIN STOCK	PEDIR		NO	SE COMPRAS A LEAD T...
-	000442710041330	-	K-Neoprene impreg...	-	08/07/2019	0	1	SIN STOCK	PEDIR		NO	POR FAVOR CONFIR...
-	000441134802331	-	SCR MTF M3x6 F C...	-	09/07/2019	0	1	SIN STOCK	PEDIR		NO	NO SE COMPRAS DE M...
-	000441137150910	-	SCR PTP M3,5x12 F...	-	11/07/2019	0	1	SIN STOCK			NO	DE MOMENTO NO SE ...
-	000252241900004	-	K-NUT LO M8 8 HK...	-	18/07/2019	0	1	SIN STOCK	CALIDAD SE ...		NO	LO REVISAMOS, POR...
-	000252203258256	-	K-SCR STD M8x20 F...	-	18/07/2019	0	1	SIN STOCK	CALIDAD SE ...		NO	LO REVISAMOS POR...
-	000443000020206	-	BRIDGE WIRE RESI...	-	22/07/2019	0	1	SIN STOCK	NO QUEDA N...		NO	NO SE COMPRAS MAS ...
-	000443000017041	-	CR. RAJON REG. 1X...	-	23/07/2019	0	1	SIN STOCK			NO	NO VA EN INGENIERIA B...
-	000441137032430	-	K-SCR STD M8x25 ...	-	23/07/2019	0	1	SIN STOCK			NO	COMPRAMOS A LEAD T...
-	000443000017277	-	K-WIE MINE 3P MAL...	-	24/07/2019	0	1	SIN STOCK			NO	
-	000441137806200	-	K-SCR STE 2.9x9.5 ...	-	24/07/2019	0	1	SIN STOCK		2019-07-31	SI	VAEN UNA FAMILIA Q...
-	000443000013581	-	K-ARAND. PLANA 6d...	-	24/07/2019	0	1	SIN STOCK			NO	DE MOMENTO NO SE ...
-	000443000011352	-	FILTRO FIELTRO 10d...	-	25/07/2019	0	1	SIN STOCK			NO	DE MOMENTO NO SE ...
-	000443000016964	-	K-TUBELINE END CAP...	-	25/07/2019	0	1	SIN STOCK			NO	PARA LUMINARIAS P...
-	000258820100008	-	K-SCR STD M3x10 F...	-	26/07/2019	0	1	SIN STOCK	NO TENEMO...		NO	COMPRAR PARA EL L...
-	000441300006271	-	K-SCR PTP D=4x20 F...	-	26/07/2019	0	1	SIN STOCK	NO HAY STO...		NO	COMPRAMOS MÁS PA...
-	000252203258256	-	K-SCR STD M8x20 F...	-	29/07/2019	0	1	SIN STOCK			NO	
-	000443000017637	-	MODULO S=41 EN5...	-	29/07/2019	0	100...	SIN STOCK	ES MUY URG...	2019-08-19	NO	COMPONENTE PHASE...
-	000443000017934	-	K-SPRAL PIN ISOB...	-	29/07/2019	0	1	SIN STOCK			NO	COMPRAMOS MAS PA...
-	000443000011629	-	VARILLA DIN-916 M...	-	29/07/2019	0	1	SIN STOCK			SI	SI
-	000443000020915	-	SUBASS. WIRE 350 ...	-	30/07/2019	0	1	SIN STOCK			SI	SI
-	000443000020916	-	SUBASS. WIRE 350 ...	-	30/07/2019	0	1	SIN STOCK			SI	SI
-	000443000012764	-	K-TUERCA EXAGON...	-	30/07/2019	0	1	SIN STOCK			SI	SI

CERRAR INCIDENCIA    EXPORTAR INCIDENCIAS

Lean Thinking!

Figura 49: Cierre de incidencias.



## CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO

Una vez cerradas las incidencias se debe comunicar a los operarios del Kanban los materiales que han llegado. Esta comunicación se hace por medio de un documento en el que aparece el material que ha llegado, la cantidad que se ha recepcionado y las líneas de montaje en las que se utiliza (tabla 6), este último apartado se decidió poner para facilitar el trabajo de los operarios a la hora de rellenar las gavetas.

Material	Familias que lo llevan	Material	Material
000242201500552	Decoscene	8/30/2019	500
	Thema/CitySoul HID / Metronomis		
	Citycharm		
000252220098666	Digistreet	8/22/2019	1000
	ClassicStreet		
	Heritage		
000258820100008	CristalCity / Osiris / Logo	8/29/2019	5000
	Arenavision Luminarias y Drivers		
000441134801642	CristalCity / Osiris / Logo	8/29/2019	3000
	Clearflood		
000441137088830	TownTune	8/29/2019	1000
	Kegel/Mithra / Metis / Bobek		
000441160004871	Kegel/Mithra / Metis / Bobek	8/29/2019	1000
000441160005001	Decoscene	8/29/2019	3000
	Thema/CitySoul HID / Metronomis		

**Tabla 6:** Materiales recepcionados.

### 5.3. Revisar la cantidad de gavetas por línea y crear las que sean necesarias.

Para implementar esta solución el primer paso fue recoger todos los datos sobre la cantidad de gavetas que se necesitaban por línea de producción, con estos datos se creó un Excel (Anexo B), en el que aparecen la cantidad de gavetas correspondiente a cada puesto de las diferentes líneas de trabajo, en la figura 50 se muestra una pequeña parte de dicho Excel.

Como se puede apreciar en la figura 51, en este Excel se muestra el número de gavetas que hay de cada material en cada puesto de trabajo, la cantidad que tiene cada gaveta, el tipo de gaveta que es y la línea dónde se monta dicho material.

Después de conocer la cantidad de gavetas necesarias en cada uno de los puestos, se comparó con la cantidad real que había en cada puesto, al hacer la comparación se vio que en muchas líneas faltaban gavetas.

Por último, se crearon todas las gavetas que faltaban (figura 50), haciendo un total de más de 200 gavetas nuevas.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

Referencia	Cantida	TIPO		Cantida
<b>PUESTO 1</b>	<b>UNIDADES</b>		<b>LINEA</b>	
441137035760	4	2	ARENAVISION G3	50
443000011936	4	2	ARENAVISION G3	500
443000020913	3	6	ARENAVISION G3	100
443000020916	3	6	ARENAVISION G3	100
443000020911	3	5	ARENAVISION G3	100
443000020915	3	6	ARENAVISION G3	100
443000020912	3	5	ARENAVISION G3	100
443000020914	3	3	ARENAVISION G3	100
443000017597	3	2	ARENAVISION G3	200
443000018829	3	2	ARENAVISION G3	300
<b>PUESTO 2</b>			<b>ARENAVISION G3</b>	
443000018829	4	2	ARENAVISION G3	300
<b>PUESTO 4</b>			<b>ARENAVISION G3</b>	
441137097100	4	2	ARENAVISION G3	200
<b>PUESTO 5</b>			<b>ARENAVISION G3</b>	
441137097100	4	2	ARENAVISION G3	200
<b>PUESTO 6</b>			<b>ARENAVISION G3</b>	
443000020136	4	4	ARENAVISION G3	60
443000016207	4	2	ARENAVISION G3	200
443000020752	5	5	ARENAVISION G3	25

Figura 50: Gavetas necesarias por línea de producción.

Gavetas/ Ganchos creados				
Fecha	12 NC	Línea	Cantida	Tipo
15.05.2019	441137801980	Urban/Oceanan/IQV	2	3
17.05.2019	443000015126	Catenary/Optispace/Digistreet	3	2
17.05.2019	252200698139	Catenary/Optispace/Digistreet	2	4
17.05.2019	443000011048	Catenary/Optispace/Digistreet	2	4
17.05.2019	258820000003	AV. Montaje	3	2
20.05.2019	443000011041	AV. Juntas	2	3
20.05.2019	443000017516	AV. Juntas	1	4
21.05.2019	443000014969	Clearflood	1	5
21.05.2019	443000016042	Clearflood	1	4
21.05.2019	443000016041	Clearflood large	1	4
21.05.2019	443000013586	Urban/Oceanan/IQV	2	2
21.05.2019	443000010648	Luma 2-3	1	5
21.05.2019	443000016041	Clearflood	1	4

Figura 51: Gavetas para crear.

#### 5.4. Crear un nuevo método para poder diferenciar entre el material que está en las líneas y el que está en el almacén.

Como ya se contó en apartados anteriores se tiene un problema para controlar el stock que hay en almacén, porque tanto si el material está en el almacén inteligente como si está en las líneas de producción la ubicación que aparece en SAP (programa de gestión digital) es Modula como se muestra en la figura 52.



## CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO

**Stock per Material**

Whse number 063 Valladolid warehouse  
Material 000443000010647 K-MALE CIRCUIT.BRK 3POLE 6SCREW CONN  
Plnt ES04

Stock per Material

Typ	StorageBin	SC	SS	PB	RB	Total Stock	Available stock	BUn	GR	Date
SLoc	Batch	Re	IA	CP	CR	Stock for putaway	Pick quantity	Cert.	No.	
001	SMC.100005					100	100	PCE	15.07.2019	
0001						0	0			
007	BLOCKED	S				98	98	PCE	15.01.2019	
0001						0	0			
810	MODULA					5.146	5.146	PCE	01.04.2019	
0001						0	0			

**Figura 52:** *Ubicación del material.*

Con el stock que aparecía en la ubicación modula se podían dar tres situaciones, que ese stock solo estuviera dentro del almacén inteligente, que solo estuviera en las líneas de montaje o la situación más común que estuviera en las dos partes, en cualquiera de las tres situaciones era imposible de identificar dónde se encontraba realmente el material si solo se consultaba SAP.

El material que había en el almacén inteligente se podía saber de forma relativamente rápida consultando su base de datos. El problema es que solamente los operarios del Kanban tenían acceso a esa base de datos.

La solución adoptada fue un cambio radical en la metodología de trabajo, en SAP se crearon una especie de gavetas virtuales, estas gavetas eran las mismas que las reales y en ellas se podía meter la misma cantidad de un cierto material (figura 53).

De esta forma cada gaveta virtual se corresponde con una gaveta real, para saber que gaveta se corresponde con cada una, las nuevas gavetas tienen un ID, que es un número de 5 cifras exclusivo para cada gaveta, como se muestra en las figuras 54 y 55.

En la gaveta real el número que aparece al final del ID puede ser un 2 o un 5, para poder picar la gaveta a vacío (dos) o a lleno (cinco).

Cada gaveta pertenece a una SA (supply area), dicha SA se corresponde con la familia a la que pertenece la luminaria en la que se monta el material de la gaveta.

De esta manera cuando el material de la gaveta se agota, en la línea de fabricación escanean el código donde pone vacío (figura 56).

Una vez escaneado el código dejan la gaveta sobre la estantería para que el operario encargado del reparto de material la recoja y la lleve para ser repuesta.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

Kanban Board: Demand Source View				
Supply Area	Material	Description	Kanban Quantity	
90	000228800056921	L-SCR STD M5X25 F SK H4 ST CH	400	40017 40018 40019 40450 40451
90	000228800056931	WSH LOS D3,5X7,5X2,5 PA NL	500	40268 40269 40270 40397 40398
90	000251161817006	K-RLLE Z6;A2-70 6,4X12X1,2	500	40195 40196 40197 40198 40360
90	000252220098676	K-SCR MTF M4x8 F CBX20 ST CL DIN7500C	500	40169 40170 40171 40172 40173
90	000258820000003	K-SCR MTF M6X16F CB X30 STCH DIN7500C	250	40013 40014 40015 40016 40453
90	000258820100003	K-SCR STD M5X12 F CB X25 A2 DIN7985	500	40232 40233 40234 40235 40236
90	000258820100008	K-SCR STD M3x10 F CB X10 A2 DIN7985	200	40228 40229 40230 40231 40393
90	000441137035760	K-FILTRE RESPIRATION 1/8BSPREF MV110018	50	40206 40207 40208 40209 40375
90	000441137040351	K-FRICTION WASHER MVF607/617 (ARENAV)	200	40189 40190 40191 40192 40193
90	000441137082531	K-L-ANG.INDEX RING MVF405 ARENAV/OPTIVI	112	40199 40200 40201 40364 40365
90	000441137097100	K-SCR MTF M4X20 F CB X20 ST CH	200	40165 40166 40167 40168 40342
90	000441137098311	K-AXE MEMORY G2 ARENA/OPTIVISION LED	70	40146 40147 40148 40149 40150
90	000441160004871	K-SCR MTF M4X16 F CB X20 ST CN	1.000	40313 40314 40315 40316 40442
90	000442710245430	K-INSULATION TUBE OSKS 4X90	50	40220 40221 40222 40223 40385
90	000443000011041	K-SCR DIN-7500C M 4X12 CI TORX	1.000	40202 40203 40204 40205 40367

Figura 53: Gavetas virtuales.

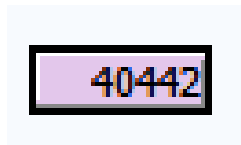


Figura 54: ID digital.



Figura 55: ID real.



Figura 56: Código de gaveta vacía.



## CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO

Finalmente, cuando se rellena el material, se escanea la gaveta por el lateral que pone lleno y se lleva a la línea.

Cuando la gaveta se escanea a lleno el material pasa de la ubicación del almacén inteligente a la ubicación de la línea en la que se monta dicho material (figura 57).

```
Whse number      063           Valladolid warehouse
Material         000443000020136 K-L-CONNECTOR 8-POL WAGO 9261D040
Plnt             ES04

Stock per Material
```

Typ	StorageBin	SC	SS	PB	RB	Total Stock	Available stock	BUn	GR	Date
SLoc	Batch	Re	IA	CP	CR	Stock for putaway	Pick quantity	Cert.	No.	
001	SMC.100065					3.077	3.077	PCE	23.07.2019	
0001						0	0			
150	ARENAG3					419-	419-	PCE	23.07.2019	
0001						0	0			
810	MODULA					1.050	1.050	PCE	01.02.2019	
0001						0	0			

**Figura 57:** Stock separado por línea.

Otra de las ventajas que tiene este sistema es que informáticamente nos permite saber el estado en el que están las gavetas, la ubicación donde se encuentra y los movimientos que ha tenido, es decir se puede saber si la gaveta está llena o vacía si está llena aparecerá en verde y eso quiere decir que estará consumiéndose en la línea, si está vacía aparecerá en rojo que significará que está en el almacén esperando a ser rellena.

Por ejemplo, en la figura 58 se puede ver es estado de las gavetas pertenecientes a un mismo código, en este caso tres de ellas están llenas en la línea de producción y una está vacía esperando a ser rellena en el almacén.

**Kanban Board: Demand Source View**

🔄 📄 🔍 🗑️ To Empty 📦 To Full

Supply Area	Material	Description	Kanban Quantity	
90	000228800013981	SCR MTF M4X16 F CK9 X20 ST CH DIN 7500M	250	<span style="background-color: green; color: black;">40009</span> <span style="background-color: green; color: black;">40010</span> <span style="background-color: green; color: black;">40011</span> <span style="background-color: red; color: black;">40012</span>

**Figura 58:** Estado de la gaveta

Picando sobre la gaveta digital se puede ver cuando sufrió el último movimiento figura 59.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

**Kanban Information**

**Header Information**

Control Cycle: 0679326  
Kanban ID Number: 40012

Material: 000228800013981 SCR MTF M4X16 F CK9 X20 ST CH DIN 7500M  
Plant: E504 Signify Manufacturing Spain SL  
Supply Area: 90 Arenavision G3  
Container: 4

**Detailed Information**

Qty Requested: 250 PCE  
Kanban Status: Container empty, with replenishment  
Status Changed On: 21.08.2019 At: 14:26:24  
Replen. Strategy: WM Kanban on IM interface with TO  
Replenishment By:  
TrsfrReqmt: 0001152466

Buttons:  Replenishment  Replenishment

Figura 59: Información de la gaveta.

### 5.5. Crear un estándar de reparto de material Kanban.

En apartados anteriores se vio que el reparto de material Kanban se realizaba a conveniencia del operario lo cual provocaba que algunas veces el material no llegara a tiempo.

Para evitar esta situación se creó una hoja con los horarios de reparto como se muestra en la figura 60.

	1ª Reposición MAÑANA	2ª Reposición MAÑANA	1ª Reposición TARDE	2ª Reposición TARDE
AVG3 I	07:30-08:05	11:30-12:05	15:30-16:05	19:30-20:05
AVG3 II	07:35-08:05	11:30-12:05	15:30-16:05	19:30-20:05
CORELINE 2	07:35-08:05	11:30-12:05	15:30-16:05	19:30-20:05
CLASSICSTREET	07:35-08:05	11:30-12:05	15:30-16:05	19:30-20:05
TOWNTUNE	07:35-08:05	11:30-12:05	15:30-16:05	19:30-20:05
FAROLES	07:35-08:05	11:30-12:05	15:30-16:05	19:30-20:05
HERITAGE	07:35-08:05	11:30-12:05	15:30-16:05	19:30-20:05
LUMA PINES	08:10-08:45	12:10-12:45	16:00-16:45	20:10-20:45
LUMA DRIVER	08:10-08:45	12:10-12:45	16:00-16:45	20:10-20:45
LUMA 1.1.	08:10-08:45	12:10-12:45	16:00-16:45	20:10-20:45
LUMA1.2.	08:10-08:45	12:10-12:45	16:00-16:45	20:10-20:45
MINILUMA	08:10-08:45	12:10-12:45	16:00-16:45	20:10-20:45
MULTIPROCESOS	08:10-08:45	12:10-12:45	16:00-16:45	20:10-20:45
TUBELINE/QUIJOTE/VILLA	08:10-08:45	12:10-12:45	16:00-16:45	20:10-20:45
CLEARFLOOD	08:50-09:35	12:50-13:35	16:50-17:35	20:50-21:35
CLEARFLOOD LARGE	08:50-09:35	12:50-13:35	16:50-17:35	20:50-21:35
TUBEPOINT	08:50-09:35	12:50-13:35	16:50-17:35	20:50-21:35
DIGISTREET/CATENARY	08:50-09:35	12:50-13:35	16:50-17:35	20:50-21:35
AV. DRIVER	08:50-09:35	12:50-13:35	16:50-17:35	20:50-21:35
AV. LUMINARIA	08:50-09:35	12:50-13:35	16:50-17:35	20:50-21:35
METIS / BOBEK/KEGEL	08:50-09:35	12:50-13:35	16:50-17:35	20:50-21:35
LUMA 2/3	09:40-10:15	13:40-14:15	17:40-18:15	21:40-22:15
HARMONY/CITYSHERE	09:40-10:15	13:40-14:15	17:40-18:15	21:40-22:15
CITYCHARM	09:40-10:15	13:40-14:15	17:40-18:15	21:40-22:15
TUBEPOINT G2	09:40-10:15	13:40-14:15	17:40-18:15	21:40-22:15
	09:40-10:15	13:40-14:15	17:40-18:15	21:40-22:15
	09:40-10:15	13:40-14:15	17:40-18:15	21:40-22:15
FLOWSTAR/ FLOWNINE	10:20-10:55	14:20-14:55	18:20-18:55	22:20-22:55
STELA	10:20-10:55	14:20-14:55	18:20-18:55	22:20-22:55
AV. MODULOS	10:20-10:55	14:20-14:55	18:20-18:55	22:20-22:55
URBAN/OCEAN/IQV	10:20-10:55	14:20-14:55	18:20-18:55	22:20-22:55
CITYSOUL G2	10:20-10:55	14:20-14:55	18:20-18:55	22:20-22:55
OSIRIS/CRISTAL/LOGO	10:20-10:55	14:20-14:55	18:20-18:55	22:20-22:55
DECOSCENE	10:20-10:55	14:20-14:55	18:20-18:55	22:20-22:55

Figura 60: Horarios de reparto.



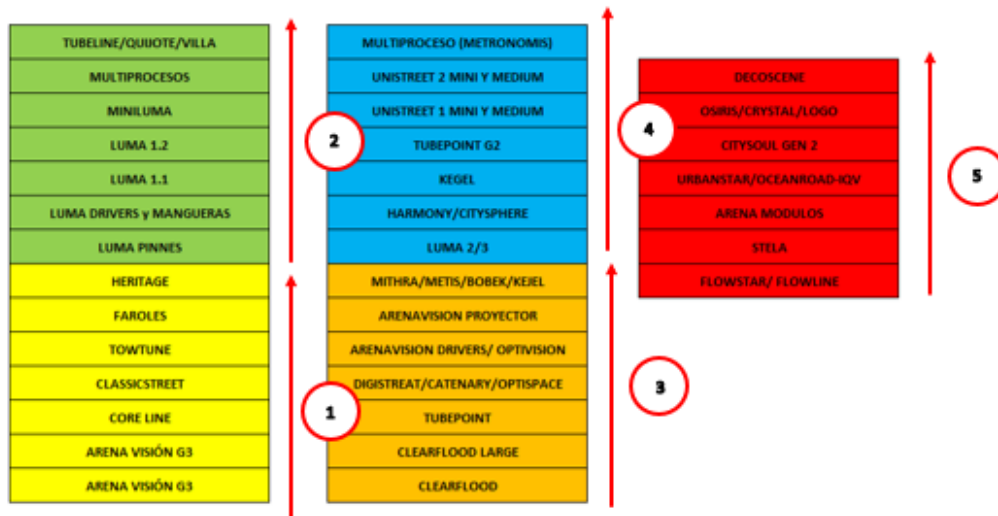


## CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO

Para realizar los horarios de reparto se han tenido en cuenta los diez repartos que se deben hacer en un día cada reparto debe durar unos 45 minutos de los cuales 35 minutos se dedican al reparto de material en las líneas, los otros diez minutos se emplean para el transporte de los carros.

Además de la hoja con los horarios, también se facilitó un pequeño esquema de ruta para saber el orden en el que se debían llevar los carros (figura 61).

### 1ª Etapa de suministro de líneas en Kanban



### 2ª Etapa de suministro líneas en Kanban

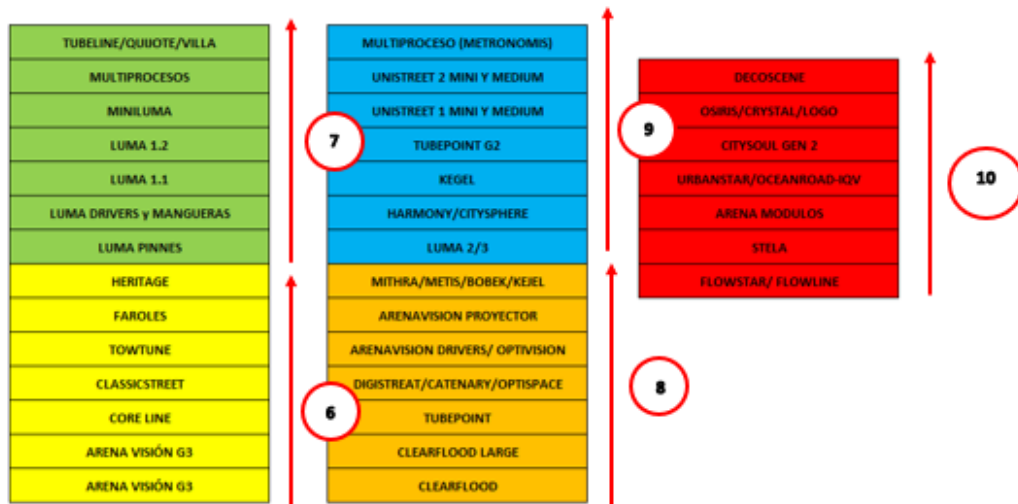


Figura 61: Ruta.

Para facilitar el trabajo de los operarios del Kanban y evitar confusiones a la hora de dejar cada gaveta en su línea, se compraron gomets de diferentes colores y formas para identificar de forma rápida y sencilla que gaveta debería ir en cada línea de fabricación.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

### 5.6. Crear una OPL para formar a los trabajadores de las líneas de cómo se venen hacer las cosas.

Esta solución se decide adoptar después de haber hablado con los operarios de las líneas de fabricación y percibir que la mayoría no tenía ninguna formación de cómo debía actuar cuando un material Kanban se agotaba ya fuera de una gaveta o de un gancho.

Como algunos operarios desconocían cómo funcionaba el procedimiento de recogida, se creó una OPL, que se muestra al completo en el Anexo C, en la que se explicaba de forma sencilla dónde se debía dejar cada material (figuras 62)

- Los ganchos dependiendo del tipo que sean se deberán dejar de la siguiente forma:



**Figura 62:** *Forma de dejar el material.*

Otro de los puntos importantes que trata la OPL es el respeto por el horario de recogida que se estableció en el apartado anterior, si el material no está listo para ser recogido antes de que llegue el carro de reparto, entonces ese material no será repuesto.

Para que esto fuera visible y conocido por todos los operarios se crean unos carteles para cada línea de producción, en estos carteles se muestra el horario en el que se hace el reparto y se señala la importancia de dejar el material para recoger antes de que se haga (figura 63).



## CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO

**KAMBAN AVG3**

**SEM: \_\_\_\_\_**

<b>Turno de mañana</b>					
	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
Hora del primer suministro	07:35-08:05	07:35-08:05	07:35-08:05	07:35-08:05	07:35-08:05
Recogido (✓/✗)					
Hora:					
Hora del segundo suministro	11:35-12:05	11:35-12:05	11:35-12:05	11:35-12:05	11:35-12:05
Recogido (✓/✗)					
Hora:					

**¿Hay turno de tarde?**

<b>Turno de tarde</b>					
	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
Hora del primer suministro	15:35-16:05	15:35-16:05	15:35-16:05	15:35-16:05	15:35-16:05
Recogido (✓/✗)					
Hora:					
Hora del segundo suministro	19:35-20:05	19:35-20:05	19:35-20:05	19:35-20:05	19:35-20:05
Recogido (✓/✗)					
Hora:					

**EL MATERIAL QUE NO ESTÉ EN LAS ESTANTERÍAS VERDES A LA HORA DE RECOGIDA, TENDRÁ QUE ESPERAR AL SIGUIENTE REPARTO, POR LO QUE NO SE SUMINISTRARÁ HASTA PASADAS 8 HORAS.**

<b>MATERIAL KAMBAN A RECOGER EN ESTA LÍNEA</b>	<b>Ganchos de juntas</b> <b>Gavetas de material.</b>
--	---

**Figura 63:** Cartel con horario de recogida.

Este cartel se coloca sobre la estantería dónde se deposita el material, cada vez que el operario hace el reparto marca con un tic verde si lo ha realizado o con una cruz roja si no lo ha podido realizar. Además, cada cartel tiene un el mismo gomet que las gavetas que pertenecen a esa línea (figura 64).



**Figura 64:** Cartel con gomet.

En el cartel al igual que en la OPL se remarca la importancia de seguir el procedimiento de recogida de material para que todo pueda llegar a tiempo.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

### 5.7. Hacer un estudio de movimientos y materiales del almacén inteligente (modula) para sacarle el máximo partido.

Esta solución supuso el desarrollo de un gran proyecto. El proyecto comenzó con la extracción de todos los datos del modula, los datos que se sacaron del almacén inteligente fueron:

- Todos los artículos que había dentro del almacén.
- En qué bandeja estaba colocado cada uno de los artículos.
- Cuantas veces se solicitaba cada artículo.
- Tiempo que se tardaba en la recogida de material.
- La secuencia de recogida del material.
- Las veces que se había recogido o repuesto un material

Con todos estos datos lo primero que se hizo fue una tabla en la que se indicaba las veces que se había extraído un artículo, gracias a esta tabla se pudo saber cuáles eran los artículos más solicitados y el porcentaje de movimientos que suponía cada uno, esta tabla al completo se muestra en el Anexo D.

En la tabla 6 se muestra un fragmento de ella.

12nc	descripcion	pedidos retirad.	pedidos deposit	pedidos t	les	↑↓
443000013211	K-TORNILLO DIN-7500C M 4x10 CI T	1168	42	1210	4.506520565	
443000015715	K-TUERCA M20x1,5 27mm SIN FALDILLA	943	23	966	3.638398025	
443000011936	K-BRIDA AMARRE 2-22d, PA	902	30	932	3.480206806	
443000013442	K-PLETINA SOP, DESCONEJ, ARC80 LUMA	731	24	755	2.820433675	
443000010694	K-RESORTE FIJAC, BANDEJA LUMA	608	24	632	2.34586002	
443000016899	K-HINGE BRACKET GEAR TRAY LUMA v2	560	16	576	2.160660545	
443000010696	K-CLIP SUJECCION VIDRIO LUMA	559	22	581	2.156802222	
443000010648	K-FEMALE CIRCUITBREAKER 10A 3x6mm?	522	54	576	2.014044294	
443000017393	K-SPIRAL PIN ISO8750 5x35mm A2 LUMAS	501	12	513	1.933019523	
443000010689	K-Bracket locking wire LUMA	494	18	512	1.906011266	
443000010618	K-PASAHILLOS LUMA DIP	452	26	478	1.743961725	
443000013598	K-ARANDELA PLANA 20 x30x1,5 EPDM	435	30	465	1.678370245	
252220098676	K-SCR MTF M4x8 F CBX20 ST CL DIN7500C	421	20	441	1.624353731	
443000017098	K-CABLE GLAND M20x1,5 B TL15mm 10-14	420	27	447	1.620495409	
258804300005	K-SCR STD 10X30 R GRB H5 A2 DIN916	414	23	437	1.597345474	
442294504281	WSH LOO D8,6x16,5x2 A4	394	24	418	1.520179026	
443000011952	K-PRENSAESTOPAS M20x1'5 NEG, PA	384	35	419	1.481595802	
443000010677	K-Tornillo CKBZK M8x35 Rvs	374	18	392	1.443012578	
443000011041	K-TORNILLO DIN-7500C M 4X12 CI TORX	357	18	375	1.377421097	
443000012076	K-CONEC, FEMALE 4 WIELAND DOUBLE BLK	355	27	382	1.369704453	
442710245430	INSULATION TUBE OSKS 4X90	323	23	346	1.246238136	
443000010586	K-GASKET PHOTOCELL LUMA (&LIBRA)	281	24	305	1.084188595	
443000013207	K-TOR, DIN 7500C M3X20 CI TORX	279	26	305	1.07647195	
258862000002	K-WSH LOT D13x20,5x1 A2 DIN6798A	275	21	296	1.06103866	
443000010649	K-CONNECTOR (HEMBRA) 12 POLOS LUMA	272	40	312	1.049463693	
441300005781	K-SCR MTF M5X8 F CB X25 A2 S	271	20	291	1.045605371	
443000010647	K-MALE CIRCUIT, BRK 3POLE 6SCREW CONN	269	54	323	1.037888726	
258804300006	K-SCR STD M10X40 R GRB H5 A2 DIN916	244	17	261	0.941430666	

**Tabla 7:** Artículos ordenados por movimientos.

Analizando la tabla se puede apreciar que los 100 primeros códigos realizan el 84% de los movimientos, lo que quiere decir que los 365 códigos restantes solo realizan el 16%.

Viendo el resto de los datos se detectó que la logística de recogida de artículos no estaba optimizada, es decir las bandejas entraban y salían continuamente para que los operarios



## CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO

recogieran los artículos seleccionados, en muy pocas bandejas se podían coger dos códigos seguidos, porque no estaban agrupados.

Si cada bandeja tarda en entrar y salir 20 segundos y cada referencia se tarda en coger una media de otros 20 segundos, esto hace un total de 40 segundos por referencia, de los cuales la mitad es tiempo improductivo.

Una vez conocidos estos datos se planteó cual era la mejor forma para agrupar los artículos. Las opciones que se plantearon principalmente fueron dos:

- Agrupar los artículos por movimientos.
- Agrupar los artículos por líneas de producción que los llevan.

Entre ambas opciones la que mejor resultaba era una combinación de ambas, por un lado, se tendrían bandejas exclusivas, en las que estuviera el material de una SA concreta y por otro lado bandejas en las que estuvieran los códigos que pertenecieran a varias familias.

Analizando los datos de la cantidad de materiales que se montaba en más de una familia el resultado fue el que se muestra a continuación en la tabla 8.

Familias en las que van los materiales	Porcentaje que representa
1	62.05%
2	17.26%
3	7.89%
4	5.80%
5	1.34%
6	2.08%
7	0.60%
8	0.15%
9	0.60%
10	0.30%
11	0.30%
12	0.45%
13	0.60%
15	0.15%
18	0.15%
20	0.15%
27	0.15%

**Tabla 8:** Porcentaje de materiales que van en varias líneas.

Como se puede ver en la tabla la mayor parte de los materiales son exclusivos para cada línea o como máximo montan en dos familias, lo que supone un 79% de los materiales, el 21% son materiales que son compartidos por más de dos familias.

Viendo estos datos la decisión que se tomó fue agrupar los materiales en función de las familias que los llevaran.

Por un lado, se crearon bandejas en las que iban los materiales que compartían familia y por el otro los materiales exclusivos a una y dos familias.

Por último, se hizo un estudio de todos los materiales que no tenían movimientos, estos materiales se clasificaron en dos grupos:



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

- **Los materiales obsoletos:** Materiales que no se montan en ninguna luminaria y no se van a montar nunca más. Estos materiales se sacaron del modula y se dejaron en una caja a espera de ser chatarreados.
- **Materiales casi obsoletos:** son materiales que todavía se van a montar un par de veces más, pero que como muy tarde en diciembre desaparecerán. Estos materiales se dejaron guardados en los cajones 36 y 38, para tener tanto su ubicación cómo su stock controlado.

Una vez realizado todo el estudio se procedió a la implantación de las mejoras, para realizar todos los cambios necesarios en las bandejas primero se hizo una simulación en la que se dibujó el estado inicial de cada bandeja (figura 65). Todos los estados iniciales de las bandejas aparecen en el anexo E.

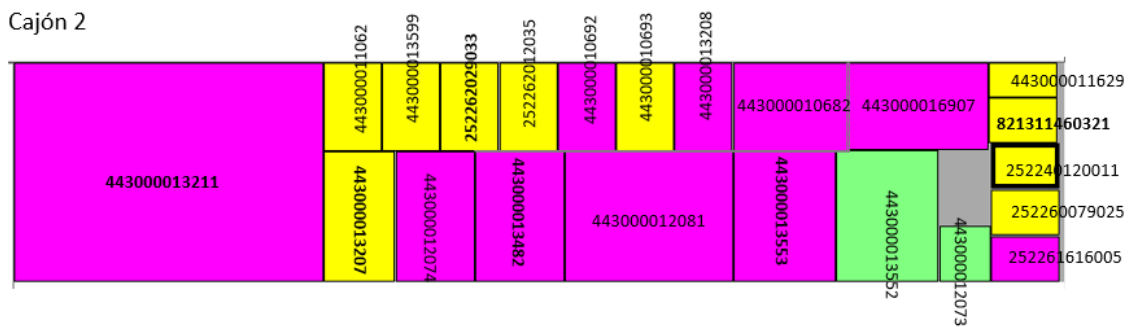


Figura 65: Estado inicial bandeja 2.

Una vez conocido lo que ocupaba cada material, se empezaron a colocar los materiales en las “nuevas” bandejas, agrupándolos según el estudio de movimientos y líneas de producción dónde se montaban (figura 66). Todos los estados iniciales de las bandejas aparecen en el anexo F.

Cajón 2' → 13,57

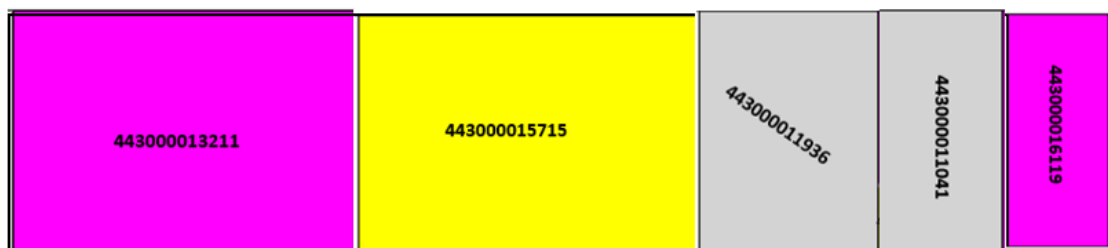


Figura 66: Estado final de la bandeja 2.

Otra de las cosas que se hizo en el proyecto calcular la relación que existía entre las veces que se retiraba un material y las que se depositaba (tabla 9), con esta relación se llegó a la conclusión de que si la relación era menor de 5 se debía aumentar el espacio asignado para el material.



## CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO

12nc	cajon	%	ret/dep
443000013224	1024	0.081025	5.8
443000010042	1020	0.042442	3.666667
258820100014	1014	0.146616	7.875
443000010696	1008	2.1568	24.48148
443000017098	1002	1.6204	14.54286
258804300005	1008	1.597345	16.58621
443000012076	1008	1.377	13
442710245430	1008	1.246	14.41935
443000010586	1008	1.0841	10.80645
258862000002	1008	1.061	11.7931
441300005781	1008	1.0494	12.5
441169018551	1008	0.93	21.625
443000016716	1009	0.042442	3.25
443000016907	1002	0.027008	5.666667
443000012077	1007	0.061733	6.25
443000016715	1009	0.02315	2.25
441137094600	1036	0.158191	16
443000012073	1002	0.054017	9.5
443000012069	1022	0.100316	6.333333
443000012094	1022	0.077166	25
443000017923	1009	0.073308	14.5

**Tabla 9:** Relación entre los pedidos de retirada y depósito.

Finalmente, la distribución de bandejas fue la siguiente fue la siguiente:

- **Bandeja 1:** Bandeja exclusiva Luma.
- **Bandeja 2:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 3:** Bandeja clearflood y clearflood large.
- **Bandeja 4:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 5:** Bandeja exclusiva Luma.
- **Bandeja 6:** Bandeja classicstreet y coreline.
- **Bandeja 7:** Bandeja farol, towntune y heritage.
- **Bandeja 8:** Bandeja farol, towntune y heritage.
- **Bandeja 9:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 10:** Bandeja exclusiva luma.
- **Bandeja 11:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 12:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 13:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 14:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 15:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 16:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 17:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 18:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 19:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 20:** Bandeja con material compartido por varias familias.
- **Bandeja 21:** Bandeja digistreet y tubepoint.
- **Bandeja 22:** Bandeja digistreet y tubepoint.
- **Bandeja 23:** Bandeja digistreet y tubepoint.
- **Bandeja 24:** Bandeja digistreet y tubepoint.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

- **Bandeja 25:** Bandeja digistreet y tubepoint.
- **Bandeja 26:** Bandeja digistreet y tubepoint.
- **Bandeja 27:** Bandeja AV módulos y Ocean
- **Bandeja 28:** Bandeja clearflood y clearflood large
- **Bandeja 29:** Bandeja Citysoul, Urban y Desconcesne.
- **Bandeja 30:** Bandeja Citysoul, Urban y Desconcesne.
- **Bandeja 31:** Bandeja Citysoul, Urban y Desconcesne.
- **Bandeja 32:** Bandeja de materiales semi obsoletos
- **Bandeja 33:** Bandeja de materiales semi obsoletos
- **Bandeja 34:** Bandeja vacía
- **Bandeja 35:** Bandeja vacía
- **Bandeja 36:** Bandeja de materiales semi obsoletos
- **Bandeja 37:** Bandeja vacía
- **Bandeja 38:** Bandeja de materiales semi obsoletos
- **Bandeja 39:** Bandeja Arena Visión G3.
- **Bandeja 40:** Bandeja vacía

Las agrupaciones que se hicieron en cada bandeja aparecen en el anexo G.

Terminada la simulación se pasó a la práctica, se sacaron todas las bandejas de modula y se rediseñaron las nuevas bandejas según si nueva distribución.

Para realizar esta tarea se aprovecharon dos factores, el primero fue la decisión de cambiar el modula de lugar para acercarlo a las líneas de fabricación y la segunda fue el aprovechamiento del parón de verano, que permitió poder realizar todos los cambios sin interrumpir el proceso de producción.

Una vez que todas las bandejas estuvieron sacadas del modula se retiró el material de la bandeja y se colocó en la parte delantera de esta de la misma manera, como se muestra en la figura 67.



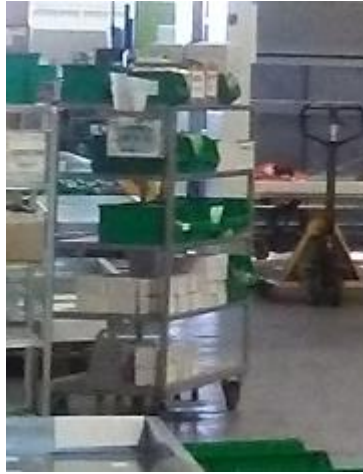
**Figura 67:** *Material fuera de la bandeja.*





## CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO

Una vez retirado todo el material se procedió a ir cajón por cajón recogiendo el material que iba a cada bandeja, para recopilar este material se utilizaron unos carros, como el que se muestra en la figura 68.



**Figura 68:** *Carro de material.*

Cuando se finalizó la fase de recogida de material, se hicieron las nuevas reparticiones de cada cajón y se etiquetó cada espacio con el código correspondiente, figura 69.



**Figura 69:** *Distribución de cajones.*

Por último, se rellenaron las bandejas y se volvieron a meter a modula.

Este proyecto está íntimamente ligado con el movimiento del modula, porque además de que se realizaron a la vez, ambos proyectos necesitaban del otro para que la mejora del proceso Kanban fuera eficiente.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

### 5.8. Cambio de ubicación de la zona Kanban.

Este proyecto consistió solo en el movimiento de la zona de Kanban a un lugar más cerca de las líneas de trabajo, con este proyecto se consiguió acercar el proyecto a las líneas 100 metros, pero en realidad estos 100 metros suponían un ahorro de 167 metros de recorrido con la moto de transporte.

Además, con la implementación de esta solución se pasó de tener el proceso metido en el medio del almacén (figura 70), a tenerlo antes de este (figura 71).

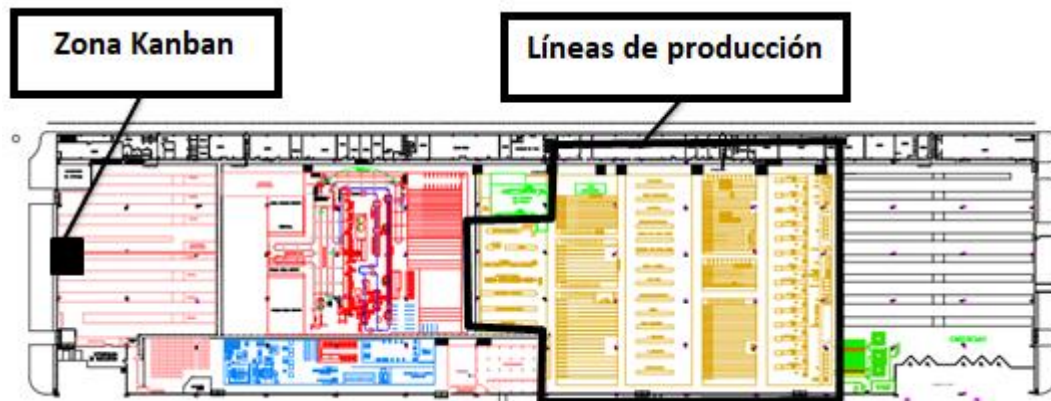


Figura 70: Antigua ubicación del proceso Kanban.

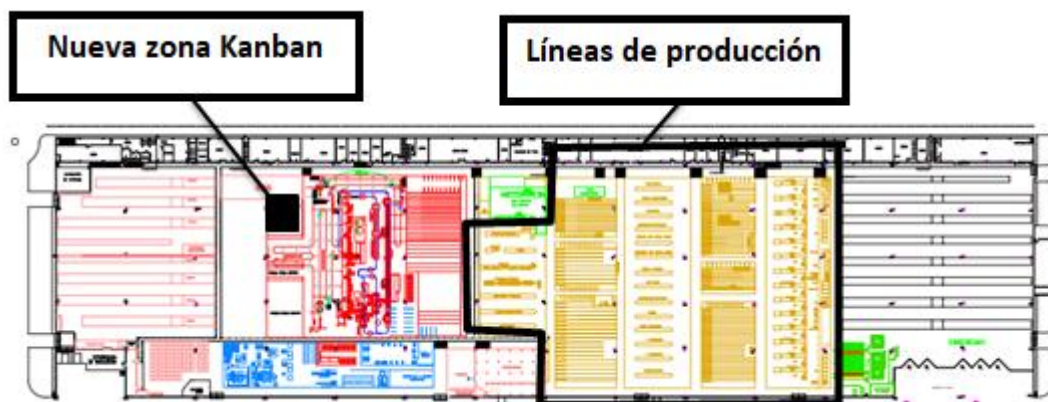


Figura 71: Nueva ubicación proceso Kanban.

Esta solución al igual que la anterior se implementó durante el parón de verano debido a la necesidad de que la fábrica estuviera inactiva para evitar perjudicar la producción.

Para llevar a cabo esta solución se movió el módulo a la zona indicada en la figura 70, además también se movieron junto con él las estanterías dónde se encontraba todo el material de reposición para evitar que los operarios se desplacen lo menos posible.

### 5.9. Estandarizar y crear documentos formativos de todos los nuevos procesos y de los antiguos que no lo tenían.

La última solución llevada a cabo fue la creación de estándares y documentos formativos para enseñar a la gente a funcionar con sus nuevas condiciones de trabajo, alguno de los



## **CAPÍTULO 5: SOLUCIONES LLEVADAS A CABO**

documentos que se crearon ya se han comentado anteriormente y otros se realizaron al final cuando todo el proceso fue estable. Los documentos realizados consistían en estados de referencia de los distintos puestos de trabajo, hojas de información relevante para el proceso como las hojas de horarios de recogida/reposición de material de las líneas de producción y las hojas de materiales necesarios para rellenar el módulo.

A continuación, en el capítulo seis se mostrarán las diferencias entre la situación inicial del proceso (antes de implantar todas las soluciones) y la situación actual y se analizarán los resultados obtenidos y las mejoras que estas implementaciones han supuesto en el proceso.

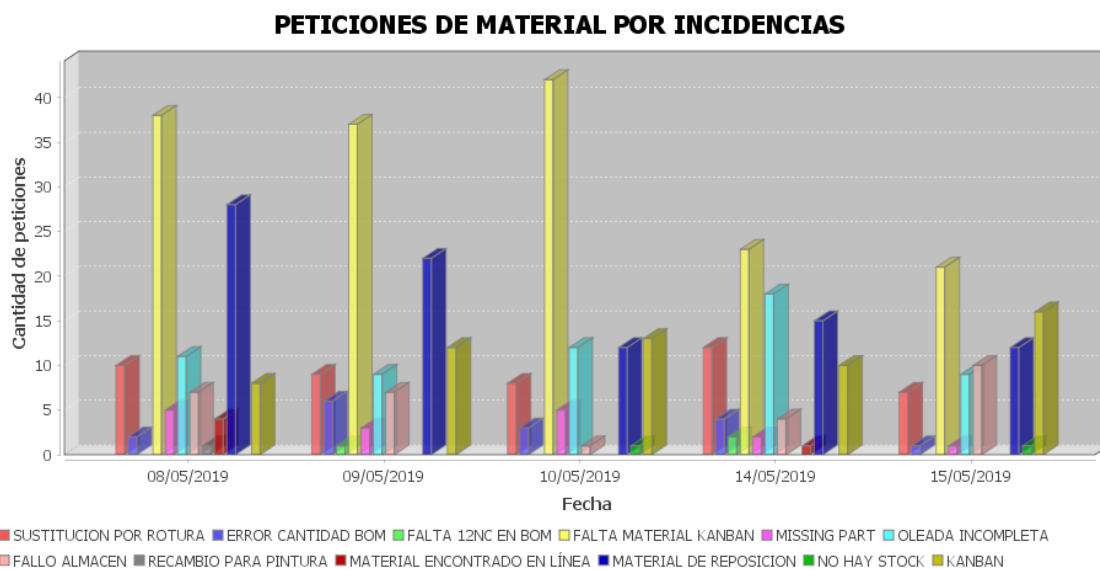




### CAPITULO 6: ESTADO ACTUAL.

Haciendo una comparativa entre el estado inicial en el que se encontraba el proceso y el estado actual, se puede ver como a medida que se iban implementando las diferentes soluciones propuestas, el proceso iba mejorando sobre todo en términos de eficiencia.

Si comenzamos por el número de incidentes por **“FALTA DE MATERIAL KANBAN”** se han conseguido reducir de un máximo de 30 incidencias diarias a una media de entre 3-4 por día (figura 72), esta reducción en las incidencias supone un aumento en la productividad de la persona que está manejando el proceso del 15%.



**Figura 72:** Faltas por material Kanban al inicio del proyecto.

Este aumento se puede sacar de forma muy sencilla de la siguiente manera: Cada incidencia que aparece en la aplicación supone una pérdida de tiempo de entre 5 y 10 minutos, este tiempo se reparte en la realización de las siguientes tareas:

- **Tiempo empleado en atender el teléfono/aplicación:** 30seg -1min
- **Tiempo empleado en buscar el material, primero informáticamente y después en el almacén:** 3-9 min
- **Tiempo empleado en llevar el material hasta la línea:** 1 – 5 min.

Con estos datos sacamos que el tiempo medio en atender una incidencia es de 10 min, aunque habrá incidencias que se resuelvan en 4 minutos y otras con las que se tarde más de 20.

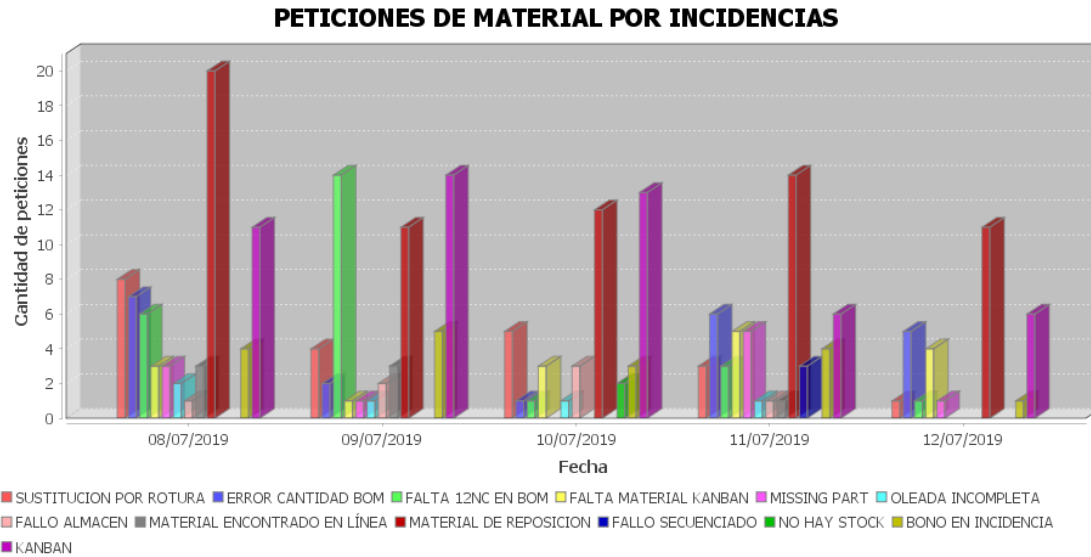
Teniendo en cuenta que la peor semana se produjeron una media de 30 incidencias diarias, el tiempo perdido al día fueron 300 min.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

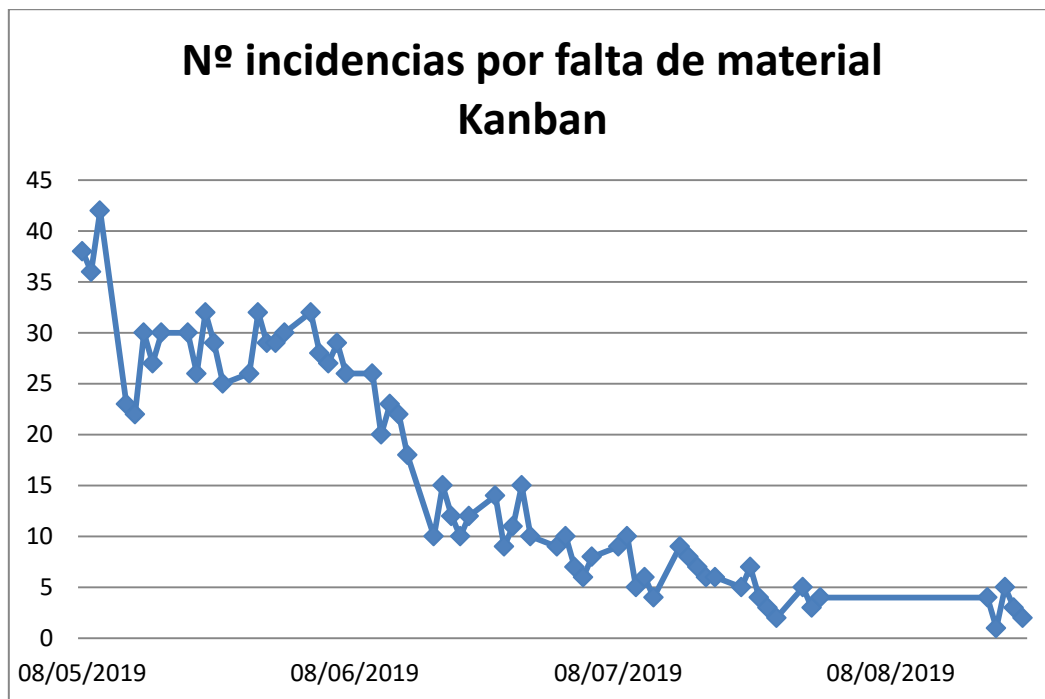
Si el tiempo productivo de una persona son 420 min (quitando el tiempo de descansos y reunión) y hay dos personas trabajando en el proceso (840 min), la pérdida de productividad es de un 36%, lo que supone un 18% por persona.

En el estado actual las incidencias son entre 3-4 (figura 73), la pérdida de productividad es solo de un 2%.



**Figura 73:** Faltas por material Kanban al final del proyecto.

En la figura 74 se va a mostrar cómo ha sido la evolución de este indicador en el tiempo.



**Figura 74:** Evolución de las faltas por material Kanban.

Y en la figura 75 se va a mostrar cómo ha ido aumentando la productividad diaria.





## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

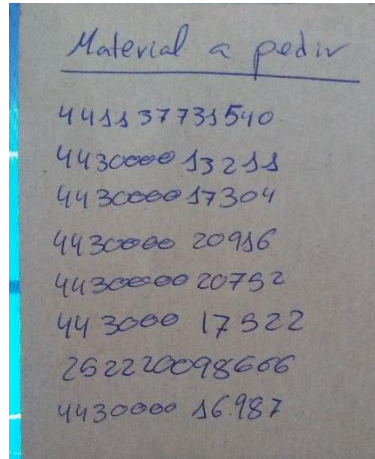


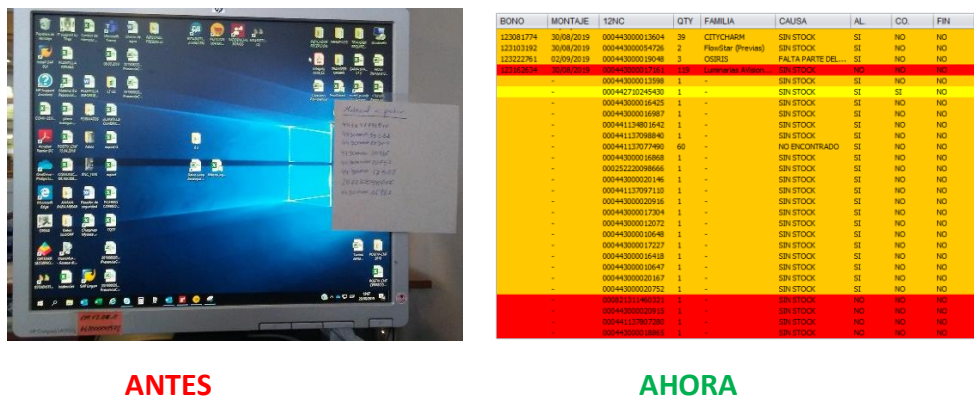
Figura 76: Pedidos pendientes

Una vez dado el visto bueno el material pasa a ser tramitado por el departamento de compras que da una respuesta sobre la fecha de llegada.

Todo este proceso se consigue hacer en un plazo máximo de 2 a 3 días, por lo que se ha reducido considerablemente el tiempo de respuesta.

Además, con esta nueva aplicación se puede conocer las veces que se está solicitando un material e investigar porque razón se agota el stock antes de lo previsto.

A continuación, se muestra una comparativa de la forma de hacer los pedidos antigua y la nueva.



ANTES

AHORA

Figura 77: Comparativa.

Como se puede ver en la figura 77 la nueva forma de hacer los pedidos además de ser más eficiente también es mucho más visual. Mediante los diferentes colores permite a los operarios conocer el estado en el que se encuentra el pedido.

La gestión visual ha sido una herramienta de gran ayuda a lo largo de toda la implantación y búsqueda de soluciones del proyecto, con la aplicación de esta herramienta se ha intentado facilitar el trabajo de los operarios.

Empleando los gomets para la identificación de las diferentes gavetas que pertenecen a una familia se ha conseguido agilizar tanto la tarea de reparto de gavetas, como la de reposición





## CAPÍTULO 6: ESTADO ACTUAL

de estas. De esta nueva forma el encargado de repartir las gavetas no tiene que perder el tiempo leyendo las etiquetas de las gavetas, simplemente viendo el color y la forma del gomet ya sabrá en qué línea lo debe dejar (figura 78).

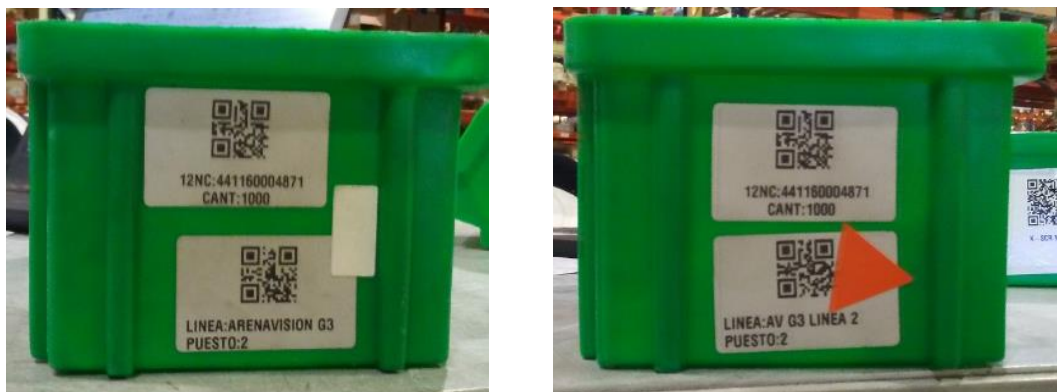


**Figura 78:** *Gavetas identificativas.*

Como se puede ver en la figura 79, en el carro dónde van las gavetas hay un cartel con los horarios de reparto que tiene el mismo gomet, lo que facilita la identificación.

Tanto los gomets cómo los carteles con los horarios de reparto han servido para lograr estandarizar y agilizar el proceso de reparto.

Por otro lado la colocación de gomets también ha agilizado y facilitado el trabajo de los operarios encargados de llenar las gavetas, ahora lo primero que hacen los operarios es agrupar todas las gavetas por códigos independientemente de la familia a la que pertenezcan, de esta forma todas las gavetas de un mismo código se rellenarán a la vez y su colocación en el carro de reparto será más intuitiva debido a que solo deben prestar atención en agrupar todas las gavetas con gomets del mismo color.



**Figura 79:** *Gavetas identificadas.*

Toda esta implantación ha conseguido reducir sobre todo los tiempos de reparto, al principio del proyecto el encargado de repartir las gavetas solo hacía 10 recorridos al turno que eran los que se necesitaban para suministrar 2 veces gavetas a cada línea de fabricación.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

Haciendo esos diez recorridos el tiempo medio de cada uno era de 42 min (cálculo desarrollado en el cap 4.2.)

Ahora con el nuevo método, además de realizar las 10 reposiciones de las líneas de fabricación, el operario de reparto del Kanban también se encarga de transportar las PCB's, las liras y las etiquetas.

Los repartos de estos tres materiales son mucho más sencillos por lo que solo se tardan en hacer 10 minutos, cada material se lleva dos veces, lo que haría un total de 6 repartos (60 minutos).

Con estas nuevas tareas el tiempo por reparto desciende en 6 minutos, pasa de 42 minutos a 36.

Si nos centramos en el control de stock al comienzo del proyecto se tenía un gran problema para identificar informáticamente qué parte del stock estaba en el almacén y que parte estaba en las líneas de montaje, con la implantación del nuevo método, además de conocer qué stock está en las líneas de montaje, se puede saber en qué línea exacta se encuentra (figura 80).

**Stock per Material**

Whse number 063 Valladolid warehouse  
Material 000443000020915 K-SUBASS. WIRE 350 BL-RD AVOV  
Plnt ES04

Stock per Material

Typ	StorageBin	SC	SS	PB	RE	Total Stock	Available stock	BUn	GR	Date
SLoc	Batch	Re	IA	CP	CR	Stock for putaway	Pick quantity	Cert.	No.	
150	ARENAG3					41-	41-	PCE		
0001						0	0			
810	MODULA					160	160	PCE	25.04.2019	
0001						0	0			

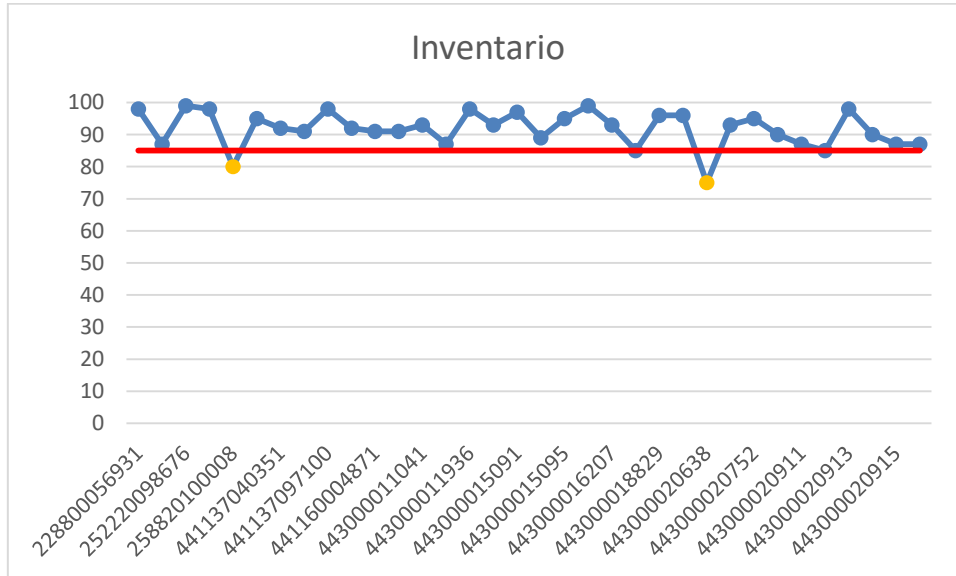
Figura 80: Stock SAP

Además, con la creación de las gavetas digitales también se puede saber cuáles son las gavetas que están llevando el material a la línea. Como ya se vio antes, podemos conocer que gavetas son las que están llenas en la línea y cual se han agotado y vuelven al almacén.

La implementación de este proyecto se ha realizado sobre una línea piloto y los resultados han sido muy buenos, se hicieron inspecciones periódicas con diferentes códigos para comprobar que el stock informático y real cuadraba (figura 81) y se siguió la trayectoria de las gavetas para comprobar que lo que marcaba informáticamente era cierto.



## CAPÍTULO 6: ESTADO ACTUAL

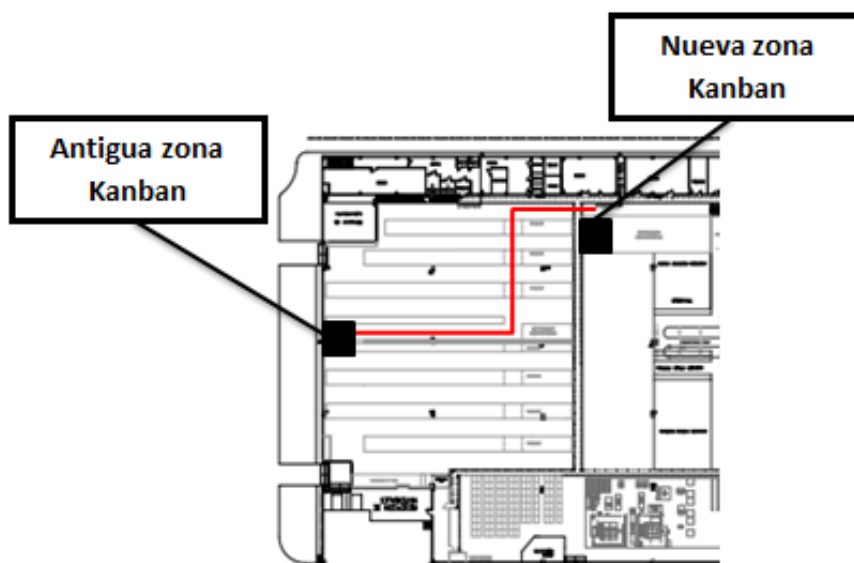


**Figura 81:** Inventarios.

Los inventarios que discrepaban más de un 15% del valor que debería de ser se corregía para evitar tener problemas más adelante. Como se puede ver en la figura 81 solamente dos materiales presentaron este problema.

Gracias a esta implementación se puede tener un control fiable de lo que ocurre en el terreno con solo mirar una pantalla, lo que ha permitido poderse anticipar a posibles fallos, como roturas de stock.

Por último, los cambios más radicales y que más repercusión ha tenido en el proceso han sido el cambio de ubicación del modula y el cambio en la logística de sus bandejas. Con el cambio de ubicación se ha conseguido reducir la distancia recorrida por la persona encargada de realizar las reposiciones en 167 metros (figura 82).



**Figura 82:** Recorrido reducido



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO

Teniendo en cuenta que este recorrido se realiza 10 veces en el turno de mañana y 4 veces en el turno de tarde, los ahorros en distancia son de 2,3 Km al día, lo que supone unos 11,5Km menos a la semana.

Lo que supone una reducción aproximada del 10% del recorrido total que realiza la persona encargada de las reposiciones Kanban. Si la distancia se reduce un 10%, entonces el tiempo empleado en hacer ese recorrido también se reducirá en la misma proporción, esta reducción de tiempo junto con la reducción por el empleo de la gestión visual vista anteriormente son las que permiten que el tiempo de reparto se reduzca en un 14%, pasando de 42 a 36 minutos.

Por otro lado, con el cambio de la distribución de las bandejas de modula, lo que se ha conseguido reducir es el tiempo de preparación de los carros de reparto. Anteriormente en el capítulo 4 se había comentado que el proceso de reposición de gavetas no era capaz de abastecer toda la demanda que tenía, el tiempo que se tardaba en rellenar un carro era de 55 minutos lo que provocaba retrasos que había que cubrir con el turno de tarde, dejando a este turno sin tiempo para poder rellenar de material el modula y provocando una situación en la que cada vez el modula estaba más vacío, lo que provocaba que los carros se tardaran más tiempo en rellenar.

Cuando comenzó el análisis de datos, el tiempo que se tardaba en rellenar un carro era de unos 55min, 13 minutos más de lo deseable y el modula tenía 235 productos que necesitaban ser repuestos porque estaban vacíos o a menos del 20% de su capacidad.

Con la nueva distribución de bandejas se ha logrado reducir bastante los tiempos de espera entre la recogida de materiales, estos tiempos de espera eran debidos a que las bandejas entraban y salían constantemente para poner los materiales al alcance del operario, con la agrupación de los códigos por familias y movimientos estos tiempos de espera se han reducido considerablemente.

Para poder apreciar esta reducción de forma mucho más visual a continuación se va a poner un ejemplo. Los cinco materiales que más se mueven en la fábrica son los siguientes:

- 443000013211 → Antiguo cajón 2.
- 443000015715 → Antiguo cajón 37.
- 443000011936 → Antiguo cajón 8.
- 443000011041 → Antiguo cajón 6.
- 443000016119 → Antiguo cajón 6.

Estos cinco materiales se montan en todas las luminarias de la fábrica, por lo que son los más solicitados, entre todos suman el 13,57% de las peticiones totales de material.

Para simplificar la explicación se va a suponer que solamente se solicitaran estos cinco artículos, el procedimiento que seguiría la máquina es el siguiente:

Primero sacaría la bandeja 2, esperaría a que es material fuera recogido y se confirmara la cantidad retirada, después metería la bandeja 2 y sacaría la bandeja 37, esperaría a la



## CAPÍTULO 6: ESTADO ACTUAL

confirmación de recogida, metería la bandeja 37 y sacaría la bandeja 8, esperaría a la confirmación de recogida, metería la bandeja 8 y sacaría la bandeja 6, esperaría a la confirmación de recogida de ambos materiales de dicha bandeja y por último metería la bandeja 6.

Si medimos el tiempo que se tarda en hacer todo este proceso tendremos:

- Salida de bandeja 2: 10"
- Recogida del material 443000013211: 12"
- Entrada bandeja 2: 10"
- Salida de bandeja 37: 10"
- Recogida del material 443000015715: 28"
- Entrada bandeja 37: 10"
- Salida de bandeja 8: 10"
- Recogida del material 443000011936: 62"
- Entrada bandeja 8: 10"
- Salida de bandeja 6: 10"
- Recogida del material 443000011041: 20"
- Recogida del material 443000016119: 22"
- Entrada bandeja 6: 10"

El tiempo total que se tardaría en reponer las gavetas con dichos códigos en total sería de 224" que serían 3 minutos y 44 segundos.

Con la nueva distribución de cajones estas cinco referencias se han agrupado en el cajón 2 (figura 77) por lo que ahora la logística sería la siguiente:

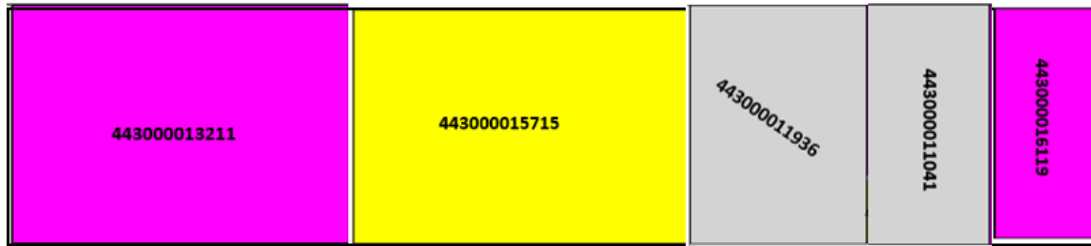
- Salida de bandeja 2: 10"
- Recogida del material 443000013211: 12"
- Recogida del material 443000015715: 28"
- Recogida del material 443000011936: 62"
- Recogida del material 443000011041: 20"
- Recogida del material 443000016119: 22"
- Entrada bandeja 2: 10"

El nuevo tiempo total en rellenar las gavetas sería de 164" es decir 2 minutos y 44 segundos.

Solo con la recogida de estas cinco referencias se ha conseguido reducir el tiempo de preparación en un minuto.



## MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO



**Figura 83:** Nueva distribución del cajón 2.

Si analizamos la reducción del número de mantenencias que realizan las bandejas en cinco días diferentes el resultado obtenido se muestra en la tabla 10.

Ahorro medio (C1)	6.97
Ahorro medio (C2)	10.60
Ahorro medio (C3)	6.60
Ahorro medio (C4)	9.31
Ahorro medio (C5)	5.84
Ahorro medio total	7.86

**Tabla 10:** Ahorros de tiempo medio por carro medido en minutos.

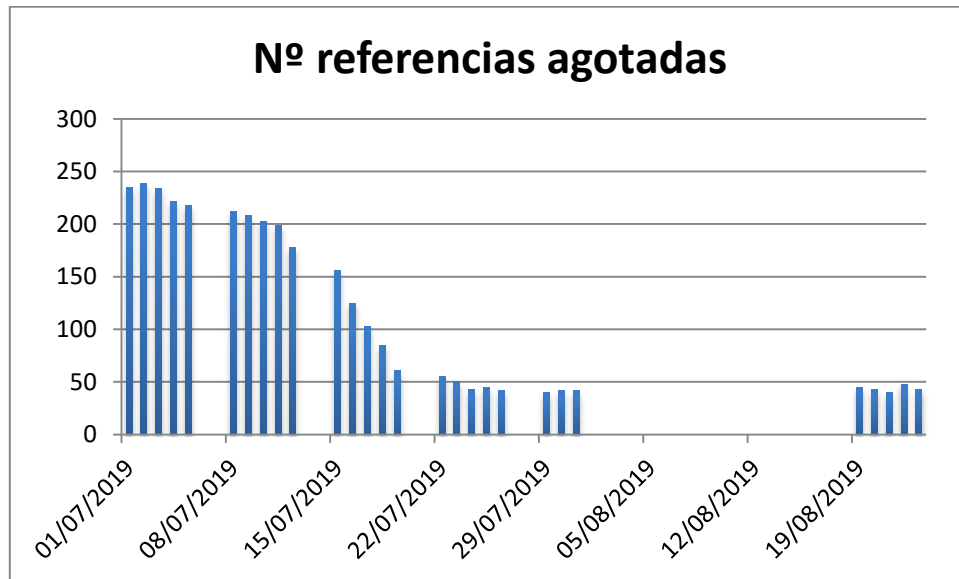
Los cálculos de los ahorros de tiempo, por la reducción de las mantenencias aparecen en el anexo H.

Como se puede ver en la tabla 10 los carros que en los que más se ha notado esta agrupación son el carro 2 y el 4.

Además de esta importante reducción de tiempo, también se debe tener en cuenta cómo afecta a la reposición de carros la reposición del modula. Al principio del proyecto como ya se ha comentado había 235 productos que estaban agotados en el modula, lo que esto implica es que cada vez que se solicita un código que no tiene stock el tiempo que se tarda en rellanar esa gaveta pasa de ser como máximo dos minutos a ser de más de 5.

Gracias al documento diario de reposición de materiales se ha conseguido pasar de 235 materiales a 43, que son los materiales que se agotan diariamente. La evolución de la cantidad de materiales a reponer se puede ver en la figura 84.

Con todas estas mejoras se ha conseguido que el tiempo que se tarda en reponer un carro haya pasado de ser 55 minutos a ser de 42, consiguiendo lograr el objetivo que se había marcado al principio del proyecto.



**Figura 84:** Cantidad de materiales a reponer.

En la situación actual se repone un carro cada 40 minutos, dando tiempo a rellenar los 10 carros necesarios para el reparto en el turno de mañana, mientras que en el turno de tarde ahora tienen tiempo suficiente para poder suministrar y reponer solo las líneas que están en turno de tarde y el tiempo que sobra lo dedican a rellenar el modula.

Por último si analizamos la cantidad de material que es capaz de suministrar el modula vemos que ha pasado de una media de 190 materiales al turno a una media de 230, lo que supone un aumento de la productividad de la máquina del 21%.







### CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.

#### 7.1. CONCLUSIONES

Como consecuencia del trabajo desarrollado a lo largo de cuatro meses en el presente proyecto se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- A través del trabajo de se ha conseguido conocer en qué consistía todo el proceso de abastecimiento y aportar soluciones válidas que han servido para mejorar la productividad del proceso
- Se ha mejorado la comunicación interdepartamental gracias a la implantación de una aplicación que permite conocer si se ha roto el stock de algún material en tiempo real de esta forma tanto el departamento de compras como el almacén podían buscar una solución al problema lo antes posible.
- Mediante la implementación de las gavetas virtuales se ha conseguido tener una representación virtual muy fiable de cuál es el estado de las gavetas y cuáles son los movimientos que han tenido (figura 85).

Supply Area	Material	Description	Kanban Quantity	
90	000443000020911	K-SUBASS. WIRE 550 BL-RD AVOV	100	40289 40290 40291
90	000443000020912	K-SUBASS. WIRE 550 BL-BLU AVOV	100	40292 40293 40294
90	000443000020913	K-SUBASS. WIRE 350 BLU-RD AVOV	100	40295 40296 40297
90	000443000020914	K-SUBASS. WIRE 150 BLU-RD AVOV	100	40298 40299 40300
90	000443000020915	K-SUBASS. WIRE 350 BL-RD AVOV	50	40301 40302 40303
90	000443000020916	K-SUBASS. WIRE 350 BL-BLU AVOV	50	40304 40305 40306

**Figura 85:** Gavetas virtuales

- Se ha logrado controlar aún más el stocaje sabiendo si el material se encuentra en las líneas de producción o en el almacén, además de saber si está en las líneas de producción, con la nueva forma de trabajo se puede conocer exactamente en qué línea/s se está consumiendo (figura 86).



**Stock per Material**

Whse number 063 Valladolid warehouse  
Material 000443000020915 K-SUBASS. WIRE 350 BL-RD AVOV  
Plnt ES04

Stock per Material

Typ	StorageBin	SC	SS	PB	RB	Total Stock	Available stock	BUn	GR	Date
SLoc	Batch	Re	IA	CF	CR	Stock for putaway	Pick quantity	Cert.	No.	
150	ARENAG3					41-	41-	PCE		
0001						0	0			
810	MODULA					160	160	PCE	25.04.2019	
0001						0	0			

**Figura 86:** *Producto consumiéndose en el Arena Vision G3.*

Al final gracias a la implementación de todas las soluciones propuestas se han logrado cumplir todos los objetivos marcados al principio del proyecto.

- El tiempo de respuesta interdepartamental ha conseguido reducirse de 5 a 3 días.
- El tiempo de preparación de los carros se ha reducido de 55 a 40 minutos, lo que supone una reducción del tiempo de preparación del 27%. Esta reducción es debida al cambio de distribución de los cajones que permite reducir el tiempo de espera entre bandeja y bandeja, a la ayuda de la gestión visual proporcionada por los gomets para reconocer de forma más rápida la gaveta que pertenece a cada línea y por último al empleo de un programa que permite conocer qué materiales son los que se han agotado y hay que reponer.
- También se ha conseguido reducir el tiempo de reparto a 6 minutos que corresponde con un 14%, esta reducción también se debe a la agilidad que proporciona la gestión visual y al cambio de ubicación del proceso.
- El número de incidencias se ha reducido de una media de 30 averías semanales a 3-4, lo que ha supuesto un aumento de productividad de un 15%.
- Por último, hay que destacar que la máquina ha logrado un aumento de productividad del 21% al pasar de suministrar una media de 190 materiales al turno a suministrar 230.

## 7.2. LÍNEAS FUTURAS.

La mejor parte de este proyecto ha sido que además de conseguir mejorar el proceso Kanban, ha abierto la puerta a nuevos proyectos de mejora.

Los más destacados y factibles para llevarse a cabo son:

### 7.2.1 Extrapolar las mejoras obtenidas en la línea piloto al resto de líneas.

El objetivo de este nuevo proyecto sería extrapolar todas las mejoras obtenidas en la implementación del método de las gavetas virtuales al resto de líneas productivas.



## CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Una vez capitalizado a toda la fábrica se podrían utilizar los datos recaudados digitalmente para predecir futuros problemas de falta de stock, aumentos y adelantos de producción y desde el proceso Kanban poder prepararse incluso anticiparse para hacer frente a estos problemas.

### 7.2.2 **Llevar a cabo un problema de automatización del proceso de transporte.**

Otro de los proyectos que sería factible de llevar a cabo sería automatizar la parte del transporte de gavetas. El proyecto propuesto sería sustituir al operario de transporte y la moto que maneja por un AGV capaz de transportar las estanterías con gavetas hasta la zona de reposición, para una vez rellenas devolver el carro a la línea con todo el material repuesto.

### 7.2.3 **Llevar el material en Kit's.**

Este futuro proyecto sería muy interesante porque eliminaría los excesos de stock que existen en la líneas, de esta manera cada luminaria tendría un kit en el que estarían todos los materiales que necesita para montarse, además podría servir para prevenir posibles fallos de olvido de material, el operario de montaje sabría que si al final del montaje le queda en el kit algún componente, significaría que se le ha olvidado poner dicho material.





### BIBLIOGRAFÍA

#### *Bibliografía.*

- Apuntes de Herbert Molenaar. Resolución práctica de problemas. Philips University. 2014
- Escuela de organización industrial. Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implantación. Fundación EOI 2013.
- Womack James y Daniel T.Jones. Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporations. Simon & Schuster. New York, 1996.

#### *Páginas web.*

- Ranking de empresas Valladolid. Recuperado el 18 de julio de 2019. <https://ranking-empresas.eleconomista.es/SIGNIFY-MANUFACTURING-SPAIN.html>.
- Ranking de empresas del sector. Recuperado el 18 de julio de 2019. <https://ranking-empresas.eleconomista.es/SIGNIFY-MANUFACTURING-SPAIN.html>.
- Signify. Recuperado el 15 julio de 2019. <https://www.signify.com/es-es>.