



Universidad Miguel Hernández

Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas de Elche

Máster en Administración y Dirección de Empresas

Trabajo Fin de Máster

**PROPUESTA DE HERRAMIENTAS PARA EL  
CONTROL Y LA MEJORA CONTINUA DE UNA  
PLANTA PRODUCTIVA DE PIEDRA NATURAL**

Curso académico 2015/2016

Estudiante: Víctor Marín Ruiz

Tutor: Ignacio Mira Solves



El presente Trabajo Final de Master, desarrollará un análisis de la situación actual de una planta productiva de corte a medida y elaboración de despieces para proyectos de piedra natural, y propondrá una serie de herramientas a implantar en la misma, basadas en la metodología Lean Manufacturing, con el fin de establecer una dinámica de control de las actividades que se desarrollan en la planta productiva, y establecer una dinámica de mejora continua que permita afrontar a los mandos de la planta y a sus operarios los retos que se plantean en un sector tan competitivo y difícil como es el sector de la piedra natural. Se plantea con ello un cambio cultural en la empresa, basado en esta dinámica de mejora continua.

El trabajo seguirá los siguientes pasos:

1. Contextualización del sector y la actividad.
2. Descripción de la empresa y la planta productiva objeto del trabajo.
3. Análisis de la empresa y la planta productiva objeto del trabajo.
4. Propuesta de herramientas a implantar que fortalezcan la planta productiva objeto del trabajo y faciliten el cambio cultural hacia la mejora continua.
5. Calendario de implantación de las herramientas propuestas y herramientas de control de la misma.
6. Conclusiones.

Las herramientas propuestas, pretenden influir sobre las áreas principales, y que, tras un análisis previo, hayamos aspectos mejorables, que son:

- La cadena de suministro y gestión de la subcontratación.
- El control de costes y rentabilidad de la planta y del portfolio de proyectos que se desarrollan en la misma.
- Los plazos de entrega y alcance de los proyectos.
- La calidad del proceso y las reclamaciones de clientes.
- Las condiciones de orden y limpieza.
- El absentismo laboral y gestión de las personas.
- El Lay-out de la planta productiva.
- Mejora continua de la planta productiva en su conjunto.

Además, se proponen una serie de acciones para establecer una dinámica de seguimiento tanto de la implantación de las herramientas, como del desarrollo de la actividad de la planta productiva, de forma periódica y estandarizada en el tiempo.

Aprovechando la experiencia previa con herramientas de Lean Manufacturing, utilizadas en las otras plantas productivas de la empresa, propondremos la implantación de herramientas como:

- 5´s.
- Gestión visual.
- Equipos autónomos.
- KANBAN.
- TPM.
- SMED.
- Estandarización de procesos.
- Metodología KAIZEN.

Los estándares y plantillas propuestas en este trabajo son de elaboración exclusiva para el mismo, quedando exentas de utilización real en la empresa.

## INDICE

CAPITULO I. CONTEXTUALIZACIÓN.....	9
1. Objeto del proyecto.....	9
2. Contextualización. ....	10
2.1. Sector de la piedra natural. ....	10
2.1.1. Tipos de piedra natural.....	11
2.1.2. Cadena de valor de la piedra natural. ....	15
2.1.2.1. Proceso de producción de las tablas. ....	16
2.1.2.2. Tipos de acabados.....	20
2.2. Descripción de la empresa. ....	23
2.2.1. Descripción de la actividad.....	29
2.2.2. Descripción de la planta.....	30
2.2.2.1. Cadena de manutención de material y consumibles.....	31
2.2.2.2. Sección de corte. ....	31
2.2.2.3. Sección de elaborado. ....	33
2.2.2.4. Sección de Corta-bloques.....	35
2.2.2.5. Sección de cargas o expediciones.....	36
2.2.2.6. Sección de mantenimiento y almacén. ....	37
CAPITULO II. ANÁLISIS. ....	38
3. Análisis de la situación actual. ....	38
3.1. Análisis de las áreas clave de la planta.....	38
3.2. Indicadores actuales de la planta. ....	43
3.3. Diagnóstico de la situación actual. ....	46
4. Estudio de las posibles herramientas a implantar.....	46
4.1. Herramientas del Lean Manufacturing.....	47
4.1.1. Lean thinking.....	47
4.1.1.1. Despilfarros vs valor añadido.....	48

4.2. El control de costes y rentabilidad de la planta y del portfolio de proyectos.....	55
4.2.1. Cuadro de mandos e indicadores clave. ....	55
4.3. Plazos de entrega y alcance de los proyectos. ....	57
4.3.1. KANBAN. ....	57
4.3.2. Total Productive Maintenance (TPM). ....	58
4.3.3. Matriz de Polivalencia. ....	61
4.3.4. Single minute Exchange or die (SMED). ....	62
4.4. La calidad del proceso y las reclamaciones de clientes. ....	65
4.4.1. Gestión visual.....	65
4.4.2. Estandarización de las operaciones.....	66
4.5. Las condiciones de orden y limpieza.....	68
4.5.1. 5´S.....	68
4.6. El absentismo laboral y gestión de las personas.....	71
4.6.1. Equipos autónomos y Tareas rotativas. ....	71
4.7. Mejora continua de la planta productiva en su conjunto y del Lay-out. ..	72
4.7.1. Metodología KAIZEN.....	73
4.7.2. Indicadores para el equipo autónomo. ....	73
4.7.3. Sistema de recogida de sugerencia de mejoras. ....	73
5. Análisis del plan de mejora a implantar. ....	74
5.1. Valoración de las herramientas a implantar. ....	74
CAPITULO III. PROPUESTA. ....	76
6. Justificación de la solución adoptada. ....	76
6.1. Planificación de los pedidos a proveedores internos y externos. ....	77
6.2. Cuadro de Mandos e Indicadores clave. ....	79
6.2.1. Objetivos para la planta.....	82
6.3. Seguimiento de proyectos. ....	84

6.4.	Panel KANBAN.....	87
6.5.	Notas de material. ....	91
6.6.	Matriz de Polivalencia.....	93
6.7.	SMED. ....	94
6.8.	TPM.....	95
6.8.1.	Planes de mantenimiento.....	95
6.8.2.	Cuadro de mandos de mantenimiento e indicadores clave.....	97
6.8.3.	Panel KANBAN. ....	99
6.8.3.1.	Registro de datos.....	102
6.8.4.	Recepción de incidencias e intervenciones.....	102
6.8.5.	Análisis de incidencias e intervenciones. ....	103
6.8.6.	Reparación de incidencias. ....	107
6.8.6.1.	Gestión del personal de mantenimiento.....	107
6.8.6.2.	Gestión de los repuestos y consumibles.....	107
6.8.7.	Puesta en marcha y periodo de prueba. ....	108
6.8.8.	Validación de las intervenciones. ....	109
6.8.9.	Cierre de incidencias.....	109
6.9.	Control de calidad autónomo.....	110
6.10.	Estandarización de operaciones. ....	111
6.11.	5´s .....	113
6.12.	Gestión Visual. Panel Lean e Indicadores de GV. ....	119
6.13.	Equipos autónomos.....	121
6.14.	Reuniones de 5 minutos.....	122
6.15.	Reuniones en cascada.....	122
6.16.	Organización de los almacenes intermedios.....	123
6.17.	KAIZEN. ....	124
6.18.	Tarjetas de respuesta rápida.....	129

7. Implantación del plan de mejora. ....	131
7.1. Calendario de implantación. Diagrama GANT.....	131
7.2. Análisis económico de la implantación. ....	132
7.3. Beneficios intangibles previstos.....	136
CAPITULO IV. EVALUACIÓN Y CONTROL. ....	137
8. Evaluación de la implantación de las herramientas propuestas. ....	137
8.1. Auto-auditorias 5s.....	137
8.2. Auditorias. Road Map. ....	140
9. Gestión y control de la planta. ....	141
CAPITULO V. CONCLUSIONES. ....	143
10. Conclusiones.....	143
11. Anexos. ....	146
12. Bibliografía consultada. ....	146
INDICE DE ILUSTRACIONES. ....	147
INDICE DE TABLAS. ....	149
INDICE DE GRÁFICOS .....	150

## **CAPITULO I. CONTEXTUALIZACIÓN.**

### **1. Objeto del proyecto.**

El objeto de este trabajo final de master es proponer un sistema de control y mejora continua del proceso productivo, y una actualización de la gestión de una planta de producción, mediante la aplicación de técnicas de organización del sistema productivo y herramientas para el análisis de datos.

La empresa para la que se realizará este trabajo y su posterior evaluación de impacto en el proceso productivo, recibirá el seudónimo de PIEDRA NATURAL SL., con sede en el municipio de Novelda, más en concreto en su planta-taller, denominada como Novelda-7.

Los objetivos que persigue este trabajo será incidir sobre los aspectos fundamentales que condicionan el funcionamiento de la planta, que son:

- La cadena de suministro y gestión de la subcontratación.
- El control de costes y rentabilidad de la planta y del portfolio de proyectos que se desarrollan en la misma.
- Los plazos de entrega y alcance de los proyectos.
- La calidad del proceso y las reclamaciones de clientes.
- Las condiciones de orden y limpieza.
- El absentismo laboral y gestión de las personas.
- El Lay-out de la planta productiva.
- La mejora continua de la planta productiva en su conjunto.

Propondremos medidas para mejorar estas áreas, partiendo de una evaluación inicial de la planta. Todas las acciones serán consensuadas y estarán en continua retroalimentación por los operarios y mandos de la planta.

## **2. Contextualización.**

### **2.1. Sector de la piedra natural.**

Dentro del ámbito nacional, la piedra natural es un sector económico tradicional y maduro que está viviendo una etapa de transformación debido al cambio del panorama económico internacional. El aumento de la competencia de nuevos países, así como la aparición de productos nuevos, muy competitivos, ha llevado al sector español de la piedra natural a cambiar su estrategia de crecimiento en los últimos años, basándose en actuaciones de diferenciación a través de una fuerte inversión en I+D+I, tratando de situarse en una posición de liderazgo, tanto en el proceso de extracción y elaboración, como en la posterior comercialización y marketing del producto.

La industria encargada de la extracción y producción del material para su comercialización se encuentra localizada en puntos concretos de la geografía nacional, y casi siempre en zonas de interior que no disponen de otra industria.

Otra característica que define al sector extractivo y elaborador de la piedra natural es el tamaño de las empresas que lo componen que en su mayor parte se trata de empresas familiares de pocos trabajadores que explotan canteras de gran potencial. Su capacidad de trabajo, junto con el referido potencial de los yacimientos, ha hecho que en la última década se haya producido una importante expansión de la capacidad exportadora de estas empresas familiares. De esta forma, en este sector se pueden encontrar empresas de 10 trabajadores que exportan el 10% de su producción.

La industria de la piedra natural se apoya en la industria auxiliar que le proporciona los medios técnicos y materiales para realizar la extracción, la elaboración y su instalación.

En este sector complementario se encuadran los fabricantes de maquinaria, de abrasivos, de herramientas diamantadas y los fabricantes, distribuidores e instaladores de anclajes.

Por último, destacar la existencia de un amplio conjunto de empresas minoristas que comercializan al detalle, denominadas comúnmente

"marmolistas", que se abastecen de la industria transformadora de piedra natural y que agrupan en sus actividades a miles de empresas de pequeño tamaño.

La crisis económica actúa como potenciador de las amenazas existentes en el sector, poniendo en relieve las debilidades que permanecen ocultas durante los períodos de crecimiento económico.

La producción de piedra de las potencias emergentes como China, India y Turquía genera una dura competencia que está reduciendo la cuota de mercado de países como España, que deben plantear las estrategias necesarias para seguir consolidándose y creciendo<sup>1</sup>.

### **2.1.1. Tipos de piedra natural.**

En casi todos los países del mundo se extrae piedra en mayor o menor medida. Este producto natural, es el resultado de una formación geológica cuyo proceso comienza en la fase inicial de la formación de nuestro planeta, hace ciento de millones de años.

La piedra natural, se encuentra a ras de tierra o a grandes profundidades lo que hace el coste muy elevado para su extracción. Antiguamente la extracción de esta piedra se hacía de forma manual con cuñas de madera, cabestros, cuerdas, picos y palas. Hoy en día la extracción del mármol además de ser costosa es peligrosa, ya que se usan explosivos y maquinaria pesada y al trabajarse al aire libre, la persona está expuesta a la caída de alguna piedra, por lo que se han perdido muchas vidas en las canteras. El material explosivo se emplea exclusivamente para aislar el mármol que se quiere extraer de los escombros y de los bloques.

Por otra parte, el corte de los bloques de mármol se ejecuta mediante la sierra de cable, sistema que permite obtener bloques de las dimensiones deseadas e

---

<sup>1</sup> CENTRO TECNOLÓGICO DEL MARMOL. (2010). PLAN ESTRATÉGICO DE LA AGRUPACIÓN EMPRESARIAL INNOVADORA DE LA PIEDRA NATURAL.

intactos, sin ninguna superficie de rotura, además se usan hilos de diamante, fantini y todo tipo de maquinarias de última generación.

Los principales tipos de piedra natural son:

- Granito: El subsector está fuertemente localizado en Galicia, principalmente en Pontevedra.
- Mármol y Caliza: La Comunidad Valenciana (con Alicante a la cabeza), Andalucía y Murcia centran sus industrias de la piedra fundamentalmente en estos productos.
- Pizarra: Al igual que el granito, tiene una fuerte implantación en Galicia, sobre todo en Ourense<sup>2</sup>.

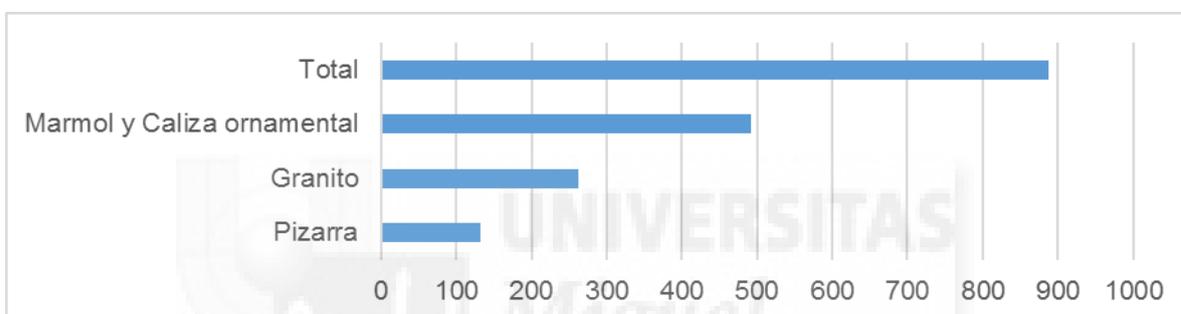


Figura 1. Canteras en explotación en España. (CENTRO TECNOLÓGICO DEL MARMOL, 2010)

Nos centraremos en describir los tipos de piedra natural que trabaja la planta en cuestión.

- El mármol Crema Marfil, es una piedra de color Crema Marfil amarillento, con tonalidad clara, en el que pueden apreciarse algunas pequeñas vetas oscuras irregularmente repartidas. El Crema Marfil, se extrae en la provincia de Alicante. Es una caliza recristalizada en la que predomina una gran acumulación de fósiles. En la cantera Crema Marfil, los frentes de explotación de canteras son de grandes dimensiones, poco estratificados y con muchos bancos. Los bloques extraídos son de gran tamaño. En el Crema Marfil, existe un gran volumen de ventas de este mármol, de hecho, es la piedra natural más demandada en la actualidad. El Crema Marfil, admite cualquier tipo de acabado superficial como

<sup>2</sup> CENTRO TECNOLÓGICO DEL MARMOL. (2010). PLAN ESTRATÉGICO DE LA AGRUPACIÓN EMPRESARIAL INNOVADORA DE LA PIEDRA NATURAL.

bruto, pulido, envejecido, apomazado, flameado y abujardado. La utilización del Crema Marfil puede ser en interiores o también en exteriores.

- El mármol Marrón Emperador es una piedra de color marron oscuro, compacta y de grano fino, tonalidad uniforme y que presenta abundancia de unas vetas pequeñas, entre cruzadas y de color amarillento. El Marrón Emperador se extrae en la provincia de alicante. El Marrón Emperador es una caliza dolomitizada. El Marrón Emperador tiene unos frentes de explotación de canteras son de grandes dimensiones, someramente estratificados y se subdividen en blancos. Del Marrón Emperador pueden extraerse bloques de dimensiones grandes. El Marrón Emperador admite cualquier tipo de acabado superficial como bruto, pulido, envejecido, apomazado, flameado, apomazado y abujardado. La utilización de este Marrón Emperador, se utiliza preferentemente en interiores y exteriores.
- El Niwala Yellow es una arenisca de color crema amarillenta. El Niwala Yellow es una lumaquela de grano muy grueso formada por fragmentos de briozoos, algas, moluscos, equinodermos y foraminiferos. El Niwala Yellow contiene menos del 5% de material arenoso-conglomeratico siliceo. En el Niwala Yellow los contactos entre los fragmentos de fosiles estan interpenetrados. El Niwala Yellow se extrae en la provincia de Albacete. El Niwala Yellow se clasifica como una piedra biocalcirrudita. El Niwala Yellow debe ceñirse a lo que recomiendan las normas internacionales para este tipo de piedras. El Niwala Yellow soporta el acabado de bruto, envejecido pero el más utilizado en esta arenisca es el apomazado.
- El mármol Negro Marquina es una piedra de color negro, con alguna zona clara, compacta y de grano fino. El Negro Marquina se extrae en la provincia de alicante. El Negro Marquina es una caliza arrecifal recristalizada, con algunas vetas de calcita, en la que se pueden apreciar restos de fósiles. En el Negro Marquina los frentes de explotación de canteras son de gran longitud y altura, con varios y potentes bancos, de los que se extraen bloques de grandes dimensiones. El Negro Marquina admite cualquier tipo de acabado

superficial para este tipo de piedras como bruto, pulido, envejecido, apomazado, flameado y abujardado. La utilización de este Negro Marquina puede ser para interiores o también para exteriores. La principal combinación de materiales se realiza con el Blanco Macael aunque con el Crema Marfil también se utiliza con bastante frecuencia por su elegancia. Puede pasar de un color negro casi absoluto, hasta otro en el que abunda el vetado blanco.

- La Caliza Capri es una piedra de color crema amarillenta, con tonalidad clara y de grano fino. La Caliza Capri se extrae en la provincia de Almería. La Caliza Capri es una caliza oolítica masiva en la que pueden apreciarse algunos restos fósiles. La Caliza Capri posee unos frentes de explotación de canteras que forman bancos potentes y son de mediana longitud, los bloques son de un tamaño también mediano, aunque pueden extraerse bloques de gran tamaño. La Caliza Capri posee un gran volumen de ventas de mármol y de reservas. La Caliza Capri admite casi cualquier tipo de acabado superficial como bruto, apomazado y hasta abujardado. Podemos encontrar un símil a esta caliza en la Caliza Marbella, una caliza con el mismo aspecto a un precio más competitivo.
- La Caliza Marbella es una piedra de color crema amarillenta, con tonalidad clara y de grano fino. La Caliza Marbella se extrae en la provincia de Almería. La Caliza Marbella es una caliza olítica masiva en la que pueden apreciarse algunos restos fósiles y unas especies de nubes, también denominados gabarro. La Caliza Marbella posee unos frentes de explotación de canteras que forman bancos medianos y son también de mediana longitud, los bloques son de un tamaño mediano, aunque pueden extraerse bloques de gran tamaño. La Caliza Marbella posee un gran volumen de ventas de mármol por su asequible precio y de reservas. La Caliza Marbella es un símil de la Caliza Capri admite casi cualquier tipo de acabado superficial como bruto, apomazado y hasta abujardado<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> (<http://www.elcremamarfil.com/>, 2016)

### 2.1.2. Cadena de valor de la piedra natural.

Pasaremos a describir la cadena de valor completa de la extracción, procesado y venta de la piedra natural. La planta objeto de este proyecto, se centra en la fase de ELABORACION, partiendo de la tabla producida en otros centros productivos de la empresa, y finalizando con el servicio al cliente. La fracción de la cadena de valor en la que opera la planta se encuentran recuadradas.

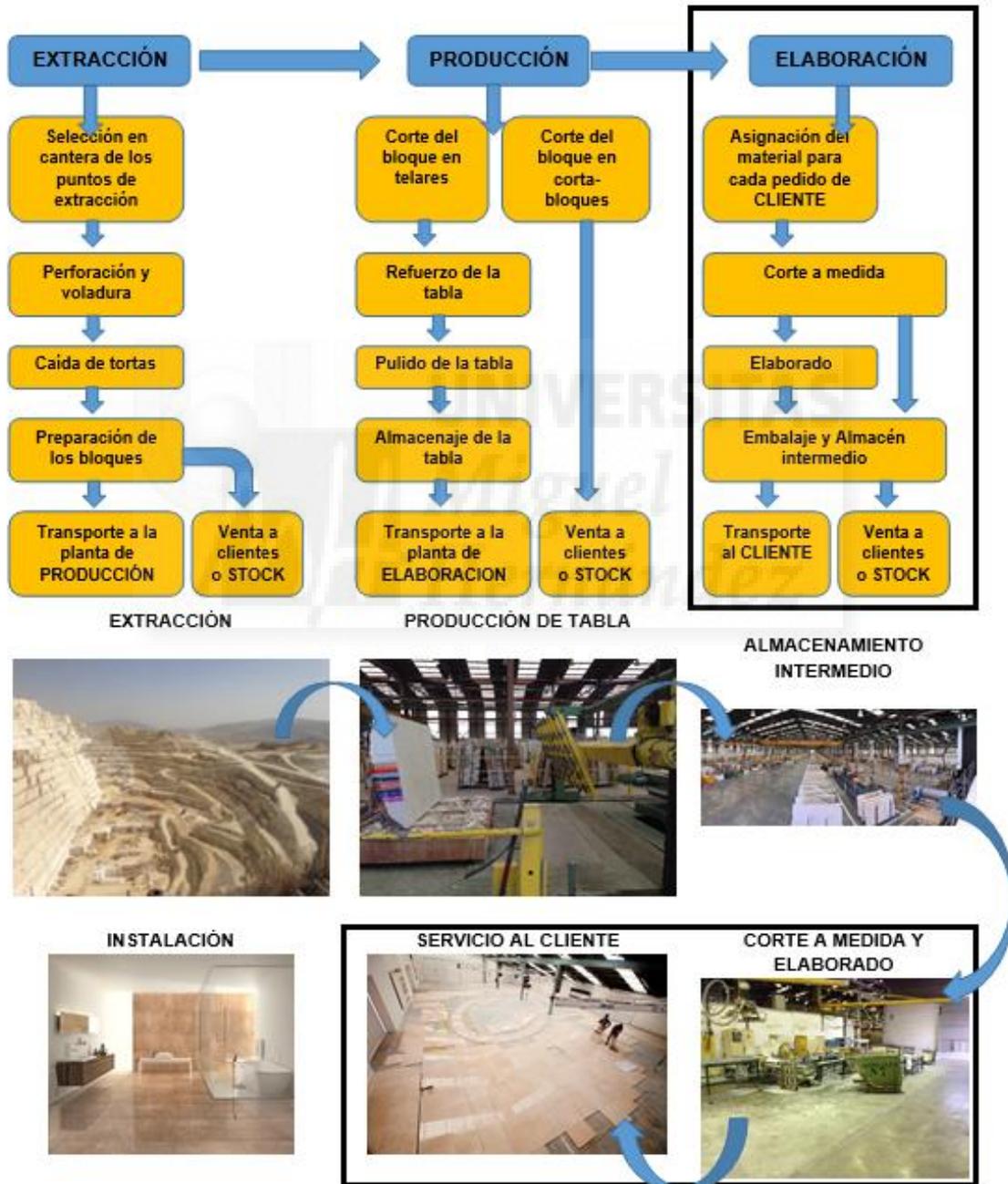


Figura 2. Cadena de valor de la piedra natural. (Elaboración propia, 2016)

### 2.1.2.1. Proceso de producción de las tablas.

El proceso de producción de las tablas de piedra natural que servirán de principal materia prima a la planta objeto de este trabajo, parte de la recepción del bloque en una de las plantas productivas de la compañía, ya sea de variedad Crema Marfil, en Novelda-2 o Novelda-1, u otro tipo de piedra como el Marrón Emperador o el Negro Marquina, en Novelda-4, seguido de su corte, refuerzo, pulido y su posterior asignación para continuar fabricando losa, venderse al cliente o provisionarse para realizar proyectos en Novelda-7.

Esquemáticamente la producción de tabla se resume en el siguiente diagrama:

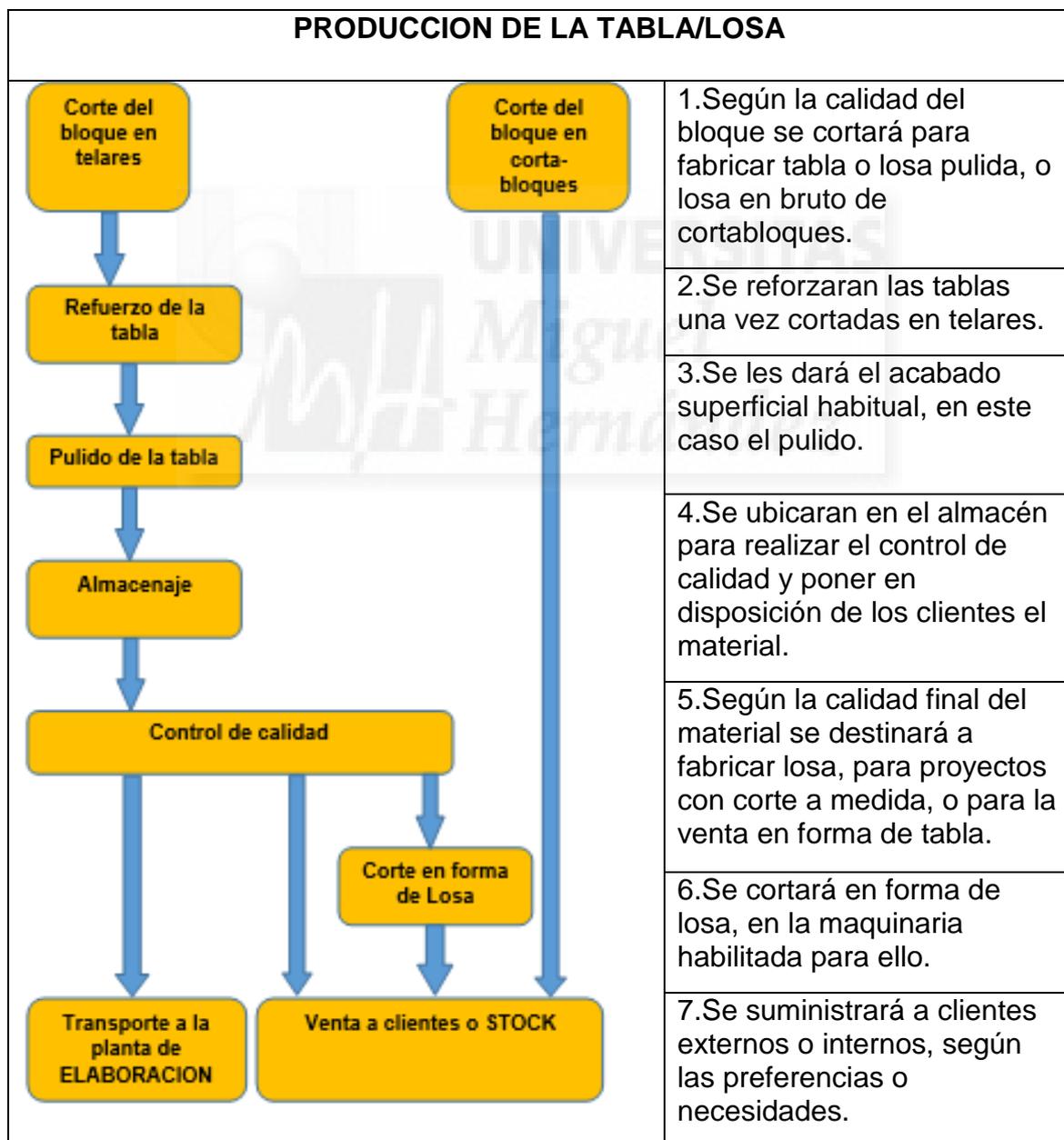


Figura 3. Producción de tabla. (Elaboración propia, 2016)

A continuación, realizaremos una descripción del proceso productivo de la tabla:

- **Recepción:** Los bloques de piedra natural de aproximadamente 4 m<sup>3</sup> de media, se descargan con una grúa puente en el patio de bloques, registrándose en el ERP la referencia del bloque, peso, dimensiones exactas, calidad del bloque (prefijado en cantera) y la ubicación donde se ha colocado en el patio el bloque.
- **Proceso de Corte:** Una vez llega su turno, el bloque se sienta en una vagoneta, fijándolo con yeso la base, y se coloca en el telar asignado. El bloque se eleva dejándolo a escasos centímetros de las sierras diamantadas. Una vez se arranca el volante del telar comienza la elevación del bloque, iniciándose el corte. El corte, según el material y las dimensiones del bloque, se prolongará unas 7 horas. Una vez cortado, casi por completo, se apuntalará entre las tablas generadas y se finalizará el corte. Una vez cortado se descargará del telar y se colocará en el patio de bloques para aguardar su turno para ser reforzado.
- **Proceso de Refuerzo:** El bloque, cortado en tablas, se introducirá en la línea de refuerzo mediante un brazo robótico. La tabla se colocará en una bandeja y recorrerá el proceso sobre ella. La tabla pasará por un precalentamiento horno, con varios pisos, a unos 38 °C, una vez precalentado, después se colocará una malla de fibra, en la cara trasera y se aplicará una resina con base de epoxi, la cual cubrirá por completo la fibra. La superficie quedará sin bultos, ni ondas. Tras ello, se introducirá en un segundo horno, en el cual la resina se curará, endureciéndose. La tabla será volteada con un brazo robótico para aplicar otra resina y/o masilla en la cara que cubrirá posibles poros, rasas o coqueas de la cara delantera. Se introducirá en un tercer horno, curándose la cara de la tabla. La tabla saldrá de este último horno y antes de almacenarse en el almacén de cuarentena 24 horas, que asegurará que la resina está curada, se realizará una inspección visual, retirándose posibles bultos en la malla o gotas en la parte delantera.

- Proceso de Acabado superficial: Una vez reforzadas las tablas, pasaran al proceso de acabado. El más habitual es el proceso de pulido, pero dato que la planta objeto de este trabajo si utiliza habitualmente otros acabados, le dedicaremos mayor atención en el siguiente apartado.
- Almacenamiento: Una vez realizado el proceso de acabado, las tablas se almacenan.
- Proceso de Control de Calidad superficial: Una vez provisionado en forma de tabla, en el almacén de tabla, el personal del departamento de calidad del material, inspeccionara la superficie de las tablas, determinando la clasificación en calidades y fondo de piedra establecidos en los estándares de la compañía. Las calidades serán las siguientes:
  - Ivory S.
  - Ivory.
  - Alba S.
  - Alba.
  - Clásico.
  - Zarci.
  - Altea.
  - Tabarca.
  - Básico.

Las calidades clasifican el material por el nivel, cantidad e importancia de los defectos existentes en la superficie de la piedra como gomas, restos de óxido, restos de resina, roturas, restos de masilla, etc y además la uniformidad del fondo de piedra, siendo el Ivory S el más puro, y el Básico el que presenta más impurezas.

Los fondos de piedra en el mármol Crema Marfil, que es el material más usado, son:

Claro



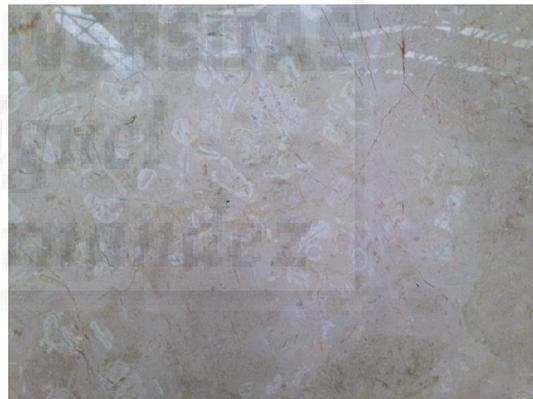
Aguas claras



Aguas oscuras



Pinta



Grano



Brecha



*Figura 4. Fondos de piedra del mármol Crema Marfil. (Elaboración propia, 2016)*

El fondo de piedra, cuanto más uniforme y parecido en la superficie, de más alta calidad será la pieza. A su vez también se clasifican por tonos en claro, medio y oscuro.

Dada la variabilidad de la piedra natural podremos encontrar unidades de tablas con una zona de una calidad y otra totalmente diferenciada en la misma tabla, incluso más de dos zonas diferenciadas. Esta situación de estas tablas que no pueden ser clasificadas con una buena calidad por no ser uniformes en su superficie, son aprovechadas por la planta taller, Novelda-7, para extraer esas posibles piezas de alta calidad para los proyectos que allí se desarrollan, descartando o aprovechando para otros proyectos con menor exigencia esas zonas de peor calidad de las piedras.

- **Producción de Losa:** Si la tabla no se destina para venta a cliente o para la realización de algún proyecto, la tabla se transformará en losa, principal subproducto del proceso. Estas tablas se cortarán en una maquina multidisco, dándoles forma de losa, cuadrada o rectangular, y con dimensiones que van desde 120x120x2 cm a 30,5x30,5x2 cm. Estas losas se clasifican y embalan en cajones de madera, según los mismos estándares fijados para la tabla.

### **2.1.2.2. Tipos de acabados.**

El proceso de acabado superficial es el último al que se somete la piedra antes del corte a medida, en función de las necesidades del cliente. El acabado superficial puede variar en función de las preferencias del cliente, los acabados más habituales son los que se describen a continuación:

- El pulido es un tratamiento similar al del apomazado, el pulido es el tratamiento más conocido y frecuente de la superficie de tableros de mármoles y granitos. El pulido se puede elaborar en las piedras que poseen el suficiente grado de cristalinidad necesario, constituyendo la última parte del proceso del progresivo alisamiento con abrasivos a que se someten estos materiales, cuyo objeto es la consecución del brillo comúnmente denominado pulido. Para la elaboración del pulido se

utilizan sucesivamente abrasivos de grano progresivamente decreciente. Las máquinas pulidoras más habituales constan de varios brazos con cabezas de muelas abrasivas que giran con movimientos de rotación y traslación pendular sobre bancos fijos, a lo largo de la cadena del proceso de pulido estas mismas maquina se utilizan también para la elaboración del apomazado. Manualmente sólo se pulen pequeñas superficies, como objetos, molduras, etc.

Se consigue una superficie lisa, plana, brillante y reflejante sin ningún tipo de raya o arañazo visible. El acabado del pulido puede además de proporcionar unas características estéticas específicas, contribuye a dejar una porosidad cerrada y a dotar al material de una gran resistencia a las agresiones externas. El pulido resalta espectacularmente el aspecto de la piedra, observándose claramente su textura y colores. El tono que se obtiene con el pulido es más oscuro que el logrado con otros tratamientos superficiales como el apomazado.

- El apomazado sigue un tratamiento similar al del pulido, pero sin llegar a conseguirse brillo, utilizándose sucesivamente abrasivos de grano progresivamente decreciente, no empleando los del grano más fino que son con los que se obtiene el brillo del pulido. Las máquinas apomazadoras empleadas suelen constar de varios brazos con cabezas con muelas abrasivas que giran con movimientos de rotación y traslación pendular sobre bancos fijos, a lo largo de la cadena del proceso del apomazado. Para la elaboración del apomazado en pequeñas superficies se efectúa manualmente por medio de muelas mecánicas con abrasivo. Se lleva a cabo en piedras que necesariamente deben poseer cierta compacidad y dureza, pero que no suelen admitir el pulido, aunque no es incompatible el acabado pulido y apomazado en la misma piedra.

El apomazado consigue superficies planas, lisas, mates y sin ninguna marca visible. El tono del material apomazado proporcionado es más oscuro que con otras terminaciones excepto la del pulido. Así mismo, se resaltan mucho la textura y los colores. El apomazado se suele emplear en piedras que no admiten el acabado de pulido por no llegar al grado de cristalización necesaria, caso de muchas calizas como la Caliza

Capri, Caliza Marbella, Niwala Yellow, aunque también se suele elaborar en otros productos que si admiten el pulido como el Crema Marfil, rojo alicante, marrón emperador, Negro Marquina, marrón emperador claro, amarillo mares, etc.

- El flameado consiste en un tratamiento térmico a alta temperatura de la superficie de piedras graníticas o mármoles, aplicando sucesivas pasadas de una llama con 45° de inclinación, mediante mecheros, sencillos o múltiples, de oxiacetileno que consiguen unos 2.800 °C. El flameado se suele aplicar a tablas de piedras procedentes de los telares, que pasan por la mesa en la que se aplica este proceso a las caras superiores. El flameado solamente se aplica a grandes superficies, no a bordes ni ángulos. El flameado al paso de la llama sobre las superficies planas de las tablas serradas, produce un shock térmico en los minerales, que decrepitan y se desprenden finas esquirlas y lajillas de los cristales.

El resultado obtenido por el flameado es una superficie con cierto relieve, rugosa, algo craterizada y vítrea, que proporciona un aspecto rústico a la piedra, aunque sin cambio apreciable de color ni presencia de manchas o restos que denoten el tratamiento. Con el flameado se consigue así mismo, un aumento en la estabilidad de la cara a la alteración química atmosférica. No es corriente aplicar el proceso del flameado a mármoles como el rojo alicante, Negro Marquina, Crema Marfil, etc.

- El abujardado es una antigua forma de tratamiento superficial de todos los materiales pétreos para revestimientos de exteriores y otros trabajos artesanales y uno de los efectuados manualmente más utilizados. El abujardado también se conoce por labrado. En el abujardado la superficie de la piedra, previamente aplanada se golpea repetidamente con un martillo (bujarda) con una o dos cabezas de acero que contienen pequeños dientes piramidales. Hoy en día todavía se utiliza la bujarda manual, para conseguir el acabado abujardado aunque la más empleadas son las maquinas neumáticas, bien sencillas o automáticas, en las que las cabezas se van desplazando sobre la superficie de la piedra, hasta conseguir el acabado abujardado deseado. El aburjardado

se emplea frecuentemente en pavimentos exteriores por su característica de antideslizante.

En el abujardado la superficie tratada presenta pequeños cráteres de 1 - 3 mm de profundidad y anchura uniformemente repartidos, que aclaran el tono general de la piedra. El tamaño y densidad del punteado depende, además de la fuerza empleada ya sea gruesa, media o fina. En bujardas manuales se suelen emplear cabezas de 16-36 y de 49-64 dientes (dos muy utilizadas son las de 25 y 49 dientes). En cabezas neumáticas se suelen emplear de 8 o de 25 dientes.

- Se realiza al cortar las piezas o bloques de piedra mecánicamente con cortabloques o discos. Lo encontramos básicamente en casi todas las piedras de cantería. El bruto suele ser un proceso previo a posteriores tratamientos superficiales como el pulido, apomazado, envejecido, etc., aunque también se utilizan directamente piezas provenientes del corte. La operación de cortar con discos (casi siempre de pastillas diamantadas) infiere a la superficie rocosa unas ligeras marcas consistentes en surcos y ondulaciones (0,1-1 mm de profundidad) que siguen direcciones curvas paralelas. No obstante, a pesar de esa posible ligera rugosidad, la cara es muy plana y a veces totalmente lisa pero algo áspera. Estas superficies mates y algo ásperas proporcionan a la piedra un tono claro. Su uso generalmente se restringe a piezas de amueblamiento urbano, enlosados de espacios abiertos y trabajos similares<sup>4</sup>

## 2.2. Descripción de la empresa.

Los datos generales de la empresa en la actualidad son los siguientes:

Nombre de la empresa	PIEDRA NATURAL SL.
CIF	XXXXXXXXXX
Dirección	Autovía 330 (km 382,6), S/N – Apartado de correos 8, Novelda, España.

<sup>4</sup> (<http://www.elcremamarfil.com/>, 2016)

Fundación	En 1959, se crea una de las sociedades matriz.
Accionariado	Se compone de 7 accionistas. La matriz global de esta participada es NATURAL STONE INVESTMENTES SA (BNP PARIBAS, Prudential y Bank of Ireland, Charterhouse y la aseguradora francesa AXA).
Sector	Piedra Natural
Actividad	Extracción, transformación/labrado y comercialización de piedra natural, principalmente mármol.
Presencia Nacional	5 plantas productivas en Novelda, 2 plantas productivas en Porriño, 2 en Brasil, 25 almacenes propios de distribución.
Presencia Internacional	1 planta productiva y 1 cantera en Brasil, venta en 110 países.
Nº de empleados	1004 empleados
Ingresos de explotación en 2014	130.800 mil Euros
M2 de producto vendido	16 millones de m2 al año con más de 200 materiales diferentes.

*Tabla 1. Datos de la empresa. (<https://sabi-bvdinfo-com.publicaciones.umh.es/>, 2016) (<http://www.levantina.com/es/>, 2016)*

El modelo de negocio actual de la empresa podríamos resumirlo en el siguiente lienzo CANVAS:

<p><b>Socios clave</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constructoras.</li> <li>• Proveedores de consumibles (Abrasivos, resinas, malla, cajones de madera).</li> <li>• Proveedores de otros tipos de piedra natural, para ofrecer al cliente una mayor gama de productos.</li> <li>• Talleres subcontratados.</li> </ul>	<p><b>Actividades clave</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracción directa del material en cantera.</li> <li>• Transformación de la tabla, losa y plaqueta.</li> <li>• Distribución y venta del producto final, o bloque.</li> </ul> <hr/> <p><b>Recursos clave</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas productivas propias.</li> <li>• Centros de distribución propios.</li> <li>• Recursos humanos, personal.</li> <li>• Canteras propias.</li> </ul>	<p><b>Propuesta de valor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentes en toda la cadena de valor del producto,</li> <li>• Garantía de suministro de material con una calidad y tonalidad uniforme.</li> <li>• Garantía y fiabilidad de plazos de entrega.</li> <li>• Precio competitivo.</li> <li>• Empresa líder en el sector, responsable socialmente y motor económico de la comarca.</li> <li>• Producto de calidad.</li> </ul>	<p><b>Relación con clientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación directa con los clientes como son las constructoras.</li> <li>• Relación directa con los clientes de m3, por medio de una red de comerciales propia.</li> <li>• Relación directa con los talleres manufactureros y los instaladores.</li> </ul> <hr/> <p><b>Canales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Venta directa al cliente a través de sus Centros de distribución.</li> <li>• Venta a través una red comercial, mediante los centros de distribución y los comerciales.</li> </ul>	<p><b>Segmentos de clientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los segmentos de clientes potenciales son: Constructoras, Talleres manufactureros, Intermediarios, clientes finales.</li> <li>• Sus necesidades de material son: Losa, Plaqueta, Tabla y despieces para proyectos.</li> <li>• Los segmentos ligados entre si</li> </ul>
<p><b>Estructura de costes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gastos de mantenimiento.</li> <li>• Gastos de consultoría.</li> <li>• Gastos de personal.</li> <li>• Gastos de transporte.</li> </ul>		<p><b>Ingresos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Venta de m3 (bloque de piedra sin procesar).</li> <li>• Venta de m2 (piedra procesada en forma de tabla, losa o plaqueta).</li> <li>• Servicio por proyectos. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Asesoramiento (Valor añadido)</li> <li>○ Materiales (despiece).</li> </ul> </li> </ul>		

Tabla 2. Lienzo CANVAS. (Elaboración propia, 2016)

Actualmente para sintetizar cuales son las relaciones con sus clientes y potenciales clientes, en el siguiente mapa de empatía:

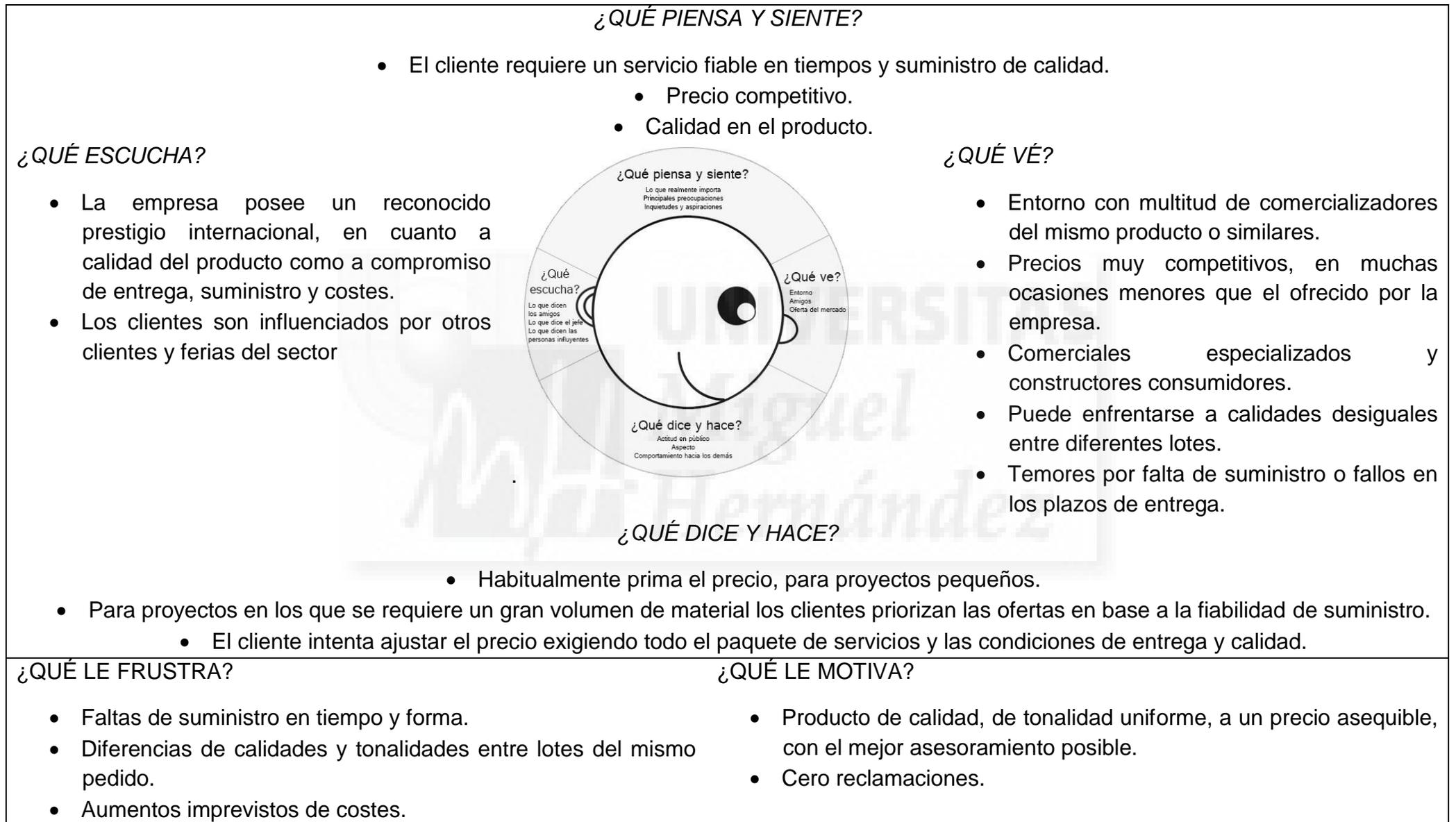


Tabla 3. Mapa de Empatía. (Elaboración propia, 2016)

Cabe destacar la actualidad de la empresa y de las plantas productivas viene precedida por sus antecedentes. Levantina nace de la fusión de 69 empresas que ya constituían un grupo empresarial, en 2006, tras la compra de las empresas matriz y absorción del resto por un grupo de capital riesgo español (Grupo Impala). Tras una fuerte apuesta por internacionalizarse, situación que coincidió con el estallido de la crisis del ladrillo, la empresa vio su resultado contable en la situación tan delicada que se muestra a continuación:

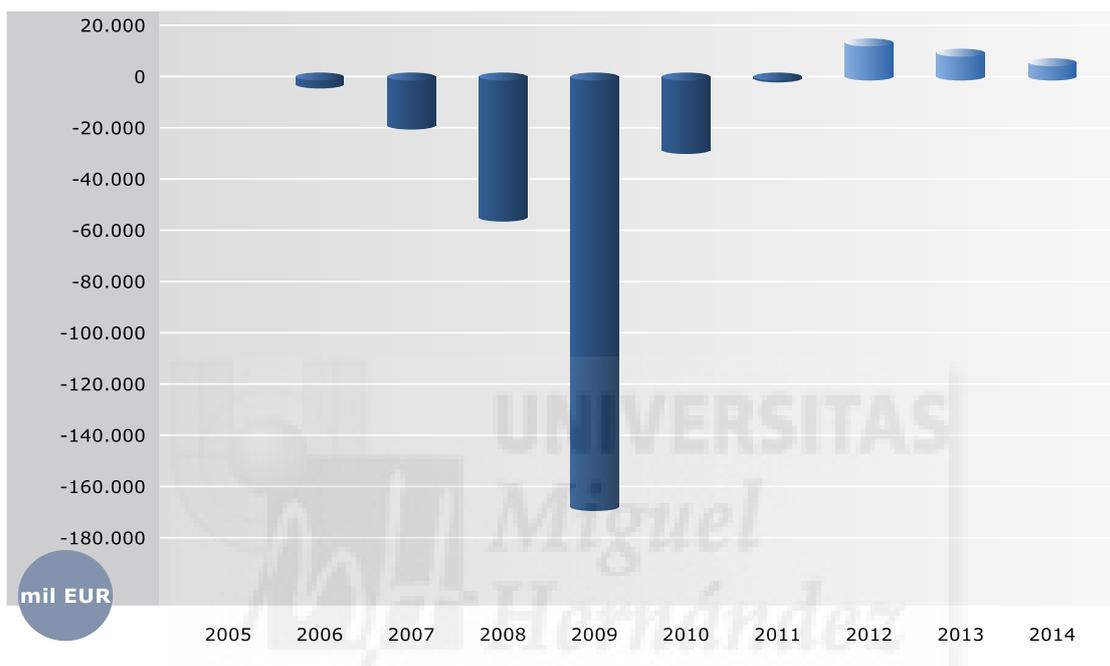
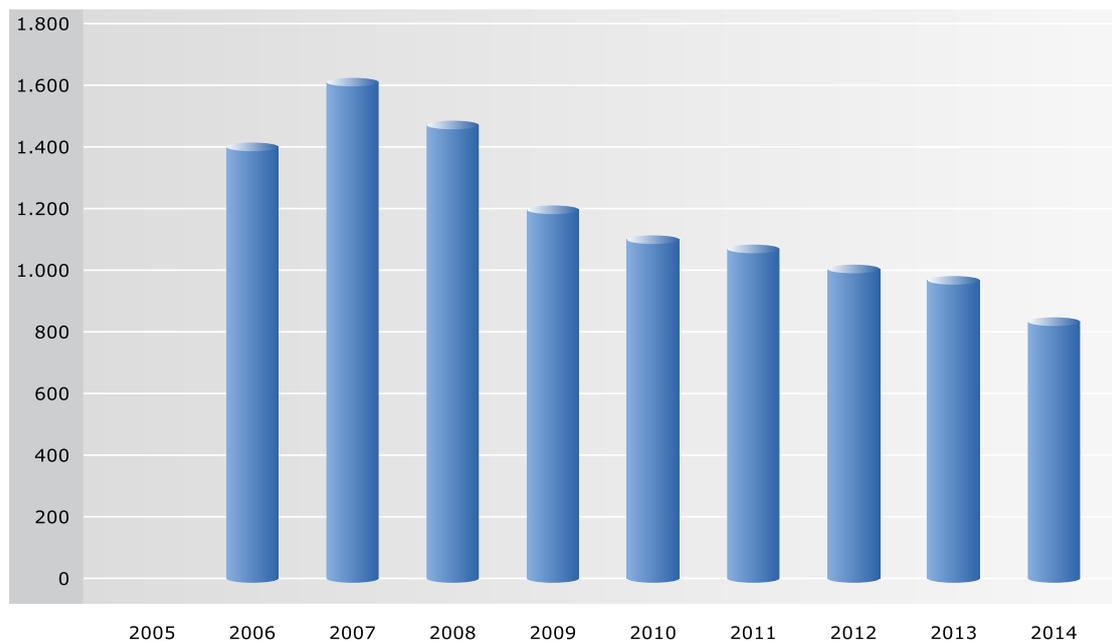


Figura 5. Resultado Contable. (<https://sabi-bvdinfo-com.publicaciones.umh.es/>, 2016)

Esta caída de ventas de la empresa y desplome del sector, ha tenido como consecuencia la reducción de la plantilla y el cierre de diferentes plantas.



*Figura 6. Número de Empleados. (<https://sabi-bvdinfo-com.publicaciones.umh.es/>, 2016)*

A todo ello se suma, que después de la fusión de las empresas, muchas de las funciones soporte se solapaban, duplicando incluso la capacidad necesaria. En 2008 se sucedieron dos expedientes de regulación de empleo y diversos contenciosos por el ajuste salarial que sufrieron los operarios de las plantas productivas al abandonar forzosamente el sistema de retribución por destajos, a un sistema de retribución por eficiencia, calidad y disponibilidad, el cobro quedaba ligado a estos en las líneas. Todo ello, esto se traducía en una reducción salarial de casi el 30 %.

Tras todos estos ajustes y cambios la empresa queda organizada por unidades de negocio, siendo la que nos ocupa en este trabajo, TDS Mármol, que engloba todas las plantas de fabricación de mármol, ubicadas en Novelda.

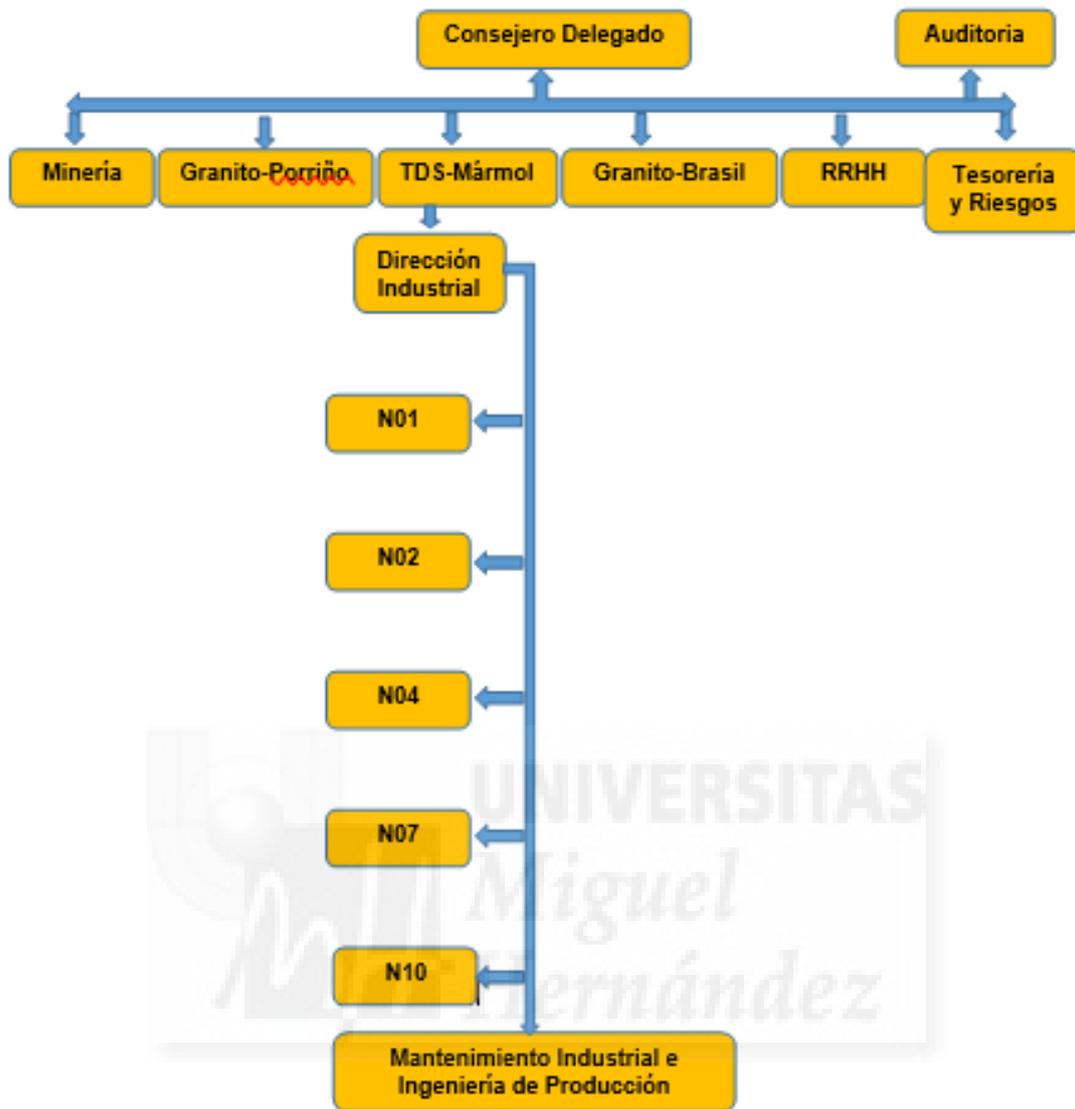


Figura 7. Organigrama. (Elaboración propia, 2016)

### 2.2.1. Descripción de la actividad.

La actividad desarrollada en la planta, es la elaboración de proyectos concretos, bajo pedido del cliente y con las especificaciones pertinentes de calidad de los materiales y acabados, plazos y forma de entrega y costes de los mismos. La actividad se realiza dividida en secciones diferenciadas: suministro de materias primas, corte, elaborado, corta-bloques y cargas. La particularidad de esta planta es que trabaja por proyectos, con un modelo de estrategia pull, y no como una línea de producción en cadena con un modelo de estrategia push, salvo en la sección de cortabloques que es mixta.

## 2.2.2. Descripción de la planta.

La planta se encuentra ubicada, en la localidad de Novelda, y tras su traslado el pasado mes de Diciembre de 2015, a su ubicación actual, opera junto a otro de las plantas del grupo, Novelda – 1, de la que se abastece la mayor parte de material que consume Novelda – 7. Este traslado elimina de forma drástica los gastos de transporte para el suministro de materia prima por parte de los proveedores internos (las otras plantas del grupo) a la planta.



Figura 8. Emplazamiento de las plantas productivas. (Elaboración propia, 2016)

Leyenda:	
NARANJA: Ubicación Actual.	ROJO: Novelda-1
ROJO: Ubicación Anterior, donde sigue ubicada Novelda-5, que actualmente se usa como edificio de formación y almacén provisional.	AMARILLO: Novelda-2
	GRIS: Novelda-4
	NARANJA: Novelda-7
	VERDE: Novelda-10
	AZUL: Novelda-9 y Novelda-13

La actividad de la planta se divide en 6 secciones que definiremos en los siguientes apartados<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Se anexa un plano completo de la planta para poder visualizarlo con mayor detalle.

### 2.2.2.1. Cadena de manutención de material y consumibles.

La cadena de suministro es la encargada de abastecer a las secciones de corte y elaborado de la materia prima para la realización de los proyectos. La selección del material se realiza conforme a los requisitos establecidos por el cliente y en base a la disponibilidad de material de las plantas productoras de tabla, Novelda-1, Novelda-2 y Novelda-4.

Además de la cadena de suministro de materia prima, la planta contara con un almacén desde el cual se realizan los pedidos de consumibles necesarios.

### 2.2.2.2. Sección de corte.

La sección de corte es la encargada de con el material asignado para el proyecto, de realizar las operaciones de corte que conformaran las piezas del proyecto, conforme a lo fijado en los despieces que se le facilitan desde la dirección de la planta. Se realizarán los cortes a medida necesarios. La zona que ocupa la sección de corte es la marcada en la siguiente imagen:

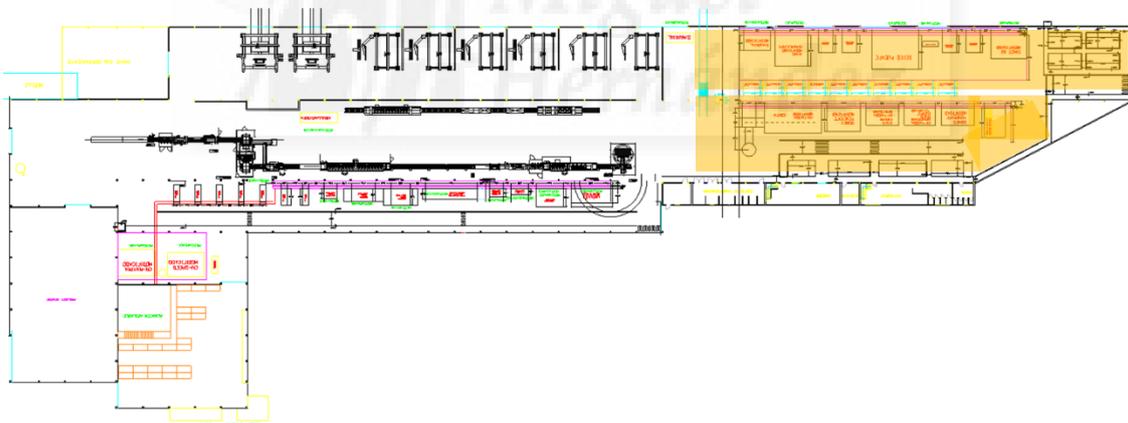


Figura 9. Sección de Corte. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

La sección cuenta con los siguientes recursos:

Recurso	Descripción
Cortadora 1	Se trata de una cortadora radial automática, equipada con un disco de corte, que realiza cortes rectos refrigerado por agua. La máquina se programa a través de la interfaz gráfica instalada en una pantalla táctil en la propia máquina. La descarga y carga del material se realiza mediante su mesa volteadora.
Cortadora 2	Se trata de una cortadora radial automática, equipada con un disco de corte, que realiza cortes rectos refrigerado por agua. La máquina se programa a través de la interfaz gráfica instalada en una pantalla táctil en la propia máquina. La descarga y carga del material se realiza mediante su mesa volteadora.
Cortadora 3	Se trata de una cortadora radial automática, equipada con un disco de corte, que realiza cortes rectos refrigerado por agua. La máquina se programa a través de la interfaz gráfica instalada en una pantalla táctil en la propia máquina. La descarga y carga del material se realiza mediante su mesa volteadora.
Cortadora Cinta	Se trata de una cortadora radial automática, equipada con un disco de corte, que realiza cortes rectos refrigerado por agua. La máquina se programa a través de la interfaz gráfica instalada en una pantalla táctil en la propia máquina. La descarga y carga del material se realiza mediante su mesa de cinta transportadora.
Discopuente 1	Se trata de una cortadora radial automática, equipada con un disco de corte, que realiza cortes rectos refrigerado por agua. Se usa para grandes formatos. La máquina se programa a través de la interfaz gráfica instalada en una pantalla táctil en la propia máquina. La descarga y carga del material se realiza mediante su mesa volteadora.
Discopuente 2	Se trata de una cortadora radial automática, equipada con un disco de corte, que realiza cortes rectos refrigerado por agua. Se usa para grandes formatos. La máquina se programa a través de la interfaz gráfica instalada en una pantalla táctil en la propia máquina. La descarga y carga del material se realiza mediante su mesa volteadora.
Discopuente 3	Se trata de una cortadora radial automática, equipada con un disco de corte, que realiza cortes rectos refrigerado por agua. Se usa para grandes formatos. La máquina se programa a través de la interfaz gráfica instalada en una pantalla táctil en la propia máquina. La descarga y carga del material se realiza mediante su

	mesa volteadora.
Disco Semiautomático	Se trata de una cortadora radial semiautomática, equipada con un disco de corte, que realiza cortes rectos refrigerado por agua.
Disco Manual	Se trata de una cortadora radial semiautomática, equipada con un disco de corte, que realiza cortes rectos refrigerado por agua.

*Tabla 4. Maquinaria. Sección Corte. (Elaboración propia, 2016)*

La capacidad total de corte alcanza los 50.000 m<sup>2</sup> mensuales, dependiendo de las dimensiones de las piezas solicitadas. Los operarios de estas máquinas son los encargados de seleccionar las zonas de las tablas con el rango adecuado de fondo de piedra y calidad necesarios para el proyecto, las tablas ya llegan preseleccionadas por el encargado de sección, que a su vez es el responsable de la cadena de suministros.

En esta sección trabajan 15 operarios.

Las piezas cortadas serán trasladadas a la sección de elaborado si requieren de otro proceso de transformación posterior. Si por el contrario con el corte es suficiente, las piezas se embalan en cajones de madera y se colocan en la zona de cargas.

### **2.2.2.3. Sección de elaborado.**

La sección de elaborado es la encargada de con el material asignado para el proyecto, previamente cortado por la sección de corte, de realizar las operaciones de elaborado que conformaran las piezas del proyecto, conforme a lo fijado en los despieces que se le facilitan desde la dirección de la planta. Se realizarán los cortes y formas a medida necesarios. La zona que ocupa la sección de elaborado es la marcada en la siguiente imagen:

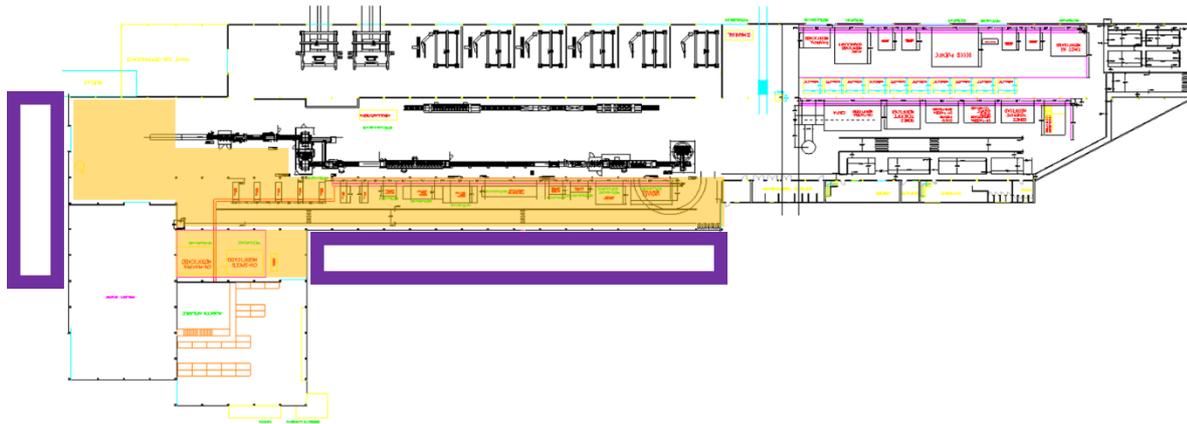


Figura 10. Sección de Elaborado. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

La sección cuenta con los siguientes recursos:

Recurso	Descripción
Bancos	Se cuenta con 8 unidades de banco de trabajo. En el mismo se apoyan las piezas para realizar operaciones con herramientas manuales como: radiales de mano, pulidoras de mano, masillado, pegado de piezas, tallado de cantos, etc.
Línea de anclajes	La sección cuenta con dos líneas de anclajes, que realizan operaciones de taladro en los laterales de piezas de gran grosor o acanaladuras en cantos, o vaciados. La máquina cuenta con cuatro discos de corte refrigerados por agua, cuatro taladros laterales y una cinta que permite su alimentación.
Taladro	La sección cuenta con dos taladros que permiten realizar taladros en cualquier ángulo comprendido entre 0° y 180°.
Control numérico	La sección cuenta con dos máquinas de control numérico de 3 ejes.
Pulecantos	La sección cuenta con una máquina que se utiliza para pulir cantos de gran formato.
Pulidora Manual	La sección cuenta con dos máquinas de estas características, que se utilizan para pulir o dar acabados superficiales especiales a pequeños lotes de piezas de reducidas dimensiones.
Multidisco	La sección cuenta con una máquina de estas características, que se utiliza para la fabricación en serie de rodapié.

Tabla 5. Maquinaria. Sección Elaborado. (Elaboración propia, 2016)

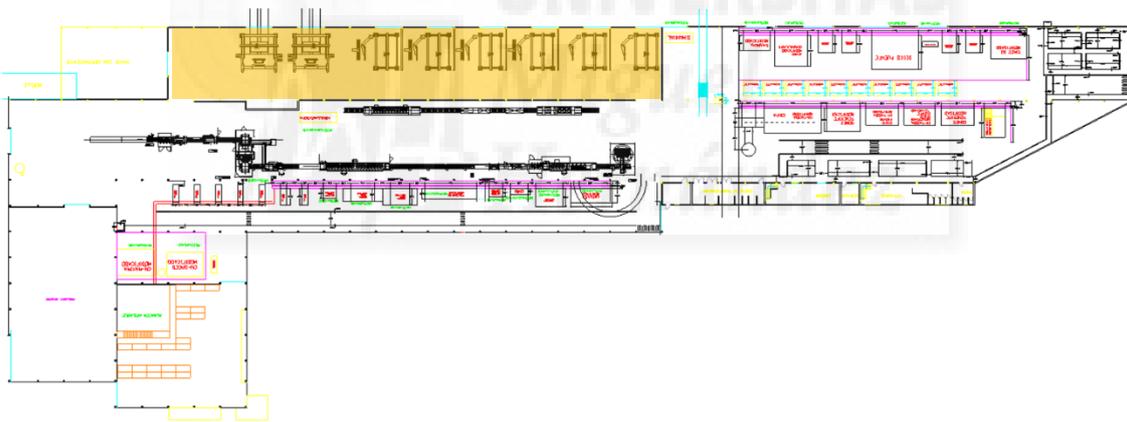
La capacidad total de elaboración alcanza los 35.000 m<sup>2</sup> mensuales, dependiendo de la complejidad de las elaboraciones de las piezas solicitadas.

En esta sección trabajan 12 operarios.

Las piezas elaboradas se embalan en cajones de madera y se colocan en la zona de cargas.

#### 2.2.2.4. Sección de Corta-bloques.

Esta sección pertenecía a la planta de Novelda-1, antes de que Novelda-7 fuese trasladado a su ubicación actual. En esta sección ya se encuentra implantado un sistema Lean Manufacturing como en el resto de las líneas productivas. La zona que ocupa la sección de corte es la marcada en la siguiente imagen:



*Figura 11. Sección de Cortabloques. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)*

Esta sección no será objeto de este trabajo, por existir ya un plan de mejora estandarizado implementado y unos sistemas de control de costes adaptados a la actividad de la sección.

### 2.2.2.5. Sección de cargas o expediciones.

La sección de cargas es la encargada de cargar en los medios de transporte acordados con el cliente, las piezas debidamente embaladas, que las secciones de corte y elaborado han procesado. La zona que ocupa la sección de elaborado es la marcada en la siguiente imagen:

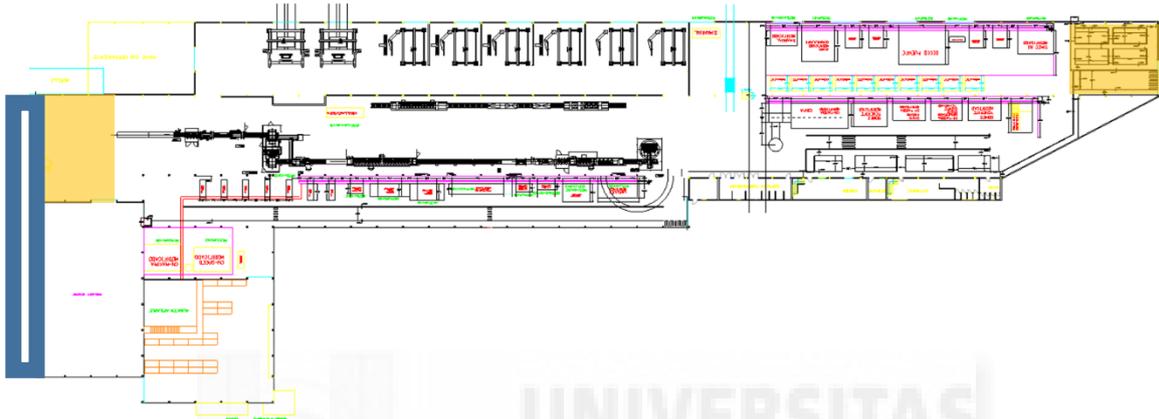


Figura 12. Sección de Cargas. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

La sección cuenta con los siguientes recursos:

Recurso	Descripción
Puente-grúa	Se cuenta con tres unidades. Grúa autopropulsada por rail ubicado en la estructura de la nave y que tiene una capacidad de elevación de 5 Tn. Se utilizan para descargar los camiones de la materia prima para elaborar los proyectos o para trasladar la materia prima desde su almacenamiento, tras su descarga, hasta la máquina que la consumirá.
Carretilla elevadora	Se cuenta con 3 carretillas. Se utilizan para transportar los materiales intermedios entre las secciones de corte y elaborado y para cargar o poner en la zona de cargas el material terminado.

Tabla 6. Maquinaria. Sección Cargas. (Elaboración propia, 2016)

La capacidad total de carga alcanza los 45.000 m2 mensuales, dependiendo del tamaño de las cargas embaladas.

En esta sección trabajan 4 operarios.

#### 2.2.2.6. Sección de mantenimiento y almacén.

La sección de mantenimiento es la encargada de realizar las intervenciones necesarias para garantizar la producción, reparando todos los recursos que requieran alguna intervención de tipo eléctrica, mecánica, reparación de aparatos a presión, etc.

La sección de almacén es la encargada de aprovisionar los consumibles necesarios para el desarrollo de la actividad de toda la planta, excepto el aprovisionamiento de materias primas.

La zona que ocupa la sección de mantenimiento y almacén es la marcada en la siguiente imagen:

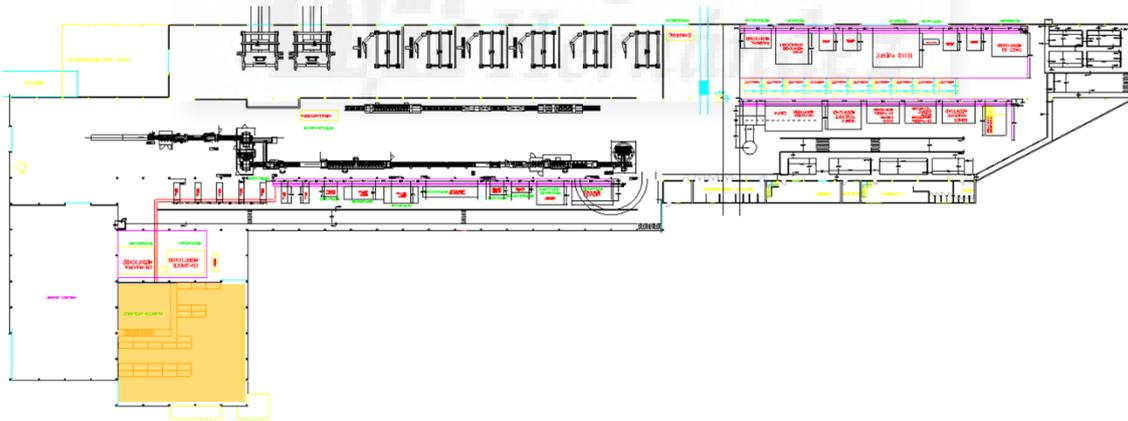


Figura 13. Sección de Mantenimiento y Almacén. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

En esta sección trabajan 5 operarios.

## **CAPITULO II. ANÁLISIS.**

### **3. Análisis de la situación actual.**

Para realizar el análisis de la situación actual de empresa realizaremos un análisis DAFO de la situación actual, evaluando todas las actividades y secciones clave, en la cadena de valor de la elaboración del mármol.

#### **3.1. Análisis de las áreas clave de la planta.**

Para realizar el análisis de la situación actual de empresa completa y de la planta en particular, realizaremos un análisis DAFO, evaluando todas las actividades presentes en la cadena de valor descrita previamente.

Analizando las actividades clave de la cadena de valor y lo expresado en el lienzo CANVAS, extraemos que las áreas sobre las que debemos analizar e incidir son las siguientes:

- La cadena de suministro y gestión de la subcontratación.
- El control de costes y rentabilidad de la planta y del portfolio de proyectos que se desarrollan en la misma.
- Los plazos de entrega y alcance de los proyectos.
- La calidad del proceso y las reclamaciones de clientes.
- Las condiciones de orden y limpieza.
- El absentismo laboral y gestión de las personas.
- El Lay-out de la planta productiva.
- Mejora continua de la planta productiva en su conjunto.

Analizaremos individualmente cada aspecto.

La cadena de suministro y gestión de la subcontratación.	
AMENAZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependencia de terceros para finalizar proyectos.</li> <li>• Poca fiabilidad en los plazos de entrega.</li> <li>• Dificultades para obtener la materia prima de proveedores internos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca control del estado de las subcontratas.</li> <li>• Necesidad de subcontratación, la planta no puede absorber todo el trabajo.</li> <li>• Poca flexibilidad en las planificaciones de los proveedores internos, dada la poca planificación de la propia planta.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran competitividad entre los talleres externos que realizan las actividades subcontratadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran cartera de contactos.</li> <li>• Presentes en toda la cadena de valor del producto.</li> </ul>

*Tabla 7. Análisis de la cadena de suministro y gestión de la subcontratación. (Elaboración Propia, 2016)*

El control de costes y rentabilidad.	
AMENAZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duras condiciones económicas del sector.</li> <li>• Bajada de los pedidos de clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de herramientas para el control de costes y análisis de desviaciones.</li> <li>• Resistencia al cambio de los mandos de la planta.</li> <li>• Dificultades en el registro de datos y extracción de los mismos en el ERP de la empresa.</li> <li>• Desviaciones detectadas a proyecto cerrado.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia de las funciones de soporte en el control de costes y definición de herramientas para su control.</li> <li>• La planta funciona como recuperadora de material de baja calidad, que lo reclasifica en alta calidad. El ratio de material de calidad baja extraído en cantera frente al total, cada vez es mayor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran cantidad de datos recogidos en el ERP.</li> </ul>

*Tabla 8. Análisis del control de costes y rentabilidad. (Elaboración Propia, 2016)*

Los plazos de entrega y alcance de los proyectos.	
AMENAZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reclamaciones de los clientes.</li> <li>• Descontento, pérdida de la fidelidad de los clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistencia de herramientas para el control de los plazos de entrega.</li> <li>• Falta de definición en el alcance de los proyectos.</li> <li>• Dificultades para transmitir a los operarios los rangos de calidad, tonalidad y fondo de piedra, acordados para los proyectos en particular.</li> <li>• Paros por avería de larga duración.</li> <li>• Paros por cambio de formato de larga duración en Multidisco, línea de anclajes o Control numérico.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clientes fidelizados y flexibles.</li> <li>• Reducción del número de empresas del sector.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran capacidad de adaptación a los diferentes escenarios que les surgen.</li> <li>• Gran experiencia en la elaboración de proyectos.</li> <li>• Proyectos repetitivos en gran medida.</li> </ul>

*Tabla 9. Análisis de los plazos de entrega y alcance de los proyectos.  
(Elaboración propia, 2016)*

La calidad del proceso y las reclamaciones de clientes.	
<b>AMENAZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descontento, pérdida de la fidelidad de los clientes.</li> <li>• Reclamaciones de clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistencia de herramientas para el control de la calidad del proceso y del producto final.</li> <li>• Altas mermas.</li> <li>• Limitación de la materia prima a utilizar a calidades bajas.</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>FORTALEZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia en control de calidad en la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia de los operarios, para ejercer un autocontrol de la calidad.</li> </ul>

*Tabla 10. Análisis de la calidad del proceso y las reclamaciones de clientes. (Elaboración propia, 2016)*

Las condiciones de orden y limpieza.	
<b>AMENAZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspecto de desorden y suciedad de la planta a los ojos de los clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultad y pérdida de tiempo en la búsqueda de herramientas, útiles o consumibles.</li> <li>• Duplicidades en herramientas, útiles y consumibles.</li> <li>• Cuellos de botella cuando se requiere la utilización de algunos útiles.</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>FORTALEZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La planta es el escaparate perfecto para aportar un valor añadido al producto final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operarios concienciados de la importancia del orden.</li> </ul>

*Tabla 11. Análisis de las condiciones de orden y limpieza. (Elaboración propia, 2016)*

El absentismo laboral y gestión de las personas.	
AMENAZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto absentismo laboral, que puede provocar retrasos en los proyectos.</li> <li>• Subsidios por baja laboral.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desapego por los resultados globales de la planta obtenidos.</li> <li>• Dependencia de los mandos de la planta.</li> <li>• Alto absentismo por accidentes o incidentes laborales.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia en el estudio realizado sobre ergonomía en los puestos de trabajo realizado en otras plantas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operarios implicados en la prevención de riesgos laborales.</li> <li>• Servicio de prevención implicado.</li> </ul>

*Tabla 12. El absentismo laboral y gestión de las personas. (Elaboración propia, 2016)*

El Lay-out de la planta productiva.	
AMENAZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultad para cambiar la distribución de las máquinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportes excesivos de material intermedio.</li> <li>• Extravío de materiales intermedios o productos finales.</li> <li>• Espacio reducido.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio en los alrededores para almacenar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lay-out sencillo con pocas secciones y claramente delimitadas.</li> </ul>

*Tabla 13. El Lay-out de la planta productiva. (Elaboración propia, 2016)*

Mejora continua de la planta productiva en su conjunto.	
AMENAZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malos vicios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistencia de herramientas para la propuesta de mejoras.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de sumarse al proyecto de Mejora Continua implantado en los otros centros productivos de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran conocimiento técnico del personal de la planta.</li> </ul>

*Tabla 14. Mejora continua de la planta productiva en su conjunto. (Elaboración propia, 2016)*

Una vez analizadas todas las áreas principales que condicionan el funcionamiento de la planta, expondremos distintas herramientas que nos pueden servir para incidir sobre estas.

### **3.2. Indicadores actuales de la planta.**

En este apartado expondremos los indicadores que marcan la rentabilidad de la planta y que ya son controlados por la dirección industrial, responsable del funcionamiento de todas las plantas, y que condicionan el cobro de la parte variable del salario de los operarios y mandos de la planta:

Indicador	Descripción	Datos	Valor Actual vs Esperado
Metros Expedidos.	Este indicador muestra la cantidad de metros cuadrados expedidos por la planta.	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera diaria.	36.000 m2 vs 45.000 m2
Coste total de la planta.	Este indicador muestra la suma de los costes indirectos y directos de la mano de obra.	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera mensual una vez las cuentas del mes están consolidadas.	322.000 € vs 300.000 €

Coste por m2 expedido.	Este indicador relaciona el coste total de la planta, frente a los metros expedidos.	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera mensual una vez las cuentas del mes están consolidadas.	9,2 €/m2 vs 7 €/m2
Consumo de consumibles por m2 producido.	Este indicador relaciona el gasto consumibles, frente a los metros producidos.	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera mensual una vez las cuentas del mes están consolidadas.	1,50 €/m2 vs 1,20 €/m2
Gasto en mantenimiento por m2 producido.	Este indicador relaciona el gasto de mantenimiento en repuestos y reparaciones, frente a los metros producidos.	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera mensual una vez las cuentas del mes están consolidadas.	1,20 €/m2 vs 1,05 €/m2
Índice Qi expedido/Qi Consumido.	Este indicador relaciona la cantidad de material consumido, ponderado por un coeficiente según calidad del material, con la cantidad de material expedido ponderado por la calidad expedida.	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera mensual una vez las cuentas del mes están consolidadas.	1,1 vs 1,5
Reclamaciones	Nº de reclamaciones interpuestas por el cliente final por fallos en la tonificación, piezas con dimensiones erróneas o piezas rotas.	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera mensual una vez las cuentas del mes están consolidadas.	1000 €/mes vs 0 €/mes

Tabla 15. Indicadores clave actuales. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

En segundo lugar, plantearemos otros indicadores que por su relevancia es interesante conocer e incidir sobre ellos, pero que actualmente no se realiza un control sobre ellos:

Indicador	Descripción	Datos	Valor Actual
Índice de frecuencia de accidentes e incidentes.	Podemos conocer el nº de accidentes e incidentes ocurridos en cada turno, así como su causa, pudiendo así incidir de manera directa sobre ellos evitando el absentismo o baja laboral.	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera mensual una vez las cuentas del mes están consolidadas.	3 Accidentes o Incidentes/mes
Indicador de Calidad en el proceso.	Podemos conocer y corregir defectos en el proceso que se convertirían en reclamaciones si llegasen al cliente.	Los operarios podrían facilitarnos estos datos recogiendo durante el proceso de fabricación.	No hay datos
Indicador de Entrega.	Podríamos saber cuáles son las causas de espera de las notas y que cantidad de notas se cierran en el plazo estipulado y cuantas no.	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera mensual una vez los datos del mes están consolidados.	No hay datos
Rentabilidad de los proyectos	Podríamos conocer cuál es el margen de beneficio entre los costes asociados a los proyectos llevados a cabo, y el precio cotizado.	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera mensual una vez las cuentas del mes están consolidadas.	No hay datos
Merma	Podríamos conocer cuál es la cantidad de material que no aprovechamos en nuestros proyectos, lo cual está fuertemente relacionado con la	Desde el ERP de la empresa podemos conocer este dato de manera mensual una vez los datos del mes están consolidados.	48,5 % vs 40 %

	calidad y estado del material consumido por la planta.		
--	--	--	--

*Tabla 16. Indicadores actuales. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)*

El valor actual es el obtenido para el mes de abril de 2016.

### **3.3. Diagnóstico de la situación actual.**

La situación actual de la planta sin ser excesivamente preocupante, está lejos de cumplir con las expectativas marcadas por la dirección industrial para la planta. Se hace preocupante la ausencia de herramientas para el control de costes y rentabilidad de los proyectos, que nos permita corregir desviaciones o la ausencia de una comunicación clara del alcance y plazos de entrega de los proyectos a los operarios. Cabe reseñar la resistencia al cambio de los mandos de la planta, lo cual supondrá la mayor barrera para la implantación y puesta en marcha de las herramientas que se propondrán para abordar las dificultades y deficiencias que atraviesa la planta.

### **4. Estudio de las posibles herramientas a implantar.**

Visto el diagnóstico del funcionamiento de la planta, y con el fin de incidir sobre los principales focos de mejora que hemos detectado, mejorando los principales KPI's, y adaptando el funcionamiento de la planta a la realidad del sector, debemos proponer una serie de cambios en la organización de la planta y en la gestión de la misma para asegurar que conseguimos los cambios deseados.

Dada la experiencia adquirida por dirección y personal de las funciones de soporte, con las plantas productivas Novelda-1, Novelda-2, Novelda-4 y Novelda-13, con los sistemas de producción basados en la filosofía Lean Manufacturing, optaremos por implantar herramientas de este tipo en la planta productiva de Novelda-7, teniendo en cuenta las particularidades de la planta,

ya que se trabaja por proyectos y no con una producción en serie. Agruparemos las herramientas en las áreas principales definidas.

#### **4.1. Herramientas del Lean Manufacturing.**

Pasaremos ahora a describir someramente las principales herramientas que se utilizan en la filosofía Lean Manufacturing y con las cuales ya se tiene experiencia en la empresa, con el fin de discernir cuales son las más adecuadas dada la particularidad de esta planta productiva.

##### **4.1.1. Lean thinking.**

En primer lugar, comentaremos los principios que vertebran la filosofía Lean para comprobar cómo podemos incidir sobre ellos para incidir sobre los objetivos que nos marcamos. Los principios más frecuentes asociados al sistema Lean Manufacturing, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
- Respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

A estos principios hay que añadir los relacionados con las medidas operacionales y técnicas a usar:

- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie.
- Utilizar sistemas “Pull” para evitar la sobreproducción.
- Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción.
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de defectos.<sup>6</sup>

#### **4.1.1.1. Despilfarros vs valor añadido.**

Muchos de los principios enunciados anteriormente están en consonancia con los objetivos que persiguen la práctica totalidad de las empresas industriales. En principio puede parecer una lista de buenas intenciones, pero surge inmediatamente la pregunta de cómo realmente pueden llevarse a la práctica.

Para ello Lean Manufacturing propugna un cambio radical cultural. Este cambio consiste en analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos de “valor añadido” y “despilfarro”.

Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora. La idea fundamental del Hoshin es buscar, por parte de todo el personal involucrado, soluciones de aplicación inmediata tanto en la mejora de la organización del puesto de trabajo como en las instalaciones o flujos de producción. Uno de los puntos clave del éxito del sistema se encuentra en la implicación de todo el personal, empezando por la dirección y terminando en los operarios.

La mejor forma de entender los conceptos descritos y evaluar su magnitud es identificar algunos de los tipos de despilfarros sobre los que se centra el Lean Manufacturing; almacenamiento, sobreproducción, tiempo de espera, transporte o movimientos innecesarios, defectos, rechazos y reprocesos. Para

---

<sup>6</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

cada uno de ellos identificaremos sus características y las probables causas de fallos, así como las posibles acciones que propone el sistema Lean para su eliminación.

El reconocimiento de los desperdicios de cada empresa debe ser el primer paso para la selección de las técnicas más adecuadas. El firme convencimiento de la existencia de multitud de desperdicios en la empresa ayudará a la hora de diagnosticar el sistema y aplicar las medidas más eficientes.

### **Despilfarro por exceso de almacenamiento**

El almacenamiento de productos presenta la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos hasta el punto que los expertos han denominado al stock la “raíz de todos los males”.

Desde la perspectiva Lean/JIT, los inventarios se contemplan como los síntomas de una fábrica ineficiente porque:

- Encubren productos muertos que generalmente se detectan una vez al año cuando se realizan los inventarios físicos. Se trata de productos y materiales obsoletos, defectuosos, caducados, rotos, etc., pero que no se han dado de baja.
- Necesitan de cuidados, mantenimiento, vigilancia, contabilidad, gestión, etc.
- Desvirtúan las partidas de los activos de los balances. La expresión “inversión en stock” es un error, porque no ofrecen retribución sobre las inversiones y, por tanto, no pueden ser considerados como tales en ningún momento.
- Generan costes difíciles de contabilizar: deterioros en la manipulación, obsolescencia de materiales, tiempo empleado en la detección de errores, incremento del lead time con posible insatisfacción para clientes, mayor dependencia de las previsiones de ventas, etc.

El despilfarro por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso,

indica que el flujo de producción no es continuo. El mantenimiento de almacenes permite mantener los problemas ocultos pero nunca los resuelve.

a) Características

- Excesivo espacio del almacén.
- Contenedores o cajas demasiado grandes.
- Rotación baja de existencias.
- Costes de almacén elevados.
- Excesivos medios de manipulación (carretillas elevadoras, etc.).

b) Causas posibles:

- Procesos con poca capacidad.
- Cuellos de botella no identificados o fuera de control.
- Tiempos de cambio de máquina o de preparación de trabajos excesivamente largos.
- Previsiones de ventas erróneas.
- Sobreproducción.
- Reprocesos por defectos de calidad del producto.
- Problemas e ineficiencias ocultas.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Nivelación de la producción.
- Distribución del producto en una sección específica. Fabricación en células.
- Sistema JIT de entregas de proveedores.
- Monitorización de tareas intermedias.
- Cambio de mentalidad en la organización y gestión de la producción.

**Despilfarro por “sobreproducción”**

El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para

nada, lo que representa claramente un consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de los transportes y del nivel de los almacenes.

El despilfarro de la sobreproducción abre la puerta a otras clases de despilfarro. En muchas ocasiones la causa de este tipo de despilfarro radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Los operarios, preocupados por no disminuir las tasas de producción, emplean el exceso de capacidad fabricando materiales en exceso.

a) Características:

- Gran cantidad de stock.
- Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad.
- Equipos sobredimensionados.
- Tamaño grande de lotes de fabricación.
- Falta de equilibrio en la producción.
- Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad.
- Equipamiento obsoleto.
- Necesidad de mucho espacio para almacenaje.

b) Causas posibles:

- Procesos no capaces y poco fiables.
- Reducida aplicación de la automatización.
- Tiempos de cambio y de preparación elevados
- Respuesta a las previsiones, no a las demandas.
- Falta de comunicación.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Flujo pieza a pieza (lote unitario de producción).
- Implementación del sistema pull mediante kanban.
- Acciones de reducción de tiempos de preparación SMED.
- Nivelación de la producción.
- Estandarización de las operaciones.

**Despilfarro por “tiempo de espera”**

El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Los procesos mal diseñados pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Por ello, es preciso estudiar concienzudamente cómo reducir o eliminar el tiempo perdido durante el proceso de fabricación.

a) Características:

- El operario espera a que la máquina termine.
- Exceso de colas de material dentro del proceso.
- Paradas no planificadas.
- Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.
- Tiempo para ejecutar reproceso.
- La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente.
- Un operario espera a otro operario.

b) Causas posibles:

- Métodos de trabajo no estandarizados.
- Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos.
- Desequilibrios de capacidad.
- Falta de maquinaria apropiada.
- Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas.
- Producción en grandes lotes.
- Baja coordinación entre operarios
- Tiempos de preparación de máquina /cambios de utillaje elevados.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Nivelación de la producción. Equilibrado de la línea.
- Layout específico de producto. Fabricación en células en U.
- Autonomatización con un toque humano (Jidoka).
- Cambio rápido de técnicas y utillaje (SMED).
- Adiestramiento polivalente de operarios.
- Sistema de entregas de proveedores.
- Mejorar en mantenimiento de la línea de acuerdo a secuencia de montaje.

## **Despilfarro por “transporte” y “movimientos innecesarios”**

El desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. En este sentido, es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores. Además, cuantas más veces se mueven los artículos de un lado para otras mayores son las probabilidades de que resulten dañados.

### **a) Características**

- Los contenedores son demasiado grandes, o pesados, difíciles de manipular.
- Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.
- Los equipos de mantenimiento circulan vacíos por la planta.

### **b) Causas posibles:**

- Layout obsoleto.
- Gran tamaño de los lotes.
- Procesos deficientes y poco flexibles.
- Programas de producción no uniformes.
- Tiempos de preparación elevados.
- Excesivos almacenes intermedios.
- Baja eficiencia de los operarios y las máquinas.
- Reprocesos frecuentes.

### **c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:**

- Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
- Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
- Trabajadores polivalentes o multifuncionales.
- Reordenación y reajuste de las instalaciones para facilitar los movimientos de los empleados.

## **Despilfarro por defectos, rechazos y reprocesos**

El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores, para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales. También debería haber un control de calidad en tiempo real, de modo que los defectos en el proceso productivo se detecten justo cuando suceden, minimizando así el número de piezas que requieren inspección adicional y/o repetición de trabajos.

a) Características:

- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
- Planificación inconsistente.
- Calidad cuestionable.
- Flujo de proceso complejo.
- Recursos humanos adicionales necesarios para inspección y reprocesos.
- Espacio y técnicas extra para el reproceso.
- Maquinaria poco fiable.
- Baja motivación de los operarios.

b) Causas posibles:

- Movimientos innecesarios.
- Proveedores o procesos no capaces.
- Errores de los operarios.
- Formación o experiencia de los operarios inadecuada.
- Técnicas o utillajes inapropiados.
- Proceso productivo deficiente o mal diseñado.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Autonomatización con toque humano (Jidoka).
- Estandarización de las operaciones.
- Implantación de elementos de aviso o señales de alarma (andon).

- Mecanismos o sistemas anti-error (Poka-Yoke).
- Incremento de la fiabilidad de las máquinas.
- Implantación mantenimiento preventivo.
- Aseguramiento de la calidad en puesto.
- Producción en flujo continuo para eliminar manipulaciones de las piezas de trabajo.
- Control visual: Kanban, 5S y andon.
- Mejora del entorno de proceso.<sup>7</sup>

#### **4.2. El control de costes y rentabilidad de la planta y del portfolio de proyectos.**

Plantearemos teóricamente las herramientas que nos pueden ser útiles para mejorar este aspecto.

##### **4.2.1. Cuadro de mandos e indicadores clave.**

Se denomina Cuadro de Mando Integral (CMI) a una herramienta de gestión empresarial muy útil para medir la evolución de la actividad de una compañía y sus resultados, desde un punto de vista estratégico y con una perspectiva general. Gerentes y altos cargos la emplean por su valor al contribuir de forma eficaz en la visión empresarial, a medio y largo plazo. Los plazos de entrega y alcance de los proyectos, la cadena de suministro y la gestión de la subcontratación.

Saber establecer y comunicar la estrategia corporativa para alinear los recursos y las personas en una dirección determinada no es tarea sencilla, y un Cuadro de Mando resulta de gran ayuda para lograrlo. A través de sus indicadores de control, financieros y no financieros, se obtiene información periódica para un mejor seguimiento en el cumplimiento de los objetivos establecidos previamente, y una visión clara del desarrollo de la estrategia. Así, y gracias a

---

<sup>7</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

esta inteligencia empresarial, la toma de decisiones resulta más sencilla y certera, y se pueden corregir las desviaciones a tiempo.

Cuatro son las perspectivas o puntos de vista que componen normalmente un Cuadro de Mando Integral y, desde las cuales se observa y recopila la información que será medida después. Aunque las que citamos a continuación son las más frecuentes, no son las únicas, ni siempre son las mismas: pueden variar en función de las características concretas de cada negocio.

Eso sí, para un buen aprovechamiento del Cuadro de Mando Integral, no se recomienda utilizar más de siete indicadores en cada perspectiva. Es conveniente no recargar excesivamente el CMI para que resulte operativo y realmente funcional.

#### 1. Perspectiva de aprendizaje y crecimiento

Se refiere a los recursos que más importan en la creación de valor: las personas y la tecnología. Incide sobre la importancia que tiene el concepto de aprendizaje por encima de lo que es en sí la formación tradicional. Los mentores y tutores en la organización juegan un papel relevante, al igual que la actitud y una comunicación fluida entre los empleados.

#### 2. Perspectiva de procesos internos

Las métricas desde esta perspectiva facilitan una valiosa información acerca del grado en que las diferentes áreas de negocio se desarrollan correctamente. Indicadores en procesos de innovación, calidad o productividad pueden resultar clave, por su repercusión comercial y financiera.

#### 3. Perspectiva del cliente

La satisfacción del cliente como indicador, sea cual sea el negocio de la compañía, se configura como un dato a considerar de gran transcendencia. Repercutirá en el posicionamiento de la compañía en relación al de su competencia, y reforzará o debilitará la percepción del valor de la marca por parte del consumidor.

#### 4. Perspectiva financiera

Refleja el propósito último de las organizaciones comerciales con ánimo de lucro: sacar máximo partido de las inversiones realizadas. Desde el punto de vista de los accionistas, se mide la capacidad de generar valor por parte de la compañía y, por tanto, de maximizar los beneficios y minimizar los coste.<sup>8</sup>

#### **4.3. Plazos de entrega y alcance de los proyectos.**

Plantaremos teóricamente las herramientas que nos pueden ser útiles para mejorar este aspecto.

##### **4.3.1. KANBAN.**

Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban), aunque pueden ser otro tipo de señales. Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas. Kanban se ha constituido en la principal herramienta para asegurar una alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento adecuado.

El sistema consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y, a su vez, con la línea de montaje final.

Las tarjetas se adjuntan a contenedores o envases de los correspondientes materiales o productos, de forma que cada contenedor tendrá su tarjeta y la cantidad que refleja la misma es la que debe tener el envase o contenedor.

De esta forma, las tarjetas Kanban se convierten en el mecanismo de comunicación de las órdenes de fabricación entre las diferentes estaciones de trabajo. Estas tarjetas recogen diferente información, como la denominación y

---

<sup>8</sup> (<http://www.lantares.com/>, 2016)

el código de la pieza a fabricar, la denominación y el emplazamiento del centro de trabajo de procedencia de las piezas, el lugar donde se fabricará, la cantidad de piezas a producir, el lugar donde se almacenarán los artículos elaborados, etc.

Se distinguen dos tipos de kanbans:

- El kanban de producción, que indica qué y cuánto hay que fabricar para el proceso posterior.
- El kanban de transporte, que indica qué y cuánto material se retirará del proceso anterior.

La principal aportación del uso de estas tarjetas es conseguir el reaprovisionamiento único del material vendido, reduciéndose de este modo, los stocks no deseados. Cuando se explican las cuestiones técnicas de funcionamiento del sistema aparecen dudas: ¿cómo deben calcularse el número de tarjetas en circulación?, ¿y el número de piezas por kanban?, ¿qué pasa si una desaparece?, etc. Aunque es necesario resolver estas cuestiones, lo realmente importante es formar un equipo de personas dispuestas a aprender, que busquen y encuentren caminos para minimizar el número de tarjetas para reducir y, finalmente, eliminar los stocks. Kanban ha tenido una fuerte implantación en la industria del automóvil, convirtiéndose en uno de los prototipos del sistema JIT.<sup>9</sup>

#### **4.3.2. Total Productive Maintenance (TPM).**

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. Para ello, el TPM se propone cuatro objetivos:

- Maximizar la eficacia del equipo.

---

<sup>9</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que se inicie en el mismo momento de diseño de la máquina (diseño libre de mantenimiento) y que incluirá a lo largo de toda su vida acciones de mantenimiento preventivo sistematizado y mejora de la mantenibilidad mediante reparaciones o modificaciones.
- Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos.
- Implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños grupos.

La eficacia de los equipos se maximiza por medio del esfuerzo realizado en el conjunto de la empresa para eliminar las “seis grandes pérdidas” que restan eficacia a los equipos.

Las seis grandes pérdidas en los equipos productivos:

### **Tiempo Muerto**

1. Averías debidas a fallos en equipos.
2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas.

### **Perdidas de velocidad**

3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.).
4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).

### **Defectos**

5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del

mantenimiento básico de sus equipos con el fin de conservarlos en buen estado de funcionamiento y, además, realizan un control permanente sobre dichos equipos para detectar anomalías antes de que causen averías. El TPM incluye como primeras actividades la limpieza, la lubricación y la inspección visual.

El TPM promueve la concienciación sobre el equipo y el automantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieren habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente. En estas condiciones, la implantación TPM requiere una metodología adecuada a las características de la empresa y sobre todo, formación de las personas. De una forma esquemática, el proceso de implantación TPM se puede desplegar en las siguientes fases:

#### Fase preliminar

En una fase preliminar es necesario modelizar la información relacionada con mantenimiento, identificando y codificando equipos, averías y tareas preventivas.

#### Fase 1.- Volver a situar la línea en su estado inicial

El objetivo debe ser dejar la línea en las condiciones en las que fue entregada por parte del proveedor el día de su puesta en marcha: limpia, sin manchas de aceite, grasa, polvo, libre de residuos, etc.

#### Paso 2.- Eliminar las fuentes de suciedad y las zonas de difícil acceso

Una fuente de suciedad (fugas de aire o de aceite, caídas de componentes, virutas de metal, etc.) es aquel lugar en el que, aunque se limpie continuamente, sigue generando suciedad. Estas fuentes de suciedad hay que considerarlas como causas de un mal funcionamiento o anomalías de los equipos, aunque está claro que unas repercutirán más que otras en el rendimiento de las instalaciones.

#### Paso 3.- Aprender a inspeccionar el equipo

Para el proceso de implantación del TPM es fundamental que el personal de producción, poco a poco, se vaya encargando de más tareas propias de

mantenimiento, hasta llegar a trabajar de forma casi autónoma. Para ello es imprescindible formación para transmitir los conocimientos necesarios a los operarios de la línea sobre el funcionamiento de las máquinas y los equipos. Esta formación cada vez será más detallada y abarcará más tareas multidisciplinares.

#### Paso 4.- Mejora continua

En este paso los operarios de producción realizan las tareas de TPM de forma autónoma, se hacen cargo de las técnicas necesarias y proponen mejoras en las máquinas que afecten a nuevos diseños de línea. Los responsables verifican los esfuerzos para mejorar los procedimientos de mantenimiento preventivo y supervisan sus actividades orientadas a elevar la rentabilidad económica de la planta. En esta fase cobra vital importancia la determinación de las causas de averías para la cual se pueden utilizar las mismas técnicas de calidad total que se usan en SMED.

Una vez iniciado un programa TPM, la calidad de su proceso de implantación debe ser auditada por el departamento de mantenimiento de cara a controlar los costes, comprobar que las actividades planificadas se han realizado y plantear objetivos para siguientes fases.<sup>10</sup>

#### **4.3.3. Matriz de Polivalencia.**

El sistema pull de producción, por un lado y los requerimientos del mercado, por otro, obligan a la polivalencia, es decir, exigen que los operarios dominen más de un proceso de forma que tengan la capacidad de trabajar en varios puestos, máquinas o técnicas distintas. La polivalencia permite al equipo tener un funcionamiento autónomo ya que las personas polivalentes no siempre se limitan a un puesto porque pueden ayudarse mutuamente, reemplazarse o cambiar de tarea.

Para conseguir flexibilidad es preciso que el número de operarios se adapte a las necesidades reales de la demanda en cada momento. Desde el punto de vista del operario, esto significa que puede ver alterada su asignación de tareas

---

<sup>10</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

incrementándose o disminuyéndose el número de actividades a realizar o, simplemente, modificándose el orden o el contenido de las mismas. En Japón se utiliza el término *shojinka* para referirse a la flexibilidad en el número de trabajadores en cada taller para adaptarse a los cambios de la demanda mediante la ampliación de la gama de tareas asignadas a los operarios.

Por otro lado, la organización Lean comporta una revalorización de la figura del encargado de la planta, que tiene una tasa de polivalencia del 100%, y al que compete garantizar el cumplimiento de los objetivos de producción en cuanto a calidad y rendimiento.

El encargado debe estar en un estado permanente de observación crítica del desarrollo de la producción. Debe supervisar y coordinar a todos sus subordinados y tomar las decisiones oportunas acorde con el interés de la estrategia de la empresa.

Los encargados, además, tienen una amplia autonomía de decisión con respecto a las sugerencias de mejora que provengan de los operarios. Los japoneses atribuyen al encargado el papel de responsable de la eliminación de las tres “M”: Muri-muda-mura, es decir, operaciones no ergonómicas o sobrecarga del trabajo (muri), despilfarros (muda) y operaciones irregulares (mura).<sup>11</sup>

#### **4.3.4. Single minute Exchange or die (SMED).**

SMED por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales. Es una metodología clara, fácil de aplicar y que consigue

---

<sup>11</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

resultados rápidos y positivos, generalmente con poca inversión aunque requiere método y constancia en el propósito. La reducción en los tiempos de preparación merece especial consideración y es importante por varios motivos. Cuando el tiempo de cambio es alto los lotes de producción son grandes y, por tanto, la inversión en inventario es elevada. Cuando el tiempo de cambio es insignificante se puede producir diariamente la cantidad necesaria eliminando casi totalmente la necesidad de invertir en inventarios. Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de técnicas y útiles. Los nuevos métodos de cambio reducen sustancialmente los defectos y suprimen la necesidad de inspecciones. Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina. Si las máquinas se encuentran a plena capacidad, una opción para aumentarla, sin comprar máquinas nuevas, es reducir su tiempo de cambio y preparación. Cabe destacar que en las empresas japonesas la reducción de tiempos de preparación no sólo recae en el personal de producción e ingeniería, sino también en los Círculos de Control de Calidad (CCC). Precisamente, SMED hace uso de las técnicas de calidad para resolución de problemas como el análisis de Pareto, las seis preguntas clásicas ¿Qué? – ¿Cómo? – ¿Dónde? – ¿Quién? – ¿Cuándo? y los respectivos ¿Por qué? Todas estas técnicas se usan a los efectos de detectar posibilidades de cambio, simplificación o eliminación de tareas de preparación a partir de identificar la causa raíz que determinan tiempos elevados de preparación o cambio de técnicas. En este sentido conviene tener presente las posibles causas que originan elevados de cambio:

- La terminación de la preparación es incierta.
- No se ha estandarizado el procedimiento de preparación.
- Utilización de equipos inadecuados.
- No haber aplicado la mejora a las actividades de preparación.
- Los materiales, las técnicas y las plantillas no están dispuestos antes del comienzo de las operaciones de preparación.
- Las actividades de acoplamiento y separación duran demasiado.
- Número de operaciones de ajuste elevado.
- Las actividades de preparación no han sido adecuadamente evaluadas.
- Variaciones en los tiempos de preparación de las máquinas.

Para llevar a cabo una acción SMED, las empresas deben acometer estudios de tiempos y movimientos relacionados específicamente con las actividades de preparación. Estos estudios suelen encuadrarse en cuatro fases bien diferenciadas:

#### Fase 1: Diferenciación de la preparación externa y la interna

Por preparación interna, se entienden todas aquellas actividades que para poder efectuarlas requiere que la máquina se detenga. En tanto que la preparación externa se refiere a las actividades que pueden llevarse a cabo mientras la máquina funciona. El principal objetivo de esta fase es separar la preparación interna de la preparación externa, y convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa.

Para convertir la preparación interna en preparación externa y reducir el tiempo de esta última, son esenciales los puntos siguientes:

- Preparar previamente todos los elementos: plantillas, técnicas, troqueles y materiales...
- Realizar el mayor número de reglajes externamente.
- Mantener los elementos en buenas condiciones de funcionamiento.
- Crear tablas de las operaciones para la preparación externa.
- Utilizar tecnologías que ayuden a la puesta a punto de los procesos.
- Mantener el buen orden y limpieza en la zona de almacenamiento de los elementos principales y auxiliares (5S).

#### Fase 2: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones

Las preparaciones internas que no puedan convertirse en externas deben ser objeto de mejora y control continuo. A tales efectos se consideran clave para la mejora continua de las mismas los siguientes puntos:

- Estudiar las necesidades de personal para cada operación.
- Estudiar la necesidad de cada operación.
- Reducir los reglajes de la máquina.
- Facilitar la introducción de los parámetros de proceso.
- Establecer un estándar de registro de datos de proceso.

- Reducir la necesidad de comprobar la calidad del producto.

Fase 3: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora del equipo

Todas las medidas tomadas a los efectos de reducir los tiempos de preparación se han referido hasta ahora a las operaciones o actividades. La siguiente fase debe enfocarse a la mejora del equipo:

- Organizar las preparaciones externas y modificar el equipo de forma tal que puedan seleccionarse distintas preparaciones de forma asistida.
- Modificar la estructura del equipo o diseñar técnicas que permitan una reducción de la preparación y de la puesta en marcha.
- Incorporar a las máquinas dispositivos que permitan fijar la altura o la posición de elementos como troqueles o plantillas mediante el uso de sistemas automáticos.

Fase 4: Preparación Cero

El tiempo ideal de preparación es cero por lo que el objetivo final debe ser plantearse la utilización de tecnologías adecuadas y el diseño de dispositivos flexibles para productos pertenecientes a la misma familia. Los beneficios de la aplicación de las técnicas SMED se traducen en una mayor capacidad de respuesta rápida a los cambios en la demanda (mayor flexibilidad de la línea), permitiendo la aplicación posterior de los principios y técnicas Lean como el flujo pieza a pieza, la producción mezclada o la producción nivelada.<sup>12</sup>

#### **4.4. La calidad del proceso y las reclamaciones de clientes.**

Plantearemos teóricamente las herramientas que nos pueden ser útiles para mejorar este aspecto.

##### **4.4.1. Gestión visual.**

Las técnicas de control visual son un conjunto de medidas prácticas de comunicación que persiguen plasmar, de forma sencilla y evidente, la situación

---

<sup>12</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

del sistema de productivo con especial hincapié en las anomalías y despilfarros. El control visual se focaliza exclusivamente en aquella información de alto valor añadido que ponga en evidencia las pérdidas en el sistema y las posibilidades de mejora. Hay que tener en cuenta que, en muchos casos, las fábricas usan estadísticas, gráficas y cifras de carácter estático y especializado que solo sirven a una pequeña parte de los responsables de la toma de decisión. En este sentido, el control visual se convierte en la herramienta Lean que convierte la dirección por especialistas en un dirección simple y transparente con la participación de todos de forma que puede afirmarse que es la forma con la que Lean Manufacturing “estandariza” la gestión.

Bajo la perspectiva Lean, estas técnicas persiguen mantener informado al personal sobre cómo sus esfuerzos afectan a los resultados y darles el poder y responsabilidad de alcanzar sus metas. Estas técnicas tienen relación con la importancia que en la metodología Lean tiene la motivación de los empleados a través de la información.

El control y comunicación visual tiene muchas ventajas, entre ellas la rápida captación de sus mensajes y la fácil difusión de información.<sup>13</sup>

Todo ello se ve materializado en la colocación de un panel físico que servirá de medio de comunicación permanente entre los diferentes turnos de las secciones productivas, entre los equipos y los mandos de la planta, y entre todos ellos y las funciones de soporte, haciendo visible toda aquella información que pueda ser útil para cualquiera de las plantas.

#### **4.4.2. Estandarización de las operaciones.**

La “estandarización” junto con las 5S y SMED supone unos de los cimientos principales del Lean Manufacturing sobre los que deben fundamentarse el resto de las técnicas que se describen en este capítulo. Una definición precisa de lo que significa la estandarización, que contemple todos los aspectos de la filosofía lean, es la siguiente: “Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y

---

<sup>13</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente”.

La estandarización en el entorno de fabricación japonés, se ha convertido en el punto de partida y la culminación de la mejora continua y, probablemente, en la principal herramienta del éxito de su sistema. Partiendo de las condiciones corrientes, primero se define un estándar del modo de hacer las cosas; a continuación, se mejora, se verifica el efecto de la mejora y se estandariza de nuevo un método que ha demostrado su eficacia. La mejora continua es la repetición de este ciclo. En este punto reside una de las claves del pensamiento Lean: “Un estándar se crea para mejorarlo”. Este concepto de “estándar” es diametralmente opuesto a los sistemas rígidos de aquellas empresas en donde la estandarización se traduce en documentos muertos que reposan en estantes o paneles, desfasados y poco o nada utilizados; incluso suelen tener errores en las descripciones de los métodos y en otras usan enfoques inapropiados para el usuario o situación particular.

Los estándares afectan a todos los procesos de la empresa, de manera que donde exista el uso de personas, materiales, máquinas, métodos, mediciones e información (5M +1I) debe existir un estándar.

Las características que debe tener una correcta estandarización se pueden resumir en los cuatro principios siguientes:

- Ser descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir cosas.
- Proceder de mejoras hechas con las mejores técnicas y herramientas disponibles en cada caso.
- Garantizar su cumplimiento.
- Considerarlos siempre como puntos de partida para mejoras posteriores.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

## **4.5. Las condiciones de orden y limpieza.**

Plantearemos teóricamente las herramientas que nos pueden ser útiles para mejorar este aspecto.

### **4.5.1. 5´S.**

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen la herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

Es fundamental que todos los miembros del equipo autónomo estén implicados en la dinámica de las 5´S.

#### **1s. Definición.**

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto es útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho.

#### **2 s. Definición.**

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que más

se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. La implantación del seiton comporta:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo.

### **3 s. Definición.**

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”.

Se trata de dejar las cosas como “el primer día”. La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

### **4s. Definición.**

La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras "S", porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace "hoy sí y mañana no", lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras "S".
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

Para implantar una limpieza estandarizada, el procediendo puede basarse en tres pasos:

- Asignar responsabilidades sobre las 3S primeras. Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo.
- Integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares.
- Chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las
- 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican.

### **5s. Definición.**

La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras "S", porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un

dibujo. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

Para implantar una limpieza estandarizada, el procediendo puede basarse en tres pasos:

- Asignar responsabilidades sobre las 3S primeras. Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo.
- Integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares.
- Chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican.<sup>15</sup>

#### **4.6. El absentismo laboral y gestión de las personas.**

Plantearemos teóricamente las herramientas que nos pueden ser útiles para mejorar este aspecto.

##### **4.6.1. Equipos autónomos y Tareas rotativas.**

En el entorno Lean, los proyectos de implantación, mejora y mantenimiento del sistema se organizan a través de diferentes tipologías de grupos cuya solidez se basa en la implicación gracias a su participación activa y a las técnicas puestas a su disposición como son los Grupos autónomos de producción (GAP). Estos grupos de personas que trabajan en un área determinada, organizando el trabajo orientado a los procesos y que persiguen en todo

---

<sup>15</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

momento la mejora continua. Estos grupos son decisivos a la hora de pilotar la implantación inicial de técnicas Lean en un área determinada de la fábrica. Posteriormente, una vez implantadas y estabilizadas, son decisivos a la hora de mantener el sistema y perseguir el control y la mejora continua de los resultados (costes, calidad, entregas y personal).

Las características que diferencian estos grupos Lean de las iniciativas tradicionales de equipos o reuniones de resolución de problemas, son las siguientes:

- Disponen de estructuras definidas de soporte operativo que están a su disposición para el desarrollo de sus acciones de mejora.
- Utilizan la gestión visual como soporte al sistema. La gestión visual se refleja en todas las actividades de los equipos tales como control de indicadores, técnicas de implicación del personal, seguridad, formación (polivalencia), ideas de mejora, condiciones de trabajo, estándares de calidad o informaciones de buenas prácticas de otros equipos Lean.
- Pertenecen a una estructura perfectamente jerarquizada y definida que deja claras las reglas para la comunicación y gestión que facilitan de forma ágil y eficiente la toma de decisiones.
- Disponen de un sistema perfectamente definido de reuniones según los diferentes niveles jerárquicos. Este sistema se traduce en un Mapa de Reuniones de Planta que establece tipo de reuniones, cadencia, participantes, agenda y objetivos.
- La metodología de las reuniones está también perfectamente definida en todos sus aspectos: actas, preparación previa, tiempo controlado.<sup>16</sup>

#### **4.7. Mejora continua de la planta productiva en su conjunto y del Lay-out.**

Plantearemos teóricamente las herramientas que nos pueden ser útiles para mejorar este aspecto.

---

<sup>16</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

#### **4.7.1. Metodología KAIZEN.**

Los equipos de mejora (equipos Kaizen), son equipos de seis a ocho miembros que abordan la resolución de problemas específicos o el despliegue de nuevas técnicas. Son equipos multidisciplinares formados por personas de diferentes niveles de responsabilidad y departamentos. Están adiestrados en técnicas de análisis y resolución de problemas y en técnicas específicas para la búsqueda y eliminación de “desperdicios”. La creación de grupos Kaizen permite gestionar, de forma activa, el conocimiento depositado en todas las personas de la organización. Bajo la perspectiva “la situación actual nunca es la mejor de las posibles”, estos grupos trabajan para conseguir mejoras.<sup>17</sup>

#### **4.7.2. Indicadores para el equipo autónomo.**

Es fundamental que el equipo autónomo disponga de una serie de indicadores sobre los que pueda incidir directamente y que estén vinculados al cobro de su parte salarial variable. Estos indicadores deben ser cumplimentados diariamente por ellos mismo, para ello deben ser fácilmente cumplimentables, y comprensibles.

#### **4.7.3. Sistema de recogida de sugerencia de mejoras.**

Los programas de sugerencias están dirigidos a aprovechar todo el potencial individual de los empleados mediante la canalización de sus sugerencias. Una sugerencia es toda idea que suponga una modificación, simplificación, o mejora de los métodos de trabajo, tanto administrativos como productivos, y cuya consecuencia es una reducción de costes. Una sugerencia debe incluir una situación previa (“el antes”) y una situación propuesta (“el después”) de modo concreto y claro ya que no pueden admitirse sugerencias idealistas o genéricas como plantear la “mejora del sistema de comunicación de la empresa”. En principio, las sugerencias deben enfocarse hacia los siguientes temas:

- Mejora de la calidad y de los procesos productivos y administrativos.

---

<sup>17</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

- Ergonomía y seguridad de los puestos de trabajo.
- Reutilización y aprovechamiento de materiales.
- Eliminación de cualquier tipo de despilfarro.
- Ahorros de energía, horas máquina, gastos generales, etc.

Los sistemas de sugerencias se han considerado tradicionalmente los primeros programas de mejora.<sup>18</sup>

## 5. Análisis del plan de mejora a implantar.

En este apartado pasaremos a analizar las diferentes herramientas expuestas que hemos descrito y cuál sería el impacto sobre las áreas sobre las que queremos influir.

### 5.1. Valoración de las herramientas a implantar.

Ahora agruparemos las distintas áreas propuesta y valoraremos si ofrecen los beneficios necesarios para cubrir las deficiencias y puntos débiles detectados en la fase de análisis.

Área de influencia	Herramientas propuestas.	Beneficios
La cadena de suministro y gestión de la subcontratación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación de los pedidos a proveedores internos y externos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor control sobre el estado de pedidos.</li> </ul>
El control de costes y rentabilidad de la planta y del portfolio de proyectos que se desarrollan en la misma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadro de Mandos.</li> <li>• Indicadores Clave.</li> <li>• Seguimiento de proyectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de los costes de manera visual y sencilla, sin necesidad de que esté cerrado el periodo o proyecto.</li> <li>• Posibilidad de corregir desviaciones.</li> </ul>

<sup>18</sup> Hernandez Matias, J. C. (2013). *LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN*. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

Los plazos de entrega y alcance de los proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panel KANBAN.</li> <li>• Notas de material.</li> <li>• Matriz de Polivalencia.</li> <li>• TPM.</li> <li>• SMED.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor información para los operarios sobre los plazos de entrega y el alcance de los proyectos.</li> <li>• Mayor transparencia en la asignación de material para cada proyecto.</li> <li>• Versatilidad de los operarios, mayor flexibilidad en la producción.</li> <li>• Reducción de los Gastos de mantenimiento.</li> <li>• Reducción de tiempo de paro por avería.</li> <li>• Flexibilidad de fabricación (cambios de formato).</li> </ul>
La calidad del proceso y las reclamaciones de clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de Calidad autónomo.</li> <li>• Estandarización de operaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los costes de no calidad (errores, reclamaciones, etc).</li> <li>• Versatilidad de los operarios, mayor flexibilidad en la producción.</li> </ul>
Las condiciones de orden y limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5's.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora del Orden y la Limpieza de la Planta. Necesaria la implicación de toda la plantilla</li> </ul>
El absentismo laboral y gestión de las personas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión Visual.</li> <li>• Panel Lean e Indicadores de GV.</li> <li>• Equipos autónomos.</li> <li>• Reuniones de 5 minutos.</li> <li>• Reuniones en cascada.</li> <li>• Estandarización de operaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empoderamiento de los operarios.</li> <li>• Aumento de la visibilidad de los problemas.</li> <li>• Implicación de los operarios en los resultados globales de la planta.</li> </ul>
El Lay-out de la planta productiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización de los almacenes intermedios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los transportes intermedios.</li> </ul>
Mejora continua de la planta productiva en su conjunto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología KAIZEN.</li> <li>• Tarjetas de respuesta rápida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de propuesta de mejoras.</li> </ul>

Tabla 17. Valoración de las herramientas a implantar. (Elaboración propia, 2016)

## CAPITULO III. PROPUESTA.

### 6. Justificación de la solución adoptada.

Una vez que hemos decidido que vamos a adoptar una serie de herramientas basadas en la filosofía Lean Manufacturing para nuestra planta, y descritas las posibles herramientas a implantar y cuál sería su efecto sobre las áreas que queremos mejorar, podemos fijar las herramientas a implantar, que serán las escogidas, que son:

- Planificación de los pedidos a proveedores internos y externos.
- Cuadro de Mandos.
- Indicadores Clave.
- Seguimiento de proyectos.
- Panel KANBAN.
- Notas de material.
- Matriz de Polivalencia.
- TPM.
- SMED.
- Control de Calidad autónomo.
- Estandarización de operaciones.
- 5's.
- Gestión Visual. Panel de Comunicación (Panel Lean Manufacturing) e Indicadores de Gestión Visual.
- Equipos autónomos.
- Reuniones de 5 minutos.
- Reuniones en cascada.
- Estandarización de operaciones.
- Organización de los almacenes intermedios.
- Metodología KAIZEN.
- Tarjetas de respuesta rápida.

En los siguientes apartados desgranaremos y adaptaremos cada herramienta a la realidad de la planta.

## 6.1. Planificación de los pedidos a proveedores internos y externos.

La planificación se realizará con un documento como este:

FECHA	CARGA 1			CARGA 2			CARGA 3			CARGA 4			TOTAL DIARIO		ACUMULADO MENSUAL	
	Proyecto/Ref.	M2	€	M2	€	M2	€									
01/01/2016													0	0	0	0
02/01/2016													0	0	0	0
03/01/2016													0	0	0	0
04/01/2016													0	0	0	0
05/01/2016													0	0	0	0
06/01/2016													0	0	0	0
07/01/2016													0	0	0	0
08/01/2016													0	0	0	0
09/01/2016													0	0	0	0
10/01/2016													0	0	0	0
11/01/2016													0	0	0	0
12/01/2016													0	0	0	0
13/01/2016													0	0	0	0
14/01/2016													0	0	0	0
15/01/2016													0	0	0	0
16/01/2016													0	0	0	0
17/01/2016													0	0	0	0
18/01/2016													0	0	0	0
19/01/2016													0	0	0	0
20/01/2016													0	0	0	0

Figura 14. Planificación de pedidos a proveedores. (Elaboración propia, 2016)

El cual servirá para alimentar los cuadros de mando por proyectos y el general para la planta. Esta planificación se realizará al menos semanalmente, en las reuniones de planificación entre los responsables de planta y los responsables de proyectos.

Por otra parte, se ubicará un panel KANBAN con las siguientes tarjetas, para realizar un control del estado de los pedidos de labores subcontratadas para facilitar su seguimiento:

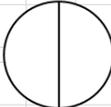
PEDIDO SUBCONTRATA-TARJETA KANBAN				
Proyecto:	Nota de taller/PV:		Ubicación nota:	
Taller Externo:	Fecha de pedido:	Fecha entrega prev.:	Fecha entrega real:	
Pedido/Observaciones:				
PRIORIDAD	ALTA	MEDIA	BAJA	
CLIENTE	CARGAS	ELABORADO	CMS	

Figura 15. Tarjeta KANBAN. Gestión de Subcontratas. (Elaboración propia, 2016)

Las tarjetas se rellenarán conforme a:

- **PROYECTO:** Anotaremos nombre del proyecto, de la nota de taller que vamos a producir, con ese material.
- **NOTA DE TALLER:** Anotaremos el código numérico asignado a la nota de taller que vamos a producir, con ese material.
- **UBICACIÓN DE LA NOTA:** Anotaremos en que casillero, de los que se encuentran ubicados junto al panel, en cuál de ellos hemos dejado la nota de taller junto con la nota de material.
- **TALLER EXTERNO:** Anotaremos el nombre del taller externo que va realizar la tarea solicitada/necesaria para elaborar la nota en cuestión.
- **FECHA DE PEDIDO:** Anotaremos la fecha que se realiza el pedido al taller externo.
- **FECHA ENTREGA PREVISTA:** Anotaremos la fecha en la que el taller externo nos debe entregar el pedido solicitado.
- **FECHA ENTREGA REAL:** Anotaremos la fecha en la que el taller externo nos entrega realmente el pedido solicitado.
- **PEDIDO/OBSERVACIONES:** Anotaremos, si es necesario, cual es la tarea o material a procesar por el taller externo, y/o alguna observación relevante para la gestión del pedido.
- **PRIORIDAD:** ALTA/MEDIA/BAJA, marcaremos según la urgencia y prioridad que tenga esta nota sobre las demás que se encuentran EN COLA en el panel KANBAN para el mismo taller externo.
- **CLIENTE:** CARGAS/ELABORADO/CMS, marcaremos que sección procesara el material fabricado en el pedido por el taller externo.
- **PICTOGRAMA DE FECHA OBJETIVO:** Anotaremos en la sección izquierda el número de semana en la que la nota debe pasar a la siguiente sección que procesará el material. En la sección derecha marcaremos el día de la semana que la nota debe ser entregada a la siguiente sección, atendiendo al siguiente código de colores (esta fecha puede coincidir con la fecha de entrega prevista o ser anterior a esta):

DIA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
COLOR	NEGRO	AMARILLO	AZUL	ROJO	VERDE

El encargado de la gestión de las subcontratas será el responsable de gestionar este panel.

## 6.2. Cuadro de Mandos e Indicadores clave.

Para el control de la gestión y funcionamiento de la planta, y para abordar el control de la misma con el fin de corregir posibles desviaciones, fijaremos una serie de indicadores clave, y un cuadro de mandos para poder evaluar los resultados obtenidos de forma inmediata y poder tomar medidas correctoras según sea necesario, describiremos todo ello en los siguientes apartados.

Seleccionaremos para el cuadro de mandos los indicadores que condicionan el pago del personal de la planta y que son controlados por la dirección industrial actualmente, además de los indicadores que hemos analizados y que creemos básicos para la mejora continua de la planta.

Tras este análisis realizado fijaremos como KPI's para la planta los siguientes indicadores, agrupados por perspectivas:

### 1. Perspectiva de aprendizaje y crecimiento

- Indicador de Calidad en el proceso.
- Índice de frecuencia de accidentes e incidentes.

### 2. Perspectiva de procesos internos

- Índice Qi expedido.
- Merma.
- Metros Expedidos.

### 3. Perspectiva del cliente

- Reclamaciones.
- Indicador de Entrega.

### 4. Perspectiva financiera

- Coste total de la planta.
- Consumo de consumibles por m2 producido.
- Gasto en mantenimiento por m2 producido.
- Rentabilidad de los proyectos.
- Coste por m2 expedido.

Quedarían configurados en la siguiente tabla:

Ref.	Indicador	Descripción
<b>1</b>	Actual COST N07	% de cumplimiento de la planificación mensual, para el portfolio de proyectos.
	Planed VALUE N07	
	Earn VALUE N07	
	OBJETIVO	
	Cumplimiento OBJETIVO %	
<b>2</b>	M2 EXPEDIDOS	% de cumplimiento de la planificación mensual, para el portfolio de proyectos.
	Coste total planta	
	€ / m2 EXPEDIDO	
	OBJETIVO	
	Cumplimiento OBJETIVO %	
<b>3</b>	M2 EXPEDIDOS	% de cumplimiento de la planificación mensual, para el portfolio de proyectos.
	OBJETIVO	
	Cumplimiento OBJETIVO %	
<b>4</b>	Gasto en consumibles	% de cumplimiento de la planificación mensual, para el portfolio de proyectos.
	Coste medio/ m2 EXPEDIDO	
	OBJETIVO	
	Cumplimiento OBJETIVO %	
<b>5</b>	Qi consumido	% de cumplimiento de la planificación mensual, para el portfolio de proyectos.
	Qi expedido	
	YTD mensual	
	OBJETIVO	
	Cumplimiento OBJETIVO %	
<b>6</b>	Nº de Entregas	% de cumplimiento de la planificación mensual, para el portfolio de proyectos.
	Entregas en plazo %	
	OBJETIVO	
	Cumplimiento OBJETIVO %	
<b>7</b>	Control de Calidad Autónomo	Nº de incidencias en el proceso notificadas por el equipo autónomo.
	OBJETIVO	
<b>8</b>	Nº de Reclamaciones	Número total de

	Importe de la reclamación	reclamaciones en proyectos llevados a cabo para cada periodo
	OBJETIVO	
<b>9</b>	Costes mantenimiento (Reparaciones y Repuestos)	Total costes de reparaciones y recambios
	OBJETIVO	
	Costes mantenimiento ACUMULADO	
	OBJETIVO ACUMULADO	
	Cumplimiento Objetivo ACUMULADO	
<b>10</b>	Merma	Ratio entre el material consumido y el material que no se aprovecha.
	OBJETIVO	
<b>11</b>	Índice de frecuencia	número total de accidentes con lesiones por cada millón de horas-hombre de exposición al riesgo
	OBJETIVO	
	Total índice frecuencia acumulado AÑO	

*Tabla 18. Indicadores clave para la planta. (Elaboración propia, 2016)*

De estos se realizará una revisión semanal.

El cuadro de mandos de la planta se estructurará de la siguiente forma:

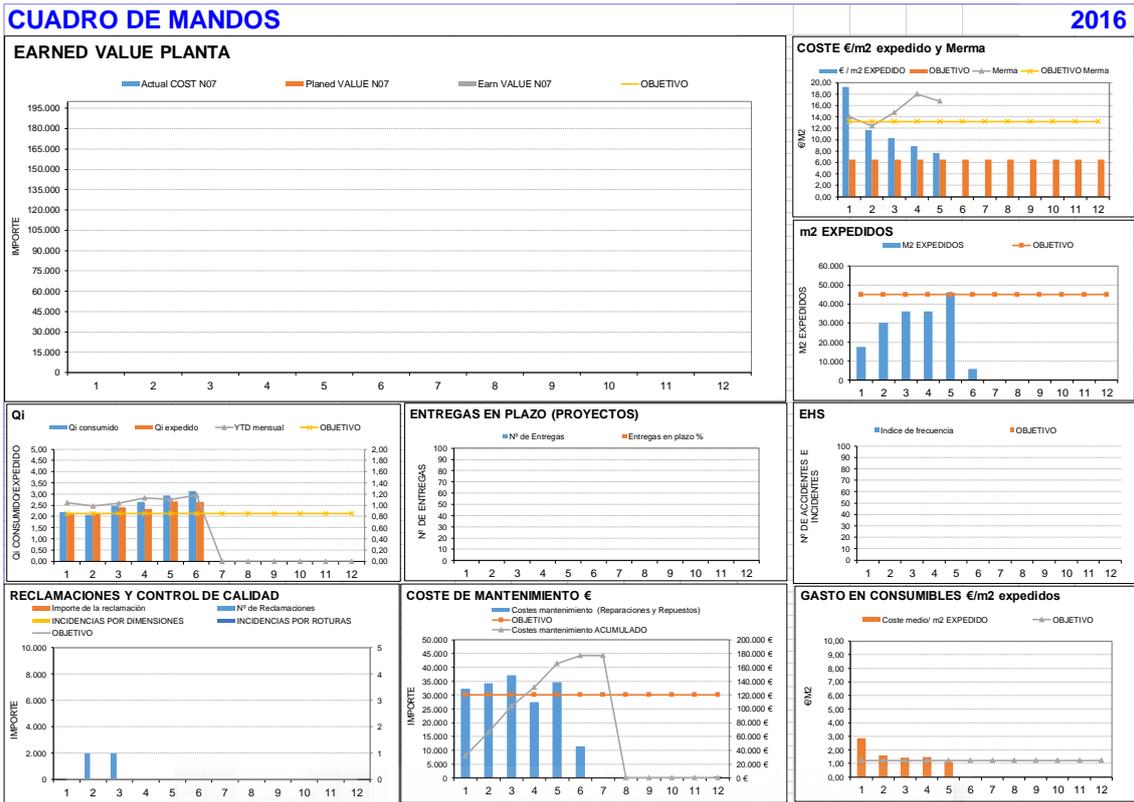


Figura 16. Cuadro de Mandos de la Planta. (Elaboración propia, 2016)

Se revisarán semanalmente los resultados obtenidos, con el fin de poder tomar decisiones en base a estos datos, y poder corregir desviaciones.

### 6.2.1. Objetivos para la planta.

Los objetivos serán consensuados con la dirección industrial de la empresa y con el responsable de los proyectos en curso. Para fijar estos los objetivos a estos KPI's partiremos de un análisis previo de la situación actual y el histórico de cada uno de estos, los cuales se reflejan en la siguiente tabla y al cual le asignaremos un % de mejora:

Indicador	Actual	Objetivo
Metros Expedidos.	36.000 m2	+10%
Coste total de la planta.	322.000 €	-10%

Coste por m2 expedido.	9,2 €/m2	-20%
Consumo de consumibles por m2 producido.	1,50 €/m2	-15%
Gasto en mantenimiento por m2 producido.	1,20 €/m2	-15%
Índice Qi expedido vs Qi Consumido	1,1	+10%
Reclamaciones	1000 €/mes	-50%
Índice de frecuencia de accidentes e incidentes.	3 Acc. o Incid./mes	-15%
Indicador de Calidad en el proceso.	No hay datos	Reducción del +5% de los defectos mes a mes.
Indicador	Actual	Objetivo
Indicador de Entrega.	No hay datos	Min +80% de entregas en plazo.
Rentabilidad de los proyectos	No hay datos	Min un 10% de valor ganado por proyecto.
Merma	48,5 %	-8%

*Tabla 19. Objetivos para la planta. (Elaboración propia, 2016)*

Estos objetivos se revisarán semestralmente.

Dado que los datos actuales no son nada halagüeños, la planta necesita implantar una serie de herramientas que la permitan mejorar, y por consiguiente orientarse a cumplir con los objetivos fijados por la dirección industrial.

### 6.3. Seguimiento de proyectos.

Semanalmente, se realizará una revisión de los datos específicos de cada uno de los proyectos que conformen el portfolio de proyectos en ejecución en la planta. El control de los mismos se realizará conforme a esta plantilla:



Figura 17. Seguimiento de obras.

En detalle mostraremos, filtrado por código de obra, y mostrando como hitos (eje X) el cierre de las notas de taller de cada proyecto.

En este primero representaremos el coste acumulado de los consumos, y el valor del producto dado de alta, así como el margen acumulado obtenido para el proyecto.

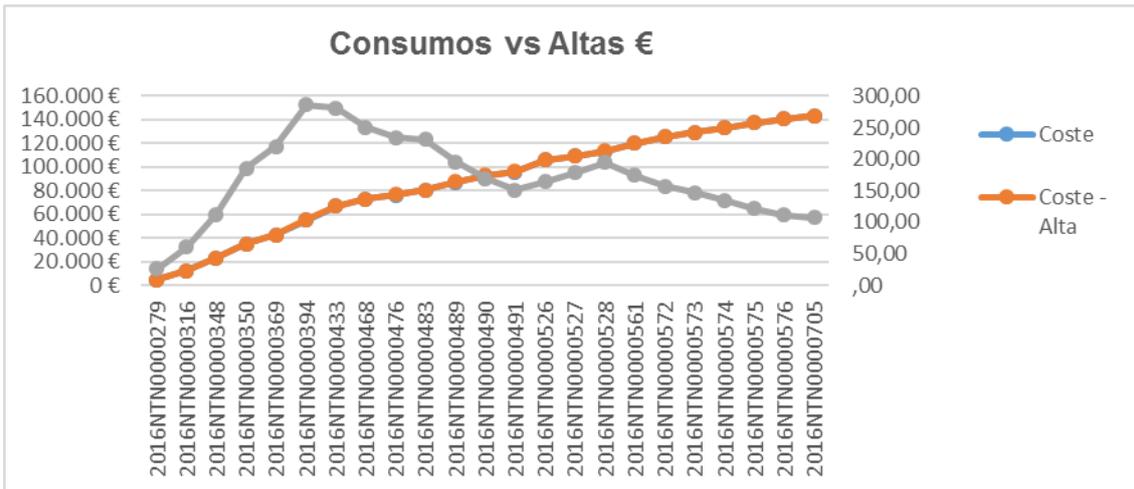


Figura 18. Ficha de seguimiento de proyectos. Valor ganado. (Elaboración propia, 2016)

Se representarán en este grafico tres curvas:

- Coste Actual del proyecto, que será la suma acumulada de cada consumo que se realiza en la planta para ejecutar un proyecto, ya sean materias primas, facturación de subcontratas, consumibles o valor de las horas cargadas a cada proyecto.
- Valor planeado, que representara cual es el nivel de gasto, temporalmente distribuido que se preveía alcanzar en la ejecución del proyecto. Esta curva provendrá de las previsiones que los encargados de cada proyecto del departamento de oficina técnica suministren a la dirección de la planta previo al inicio del proyecto.
- Valor ganado, que coincidirá con el margen entre el precio de venta al cliente y el coste.

Los hitos de estas curvas (eje X), serán:

- Registro diario de consumos de materias primas o consumibles.
- Notificaciones diarias de horas destinadas a cada proyecto.
- Cierre de notas de taller.
- Recibo de pedidos de subcontratas.
- Entregas a clientes.

En el eje Y se representará el valor económico en euros.

El objetivo de esta dinámica es que la curva del coste actual se aproxime todo lo posible al valor planeado.

Por otro lado, también controlaremos la merma del proyecto y la calidad del material consumido en cada proyecto.

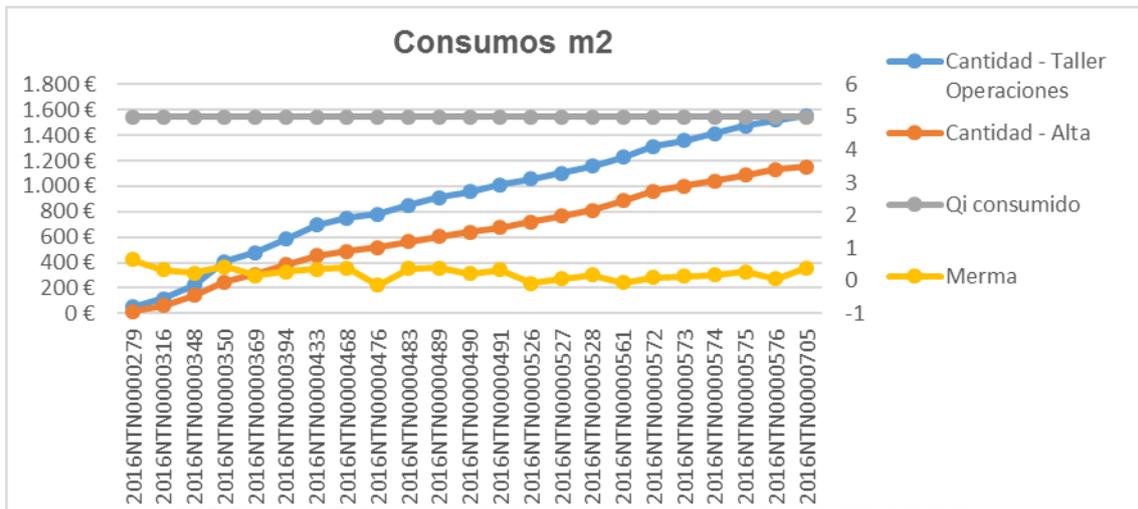


Figura 19. Ficha de seguimiento de proyectos. Merma y Qi consumido. (Elaboración propia, 2016)

Además, se controlan los plazos de entrega de las notas de taller mediante el siguiente diagrama Gantt:

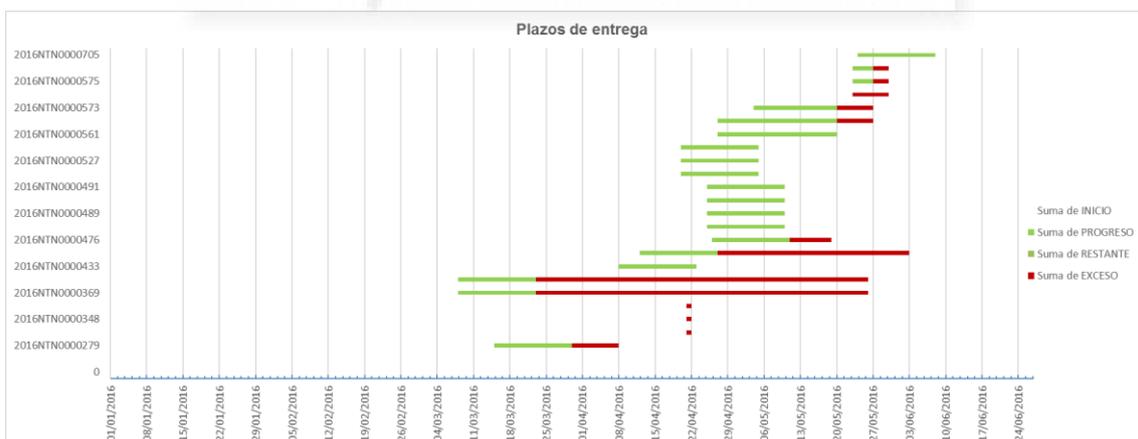


Figura 20. Diagrama GANTT para los plazos de entrega.

#### 6.4. Panel KANBAN.

El panel KANBAN estará compuesto por, 4 columnas, con los rótulos de EN COLA, EN CURSO, EN ESPERA, FINALIZADAS, y tantas filas como máquinas tengamos en la sección.

	EN COLA	EN CURSO	EN ESPERA	FINALIZADAS
Máquina 1				
Máquina 2				
Máquina 3				

*Tabla 20. Panel KANBAN. (Elaboración propia, 2016)*

Para gestionar este panel se asignará el rol de SCRUM-Master al encargado de sección correspondiente para que se encargue de hacer que el panel funcione correctamente.

Será el SCRUM-MASTER quien coloque las tarjetas en la sección de EN COLA, y quien las retire una vez los operarios las coloquen en la sección de FINALIZADAS. Todos los demás movimientos de las tarjetas KANBAN por el panel los realizará el equipo autónomo.

Las notas de taller que se procesen en dos máquinas simultáneamente, deberán tener dos tarjetas KANBAN, una por máquina, para así garantizar la gestión visual del panel.

El SCRUM-MASTER, deberá cumplimentar los espacios en BLANCO de la tarjeta KANBAN, que se describen a continuación:

- **PROYECTO:** Anotaremos nombre del proyecto, de la nota de taller que vamos a producir, con ese material.
- **NOTA DE TALLER:** Anotaremos el código numérico asignado a la nota de taller que vamos a producir, con ese material.
- **UBICACIÓN DE LA NOTA:** Anotaremos en que casillero, de los que se encuentran ubicados junto al panel, en cuál de ellos hemos dejado la nota de taller junto con la nota de material.
- **OPERARIO PREFERENTE:** En casos específicos que la nota lo requiera, el SCRUM-MASTER, podrá solicitar que un operario concreto

produzca esa nota. Este campo puede no ser rellenado siempre, favoreciendo así la autogestión del equipo.

- FECHA DE CARGA: Anotaremos la fecha que la nota debe ser cargada y expedida.
- PRIORIDAD: ALTA/MEDIA/BAJA, marcaremos según la urgencia y prioridad que tenga esta nota sobre las demás que se encuentran EN COLA en el panel KANBAN.
- CLIENTE: CARGAS/ELABORADO/CMS, marcaremos que sección procesara la nota de taller después de ser entregada, por la sección para la que se elabora la tarjeta KANBAN.
- PICTOGRAMA DE FECHA OBJETIVO: Anotaremos en la sección izquierda el número de semana en la que la nota debe pasar a la siguiente sección que procesará la nota. En la sección derecha marcaremos el día de la semana que la nota debe ser entregada a la siguiente sección, atendiendo al siguiente código de colores:

DÍA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
COLOR	NEGRO	AMARILLO	AZUL	ROJO	VERDE

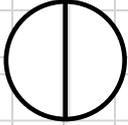
NOTA DE TALLER N07-TARJETA KANBAN							
Proyecto:	Nota de taller/PV:		Ubicación nota:				
Operario preferente:	Fecha inicio:	Fecha terminado:	Fecha carga:				
Nº de cajón	Nº de piezas	Ubicación	Operario	Causas espera			
				A	P	M	C
				A	P	M	C
				A	P	M	C
				A	P	M	C
				A	P	M	C
PRIORIDAD	ALTA	MEDIA	BAJA				
CLIENTE	CARGAS	ELABORADO	CMS				

Figura 21. Tarjeta KANBAN. (Elaboración propia, 2016)

Una cumplimentada, podremos poner la tarjeta KANBAN en el panel en la sección de EN COLA.

### **Panel KANBAN-EN COLA.**

Una vez la nota entra en el panel se ubicaría en esta primera sección de EN COLA. Los operarios, cada vez que finalicen una nota de taller, revisaran el área del panel, destinada a la maquina la cual operan, y atendiendo a las prioridades marcadas, escogerán una nueva nota de taller para producir, ya sea de las disponibles EN COLA, o de las ubicadas EN ESPERA y cuyo motivo de espera haya sido solventado. Una vez realizada la elección la tarjeta KANBAN pasará a la sección de EN CURSO, antes anotaremos en la zona GRIS:

- **FECHA DE INICIO:** Anotaremos la fecha de inicio de producción de la nota en la sección. En este caso será la fecha en la que se empieza a producir la nota de taller.

### **Panel KANBAN-EN CURSO.**

Las tarjetas que se encuentren en la sección de EN CURSO estarán produciéndose en las máquinas de la sección. En esta sección pueden darse algunas incidencias que motiven el movimiento de las tarjetas.

Por un lado, podemos haber acabado la nota de taller por completo, con lo cual pasaremos la tarjeta KANBAN a la sección de FINALIZADAS. Previamente deberemos cumplimentar las zonas en GRIS de la tarjeta:

- **Nº DE CAJONES:** Anotaremos el número de cajones que han sido producidos para la nota.
- **UBICACIÓN:** Anotaremos la ubicación de los cajones producidos para la nota.
- **OPERARIO:** Anotaremos el nombre del operario que ha realizado la nota.

En el caso de que la producción de la nota se interrumpa por alguna incidencia como falta de material, cambio en las prioridades o averías de la máquina, en

cuyo caso la tarjeta pasaría a la sección de EN ESPERA, deberemos rellenar también:

- N° DE PIEZAS: Anotaremos el número de piezas que contienen los cajones en caso de no quedarse la nota finalizada.

Solo mantendremos en esta sección de EN CURSO las notas que se estén produciendo en ese momento en las máquinas.

### **Panel KANBAN-EN ESPERA.**

Si debido a alguna incidencia nos vemos obligados a parar la producción de una nota concreta, cuando pasamos la tarjeta a esta sección debemos indicar con los topos de colores cual es el motivo de la espera, y marcándolo en la tarjeta, atendiendo al siguiente código de colores y simbología:

Código	A	P	M	C
Motivo del	Avería	Prioridad	Material	Cliente
No disponible	AZUL	SIN COLOR	ROJO	SIN COLOR
Disponible	SIN COLOR	AMARILLO	VERDE	SIN COLOR

*Tabla 21. Panel KANBAN. Código de colores. (Elaboración propia, 2016)*

Cuando el operario coloca la tarjeta EN ESPERA, colocara un distintivo cual es la causa del paro, y seleccionará otra nota para continuar con su jornada laboral, seleccionando de las que tiene disponibles en la sección de EN ESPERA o de la sección de EN COLA.

Cuando una nota de taller que este EN ESPERA, vuelva a estar disponible para su producción, el SCRUM-MASTER colocará un distintivo, que comunicará al equipo autónomo que la causa del paro ya se ha solventado.

### **Panel KANBAN-FINALIZADAS.**

Una vez el operario de por finalizada la nota de taller, habiendo producido la totalidad de las piezas, anotará en la tarjeta KANBAN, donde se encuentran ubicados los cajones, así como los demás datos que se anotaban cuando se pasaba a EN ESPERA. La tarjeta KANBAN pasará a la sección de FINALIZADAS.

El SRUM-MASTER, en su revisión periódica del panel, retirará las tarjetas finalizadas, para servir las notas de taller producidas por la sección a la siguiente sección que vaya a continuar el proceso productivo de la misma. Las tarjetas KANBAN se recogerán, para si procede, realizar un volcado de datos a una base de datos habilitada a tal efecto y realizar un análisis de los datos recogidos.

### 6.5. Notas de material.

En la fase previa a la producción de la nota de taller, se deberán preparar diversos documentos que acompañarán a la nota de taller en su paso por las secciones de producción de Novelda – 7 Nos referimos en este caso a la NOTA DE MATERIAL y la TARJETA KANBAN, anexas al documento.

Para colocar una nota de taller en cola para su producción, una vez tomada la decisión de iniciar su producción, deberá disponer de material con el cual trabajar, una vez dispongamos de material, rellenaremos la NOTA DE MATERIAL, según los criterios que se exponen a continuación:

**NOTA DE MATERIAL N07**

Nota de Taller: <input style="width: 95%;" type="text"/>	Proyecto: <input style="width: 95%;" type="text"/>
Máquina de corte: <input style="width: 95%;" type="text"/>	Nº de Bloque: <input style="width: 95%;" type="text"/>
Descripción del paquete: <div style="border: 1px solid black; height: 60px; width: 95%; margin-top: 5px;"></div>	Nº de tablas: <input style="width: 40%;" type="text"/> Descripción de la nota: _____ _____ _____
1	Tipo/Rango: <input style="width: 40%;" type="text"/> Ubicación: <input style="width: 40%;" type="text"/>

*Figura 22. NOTA DE MATERIAL. (Elaboración propia, 2016)*

- **NOTA DE TALLER:** Anotaremos el código numérico asignado a la nota de taller que vamos a producir, con ese material.
- **PROYECTO:** Anotaremos nombre del proyecto, de la nota de taller que vamos a producir, con ese material.

- MAQUINA DE CORTE: Anotaremos el nombre de la máquina de corte en la que preferentemente debe ser cortado el material asociado a la nota. Esta preferencia será definida por el SCRUM-MASTER.
- Nº DE BLOQUE: Anotaremos el número de bloque asignado al mismo, referenciado en las etiquetas que porta cada tabla.

Cada NOTA DE MATERIAL se rellenará por nota de taller o proyecto y por bloque. La siguiente sección de la tarjeta se rellenará específicamente para cada paquete, inspeccionando, al menos, la primera tabla de cada paquete, evitando así, en la medida de lo posible, confusiones y diferencias excesivas en las características del material.

- DESCRIPCION DEL PAQUETE: En el espacio habilitado, emulando la superficie de la primera tabla del paquete, el SCRUM-MASTER, marcará las áreas de la tabla que son válidas para la nota de taller y cuales se producirán en medida estándar contra stock. Además, se marcarán los posibles defectos a evitar, en el proceso productivo.
- Nº DE TABLAS: Anotaremos el número de tablas de cada paquete de los que conforman el bloque y que vamos a utilizar para producir la nota de taller.
- TIPO/RANGO: Anotaremos el rango o tipo de material que necesitamos para producir la nota de acuerdo con las especificaciones requeridas por el cliente.
- UBICACIÓN: Marcaremos la ubicación en la cual hemos ubicado el material, conforme a las denominaciones establecidas, en el Plano de UBICACIONES DE MATERIAL N07.
- DESCRIPCION DE LA NOTA: En este espacio opcionalmente, el SCRUM-MASTER, podrá dejar anotaciones que ayuden y faciliten la comprensión de la nota de taller por los operarios sin necesidad de consulta presencial.

Este documento servirá a los operarios como referencia para conocer donde se ubica el material y cuáles son los requisitos de calidades y rangos que exige el proyecto o nota de taller en cuestión. Este documento lo rellenará el SCRUM-MASTER, antes de rellenar la tarjeta KANBAN cuando asignamos el material a

cada nota. Una vez rellena la NOTA DE MATERIAL, se adjuntará esta la nota de taller.

En cuanto al suministro de la materia prima, semanalmente el encargado de la cadena de suministro entregara una planificación del material que necesitara, a 10 días vista, así como sus características y acabados, a los proveedores internos de materia prima, con el fin de atender sus solicitudes dadas las dificultades de introducir estas necesidades en la planificación de los proveedores internos.

### **6.6. Matriz de Polivalencia.**

Para una mejor gestión del personal en base a sus capacidades y a su experiencia, pondremos en marcha una matriz de polivalencia, en la que se detallaran el nivel de experiencia de cada operario en cada tarea de las que se realiza en su sección, de forma que conozcamos las habilidades de cada operario con el fin de ser más flexibles en el proceso productivo.

Esta matriz partirá de una autoevaluación de los trabajadores, revisada por el jefe de planta y encargados de sección y por el servicio médico de la empresa.

La autoevaluación se traducirá en una puntuación en cada una de las tareas especificadas, que ira del:

- 0 = Sin formación.
- 1 = En proceso de aprendizaje.
- 2 = Con nociones básicas, pero sin autonomía.
- 3 = Autónomo.
- 4 = Con formación como formador y completamente autónomo.

Clave	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	MATRIZ DE POLIVALENCIA N07																																							
		DISCO MANUAL y DISCO SEMIAUTOMÁTICO								DISCO PUENTE								CORTADORA								MULTIDISCO								DESCABEZADORA							
TIPO DE OPERARIO		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
EQUIPO 1	CARDENAS MONSERRATE RAFAEL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ALIA PINON FOL JAVIER	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	MARTINEZ CACALES MIGUEL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	VEDIANO SANCHEZ CARLOS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	HENCHA SAEZ JOSE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ORAMAZO LACRUZ JESUS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ROSA MENDO ASENTI	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	OSVAL PEÑA RAFAEL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	OSVALD CALLEJA JOSE LUIS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	RAMON ESCOBAR MIGUEL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ALAN PINOJA CARTAS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	HERNANDEZ JOSE TRINIDAD LUCIANO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	CARLOS TEJERA HENRIQUEZ JOSE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	MARTINEZ ANDRÉS ANDRÉS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	RODRIGUEZ MORALES JOSE MANUEL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	RAUL GARCIA CRESTAN	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	RAMON MARTINEZ CALLEJERO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	TOMAS DE LARDO ANTONIO BERNABE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	METEO ANDRÉS PEDRO ANTONIO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	LUIS GÓMEZ GARCÍA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
METEO DE PRADO JAVIER	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
VALORACIÓN GLOBAL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
OBJETIVO MN 2016																																									

Figura 23. Matriz de Polivalencia. (Elaboración propia, 2016)

### 6.7. SMED.

Visto el análisis de la maquinaria presente en las secciones de la planta, las máquinas críticas en cuanto a cambio de formato, son:

- Multidisco.
- Línea de anclajes.
- Control numérico.

Se realizará un análisis de cada cambio de formato o herramienta de estas tres máquinas, partiendo de un video, el cual desgranaremos por elemento las acciones que se llevan a cabo para realizar el cambio de formato o útil, y se tomara el tiempo requerido para realizarlo.

Tras eso se clasifican las tareas en externas (se pueden realizar con la maquina en funcionamiento), e internas, y se intentaran convertir las tareas internas en externas. Esta dinámica de análisis y retroalimentación se repetirá al menos tantas veces como se obtenga reducción de tiempos en los cambios.

## 6.8. TPM

### 6.8.1. Planes de mantenimiento.

Estableceremos un plan de mantenimiento preventivo programado que distinguirá dos tipos de acciones:

- Preventivo General, serán las acciones preventivas orientadas a evitar intervenciones correctivas y por consiguiente conseguir menores paros en las máquinas y menor gasto en mantenimiento. Estará organizado en una serie de acciones programadas en nuestro ERP, que aparecerán en el plazo fijado automáticamente, para que el responsable de mantenimiento destine los recursos humanos necesarios para llevarlo a cabo.
- Preventivo normativo, serán las revisiones que, por normativa estatal o autonómica, se deban realizar a equipos como aparatos a presión, centros de transformación o almacenamientos de productos químicos. Estará organizado en una serie de acciones programadas en nuestro ERP, que aparecerán en el plazo fijado automáticamente, para que el responsable de mantenimiento destine los recursos humanos necesarios para llevarlo a cabo. En esta alerta automática generada, se indicará si la revisión puede realizarse por personal propio o por algún organismo de control acreditado (OCA).
- Preventivo autónomo, que serán una serie de acciones y revisiones preventivas que podrán ser realizadas por los mismos operarios, tras recibir la correspondiente formación. Para ella, los operarios contarán también con unas fichas de apoyo, disponibles en su puesto de trabajo.

		<b>TPM N07Corte</b>		Sección / línea		N07Corte	
EQUIPOS:		GRUA		Fecha edición / rev.		29/05/2016 01	
26				Autor		Dpt. INGENIERIA	
MANTENIMIENTO TPM							
Descripción	Observaciones	Frec.	Herramientas	Consumibles	Equipo	Tiempo	
Pulsadores de parada de uso y emergencia	Comprobar el funcionamiento de pulsadores (1).	S	N.A.	N.A.	top	10"	
Botonera mando	Comprobar el funcionamiento de cada uno de los comandos (2) y el buen estado de conservación del mando. Limpiar con trapo.	S	Trapo	N.A.	top	30"	
Indicador lumínico/acústico de marcha	Control visual del funcionamiento de los avisadores acústicos si los porta e indicadores lumínicos de marcha (3).	S	Rev. Visual / Acústica	N.A.	top	10"	
Cable de elevación	Bajar el gancho hasta el suelo en una zona sin riesgo y comprobar visualmente el estado del cable de elevación (4), en busca de hilos, avisar de forma inmediata.	S	Rev. Visual	N.A.	top	3 min	
Presión del gancho	Comprobar que el cierre del gancho (5) cierra correctamente y no presenta desperfectos.	S	Rev. Visual	N.A.	top	10"	
Eslingas	Control visual del estado de las eslingas (6) en busca de hilos sueltos. Sustituir si se requiere.	S / Cont.	Rev. Visual / Manual	N.A.	top	30"	
OBSERVACIONES							
Simbología							
Descripción	Control tensión/desgaste transmisión de cadena	Control funcionamiento interruptores	Punto de mantenimiento mecánico	Verificación visual			
- LA OPERACIÓN DE MTO. DE LA GRUA SOLO PUEDEN REALIZARLA LOS OPERARIOS AUTORIZADOS PARA EL MANEJO DE LA MISMA							

Figura 24. Ficha de mantenimiento preventivo autónomo de 1er Nivel.

(Elaboración propia, 2016)

La periodicidad de estas será conforme a la programación establecida, que seguirá el siguiente modelo.



COD.	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
A1	TIEMPO DE AVERIA/TIEMPO PRODUCTIVO	Evoucion de la disponibilidad por maquina.
A2	TIEMPO DE RESPUESTA A AVERIAS	Tiempo medio transcurrido entre el aviso y el inicio de la reparacion.
A3	IMPORTE DE ACCIONES PREVENTIVAS	Importe de las acciones preventivas
A4	IMPORTE DE ACCIONES PREDICTIVAS	Importe de las acciones predictivas
A5	IMPORTE DE ACCIONES CORRECTIVAS	Importe de las acciones correctivas
A6	GASTO MANTENIMIENTO PRESUPUESTADO (SIN HORAS)	Costes de los repuestos usados en intervenciones preventivas y correctivas.
A7	TASA DE REALIZACION PREVENTIVO	Relacion entre las lineas de OM de Preventivo planificado y el realizado.
A8	PREVENTIVO/TOTAL	Relacion entre IMPORTE preventivas vs correctivas.
A9	TIEMPO MEDIO DE RESPUESTA A RESPUESTAS RAPIDAS	Nº de averias repetitivas sobre el total.
A10	AVERIAS REPETITIVAS ANALIZADAS	Número de averias repetitivas por elemento y sección analizadas.

Figura 26. Indicadores clave para la sección de Mantenimiento. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

El control de estos indicadores se realizará en base al siguiente cuadro de mando elaborado para esta sección de mantenimiento.

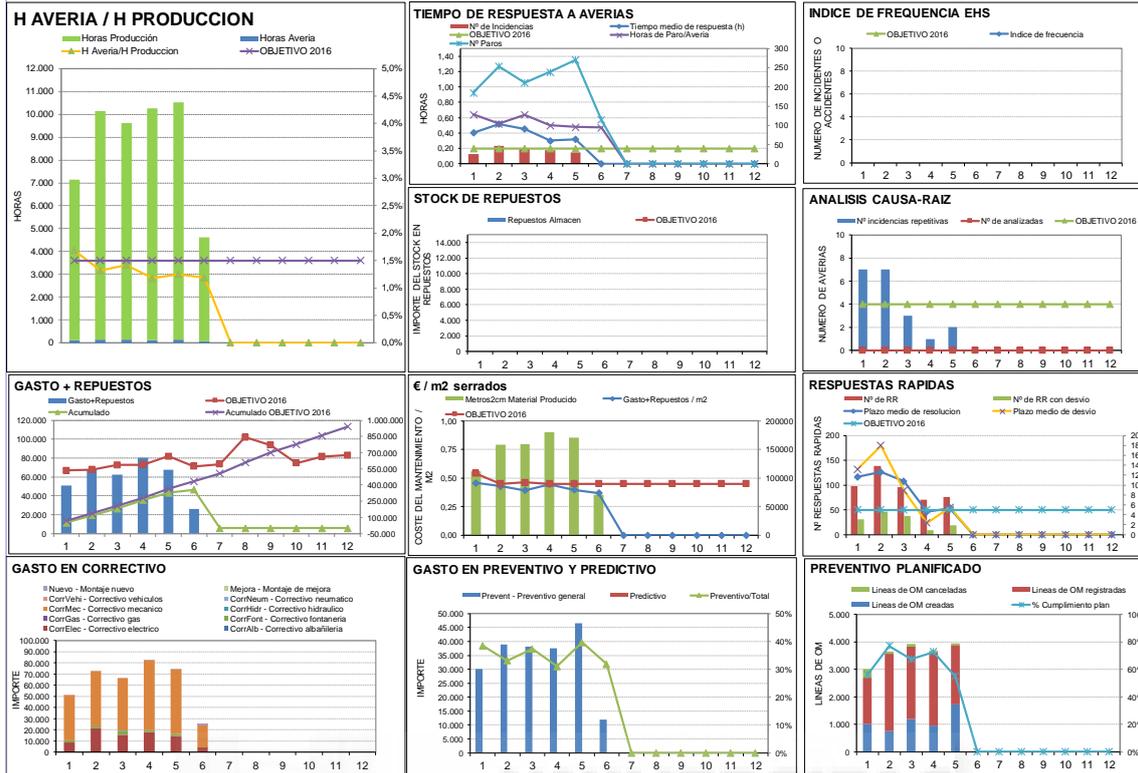


Figura 27. Cuadro de Mandos de la sección de Mantenimiento. (Elaboración propia, 2016)

6.8.3.

Panel KANBAN.

La sección de mantenimiento cuenta con un panel KANBAN para gestionar las diferentes intervenciones de la sección. El panel KANBAN estará compuesto por, 7 columnas, con los rótulos de BACKLOG, ANALISIS, ESP. MATERIAL, EJECUCION, PRUEBA, VALIDACION y CIERRE CAUSA y por 5 filas con los rótulos de URGENTE, NO URGENTE, PROGRAMADO, PREVENTIVO y otra más para información de disponibilidad de personal, avisos o disponibilidad de los operarios externos.

	BACKLOG	ANALISIS	ESP. MATERIAL	EJECUCION	PRUEBA	VALIDACION	CIERRE CAUSA
URGENTE							
NO URGENTE							
PROGRAMADO							
PREVENTIVO							
	DISPONIBLES / NO DISPONIBLES	SUBCONTRACTAS	AVISOS				FICHAS DE ANALISIS

*Tabla 22. Panel KANBAN Mantenimiento. (PIEDRA NATURAL SL., 2016)*

Será el SCRUM-MASTER, en este caso el responsable de mantenimiento, quien coloque las tarjetas en la sección de BACKLOG, o si requieren de un análisis en particular las dejará en la sección de ANALISIS, y quien las retire una vez los operarios las coloquen en la sección de CIERRE CAUSA. El resto de movimientos de las tarjetas KANBAN por el panel los realizará el equipo autónomo.

Las tarjetas KANBAN que se usarán en la sección de mantenimiento, estarán codificadas por colores, atendiendo al siguiente criterio de prioridad:

Prioridad	Color
URGENTE	Amarillo
NO URGENTE	Blanco

Tabla 23. Código de colores KANBAN Mantenimiento. (Elaboración propia, 2016)

Las tarjetas atenderán a la siguiente estructura:

Nº	OM:										
Fecha:	Plazo:										
Máquina:											
Descripción:											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: middle; font-size: 2em;"><b>E</b></td> <td style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: middle;">OP1</td> <td style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: middle;">OP2</td> <td style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: middle; font-size: 2em;"><b>M</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">OP3</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">OP4</td> <td></td> </tr> </table>				<b>E</b>	OP1	OP2	<b>M</b>		OP3	OP4	
<b>E</b>	OP1	OP2	<b>M</b>								
	OP3	OP4									

Figura 28. Tarjeta KANBAN Mantenimiento. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

Se cumplimentará por el SCRUM-MASTER, atendiendo a los siguientes criterios:

- Nº: número de tarjeta, que vendrá impreso sobre la tarjeta.
- FECHA: fecha en la que se inicia la intervención de mantenimiento.
- MAQUINA: elemento u objeto de mantenimiento sobre el que se realiza la intervención.
- DESCRIPCION: descripción del problema, de la forma más concreta y clara posible, lo cual facilitará que los operarios puedan gestionar de mejor forma las prioridades a la hora de coger una tarjeta del panel.
- OM: código de la orden de mantenimiento generada para la intervención sobre la cual se deberán notificar todos los recursos consumidos para la misma.
- PLAZO: ventana horaria sobre la que se debe cerrar y dejar resuelta la intervención.

- E/M: Si la intervención debe realizarla un mecánico, se marcará la M y si es para un electricista se marcará la E. En el caso de ser indiferente, no se marcará ninguna de las dos opciones.
- OP1, OP2, OP3, OP4: Anotaremos los operarios que van participando en la intervención.

#### **6.8.3.1. Registro de datos.**

El registro de los datos correspondientes a las intervenciones de mantenimiento se realizará diariamente por los propios operarios de mantenimiento, supervisados por el responsable de mantenimiento de la planta, en el ordenador habilitado a tal efecto, tal y como se especifica en la M-PT LEAN-REGISTRO DE DATOS DE MANTENIMIENTO EN AX.

#### **6.8.4. Recepción de incidencias e intervenciones.**

Las intervenciones del equipo de mantenimiento podrán ser solicitadas por varias vías, las cuales son:

- Aviso a través del sistema de paro automático, y llamada telefónica al equipo de mantenimiento, para averías que provoquen un paro de máquina, conforme a lo expuesto en la M-LEAN-PT-01.01 PAROS Y AVERIAS EN AX REV00\_00.
- Aviso a través de las tarjetas de repuesta rápida para mejoras o resolución de problemáticas de carácter no urgente.
- Notificación a través del sistema informático de una acción preventiva planificada.
- Notificación a través del sistema informático de una acción preventiva obligatoria por normativa.

Las incidencias serán recibidas por el equipo de mantenimiento, generándose la correspondiente Orden de Mantenimiento registrándola en el sistema informático. Esa orden se colocará en forma de tarjeta KANBAN en el panel KANBAN de mantenimiento, conforme a lo establecido anteriormente. A excepción de las acciones preventivas planificadas y las obligatorias por

normativa de las cuales se generará una orden de mantenimiento en el sistema de forma automática.

Dependiendo de la urgencia del paro/avería/mejora/problema, esta se asignará de urgencia a un operario de mantenimiento cualificado y disponible para atenderla, o por el contrario se colocará en la zona de “BACKLOG” o en “ANALISIS” si requiere de análisis previo a la intervención.

Las tarjetas colocadas en la sección de “BACKLOG” podrán ser atendidas en cualquier momento por los operarios disponibles, atendiendo a las prioridades asignadas.

#### **6.8.5. Análisis de incidencias e intervenciones.**

Se realizará un análisis de las intervenciones que:

- Por su impacto en la producción, al suponer un gran tiempo de paro de la línea.
- Por su magnitud representen un gran desembolso en recursos para solventarla.
- Resulten repetitivas o recurrentes.
- Sean inusuales o extrañas a criterio del personal de mantenimiento.

Los análisis de intervenciones de estos tipos que se realicen serán documentados conforme a la siguiente plantilla:

ANÁLISIS DE AVERIAS - ISHINKAWA		REFERENCIA: N02/001							
RECURSO: N02MultD01	NATURALEZA:	CorrAlb - Correctivo albañilería	CorrElec - Correctivo eléctrico	CorrFont - Correctivo fontanería	CorrGas - Correctivo gas	CorrHidr - Correctivo hidráulico	CorrMec - Correctivo mecánico	CorrNeum - Correctivo neumático	CorrVehi - Correctivo vehículos
OM: ELEMENTO:	FRECUENCIA: CONSECUENCIAS:	Puntual Producción		Ocasional Seguridad		Frecuente Calidad		Medioambiente	
DESCRIPCION DE LA AVERIA:					TIEMPO DE PARO POR AVERIA:				
ESTUDIO CAUSA-RAIZ									
OPERARIOS DE LINEA					MATERIAL				
¿Existe algún comportamiento anómalo en los operarios de la línea que pueda influir en la repetición de la avería?					¿El material procesado está en buen estado? ¿Hay algún problema de tipo dimensional o de Calidad?				
MAQUINA / FUNCIONAMIENTO					METODO DE TRABAJO DE LA LINEA				
¿La máquina funcionaba de manera correcta o ya se observaban deficiencias? ¿Se ha realizado el mant. Preventivo planificado?					¿El método de trabajo utilizado en la línea favorece este tipo de avería? ¿Se cumple con lo estipulado en las Pautas de Trabajo?				
ENTORNO					ACCIONES PREVIAS				
¿El entorno en el que opera la máquina puede influir a que la avería aparezca?					¿Por qué el elemento de la máquina se reparó anteriormente se ha vuelto a averiar? ¿es un repuesto defectuoso? ¿exite algún error humano en la reparación?				
IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION (€)			¿POR QUÉ ES UN PROBLEMA?				GASTO DE MANTENIMIENTO (€)		
CAUSA RAIZ DE LA AVERIA / PROBLEMA									
PLAN DE ACCION		PRESUPUESTO			FECHA PREVISTA		RESPONSABLE		
IMPORTANTE: Guardar siempre una copia de esta ficha de cada avería analizada y anotarla en el registro mensual de "Análisis de Averías".									

Figura 29. Ficha para Análisis de Averías. (Elaboración propia, 2016)

La ficha se rellenará atendiendo a los siguientes criterios:

- REFERENCIA: colocaremos un código para poder reseñar el análisis en el registro de análisis.
- RECURSO: objeto de mantenimiento o recurso sobre el cual se va a realizar el análisis y posterior intervención.

- ELEMENTO: parte del objeto de mantenimiento sobre el que se realizara el análisis y posterior intervención.
- NATURALEZA: seleccionaremos marcando sobre la plantilla el tipo de intervención requerida a priori.
- OM: anotaremos el código de OM generado para la intervención en cuestión.
- FRECUENCIA: Puntual/Ocasional/Frecuente, indicaremos cual es la periodicidad con la que aparece esta problemática/avería/sugerencia de mejora.
- CONSECUENCIAS: Producción/Seguridad/Calidad/Medioambiente, marcaremos que aspectos o áreas se ven afectadas por la incidencia.
- DESCRIPCION DE LA AVERIA: describiremos de la forma más clara posible la avería o problemática a solventar.
- TIEMPO DE PARO POR AVERIA: anotaremos en el caso de ser posible, cual es la duración estimada de paro que puede sufrir la línea por la avería en cuestión.

#### ESTUDIO CAUSA-RAIZ:

Para el estudio del problema y para llegar a la causa del problema, responderemos a los siguientes apartados:

- OPERARIOS DE LINEA: ¿Existe algún comportamiento anómalo en los operarios de la línea que pueda influir en la repetición de la avería?
- MATERIAL: ¿El material procesado está en buen estado? ¿Hay algún problema de tipo dimensional o de Calidad?
- MAQUINA/FUNCIONAMIENTO: ¿La máquina funcionaba de manera correcta o ya se observaban deficiencias? ¿Se ha realizado el mantenimiento preventivo planificado?
- METODO DE TRABAJO DE LA LINEA: ¿El método de trabajo utilizado en la línea favorece este tipo de avería? ¿Se cumple con lo estipulado en las Pautas de Trabajo?
- ENTORNO: ¿El entorno en el que opera la maquina puede influir a que la avería aparezca?

- ACCIONES PREVIAS: ¿El elemento de la maquina se reparó anteriormente se ha vuelto a averiar? ¿es un repuesto defectuoso? ¿existe algún error humano en la reparación?
- IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION (€): Cuantificaremos cual es el impacto sobre la producción en Ud. Producidas. Con la tarifa horaria de cada línea y el tiempo de paro podremos saber cuál es el impacto económico sobre la producción.
- GASTO DE MANTENIMIENTO (€): Estimaremos el gasto en mantenimiento que supone la reparación.
- ¿Por qué ES UN PROBLEMA?: especificaremos porque es un problema esa avería.
- CAUSA RAIZ DE LA AVERIA / PROBLEMA: con todos los datos de los que disponemos, definiremos sobre cuál es la causa real que causa el problema.

Una vez analizado el problema y averiguado su causa raíz, documentaremos que Planes de acción debemos poner en marcha para la resolución del problema.

- PLAN DE ACCION: Definiremos planes de acción para eliminar la causa que origina el problema en cuestión.
- PRESUPUESTO: Definiremos cual es el presupuesto estimado para realizar los planes de acción propuestos.
- FECHA PREVISTA: Definiremos cual es fecha prevista para realizar los planes de acción propuestos y resolver el problema.
- RESPONSABLE: Definiremos quien es el responsable de llevar a cabo los planes de acción fijados en el plazo y presupuesto marcado.

La ficha de análisis, se expondrá en el panel KANBAN, en el espacio habilitado y se anotará en el registro habilitado para ello.

Este proceso de análisis será realizado por el responsable del mantenimiento de la planta, progresivamente incrementando el número de averías analizadas, hasta alcanzar el objetivo que se fijará junto con el responsable de mantenimiento industrial de la empresa. Esta dinámica, junto con el cumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo autónomo y

especializado programados, deben hacer reducir el número de averías, reduciendo así los tiempos de paro por averías y el gasto en mantenimiento.

Todo ello se reportará semanalmente a la dirección de la planta por parte del responsable de la sección de mantenimiento.

#### **6.8.6. Reparación de incidencias.**

En esta fase se realizará la intervención de mantenimiento. Se dará registro de todos los recursos invertidos en la misma, de forma rigurosa.

Para esta fase, el operario de mantenimiento colocara la tarjeta en la sección del panel de "EJECUCION" antes de dirigirse a realizar la intervención, anotando su nombre en la tarjeta.

##### **6.8.6.1. Gestión del personal de mantenimiento.**

La gestión del personal de mantenimiento será llevada a cabo por el responsable de la sección de mantenimiento, que asignará las distintas intervenciones, valorando las habilidades del personal. El personal de mantenimiento propio, podrá, además, seleccionar de las intervenciones colocadas en la sección de "BACKLOG" atendiendo a su formación y al orden de prioridades asignado, sin que sea necesario que se le asignen por el responsable.

En el caso del personal externo, las tareas se les serán asignadas por el responsable. En el caso de no existir tareas susceptibles de ser asignadas al personal externo, el responsable de la sección de mantenimiento, deberá realizar una consulta al resto de responsables de las secciones de mantenimiento de otras plantas de la compañía en la zona de Novelda, si pueden asignarles tareas con el fin de aprovechar de manera más eficiente los recursos. Estas transferencias puntuales de personal externo, serán debidamente registradas en el sistema.

##### **6.8.6.2. Gestión de los repuestos y consumibles.**

Previa al inicio de la reparación y como parte del proceso de análisis previo, documentado o no, será la gestión de los repuestos y consumibles.

Consultaremos el stock en almacén de repuestos y consumibles afectos a nuestra planta, de los repuestos necesarios, definidos en la fase de análisis.

En el caso de existir disponibilidad de los materiales necesarios, se solicitarán al almacén, quedando debidamente registrado el proceso de recogida de materiales.

Si por lo contrario no existiese disponibilidad de los materiales necesarios, el primer paso sería consultar al resto de almacenes de la compañía, situados en Novelda, si en ellos existe disponibilidad de esos materiales, con el fin de efectuar recogida de esos materiales e iniciar la reparación.

En el caso de no existir disponibilidad en otros almacenes, se procederá el pedido del material al proveedor externo correspondiente, debidamente registrado por el personal de almacén.

Hasta que no se produzca la recepción de los materiales necesarios para iniciar la reparación, la tarjeta KANBAN correspondiente a esa orden de mantenimiento, permanecerá en la sección de "ESP. MATERIAL". En el caso de realizarse alguna acción de contención, las tarjetas se duplicarán colocando una en "EJECUCION" y una vez finalizada, colocándola en "PRUEBA" y otra que quedará en "ESP. MATERIAL", todo ello de acuerdo con el análisis realizado y los planes de acción definidos para la intervención.

#### **6.8.7. Puesta en marcha y periodo de prueba.**

En el caso de que la intervención de mantenimiento se realice a causa de una avería que fuerce un paro de la línea o máquina, una vez finalizada la intervención se pondrá en marcha la máquina con el operario de la línea o máquina y con el operario de mantenimiento que realiza la intervención, para cerciorarse del correcto arranque de la máquina en cuestión. En el caso de ausencia del operario de la línea, el operario de mantenimiento lo notificará al responsable de mantenimiento que a su vez lo reportará al encargado de sección para tomar las medidas oportunas.

Se establecerá un periodo de prueba, no superior a un turno de trabajo de la máquina, en la que el operario de mantenimiento realizará un seguimiento

periódico del normal funcionamiento de la misma, para evitar posibles nuevas averías más costosas.

En caso de tratarse de una intervención provocada por una solicitud mediante una tarjeta de respuesta rápida, se anotará en la tarjeta de respuesta rápida, ubicada en el panel NEWTON solicitante, la fecha de la intervención, notificando el cierre de esta por parte del personal de mantenimiento y quedará pendiente de la validación del equipo autónomo solicitante.

Para esta fase, el operario de mantenimiento colocara la tarjeta en la sección del panel de "PRUEBA".

#### **6.8.8. Validación de las intervenciones.**

En el caso de que la intervención supere el periodo de prueba satisfactoriamente, antes de ser cerrada pasara a un periodo de validación

No se dará por cerrada una intervención como mínimo hasta que no trascorra un periodo mínimo de 24 horas desde su puesta en la sección del panel de "VALIDACION".

#### **6.8.9. Cierre de incidencias.**

Una vez transcurrido el plazo de 24 horas de validación, el operario de mantenimiento pasará la tarjeta KANBAN a la sección de "CIERRE". Posteriormente, el responsable de la sección de mantenimiento recogerá las tarjetas, retirándolas del panel, para dar cierre a las intervenciones en el sistema informático, cerciorándose de que todos los datos se han registrado de manera correcta.

## **6.9. Control de calidad autónomo.**

El control de calidad se antoja una herramienta a implantar fundamental, que debe perseguir dos fines:

- Garantizar la calidad del producto final, reduciendo así las reclamaciones del cliente final.
- Reducir los costes de no calidad del proceso, o lo que es lo mismo, reducir los costes que no aportan valor al producto final, como mermas, reprocesos, roturas, errores humanos, etc.

En primer lugar, pondremos en marcha, mediante un indicador de gestión visual, un control de calidad realizado por el equipo autónomo, con medibles sencillos, a modo de herramienta para la concienciación de los operarios. Los operarios anotaran cuantos defectos por turno detectan en el proceso que serán rotura de piezas en el proceso y errores de dimensiones en las piezas por errores en el proceso. La merma, se obtendrá por medio de los datos registrados en el ERP de la empresa.

Los indicadores de este control de calidad serán:

- Roturas en el proceso. En % de piezas producidas por jornada.
- Errores dimensionales. En % de piezas producidas por jornada.
- Merma. En m2 procesados por proyecto.
- N° de reclamaciones de cliente. En número de reclamaciones por mes.

Todos ellos se encuentran integrados en el cuadro de mandos de la planta, para realizar una gestión centralizada de esta área.

En segundo lugar, todo ello se cuantificará económicamente, y se realizara un seguimiento de los mismos, y mediante este análisis, se propondrán planes de acción para reducirlos, utilizando las herramientas para la mejora continua que se implantaran.

## **6.10. Estandarización de operaciones.**

Como ya hemos comentado la estandarización de los procesos y operaciones se hace fundamental, para:

- Optimización de procesos, con la reducción de tiempos y desplazamientos de los operarios.
- Mejorar la calidad del proceso.
- Formar a los operarios en las tareas en base a un estándar contrastado y óptimo.
- Mejorar la ergonomía de los puestos de trabajo, y reducir el absentismo laboral por enfermedad de trabajo.

El proceso de estandarización contara con distintas fases:

- Definición de un índice de las tareas a estandarizar.
- Recogida de datos mediante técnicas de observación y consulta a los operarios de las tareas a estandarizar.
- Documentar, desglosando en elementos, las tareas y recogiendo los tiempos, consumibles, útiles o herramientas necesarios para realizar la tarea.
- Adaptar estos elementos a un formato común, de manera que sean utilizables por los operarios de línea, como este ejemplo:

PAUTA DE TRABAJO		CÓDIGO: M-PT	
RASPADO DE GOTAS A ESPÁTULA Y CORTE DE FIBRA		Línea/s:	
Nº	PASOS	NOTAS - PUNTOS CLAVE	TIEMPO ESTIMADO
0	Realizar operación con la tabla está ubicada en <b>pañón</b> y el RAPID fuera de zona de trabajo.		0,5-1 minuto
1	Desplazarse desde la botonera a pañón. Se realiza una inspección visual de la superficie de la tabla reforzada.	<b>Inspección 100% de las tablas.</b> Localizar zonas con fibra abombada o con burbujas. (FOTO 1.1). Localizar sobrantes de fibra, que excedan los límites de la tabla. (FOTO 1.2). Localizar gotas, excesos de resina o defectos en el <b>masillado</b> . (FOTO 1.3).	
2	<b>Si fuera necesario:</b> quitar malla, bultos y gotas con espátula. <b>ESPATULA</b>	Fotos 1.1 – 1.2 – 1.3. <b>Resina blanda:</b> Colocar plástico entre las tablas y avisar al encargado. (2.1)	
3	Desplazarse a consola de control y reanudar el ciclo automático del RAPID.	Pulsar botón marcado círculo amarillo.	
4	Limpieza del puesto incluyendo rangua. <b>ESCOBA</b>		0,5-1 minuto

Figura 30. Ejemplo de Pauta de trabajo estandarizado.5's. (Elaboración propia, 2016)

- Partiendo de este análisis, y estas fichas se comenzará con el análisis pormenorizado de cada una de ellas priorizando entre las que más afecten a la calidad del producto final y a los costes del mismo. El proceso de análisis se apoyará en dinámicas como la KAIZEN o el análisis Ishikawa, además de realizar el análisis para desgranar tareas internas y externas e intentando maximizar las externas convirtiendo internas en externas.
- Retroalimentación constante con el operario.

Cuando se cambien las condiciones o métodos de trabajo de alguna de las operaciones estandarizadas, se comunicará al editor de los documentos para proceder a su actualización. El proceso de validación de cambios y aprobación inicial, contara como participantes a operarios, responsables de sección, jefe de planta, técnico de ingeniería encargado, un técnico de prevención de riesgos laborales, un técnico del departamento de calidad y otro técnico del departamento de medioambiente.

### **6.11. 5's**

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por "S": Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

Es fundamental que todos los miembros del equipo autónomo estén implicados en la dinámica de las 5's.

#### **1 s. Estándares y requisitos.**

Las condiciones a cumplir en esta 1's, serán:

- Personal implicado en la eliminación de lo inútil.
- Panel de comunicación operativo y actualizado.

- Área 5s identificada.
- Rincones inspeccionados y despejados.
- Nada innecesario en suelo, armarios o línea.
- No hay máquinas, equipos o herramientas innecesarias.
- No hay documentos desactualizados.

Para poder decidir correctamente sobre los útiles, previsiblemente inútiles, se habilitará una zona, en un lugar visible sin ocupar u obstruir zonas de paso o de trabajo, para ir retirando a esa zona elementos previsiblemente inútiles que encontremos en la zona de trabajo, y requiramos de la aprobación del resto de equipos de la línea para retirarlos definitivamente. A su vez anotaremos en el inventario de la 1 ºs los elementos que depositamos en esa área.

INVENTARIO ETIQUETAS ROJAS - 1 ºS										Fecha	21-04-16
										Rev.	01
										FC-MA-04.01	
Centro	N07	Fecha	21/04/2016	Línea o Área							
Puesto de trabajo*	Objeto	Cantidad	Ubicación	Responsable	Fecha prevista	Decision	Fecha cierre	Valida do	Valida do	Valida do	
ZONA:								✓	✓	✓	
* Por turno.											

Figura 31. Ficha de Inventario de material a retirar del área. (Elaboración propia, 2016)

El plazo de decisión deberá anotarse en la ficha de inventario y no deberá ser mayor de una semana.



En el caso de que se sufran modificaciones en el inventario del puesto de trabajo, como adición de alguna nueva herramienta o consumible, se deberá modificar el inventario. El plazo de modificación del inventario del puesto de trabajo no deberá ser mayor de una semana.

### **3 s. Estándares y requisitos.**

Las condiciones a cumplir en esta 3´s, serán:

- Personal implicado en la limpieza.
- Las superficies, suelos, máquinas, equipos y utillajes se mantienen limpios.
- Las líneas del suelo están correctamente marcadas y son comprensibles.
- Los productos de limpieza están ordenados y etiquetados.
- Existen tarjetas de respuesta rápida en el panel.
- Se ha creado un sistema para evacuar la basura.
- Existen sistemas de protección para evitar la creación de suciedad.
- Se ha estudiado como atacar el origen de la suciedad.

Para definir cuáles son y con qué periodicidad se deben realizar las operaciones de limpieza rutinarias utilizaremos la plantilla habilitada a tal efecto. En ella detallaremos, las acciones concretas para mantener las condiciones de limpieza necesarias, periodicidad de las mismas, herramientas necesarias, consumibles requeridas y residuos generados. Además, con estas fichas fijaremos el estándar de limpieza al que la zona debe ceñirse.





Las desviaciones en las condiciones deberán ser subsanadas en el plazo máximo de una semana.

### **5 s. Estándares y requisitos.**

Las condiciones a cumplir en esta 5´s, serán:

- Se respetan los estándares.
- Las auditorias se realizan cada 3 meses y se muestran los resultados.
- Las auto-auditorias se realizan mensualmente por un miembro del equipo y se muestran los resultados.
- Los resultados de las auditorias y auto-auditorias generan planes de acción.
- Existen grupos de trabajo de mejora continua y se reúne de forma continua.
- Las nuevas incorporaciones son formadas en 5s.

Las desviaciones en las condiciones deberán ser subsanadas en el plazo máximo de una semana.

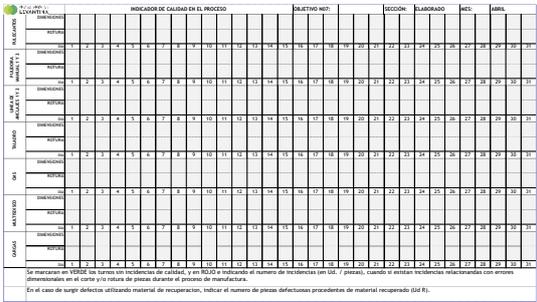
### **6.12. Gestión Visual. Panel Lean e Indicadores de GV.**

El panel LEAN, será la herramienta de la que dispondrá el equipo para asegurar la comunicación entre los diferentes equipos de la sección y a su vez con las funciones de soporte de mantenimiento, calidad, prevención de riesgos laborales, ingeniería o encargados de sección. La comunicación a través del panel LEAN será complementaria a las herramientas de comunicación tradicionales y con menores tiempos de respuestas.

El panel LEAN se utilizará también para dejar constancia de las deficiencias existentes y del progreso de la sección en cuanto a los indicadores y sus objetivos fijados para la línea.

El equipo autónomo cumplimentará los siguientes indicadores, ya que son los únicos que no requieren de acceso al ERP para su cumplimentación:



	debajo del objetivo y en VERDE, cuando se cumpla el objetivo fijado para el día o se supere.
 <p><i>Figura 37. Plantilla de Indicador de control de calidad autónomo. (Elaboración propia, 2016)</i></p>	<p><b>Índice de calidad en el proceso:</b></p> <p>Se marcarán en VERDE los turnos sin incidencias de calidad, y en ROJO e indicando el número de incidencias (en Ud. / piezas), cuando si existan incidencias relacionadas con errores dimensionales en el corte, errores en la tonificación de acuerdo con el rango del proyecto o nota, y/o rotura de piezas durante el proceso de manufactura.</p>

### 6.13. Equipos autónomos.

El equipo autónomo será el responsable de implantar y mantener la herramienta de las 5's como usuarios de la zona de trabajo donde se realizan las labores productivas y de orden y limpieza. El equipo autónomo estará apoyado por las funciones de soporte, para conseguir los objetivos marcados por la dirección de Novelda – 7.

El equipo autónomo será capaz de corregir desviaciones y de proponer mediante las herramientas habilitadas para la mejora continua, además de acciones que mejoren las condiciones de orden, limpieza y estandarización fijadas.

En cuanto a las tareas rotativas como son:

- Responsable de la reunión de 5 minutos diaria.
- Responsable de las 5's.
- Responsable del TPM.

El encargado de estas labores ira rotando semanalmente de forma que todo el equipo se involucre en la dinámica.

Serán también los usuarios de herramientas como las tarjetas de respuesta rápida o las herramientas de gestión visual como son los indicadores los cuales deberán rellenar diariamente.

#### **6.14. Reuniones de 5 minutos.**

Se pondrán en marcha reuniones diarias del equipo autónomo al inicio del turno a modo de herramienta para la comunicación y que servirán para evaluar los resultados y actos ocurridos el turno anterior, así como para planificar el trabajo del día.

La reunión será liderada por un responsable que rotará semanalmente y se responderá a las siguientes preguntas:

- ¿En el turno anterior se ha detectado algún desvío en las condiciones de orden y limpieza?
- ¿En el turno anterior se ha producido algún accidente o incidente?
- ¿Hay alguna baja o ausencia en este turno?
- ¿Qué tareas hay pendientes para la jornada de hoy? ¿Existe algún obstáculo?

Además, se cumplimentarán en esta reunión los indicadores fijados para la línea y se revisarán el estado de las tarjetas de respuesta rápida de problemas, así como el estado del panel kanban.

Estas reuniones no duraran más de 5 minutos, previendo que las iniciales duren hasta 15 minutos, una vez la dinámica esta lanzada, este tiempo deberá rebajarse hasta el objetivo.

#### **6.15. Reuniones en cascada.**

Mensualmente se informará a los trabajadores, mediante una reunión por sección, de los resultados obtenidos en el mes anterior, así como se revisarán los indicadores cumplimentados por ellos mismos, y el estado de las tarjetas de

respuesta rápida, como de otros temas que puedan ser de interés. La reunión será dirigida por el jefe de planta y asistirán las funciones de soporte implicadas (Dpto. Ingeniería, PRL, Calidad, Medioambiente, Mantenimiento y responsables de proyectos).

La reunión seguirá el siguiente orden del día:

- Repaso del acta de la reunión anterior.
- Revisión de los indicadores de gestión visual del periodo anterior.
- Revisión de los indicadores que afectan al cobro de los operarios.
- Revisión de los planes de acción en marcha y tarjetas de respuesta rápida.
- Información de los mandos de la planta sobre temas de interés.
- Ruegos y preguntas.

#### **6.16. Organización de los almacenes intermedios.**

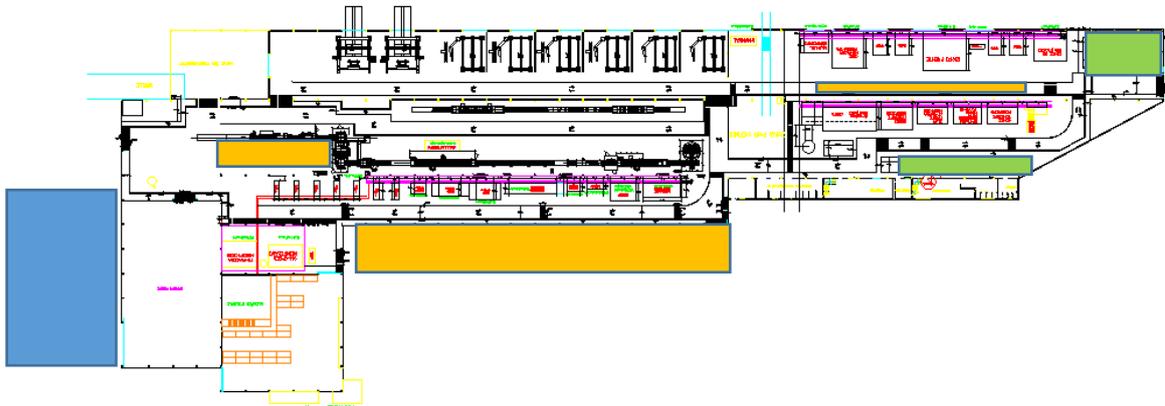
Vista la organización de la planta, la falta de espacio, la cantidad de material intermedio en proceso que cuenta la planta y los actuales desplazamientos que realizan las carretillas elevadoras con el material, creemos necesario la definición de zonas para el material intermedio, materias primas y producto acabado totalmente definidas y marcadas, para conseguir:

- Menos desplazamientos del material intermedio.
- Eliminar el volumen de material intermedio en las zonas de trabajo y zonas de paso.
- Eliminar extravíos y pérdidas de tiempo en la búsqueda de material intermedio.

Por ello se propone:

- La instalación de estanterías homologadas para ubicar los cajones con material intermedio.
- La colocación de estanterías homologadas para consignar las muestras de los proyectos con las que se acuerda el rango de materiales válidos.
- La delimitación y etiquetado de las zonas de almacenamiento de materia prima y producto acabado.

El lay-out, quedaría de la siguiente forma:



*Figura 38. Disposición de los almacenamientos. (Elaboración propia, 2016)*

- Zona verde: Materia prima.
- Zonas naranjas: material intermedio (Zonas de nueva creación).
- Zonas azules: material acabado y embalado.

Las zonas para almacenamiento intermedio evitaran que se deban dejar los materiales intermedios en zonas fuera de la nave (Zona naranja externa), como se hace hasta el momento.

### **6.17. KAIZEN.**

Para aplicar la metodología KAIZEN, en la reunión que se convoque para analizar el asunto propuesto a análisis, recurriremos a tres modelos de análisis:

- Basado en la metodología de los 5 Por qué's.
- Basado en la metodología de Brainstroming,
- Basado en la metodología de análisis causa-raiz, Ishinkawa.

El grupo de trabajo se compondrá de:

- Un representante de los operarios de la línea.
- El encargado de la sección.
- El jefe de planta.

- Un representante del departamento de Ingeniería.
- Un representante del departamento de prevención de riesgos laborales.
- Representantes de cada una de las áreas implicadas por la temática: Comercial, Calidad, Medioambiente, etc.

El inicio de estas reuniones de mejora sobre las que se estructura esta dinámica, puede ser solicitada por cualquiera de las partes afectadas, pertenecientes al grupo de trabajo, ya sean fijos o participantes en el proceso en alguna área implicada.

Los modelos de análisis se estructurarán en las siguientes plantillas para facilitar la utilización de estas dinámicas:



PUNTO DONDE SE HA ORIGINADO EL PROBLEMA		Producción	Calidad	Otros :	QRQC		
		Logística: Almacenes	Transporte	Tiempo perdido por accidente			
D 1 - Descripción de las circunstancias	Equipo de trabajo: Moderador:		Departamento / Planta / Delegación:		Lugar:		
	Fecha:	Hora:	Titular del problema:				
	Personas que detectaron el problema	Si se ha producido con anterioridad, nº de veces y descripción de los hechos		Dptos. o áreas afectadas	Repercusiones económicas y operativas		
	Descripción de los hechos:			Fotos			
	¿La actuación ante este problema está protocolada?. Si la respuesta es positiva, ¿En qué procedimiento?:						
D 2	Riesgo en procesos o productos similares:		SI: <input checked="" type="checkbox"/>	NO: <input type="checkbox"/>	Si es Sí, Donde?:		
D 3 - Acciones correctivas inmediatas	Nº	Acciones correctivas inmediatas / medidas de contingencia			Resp.		
	1.						
	2.						
	3.						
	4.						
D 4 & D5 - Causa raíz del problema y concurrencia (5 Por qué?)	Causa raíz:						
	1er POR QUÉ ?	2º POR QUÉ ?	3º POR QUÉ ?	4º POR QUÉ ?	5º POR QUÉ ?		
D6/D7 PLAN DE ACCIÓN	Problema (Causa raíz)	Acción	Responsable	Fecha	Hecho (fecha)	Revisado (Fecha)	Acción efectiva S/N
D8 - VALIDACIÓN, COMUNICACIÓN Y CIERRE:	Comunicación de las acciones llevadas a cabo:						
	Cuantificación de las acciones realizadas:		Fotos				
	Personas a las que se les presenta el trabajo realizado:						
	Firma/s	Firma/s	Firma/s	Objetivo conseguido (S/N -Fecha):			
Fecha:	Fecha:	Fecha:					

Figura 39. Plantilla análisis "5 Por qué's". (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

PUNTO DONDE SE HA ORIGINADO EL PROBLEMA		Producción <input type="checkbox"/>	Calidad <input type="checkbox"/>	Otros : <input type="checkbox"/>	CC	
		Logística: Almacenes <input type="checkbox"/>	Transporte <input type="checkbox"/>	Tiempo perdido por accidente <input type="checkbox"/>		
D 1 - Descripción de las circunstancias	Equipo de trabajo: Moderador:		Departamento / Planta / Delegación:		Lugar:	
	Fecha:	Hora:	Titular del problema:			
	Personas que detectaron el problema	Si se ha producido con anterioridad, nº de veces y descripción de los hechos		Dptos. o áreas afectadas	Repercusiones económicas y operativas	
	Descripción de los hechos:			Fotos		
		¿La actuación ante este problema está protocolada?. Si la respuesta es positiva, ¿En qué procedimiento?:				
D 2	Riesgo en procesos o productos similares:		SI: ★	NO:	Si es Sí, Donde?:	
D 3 - Acciones correctivas inmediatas	Nº	Acciones correctivas inmediatas / medidas de contingencia				Resp.
	1.					
	2.					
	3.					
	4.					
	5.					
D4 & D5 - Causa raíz del problema y concurrencia (5 Por qué?)	Causa raíz:					
						
	[Empty boxes for brainstorming causes]					
	[Empty boxes for brainstorming causes]					
	[Empty boxes for brainstorming causes]					
	[Empty boxes for brainstorming causes]					
D6/D7 PLAN DE ACCIÓN	Problema (Causa raíz)	Acción	Responsable	Fecha	Hecho (fecha)	Revisado (Fecha)
D8 - VALIDACIÓN, COMUNICACIÓN Y CIERRE:	Comunicación de las acciones llevadas a cabo:					
	Cuantificación de las acciones realizadas:		Fotos			
	Personas a las que se les presenta el trabajo realizado:					
	Firma/s	Firma/s	Firma/s	Objetivo conseguido (S/N -Fecha):		
Fecha:	Fecha:	Fecha:				

Figura 40. Plantilla análisis "Brainstorming". (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

PUNTO DONDE SE HA ORIGINADO EL PROBLEMA		Producción <input type="checkbox"/>	Calidad <input type="checkbox"/>	Otros : <input type="checkbox"/>	QRQC		
		Logística: Almacenes <input type="checkbox"/>	Transporte <input type="checkbox"/>	Tiempo perdido por accidente <input type="checkbox"/>			
D 1 - Descripción de las circunstancias	Equipo de trabajo: Moderador:		Departamento / Planta / Delegación:		Lugar:		
	Fecha:	Hora:	Titular del problema:				
	Personas que detectaron el problema	Si se ha producido con anterioridad, nº de veces y descripción de los hechos		Dptos. o áreas afectadas	Repercusiones económicas y operativas		
	Descripción de los hechos:			Fotos			
¿La actuación ante este problema está protocolada?. Si la respuesta es positiva, ¿En qué procedimiento?:							
D 2	Riesgo en procesos o productos similares:		SI: ★	NO:	Si es Sí, Donde?:		
D 3 - Acciones correctivas inmediatas	Nº	Acciones correctivas inmediatas / medidas de contingencia			Resp.		
	1.						
	2.						
	3.						
	4.						
	5.						
D4 & D5 - Causa raíz del problema y concurrencia ISHIKAWA	Causa raíz:						
D6/D7 PLAN DE ACCIÓN	Problema (Causa raíz)	Acción	Responsable	Fecha	Hecho (fecha)	Revisado (Fecha)	Acción efectiva S/N
D8 - VALIDACIÓN, COMUNICACIÓN Y CIERRE:	Comunicación de las acciones llevadas a cabo:						
	Cuantificación de las acciones realizadas:		Fotos				
	Personas a las que se les presenta el trabajo realizado:						
	Firma/s	Firma/s	Firma/s	Objetivo conseguido (S/N -Fecha):			
Fecha:	Fecha:	Fecha:					

Figura 41. Plantilla análisis "Ishinkawa". (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

El análisis y planes de acción quedaran debidamente documentadas.

### **6.18. Tarjetas de respuesta rápida.**

Como medio de comunicación con las funciones de soporte y como herramienta para la propuesta de mejoras y para la solución de problemas, implantaremos un sistema de tarjetas, en las que los operarios puedan plasmar sus solicitudes.

Codificaremos las tarjetas por colores según la temática a la que se dirijan las solicitudes, y a que función de soporte vayan dirigidas:

Color	Área	Responsable
Azul	Mantenimiento	Responsable de Mantenimiento de la planta.
Rosa	Prevención y riesgos laborales	Responsable de prevención y riesgos laborales de la planta.
Naranja	Calidad	Responsable de Calidad de la planta.
Verde	Medio Ambiente	Responsable de medioambiente de la planta.
Blanco	5's	Responsable de Ingeniería de la planta.

*Tabla 24. Código de colores para las tarjetas de respuesta rápida. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)*

Las tarjetas tendrán la siguiente composición:

Nº ACCIÓN	DETECTADO POR:		DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:	PORQUE ES UN PROBLEMA:	CAUSA RAIZ:	ACCIÓN DE CONTENCIÓN:	
REINCIDENCIA: SI / NO	LÍNEA:	EQUIPO:					
FECHA:							
PLAN DE ACCIONES			RESPONSABLES	PLAZO PREVISTO:	PLAZO REALIZADO:	STATUS	VALIDACIÓN
						CONTENCIÓN	
						CERRADO	

*Figura 42. Tarjetas de Respuesta Rápida. (Elaboración propia, 2016)*

Se cumplimentarán siguiendo las siguientes pautas:

- Nº DE ACCIÓN: número genérico asignado por orden de antigüedad.
- REINCIDENTE: si es un problema reincidente o no.
- FECHA: fecha en la que se abre la causa o se rellena la tarjeta.
- DETECTADO POR: nombre del operario que detecta el problema y rellena la tarjeta.
- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: descripción del problema, lo más clara posible para que las funciones de soporte puedan operar.
- PORQUE ES UN PROBLEMA: que consecuencia causa ese problema.
- CAUSA RAIZ: que origina el problema, cual es el foco.
- ACCIÓN DE CONTENCIÓN: acciones que los propios operarios realizan para contener el problema a la espera de una solución definitiva.

Cuando el responsable al que va dirigida la tarjeta que rellena el operario, deberá dar respuesta a los siguientes apartados:

- PLAN DE ACCIONES: Acciones que se realizarán para solventar el problema y eliminar la causa raíz del mismo.
- RESPONSABLES: personas responsables de llevar a cabo las acciones planteadas.
- PLAZO PREVISTO: fecha en la que el responsable se compromete en llevar a cabo y cerrar los planes de acción propuestos.

Los responsables realizarán una ronda por los paneles lean, al menos, diariamente.

Una vez realizados los planes de acción previstos para atender a la solicitud formulada por el operario mediante la tarjeta, el responsable del plan de acción deberá rellenar:

- **PLAZO REALIZADO:** fecha en la que se cierran finalmente los planes de acción.
- **CONTENCION/CERRADO:** Si se han realizado acciones para contener o para cerrar el problema.

Una vez la causa esté cerrada, con todos sus planes de acción ejecutados, la tarjeta quedara en la sección del panel lean de “EN CURSO” hasta que el operario la revise y de su visto bueno, acreditando que los planes de acción se han llevado a cabo correctamente.

Estas tarjetas serán registradas a su cierre en el sistema, guardando la información en el ERP de la empresa.

## **7. Implantación del plan de mejora.**

### **7.1. Calendario de implantación. Diagrama GANT.**

El calendario de implantación del sistema Lean Manufacturing para la mejora continua de la planta, definiremos un plan de acciones generales a dos años vista el cual nos servirá como horizonte temporal para la consecución de los objetivos fijados por la dirección.

El diagrama GANT es el siguiente:

ACCIONES	2016				2017				2018
	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	
Formación de la dirección de la									
Formación de los operarios.									
Equipos autónomos, tareas rotativas, paneles lean y KANBAN y matriz de polivalencia.									
Puesta en marcha de los indicadores de GV e inicio del análisis del cuadro de mandos de la planta.									
1's									
Organización de los									
2's									
3's									
TPM.									
SMED.									
Reuniones de mejora y metodología KAIZEN.									
Estandarización de los procesos.									
4's.									
5's.									
Leyenda: <span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> IMPLANTACION <span style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> SEGUIMIENTO									

Tabla 25. Diagrama GANTT Implantación. (Elaboración propia, 2016)

## 7.2. Análisis económico de la implantación.

En este apartado evaluaremos la inversión necesaria para poner en marcha las herramientas de análisis y de mejora continua que se proponen, como:

- Presupuesto de inversiones necesarias: Materiales, herramientas, utillajes, inversión en infraestructuras, gastos de personal, gastos de consultoría, etc.

- Ahorros previstos con la implantación del sistema Lean Manufacturing.
- Balance económico entre costes y ahorros en los dos primeros ejercicios.

COSTES (€)	2016				2017				2018
	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	
Coste de funciones soporte: Formación, elaboración de estándares, elaboración de herramientas de análisis, coste de auditorías internas, etc.	660	660	660	660	660	660	660	660	3.000
Coste en herramientas y utillajes.	3.500	3.500	3.500	500	500	500	500	500	2.000
Coste en horas invertidas en reuniones del equipo autónomo y formación.	6.400	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	6.400
<b>Total</b>	<b>10.560</b>	<b>5.760</b>	<b>5.760</b>	<b>2.760</b>	<b>2.760</b>	<b>2.760</b>	<b>2.760</b>	<b>2.760</b>	<b>11.400</b>
AHORROS (€)	2016				2017				2018
	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	
Costes de proceso	0	0	500	1.000	1.500	1.500	3.000	3.000	15.000
Reclamaciones y Costes de no calidad	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	4.000
Absentismo laboral	2.000	2.000	2.000	2.000	3.500	4.000	6.000	6.000	24.000
<b>Total</b>	<b>3.000</b>	<b>3.000</b>	<b>3.500</b>	<b>4.000</b>	<b>6.000</b>	<b>6.500</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>43.000</b>

Tabla 26. Costes y ahorros estimados. (Elaboración propia, 2016)

La estimación de ahorros y gastos se realizan siguiendo los siguientes criterios:

- Coste de las funciones soporte: Formación, elaboración de estándares, elaboración de herramientas de análisis, etc: Se tasará el sueldo de un técnico de Ingeniería a un tercio de dedicación.
- Coste de herramientas y utillajes: Con una fuerte inversión en los tres primeros periodos, por el montaje de paneles de comunicación, organización de herramientas, colocación de soportes, etc. Los consecutivos periodos el gasto se reducirá a pequeñas modificaciones solicitadas por los operarios adaptándolas al uso diario de las instalaciones.
- Coste de horas invertidas en reuniones del equipo autónomo y formación: Se tasan las reuniones de 5 minutos diarios, por 12,5 €/hora, por 25 personas de media, por los 21 días laborales al mes y los tres meses de cada periodo.
- Costes de proceso: en los primeros periodos al no tener datos que analizar no podremos cuantificar los posibles ahorros, ya con datos, podremos incidir en mermas y errores en procesos, consiguiendo ahorro, aunque tímidos hasta la implementación de TPM y la Estandarización de procesos, que influirán de manera notable en estos.
- Reclamaciones y Costes de no calidad: se seguirá la misma dinámica que con los costes de no calidad.
- Absentismo laboral: cuantificamos el ahorro en bajas laborales, y pronosticamos que estas se reducirán con la implementación de la estandarización de procesos o la mejora de las condiciones de orden y limpieza de la planta.

Así mismo calculando el Coste y el Ahorro previsto acumulado nos quedaría:

En Euros (€)	1 er 2016	2do 2016	3ro 2016	4to 2016	1er 2017	2do 2017	3ro 2017	4to 2017	2018
Coste Acumulado	10.560	16.320	22.080	24.840	27.600	30.360	33.120	35.880	47.280
Ahorro Acumulado	3.000	6.000	9.500	13.500	19.500	26.000	36.000	46.000	89.000
Flujo de caja	-7.560	-10.320	-12.580	-11.340	-8.100	-4.360	2.880	10.120	41.720

Tabla 27. Balance de Ahorros previstos y Costes de Implantación. (Elaboración propia, 2016)

Puesto en un gráfico, nos quedaría que:

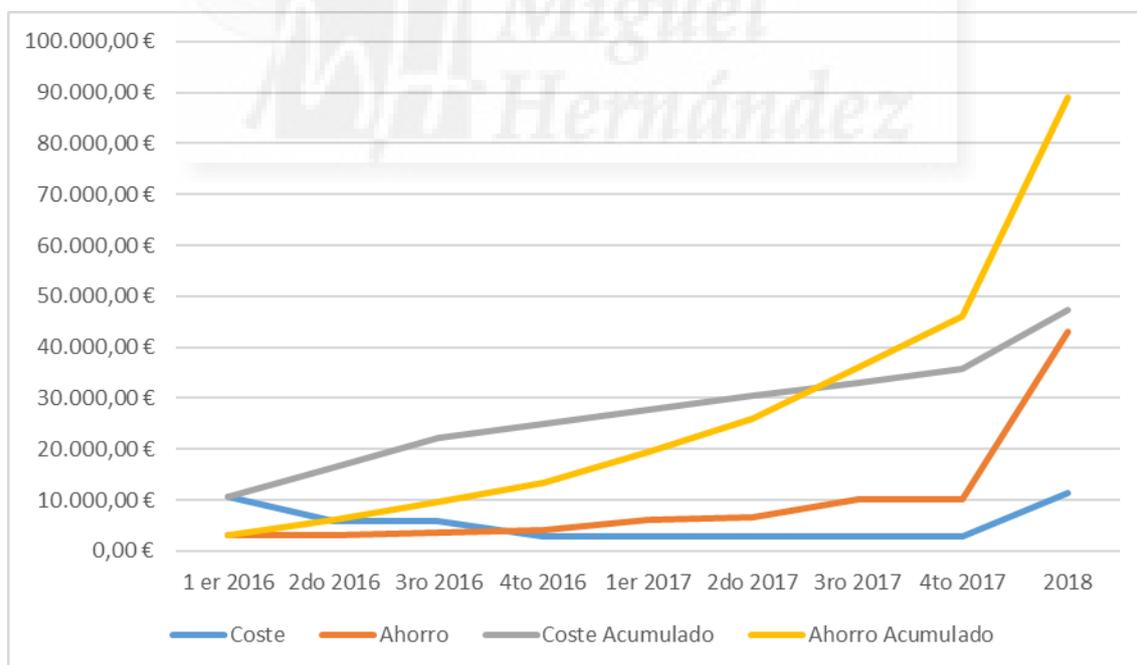


Gráfico 1. Balance Ahorros y Costes de Implantación. (Elaboración propia, 2016)

Observamos que el ahorro acumulado estimado supera al gasto de la implantación en el tercer trimestre de 2017, por lo que el último periodo de flujo

de caja negativo sería el segundo trimestre de 2017, por lo que económicamente la implantación es viable y la empresa recuperaría la inversión realizada en ese periodo. El ahorro a partir de 2018 rebajará su tendencia casi exponencial para seguir una tendencia lineal de mejora más suave, dependiendo de la cantidad de mejoras impulsada por el equipo autónomo y las funciones de soporte y cuanto cale la filosofía Lean en el personal de la planta.

### **7.3. Beneficios intangibles previstos.**

Además de los ahorros económicos antes descritos, el proyecto cuenta con otra serie de beneficios que afectan a la propia organización y cultura de la empresa, entre los que destacan:

- La implicación de los operarios en la gestión de las tareas del día a día, en gestión de prioridades y organización del trabajo o en el mantenimiento de la planta.
- La implicación de los operarios en la mejora del proceso productivo y de los resultados de la planta.
- Formación de los operarios en aspectos globales del funcionamiento de la planta, lo cual refuerza la transparencia en el funcionamiento.
- Dar la visión global de los objetivos de la planta a los operarios, pudiendo estos incidir sobre la consecución de los objetivos marcados.
- Mayor flexibilidad en la producción.
- Unas mejores condiciones de orden y limpieza lo cual hace que la planta se un escaparate perfecto para el cliente.
- Mejora de las condiciones de ergonomía en los puestos de trabajo.
- El personal de la planta se suma a la dinámica de la mejora continua, lo cual asegura un proceso de renovación y actualización constante.
- Se refuerza el contacto y las relaciones entre los miembros del equipo, comenzando a funcionar como un equipo y no como un grupo de operarios.

- Se refuerza la relación del equipo con los mandos de la planta, lo cual crea un clima de confianza el cual es beneficioso para la resolución de problemas.

## **CAPITULO IV. EVALUACIÓN Y CONTROL.**

### **8. Evaluación de la implantación de las herramientas propuestas.**

Para controlar la implantación de todas estas herramientas, en cuanto a objetivos de plazos de implantación y objetivos de mejora a conseguir, habilitaremos una serie de herramientas para controlar el proceso de implantación.

Fijaremos una serie de estándares para ello:

- Auto-Auditoria y Auditorias de 5's, para supervisar la implantación de la herramienta de las 5's y asegurar el cumplimiento de los estándares fijados.
- Un Road Map con diferentes ítems a auditar trimestralmente para supervisar la implantación del resto de herramientas.

#### **8.1. Auto-auditorias 5s.**

La auto-auditoria se implanta con el fin de corregir desviaciones en el seguimiento de los estándares fijados, el funcionamiento de la misma se detalla en los siguientes apartados. Se define auto-auditoria como una herramienta de chequeo que utilizaran los miembros del equipo autónomo para poder realizar un seguimiento de las mejoras que se van implantando en su área de trabajo en materia de la herramienta de las 5's.

#### **Detección de desviaciones en los estándares de 5's.**

Para detectar posibles desviaciones en los estándares fijados en las 5's recurriremos a un seguimiento constante de los mismos por parte de todos los

miembros del equipo autónomo, con especial atención del miembro que en las tareas rotativas sea el encargado de las 5's.

A su vez, cada mes, el encargado de las 5's realizara una auto-auditoria de la zona, atendiendo a los criterios fijados en el estándar de auto-auditoria.

AUTOAUDITORÍA 5S						
FECHA	ÁREA:	AUDITOR	Método de puntuación			
			1 - Insatisfactorio o ausente			
			2 - Insuficiente			
			3 - Bueno			
			5 - Excelente			
FASES	PREGUNTAS		PUNTAJACIÓN			
			1	2	3	5
1ª S Clasificar	1- Están despejadas las áreas de trabajo, pasillos y acceso a los equipos de emergencia?					
	2- Existe material, embalajes vacíos, o elementos innecesarios en el área?					
	3- Existe alguna máquina, utillaje o herramienta innecesaria en el área de trabajo?					
	4- Existe alguna instrucción técnica o documentación innecesaria o no actualizada?					
	Puntuación Fase 1					
2ª S Ordenar	1- Están ordenadas las áreas de trabajo, pasillos y equipos de seguridad?					
	2- Están definidas y marcadas las áreas de trabajo, almacenaje y segregación?					
	3- Están ordenados y accesibles los equipos de trabajo (herramientas, útiles y máquinas)?					
	4- Están actualizadas y ordenadas las instrucciones y documentación técnica de la estación?					
	Puntuación Fase 2					
3ª S Limpiar	1- Están limpias y despejadas: las áreas de trabajo, los pasillos, el interior del coche o caja?					
	2- Están los equipos de trabajo limpios y operativos? Están los elementos protegidos para mantenerlos limpios?					
	3- Existe recogida selectiva de desperdicios?					
	4- Existe un plan para el mantenimiento de las 5S? Se muestra?					
	Puntuación Fase 3					
4ª S Estandarizar	1- Están definidas y marcadas las áreas para ordenar el material de trabajo?					
	2- Están marcadas e identificadas las zonas para contenedores y embalajes?					
	3- Se respeta el plan de mantenimiento de las 5S?					
	4- Se respetan y actualizan los estándares de gestión visual (indicadores, armarios colectivos)?					
	Puntuación Fase 4					
5ª S Mejorar	1- Se respetan y mejoran los estándares 5S (Plan de Acción 5S)?					
	2- Se actualizan regularmente los estándares por las personas responsables (indicadores diarios...)?					
	3- Las nuevas incorporaciones reciben formación en 5S?					
	4- Se realizan las auditorías regularmente y permiten la mejora?					
	Puntuación Fase 5					
PUNTAJACIÓN GLOBAL SOBRE 100						

Figura 43. Plantilla para la Auto-Auditoria 5's. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

La auto-auditoria se realizará con el apoyo de la siguiente plantilla:

		SOPORTE PARA LA AUTOAUDITORÍA			"5S"
		1= INSATSFACTORIO	2= INSUFICIENTE	3= BUENO	5= EXCELENTE
FASE 1: ELIMINAR LO INNECESARIO	1- Están despejadas las áreas de trabajo, pasillos, salidas de emergencia y áreas de equipos de seguridad/emergencia?	Las áreas donde están los equipos de seguridad no están despejadas	Existen elementos innecesarios (max 5) en el área de trabajo, pasillos, etc. Los equipos de emergencia son accesibles	Existen elementos innecesarios (max 2) en el área de trabajo, pasillos, etc. Los equipos de emergencia son accesibles	No hay nada innecesario en las zonas de trabajo, pasillos, salidas de emergencia, áreas de seguridad
	2- Existen materiales o piezas innecesarias, embalajes vacíos, en el área de trabajo?	Algunos materiales, piezas o embalajes innecesarios	max 5	max 2	No hay nada innecesario
	3- Existen máquinas, herramientas o utensilios en el área de trabajo?	Varios elementos innecesarios (máquinas, herramientas, utensilios)	max 5	max 2	No hay nada innecesario
	4- Existe alguna documentación innecesaria o no actualizada en el puesto de trabajo?	No hay documentación disponible en el puesto de trabajo	max 5 documentos faltan o no actualizados	max 2 documentos faltan o no actualizados	No faltan documentos y están actualizados
FASE 2: ORDENAR	1- Están las áreas de trabajo, pasillos ordenadas?	Los equipos de seguridad no están claramente accesibles	Máx 5 elementos no ordenadas en el área de trabajo (no tienen un sitio definido)	Máx 2 elementos no ordenadas en el área de trabajo (no tienen un sitio definido)	Todos los elementos en el área de trabajo están ordenados
	2- Están definidas y marcadas las áreas de trabajo, almacenaje y segregación?	Las áreas no están definidas	max. 5 ubicaciones sin marcar	max. 2 ubicaciones sin marcar	El área está bien definido y el layout es claro y es visible
	3- Están todas las herramientas, utensilios y otros equipos ordenados y fácilmente accesibles?	Acceso difícil a equipos y herramientas. Las herramientas no están ordenadas	Las herramientas utilizadas diaria/semanalmente están ordenadas y son fácilmente accesibles	Las herramientas utilizadas mensualmente están ordenadas y son fácilmente accesibles	Todas las máquinas son accesibles y fácilmente accesibles
	3- Están ordenados y accesibles los equipos de trabajo (herramientas, útiles y máquinas)?	Más de 5 documentos no están en su sitio / ordenados	Máx 5 documentos desordenados	Máx 2 documentos desordenados	Todos los documentos ordenados
FASE 3: LIMPIAR	1- Están las áreas de trabajo y pasillos despejados y limpios?	Los pasillos o áreas de trabajo no están limpios ni despejados	Los pasillos y áreas de trabajo están despejados pero no están limpios	Los pasillos y áreas de trabajo no están despejados si están limpios.	Pasillos y áreas de trabajo están despejados y limpios
	2- Están los equipos de trabajo (herramientas, utensilios, estanterías, ...) limpios y operacionales? Están estos elementos protegidos de la suciedad?	- Los equipos están sucios y son inutilizables - Las piezas, materiales, están sucios	- Los equipos están sucios, pero operativos - Piezas y materiales sucios	- Los equipos están sucios, pero operativos - Piezas y materiales limpios	- Los equipos están limpios y operativos - Piezas y materiales limpios
	3- Existe la recogida selectiva?	No	Al menos falta un contenedor para realizar la recogida selectiva	Containers disponibles pero no se utilizan correctamente	Recogida selectiva establecida
FASE 4: ESTNDARIZAR	El programa de limpieza está colgado en el panel?	Programa de limpieza no mostrado	Se muestra pero con falta de información (limpieza de suelos, útiles, recogida de pañuelos, ...) o una tarea sin asignar	Se muestra y todas las tareas están identificadas y asignadas a alguien	Nivel 4 + tareas rotativas semanales entre los miembros del equipo
	1- Están las superficies destinadas a almacenar equipos de trabajo definidas y marcadas?	Ubicaciones no definidas	Señalización temporal define las ubicaciones	Las marcas del suelo cumplen el estándar ORKLI	Las marcas del suelo cumplen el estándar orkli
	2- Están las ubicaciones definidas y marcadas?	Ubicaciones de material no definidas	Señalización temporal define las ubicaciones para material	Identificación de las ubicaciones de material con fotografías del material. El suelo está marcado	La identificación de la ubicación de los materiales cumple con el estándar ORKLI
	3- Se respeta la programación de 5S?	La programación 5S no está actualizada o no se respeta	La programación 5S está actualizada pero no se respeta	La programación 5S está actualizada y se respeta	La programación 5S incluye reuniones de mejora
FASE 5: MANTENER / MEJORAR	4- Está el visual management (indicadores, ...) de seguimiento actualizado?	No hay estándar	Faltan 2 indicadores o más o no están actualizados	Falta 1 indicador o no está actualizado	Panel actualizado y respetado
	1- Se respetan los estándares 5S y se han mejorado?	No existe plan de acción para mejorar las 5S	Existe un plan de acción pero no está formalizado o no se revisa	Existe un plan de acción formalizado y revisado mensualmente	Los planes de acción mensuales permiten eliminar las causas de suciedad
	2- Las personas involucradas en 5S revisan los estándares de forma regular?	No existe plan de acción. Los indicadores no se revisan ni actualizan	Los indicadores están actualizados pero no hay plan de acción para mejorarlos	Indicadores actualizados y planes de acción mensuales	Los estándares se revisan cada mes
	3- Los nuevos empleados reciben formación en 5S?	Las nuevas incorporaciones no reciben formación	Las nuevas incorporaciones se forman "sobre el terreno"	Hay una sesión específica de 5S para las nuevas incorporaciones	Todas las nuevas incorporaciones son formadas en 5S
4- Se realizan auditorías 5S regularmente que permiten mejorar el área de trabajo?	El nivel 5S de la zona no ha mejorado en los últimos 6 meses	El nivel de 5S de la estación de trabajo ha mejorado en los últimos 6 meses	El nivel de 5S de la estación de trabajo ha mejorado en los últimos 3 meses	Se ha alcanzado el nivel 5S. Existe un plan de mejora continua	

Figura 44. Plantilla de apoyo para la Auto-Auditoria de 5's. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

Con ella detectaremos deficiencias a las cuales deberemos proponer planes de acción para subsanarlas en un plazo inferior a una semana. Los resultados de esta auto-auditoria serán publicados en el panel NEWTON.

### Propuesta de mejoras en los estándares de 5's.

Al igual que se proponen acciones para subsanar deficiencias y desviaciones en los estándares de 5's es recomendable y necesario que se propongan acciones encaminadas a la mejora continua de los estándares y de los procesos productivos.

Para ello el equipo autónomo tendrá como herramientas para la mejora continua:

- Tarjetas de respuesta rápida.

- Reuniones de mejora.
- Metodología KAIZEN.

### **Corrección de desviaciones en los estándares de 5´s.**

La corrección de desviaciones en los estándares fijados se deberá resolver con el apoyo de las funciones de soporte en un plazo menor de una semana, en el caso que solo dependan del equipo.

### **8.2. Auditorias. Road Map.**

El Road Map sirve para auditar trimestralmente la implantación del resto de herramientas Lean como son:

- Lay-out.
- Equipo autónomo.
- Metodología QCD (Mejora continua).
- Condiciones de Ergonomía, Higiene y Seguridad.
- Gestión de las personas, en cuanto a formación y polivalencia.
- Mejora continua.
- TPM y SMED.

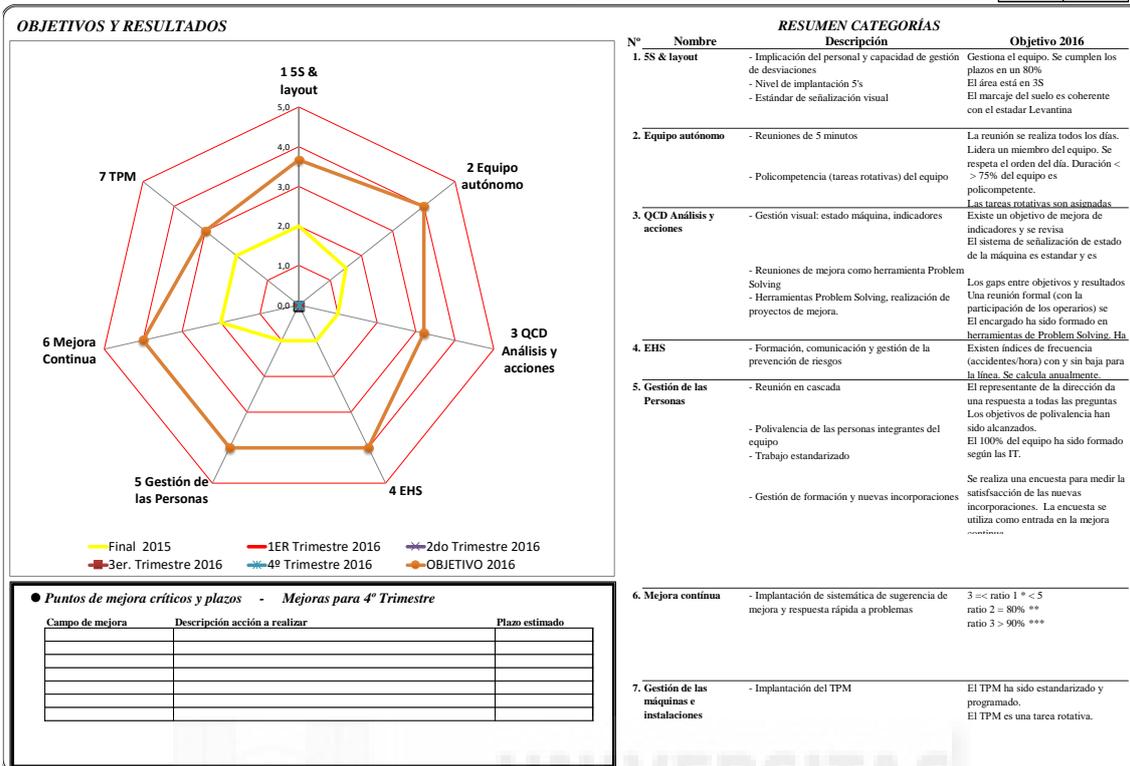


Figura 45. Road Map. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)

Cada ítem se auditará trimestralmente por el personal de Ingeniería.

Los objetivos para este año 2016 se fijarán, previa evaluación del estado inicial, en base a lo establecido en el plan de implantación descrito en anteriores apartados.

### 9. Gestión y control de la planta.

El control de la gestión de la planta se basará en tres herramientas fundamentales, un cuadro de mando integral para la dirección de la planta, la herramienta para el análisis y control económico de cada proyecto para los responsables de proyectos, y el documento para la planificación de las entregas de los proyectos compartidos entre las dos partes, todo ello descrito con anterioridad.

El mapa de reuniones e hitos de control y seguimiento de las herramientas propuestas para la planta será:

Hito	Periodicidad	Participantes
Reunión de 5 minutos	Diaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo autónomo.</li> </ul>
Reunión en Cascada	Mensual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo autónomo.</li> <li>Mandos de la planta.</li> </ul>
Reunión de seguimiento del cuadro de mando de la planta.	Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funciones de soporte.</li> <li>Mandos de la planta.</li> </ul>
Reunión de seguimiento de proyectos.	Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsables de proyectos (Oficina Técnica).</li> <li>Mandos de la planta.</li> </ul>
Revisión de objetivos.	Semestral.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dirección Industrial.</li> <li>Mandos de la planta.</li> </ul>
Auditoría del Road Map	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>Departamento de Ingeniería.</li> </ul>
Auto-Auditoría de 5's	Mensual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo autónomo.</li> </ul>
Auditoría 5's	N/A, siempre que sea necesario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auditor externo.</li> <li>Mandos intermedios de la planta.</li> </ul>

*Tabla 28. Mapa de reuniones e hitos de control. (Elaboración propia, 2016)*

## CAPITULO V. CONCLUSIONES.

### 10. Conclusiones.

A modo de resumen de lo analizado y propuesto en el trabajo, podemos exponer la siguiente tabla:

Área de influencia	Conceptos	Dificultades o problemas encontrados.	Herramientas propuestas.
La cadena de suministro y gestión de la subcontratación.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entregas a tiempo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de suministro.</li><li>• Necesidad de subcontratación .</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planificación de los pedidos a proveedores internos y externos.</li></ul>
El control de costes y rentabilidad de la planta y del portfolio de proyectos que se desarrollan en la misma	<ul style="list-style-type: none"><li>• Control en tiempo real para poder corregir desviaciones.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ausencia de herramientas.</li><li>• Desviaciones detectadas a proyecto o periodo cerrado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuadro de Mandos.</li><li>• Indicadores Clave.</li><li>• Seguimiento de proyectos.</li></ul>
Los plazos de entrega y alcance de los proyectos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flexibilidad de producción.</li><li>• Transparencia en la gestión de los proyectos.</li><li>• Sistema pull vs push.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de definición en el alcance, y plazos de entrega de los proyectos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Panel KANBAN.</li><li>• Notas de material.</li><li>• Matriz de Polivalencia.</li><li>• TPM.</li><li>• SMED.</li></ul>

La calidad del proceso y las reclamaciones de clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autocontrol.</li> <li>• Implicación de todos en la calidad del proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistencia de herramientas para el autocontrol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de Calidad autónomo.</li> <li>• Estandarización de operaciones.</li> </ul>
Las condiciones de orden y limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos autónomos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultad y pérdida de tiempo en la búsqueda de herramientas, útiles o consumibles.</li> <li>• Duplicidades en herramientas, útiles y consumibles.</li> <li>• Cuellos de botella cuando se requiere la utilización de algunos útiles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5´s.</li> </ul>
Área de influencia	Conceptos	Dificultades o problemas encontrados.	Herramientas propuestas.
El absentismo laboral y gestión de las personas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergonomía en los puestos de trabajo.</li> <li>• Implicación de los operarios en los resultados de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desapego por los resultados globales de la planta obtenidos.</li> <li>• Dependencia de los mandos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión Visual. Panel Lean e Indicadores de GV.</li> <li>• Equipos autónomos.</li> <li>• Reuniones de 5</li> </ul>

	la planta.	de la planta. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto absentismo por accidentes laborales.</li> </ul>	minutos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones en cascada.</li> <li>• Estandarización de operaciones.</li> </ul>
El Lay-out de la planta productiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización del Lay-out de la planta.</li> <li>• Reducción de tiempos de proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesivos desplazamientos del material intermedio por la planta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización de los almacenes intermedios.</li> </ul>
Mejora continua de la planta productiva en su conjunto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora continua basada en las sugerencias de los operarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistencia de medios y herramientas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología KAIZEN.</li> <li>• Tarjetas de respuesta rápida.</li> </ul>

*Tabla 29. Resumen. (Elaboración propia, 2016)*

Las herramientas propuestas no suponen excesiva carga extra para operarios y mandos de la planta. Además, no entrañan una gran complejidad, con lo cual son accesibles a todos los operarios de la planta.

Con estas herramientas propuestas, atajamos las deficiencias y puntos débiles encontrados en la fase de análisis y además se atajan los desperdicios expuestos en la filosofía Lean Manufacturing y presentes en la planta productiva objeto del trabajo en el momento del análisis realizado.

Se establece una dinámica de autocontrol y la mejora de la planta en los tres vértices fundamentales de la gestión de una planta productiva por proyectos: Costes – Alcance - Plazos de entrega.

El coste de la implantación es asumible por la planta, y recuperable en un umbral máximo de dos años, lo cual es asumible. Además de beneficios económicos en forma de ahorros, ofrece otros intangibles muy beneficiosos para la dinámica de la planta.

La única cortapisa a la implantación de estas herramientas es la resistencia al cambio de los mandos de la planta, lo cual debe corregirse con las sesiones formativas, y con el apoyo de la dirección industrial en el proceso de implantación de las mismas.

Con lo cual podemos concluir que las herramientas propuestas son las adecuadas para la situación de la planta, aunque claro está, están sujetas a adaptaciones según avance la implantación, uso y seguimiento de las mismas.

## **11. Anexos.**

- Lay-out de Novelda-7.

## **12. Bibliografía consultada.**

CENTRO TECNOLÓGICO DEL MARMOL. (2010). PLAN ESTRATÉGICO DE LA AGRUPACIÓN EMPRESARIAL INNOVADORA DE LA PIEDRA NATURAL.

Hernandez Matias, J. C. (2013). LEAN MANUFACTURING: CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN. MADRID: FUNDACIÓN EOI.

<http://www.elcremamarfil.com/>. (2016).

<http://www.lantares.com/>. (2016).

<http://www.levantina.com/es/>. (2016).

<https://sabi-bvdinfo-com.publicaciones.umh.es/>. (2016).

## INDICE DE ILUSTRACIONES.

Figura 1. Canteras en explotación en España. (CENTRO TECNOLÓGICO DEL MARMOL, 2010) .....	12
Figura 2. Cadena de valor de la piedra natural. (Elaboración propia, 2016) ....	15
Figura 3. Producción de tabla. (Elaboración propia, 2016) .....	16
Figura 4. Fondos de piedra del mármol Crema Marfil. (Elaboración propia, 2016) .....	19
Figura 6. Resultado Contable. ( <a href="https://sabi-bvdinfo-com.publicaciones.umh.es/">https://sabi-bvdinfo-com.publicaciones.umh.es/</a> , 2016) .....	27
Figura 7. Número de Empleados. ( <a href="https://sabi-bvdinfo-com.publicaciones.umh.es/">https://sabi-bvdinfo-com.publicaciones.umh.es/</a> , 2016) .....	28
Figura 8. Organigrama. (Elaboración propia, 2016) .....	29
Figura 9. Emplazamiento de las plantas productivas. (Elaboración propia, 2016) .....	30
Figura 10. Sección de Corte. (PIEDRA NATURAL SL, 2016) .....	31
Figura 11. Sección de Elaborado. (PIEDRA NATURAL SL, 2016).....	34
Figura 12. Sección de Cortabloques. (PIEDRA NATURAL SL, 2016).....	35
Figura 13. Sección de Cargas. (PIEDRA NATURAL SL, 2016) .....	36
Figura 14. Sección de Mantenimiento y Almacén. (PIEDRA NATURAL SL, 2016) .....	37
Figura 15. Planificación de pedidos a proveedores. (Elaboración propia, 2016) .....	77
Figura 16. Tarjeta KANBAN. Gestión de Subcontratas. (Elaboración propia, 2016) .....	77
Figura 18. Cuadro de Mandos de la Planta. (Elaboración propia, 2016).....	82
Figura 19. Seguimiento de obras. ....	84
Figura 20. Ficha de seguimiento de proyectos. Valor ganado. (Elaboración propia, 2016) .....	85
Figura 21. Ficha de seguimiento de proyectos. Merma y Qi consumido. (Elaboración propia, 2016) .....	86
Figura 22. Diagrama GANTT para los plazos de entrega. ....	86
Figura 23. Tarjeta KANBAN. (Elaboración propia, 2016) .....	88
Figura 24. NOTA DE MATERIAL. (Elaboración propia, 2016) .....	91

Figura 25. Matriz de Polivalencia. (Elaboración propia, 2016) .....	94
Figura 26. Ficha de mantenimiento preventivo autónomo de 1er Nivel. (Elaboración propia, 2016) .....	96
Figura 27. Planificación del mantenimiento preventivo autónomo de 1er Nivel. (PIEDRA NATURAL SL, 2016).....	97
Figura 28. Indicadores clave para la sección de Mantenimiento. (PIEDRA NATURAL SL, 2016) .....	98
Figura 29. Cuadro de Mandos de la sección de Mantenimiento. (Elaboración propia, 2016) .....	99
Figura 30. Tarjeta KANBAN Mantenimiento. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)	101
Figura 31. Ficha para Análisis de Averías. (Elaboración propia, 2016).....	104
Figura 32. Ejemplo de Pauta de trabajo estandarizado.5´s. (Elaboración propia, 2016) .....	112
Figura 33. Ficha de Inventario de material a retirar del área. (Elaboración propia, 2016) .....	114
Figura 34. Ficha de Inventario del área. (PIEDRA NATURAL SL, 2016) .....	115
Figura 35. Ficha del protocolo de limpieza. (Elaboración propia, 2016).....	117
Figura 36. Ficha para la corrección de desviaciones en las condiciones de limpieza. (Elaboración propia, 2016) .....	118
Figura 37. Plantilla del Índice de frecuencia. (PIEDRA NATURAL SL, 2016)	120
Figura 38. Plantilla Indicador de entrega. (Elaboración propia, 2016).....	120
Figura 39. Plantilla de Indicador de control de calidad autónomo. (Elaboración propia, 2016) .....	121
Figura 40. Disposición de los almacenamientos. (Elaboración propia, 2016)	124
Figura 41. Plantilla análisis "5 Por que´s". (PIEDRA NATURAL SL, 2016) ...	126
Figura 42. Plantilla análisis "Brainstorming". (PIEDRA NATURAL SL, 2016).	127
Figura 43. Plantilla análisis "Ishinkawa". (PIEDRA NATURAL SL, 2016).....	128
Figura 44. Tarjetas de Respuesta Rápida. (Elaboración propia, 2016).....	130
Figura 45. Plantilla para la Auto-Auditoria 5´s. (PIEDRA NATURAL SL, 2016) .....	138
Figura 46. Plantilla de apoyo para la Auto-Auditoria de 5´s. (PIEDRA NATURAL SL, 2016).....	139
Figura 47. Road Map. (PIEDRA NATURAL SL, 2016).....	141

## INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Datos de la empresa. ( <a href="https://sabi-bvdinfo-com.publicaciones.umh.es/">https://sabi-bvdinfo-com.publicaciones.umh.es/</a> , 2016) ( <a href="http://www.levantina.com/es/">http://www.levantina.com/es/</a> , 2016) .....	24
Tabla 2. Lienzo CANVAS. (Elaboración propia, 2016) .....	25
Tabla 3. Mapa de Empatía. (Elaboración propia, 2016) .....	26
Tabla 4. Maquinaria. Sección Corte. (Elaboración propia, 2016) .....	33
Tabla 5. Maquinaria. Sección Elaborado. (Elaboración propia, 2016).....	34
Tabla 6. Maquinaria. Sección Cargas. (Elaboración propia, 2016) .....	36
Tabla 7. Análisis de la cadena de suministro y gestión de la subcontratación. (Elaboración Propia, 2016).....	39
Tabla 8. Análisis del control de costes y rentabilidad. (Elaboración Propia, 2016) .....	39
Tabla 9. Análisis de los plazos de entrega y alcance de los proyectos. (Elaboración propia, 2016) .....	40
Tabla 10. Análisis de la calidad del proceso y las reclamaciones de clientes. (Elaboración propia, 2016) .....	41
Tabla 11. Análisis de las condiciones de orden y limpieza. (Elaboración propia, 2016) .....	41
Tabla 12. El absentismo laboral y gestión de las personas. (Elaboración propia, 2016) .....	42
Tabla 13. El Lay-out de la planta productiva. (Elaboración propia, 2016) .....	42
Tabla 14. Mejora continua de la planta productiva en su conjunto. (Elaboración propia, 2016) .....	43
Tabla 15. Indicadores clave actuales. (PIEDRA NATURAL SL, 2016).....	44
Tabla 16. Indicadores actuales. (PIEDRA NATURAL SL, 2016) .....	46
Tabla 17. Valoración de las herramientas a implantar. (Elaboración propia, 2016) .....	75
Tabla 18. Indicadores clave para la planta. (Elaboración propia, 2016) .....	81
Tabla 19. Objetivos para la planta. (Elaboración propia, 2016).....	83
Tabla 20. Panel KANBAN. (Elaboración propia, 2016) .....	87
Tabla 21. Panel KANBAN. Código de colores. (Elaboración propia, 2016).....	90
Tabla 22. Panel KANBAN Mantenimiento. (PIEDRA NATURAL SL., 2016) ..	100

Tabla 23. Código de colores KANBAN Mantenimiento. (Elaboración propia, 2016) .....	101
Tabla 24. Código de colores para las tarjetas de respuesta rápida. (PIEDRA NATURAL SL, 2016) .....	129
<i>Tabla 25. Diagrama GANTT Implantación. (Elaboración propia, 2016) .....</i>	<i>132</i>
Tabla 26. Costes y ahorros estimados. (Elaboración propia, 2016) .....	133
Tabla 27. Balance de Ahorros previstos y Costes de Implantación. (Elaboración propia, 2016) .....	135
Tabla 28. Mapa de reuniones e hitos de control. (Elaboración propia, 2016)	142
Tabla 29. Resumen. (Elaboración propia, 2016) .....	145

## **INDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Balance Ahorros y Costes de Implantación. (Elaboración propia, 2016) .....	135
---	-----



