



MÁSTER EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER APLICACIÓN DEL IMPACTO EN LA METODOLOGÍA *KAIZEN* DE PROCESOS BASADOS EN *DESIGN THINKING*

Autor: Francisco Javier Planas Villagrasa

Directores: Jon Fernández Carrera, Mariano Jiménez Calzado,

Madrid

Junio de 2021

APLICACIÓN DEL IMPACTO EN LA METODOLOGÍA KAIZEN DE PROCESOS BASADOS EN *DESIGN THINKING*

Autor: Planas Villagrasa, Francisco Javier

Director: Fernández Carrera, Jon; Jiménez Calzado, Mariano.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

Resumen del proyecto.

El proyecto actual ha consistido en el desarrollo de un flujo de estandarización del *Kaizen* apoyado por la metodología *Design Thinking*. En concreto, esta nueva metodología se implanta en los laboratorios de fabricación de ICAI.

El proyecto comienza con un estudio sobre la filosofía del *Lean Manufacturing*, para posteriormente centrarse en la filosofía *Kaizen*, analizando en profundidad sus herramientas, aplicaciones, casos de éxito y el análisis del éxito en Japón y fracaso en occidente. A continuación, se realiza el análisis sobre la otra metodología sobre la que se basa el proyecto, el *Design Thinking*, donde se analiza las características esenciales y el proceso de diseño que sigue.

Uno de los objetivos del proyecto consistía en hacer un profundo estudio sobre ambas metodologías, analizando sus puntos débiles, amenazas, fortalezas y oportunidades que ofrece (análisis DAFO), para posteriormente buscar las sinergias entre ambas y crear un flujo que incluya a ambas metodologías maximizando las fortalezas y oportunidades y minimizando las debilidades y amenazas.

Posteriormente, se realizan tres propuestas de implantación basadas en el templo *Gemba-Kaizen*, historia del *Kaizen* y flujo del *Design Thinking* y se analizan las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas para finalmente, crear un nuevo flujo de trabajo *Kaizen*. Este flujo de trabajo se analiza paso por paso.

Finalmente, este flujo se especifica en una propuesta de implantación en los laboratorios de fabricación de ICAI.

1. Introducción.

Filosofía *Kaizen*

La palabra *Kaizen* está compuesta por dos palabras japonesas: Kai que significa cambio y Zen que significa bueno. En el mundo empresarial se interpreta como la mejora continua que involucra a todas las personas. La filosofía *Kaizen* es el concepto más importante en la administración japonesa. Este concepto es vital para entender las diferencias entre la mentalidad japonesa y la mentalidad occidental. (Imai et al., 1996)

Según el autor Masaaki Imai, para lograr una estrategia *Kaizen* satisfactoria, se tiene que tener en cuenta todos los sistemas que se observan bajo el paraguas del *Kaizen*.



Figura 1. Paraguas del Kaizen. Fuente: (imai et al, 1996)

En la sociedad japonesa, la palabra *Gemba* significa lugar donde ocurre la acción real. Para lograr una correcta aplicación del *Gemba* en una empresa, la gerencia debe proporcionar el objetivo que se debe alcanzar y deben ser los responsables de los resultados obtenidos. Además, las personas que trabajan en la empresa son las personas indicadas para realizar la tarea de identificación de las necesidades, pues son las personas que mejor conocen el lugar, esto proporciona a los empleados una conciencia sobre la mejora continua y se puede mejorar esta conciencia junto con la eficiencia de una manera simultánea. Al sentirse parte del cambio, los empleados reducen la resistencia al cambio y se obtienen soluciones basadas en la realidad con un ajuste en tiempo real, basándose estas soluciones en el sentido común y un bajo coste. (Imai, 2012; Imai et al., 1996; Wittenberg, 1994).

Para entender el porqué del éxito de la implantación del *Kaizen* en Japón y del fracaso en la sociedad occidental, se puede apreciar en la siguiente figura.



Figura 2. Diferencias culturales. Fuente: (imai et al, 1996)

En las administraciones japonesas, se distinguen dos componentes: la función del mantenimiento y la de la mejora. Respecto a la función del mantenimiento, se refiere a mantener

los estándares actuales tanto los tecnológicos como los administrativos y de operaciones. Por otro lado, la función de la mejora, se refiere a mejorar los estándares actuales.

Para introducir el *Kaizen* en esta percepción, es necesario dividir el concepto de mejora en innovación y *Kaizen*. *Kaizen* implica pequeñas mejoras que se dan como resultado de los esfuerzos progresivos; y la innovación implica una mejora drástica por medio de una gran inversión. Es en este punto donde podemos diferenciar claramente las percepciones occidentales y japonesas.

Es decir, en el mundo occidental se tiende a considerar solamente la innovación, sin tener mucho en cuenta las opiniones de los supervisores y trabajadores, intentando mejorar solamente la parte de equipos sin mejorar la parte humana.

Filosofía *Design Thinking*

El *Design Thinking* se empezó a desarrollar a partir de los años 70 en la universidad de Stanford en California (EEUU). El *Design Thinking* es un método para crear ideas innovadoras centrándose en la eficacia de entender las necesidades de los usuarios y darles una solución, prueba de ello es que grandes empresas como Apple, Zara o BBVA la han implementado. Se trata de una metodología flexible, que se puede adaptar a cualquier campo en la que se alternan etapas de divergencia y convergencia para generar ideas y filtrarlas respectivamente. Las etapas en las que consiste son:

- Empatía: En esta etapa se recoge mucha información, preguntando al usuario final sobre el problema con la intención de descubrir nuevos puntos de vista.
- Definición: En esta etapa, se filtra la información recopilada durante la fase anterior con la intención de quedarse con la información relevante y que aporta nuevas perspectivas. El equipo, para poder definir el problema que tienen que resolver, debe considerar qué características son las más importantes. (Brown, 2008; dinngo, n.d.)
- Ideación: Cuando se llega a la fase de ideación, ya se ha definido el problema, por lo que esta fase consiste en generar múltiples soluciones. En esta fase se construyen sobre las ideas de los demás, ya que todas las ideas son válidas y pueden aportar a la solución final.
- Prototipado: La idea de esta fase es pasar lo que tienes en tu cabeza a algo físico de una forma ágil para poder mostrarlo a los usuarios con la idea de poder introducir rápidamente ideas y conceptos.
- Testeo: Se trata de la fase más importante del proceso, ya que se probará la solución implementada en el prototipo con el usuario implicado en la solución que se ha desarrollado. En esta fase, el usuario ayudará a identificar posibles fallos, mejoras y carencias.

2. Desarrollo

La metodología de trabajo empleada, es la mezcla de las siguientes tres propuestas de implantación que se proponen.

La primera propuesta consiste en emplear el templo *Gemba-Kaizen* como base para aplicar el *Kaizen*, crear un flujo en el que se recorren las distintas bases (gestión visual del trabajo en

equipo, creación de círculos de control de calidad para la mejora de la moral del equipo, se aplican sugerencias para generar autodisciplina, se aplican las 5S, se eliminan las mudas y se genera una estandarización del proceso). En la creación de este flujo se aplican herramientas e ideas del *Design Thinking* para mejorar el proceso.

Las ventajas de este método residen en que se hace un trabajo completo, en el que se involucra al equipo por completo, creando un ambiente dinámico de trabajo. Además, se fomenta la mejora continua y la participación de los empleados, se crea un proceso estándar y se eliminan desperdicios, generando una mayor calidad, seguridad y una mejor gestión. Apoyarse en las técnicas del *Design Thinking*, permite incrementar el número de herramientas disponibles para la generación de ideas. Por otro lado, la creación de un flujo estándar es complejo, debido a que no existe un orden preferente donde empezar.

La segunda propuesta se basa en el flujo de implementación basado en la historia del propio *Kaizen* que Masaaki Imai propone (apoyándose en el caso *Toyota*). Este flujo consiste en la elección del tema, comprender la situación actual y fijar los objetivos, donde se comprende en profundidad y se revisan la situación actual. Durante cada etapa, se aplican herramientas e ideas del *Design Thinking*. La segunda propuesta se basa en el flujo de implementación basado en la historia del propio *Kaizen* que Masaaki Imai propone (apoyándose en el caso *Toyota*). Este flujo consiste en la elección del tema, comprender la situación actual y fijar los objetivos, donde se comprende en profundidad y se revisan la situación actual. Durante cada etapa, se aplican herramientas e ideas del *Design Thinking*.

En esta segunda propuesta se puede observar que Imai establece un orden por dónde empezar ese flujo de mejora continua, de igual manera que crea un ambiente de trabajo que fomenta la mejora continua y permite crear un equipo comprometido a lo largo del tiempo. Por el contrario, no se profundiza en qué herramientas son necesarias para crear un flujo de trabajo estandarizado.

Por último, la última propuesta reside en el flujo del *Design Thinking* (Figura 23), en el que durante las fases de empatizar, definir, idear, Prototipar y testear se aplican técnicas de la filosofía *Kaizen*.

La ventaja principal de esta propuesta reside en que el flujo de trabajo está estandarizado (Brown, 2008), por lo que supone una base sólida en la que apoyarse con herramientas muy potentes. El inconveniente de esta propuesta radica en que el nexo de unión entre las herramientas del *Kaizen* y el *Design Thinking* no resulta evidentes y es difícil de incorporarlo.

3. Resultados

En la propuesta final se ha tomado de base la propuesta de historia del *Kaizen*, debido a las ventajas que conlleva por haber sido testado en grandes empresas como *Toyota* y tener un orden preestablecido. Se le han añadido en distintas partes del flujo la propuesta 3 (flujo *Design Thinking*) para la parte de creación de ideas y soluciones innovadoras. Y por último se le ha añadido la propuesta 1 (Templo *Gemba-Kaizen*) para fomentar la mejora continua y disciplina. En resumen, se ha seleccionado lo mejor de cada una de las propuestas intentando eliminar las desventajas.

En la primera parte del flujo que se presenta (en verde), son las etapas del método que se han realizado en este proyecto.

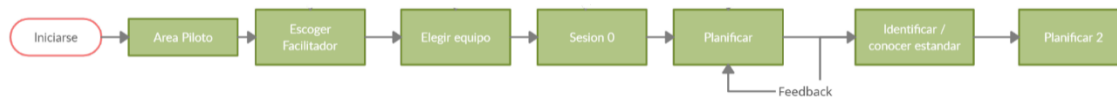


Figura 3. Primera parte del flujo de estandarización. Fuente propia

Las cuales han consistido en:

1. Se decide realizar el proyecto

En la cultura occidental, como se ha podido observar anteriormente, prima más la innovación que la mejora continua (Figura 19). Es por ello que el primer paso debe involucrar al alta directiva, siendo ellos los promotores y los que tengan un compromiso de realizar el proyecto. Sin el compromiso de la alta dirección, la implantación del *Kaizen* carece de sentido.

2. Se selecciona área piloto

El segundo paso consiste en seleccionar un área de prueba, donde poder comprender el proceso completo, de tal manera que a posteriori se pueda seguir el mismo proceso en el resto de áreas de trabajo

3. Se escoge al facilitador

El facilitador es la persona encargada de guiar las sesiones de trabajo que se van a llevar a cabo. Esta persona debe conocer las herramientas tanto del *Design Thinking* como del *Kaizen*. Además, debe ser una persona proactiva que genere la participación de todas las personas de la empresa.

4. Se elige equipo

Para la realización de los equipos lo primero es hacer una entrevista individual donde se ponga en conocimiento los conocimientos en las áreas de trabajo y el perfil de trabajador que es. Es importante que los equipos sean multidisciplinarios, de manera que se tenga una visión lo más grande posible y se generen la mayor cantidad de ideas diferentes. En cada uno de los equipos, al menos una de la persona debe conocer el área en profundidad.

5. Se hace una sesión 0

La sesión 0 es la primera sesión de trabajo de los equipos en el área de trabajo. Se trata de una fase de empatizar (primera fase del proceso de *Design Thinking*), en la que se intentará que todos los miembros del comprendan como se trabaja en esa área, qué personas están implicadas, conocer (si existe) un estándar en el proceso y cuáles pueden ser los problemas que existen.

6. Planificación 1

Junto con el líder del equipo (esta será la persona que más conocimiento del área tenga), se establece la formación que será necesaria para alcanzar los conocimientos mínimos del área el resto de miembros del equipo. En esta etapa el facilitador decide los roles de cada una de las personas.

El facilitador también planificará las sesiones de trabajo y será la persona encargada de establecer los recursos necesarios para llevar a cabo esas sesiones. También explicará las reglas de oro del *Design Thinking* (tjana Borovikov et al., 2013)

- Debe existir un mediador en el grupo.
- Cada persona debe confiar en el resto de personas
- Equipo multidisciplinar
- Preparar al grupo para la incertidumbre
- Exigir explorar nuevos espacios y aprendizajes
- Promover una cultura de retroalimentación.
- Fomentar un ambiente creativo
- Seguir las ideas del equipo
- Celebrar tanto los éxitos como los fracasos

La alta dirección será la encargada de establecer los objetivos para cada área y los indicadores necesarios para llevar un control. El líder del equipo hará un reporte a la alta dirección cada X tiempo (la alta dirección establecerá ese periodo en función de la dificultad de cada área de trabajo)

7. Identificar/conocer estándar y raíz de los problemas

En esta eta existen dos objetivos: conocer los estándares que existen y conocer la raíz de los problemas.

Respecto a la existencia de estándares, será el líder del equipo la persona que explique los estándares actuales. Si no existe ninguno, en las posteriores etapas se establecerán.

Por otro lado, es importante llegar al fondo de la cuestión en los problemas que surgen en el área de trabajo, tanto a corto plazo como a largo plazo. Esta etapa es muy importante para no cometer los mismos errores que se han cometido en el pasado.

8. Planificación 2

En la segunda planificación, se revisará tanto la formación necesaria que deben tener los miembros del equipo como los recursos, organización de sesiones y si los roles de equipo han sido bien planteados según el perfil de cada trabajador. Además, se hará un análisis de los costes que supondrá llevar acabo esta planificación.

En la segunda parte del flujo que se presenta (en rojo), son las etapas del método que no se han realizado en este proyecto.



Figura 4. Segunda parte del flujo de estandarización. Fuente propia

9. Sesiones de establecer contramedidas (definir-idear)

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en *DESIGN THINKING*

Esta etapa se corresponde con la etapa de definir-idear del proceso de *Design Thinking*. El primer objetivo es depurar toda la información que se tiene hasta este punto e identificar los problemas que tengan una solución viable.

Por otro lado, el segundo objetivo de esta etapa reside en la generación de la mayor cantidad de ideas para la resolución de los problemas.

En esta etapa el facilitador propone las distintas actividades y herramientas que el equipo debe utilizar. Además, se establecen la periodicidad de las reuniones y sesiones de retroalimentación. No existe un número limitado de sesiones, será el facilitador el encargado de dar el paso a la siguiente fase.

10. Crear panel *Kaizen*

Una de las bases del templo *Gemba-Kaizen* es que se trabaje de una manera visual. Es por ello que es muy importante que todas las sugerencias que hacen los empleados, las mejoras que se van a realizar, los indicadores de las medidas que se están realizando, las medidas que se han realizado y los resultados de estas medidas se lleven a un panel para que todos los empleados vean el compromiso de la empresa para implantar estos cambios.

11. Aplicar contramedidas (prototipar)

Esta etapa se corresponde con la fase de prototipado del proceso de *Design Thinking*. En esta fase se ponen en acción las soluciones y medidas que se han establecido en la fase 8 de la manera más sencilla posible, de tal manera que se pueda modificar antes de darla por válida.

El facilitador dará las herramientas y recursos necesarios para la creación de estas soluciones (en la segunda planificación se ha establecido un presupuesto y revisado los recursos, que se puede modificar bajo consulta con la alta dirección)

12. Análisis resultados // testear

Esta etapa se correspondería con la última fase del proceso de *Design Thinking*. En esta fase se pone a prueba las soluciones y medidas de la fase anterior y posteriormente se analizan los resultados. Como se ha comentado anteriormente, se pondrán en el panel *Kaizen* para que todos los trabajadores puedan ver la evolución de las mejoras. Además, es importante hacer informes de todas las mejoras realizadas. Este informe lo debe revisar todo el equipo para recabar toda la información del proceso de mejora.

El testeo se puede clasificar bajo tres criterios:

- Testear un producto que se fabrica.
- Testear un área piloto (por ejemplo ordenar un armario).
- Testear un producto de forma que se quede implantado.

13. Revisar estándar

Antes de cambiar el equipo o el facilitador, es necesario revisar si las medidas o soluciones aplicadas crean un estándar, en el caso de que no hubiese, o mejoran el estándar actual.

Después de hacer la prueba con el área piloto, y comprobar los resultados, el proceso estandarizado para el resto de áreas se correspondería desde la fase 3 hasta la fase 13.

4. Conclusiones.

Analizando las ventajas de cada una de las propuestas junto con las sinergias encontradas en ambas metodologías, se puede apreciar que gracias a la primera propuesta basada en el templo *Gemba-Kaizen* se ha logrado en el flujograma final crear un ambiente de trabajo dinámico en el que se fomenta la mejora continua, al tener sesiones para plantear y resolver problemas en las que se tiene una constante interacción entre los miembros del equipo, de esta manera además, se consigue eliminar la muda de la comunicación que el 40% de los encuestados detectaba.

La segunda propuesta ayudó a crear el flujo de estandarización aprovechándose del orden que Masaaki Imai implantó en la fábrica de Toyota en Japón y que ha empleado en otras grandes corporaciones. Las desventajas que suponía este método son aportadas por la persona seleccionada como facilitador, pues esta persona tiene la necesidad de tener conocimientos de las herramientas de *Design Thinking* y las herramientas de *Lean Manufacturing* y *Kaizen*.

Al introducir la metodología de *Design Thinking* en el flujo estandarizado, se garantiza la innovación como una parte fundamental en el proceso para proporcionar ideas y soluciones innovadoras en la etapa de planificación 2 (Figura 57). Además, se aprovecha la etapa de prototipado y testeo que ofrece el *Design Thinking*, junto con todas sus herramientas de innovación, proporcionando garantía de éxito en las implantaciones que se queden para el futuro.

Una de las bases principales del *Design Thinking* es la formación de equipos multidisciplinares, es por ello que en la selección de los equipos que identificarán y solucionarán los problemas, estará formado por las personas que trabajan en el laboratorio de una manera continuada (profesores y alumnos colaboradores) y se añadirán dos miembros al equipos (un profesor de otro laboratorio y otra persona de dirección, los cuales podrán ir rotando por proyecto) de esta manera se genera una predisposición al cambio, solucionando uno de los grandes problemas que se han identificado del por qué en la sociedad occidental no se ha conseguido instaurar el *Kaizen* pues en todo el proceso de construcción de un prototipo se desechan ideas o se construye sobre ellas, como el compromiso por parte de la alta dirección, se conseguiría crear nuevas relaciones en los empleados (ya que de manera natural no trabajarían de forma conjunta) y aportar una nueva visión. Además, se fomentaría el uso y el conocimiento sobre la implantación de la mejora continua al ir rotando profesores de distintos laboratorios como a personas de dirección y alumnos colaboradores.

Gracias a las entrevistas realizadas (anexo I y anexo II) y las sesiones de trabajo (sesión 0 y las sesiones de identificar y conocer el estándar), en las que se han empleado técnicas del *Design Thinking* para la creación del formulario, se ha podido planificar la formación que los trabajadores necesitan adquirir, fomentando el conocimiento de la mejora continua. Las herramientas propuestas en este proyecto han sido elegidas por su sencillez, el tiempo necesario

para su realización (basado en el tiempo de las sesiones) e innovación para generar ideas. El facilitador podrá emplear otras herramientas de la metodología que vea convenientes.

El tiempo que las personas asociadas al proyecto se estima que serán unas 40 horas por persona al año. Las horas de gestión que dedica un profesor al año están en torno a las 225 horas, por lo que supondría un 20% del total de estas horas. La implantación de una mejora continua en los laboratorios supondría reconocer esta actividad como una parte que los profesores realizan en la parte de la gestión.

En el flujo presentado se mantiene tanto las características esenciales de la metodología *Design Thinking*, pues se mantendría la generación de empatía con el usuario, equipos multidisciplinarios, validación de prototipos y ambiente de trabajo que promueve la innovación como los principios de la filosofía *Kaizen* de mejora continua en el que se centra en la mejora tanto técnico como la parte humana y se introduciría de lleno la diferencia de concepto entre innovación y *Kaizen*.

Al introducir esta metodología en los laboratorios de fabricación de ICAI, se estarían cumpliendo con los objetivos propuestos en el proyecto pues se aumentaría la motivación e implicación del personal pues se sentirían parte del proceso de mejora al implantar sus propias soluciones, se mejorarían las instalaciones al utilizarse exclusivamente las máquinas y recursos exclusivamente necesarios, suponiendo esto una mejora en coste tiempo y calidad; y por último, los docentes al conseguir un estándar en el que trabajar y mejorar se conseguiría optimizar su tiempo realizando un trabajo más eficiente.

Como futuras líneas de acción para continuar con el proyecto, se tendrían que realizar las siguientes acciones:

- Escoger un facilitador.
- Formalizar la rotación de profesores de laboratorio y personas de dirección que se añadirían al equipo.
- Realizar una sesión de introducción para los nuevos integrantes del equipo.
- Realizar la sesión de formación de empleados (previa selección del profesor de sistemas de fabricación).
- Realizar las sesiones establecidas en la planificación 2.

APPLICATION OF IMPACT IN THE *KAIZEN* METHODOLOGY OF PROCESSES BASED ON *DESIGN THINKING*

Author: Planas Villagrasa, Francisco Javier

Director: Fernández Carrera, Jon; Jiménez Calzado, Mariano.

Collaborating institution: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

Project summary.

The current project has consisted of the development of a *Kaizen* standardisation flow supported by the *Design Thinking* methodology. Specifically, this new methodology is implemented in the manufacturing laboratories of ICAI.

The project begins with a study on the philosophy of *Lean Manufacturing*, and then focuses on the *Kaizen* philosophy, analysing in depth its tools, applications, success stories and the analysis of its success in Japan and failure in the West. This is followed by an analysis of the other methodology on which the project is based, *Design Thinking*, where the essential characteristics and the design process it follows are analysed.

One of the objectives of the project was to carry out an in-depth study of both methodologies, analysing their weaknesses, threats, strengths and opportunities (SWOT analysis), in order to subsequently look for synergies between the two and create a flow that includes both methodologies, maximising the strengths and opportunities and minimising the weaknesses and threats.

Subsequently, three implementation proposals are made based on the Gemba-*Kaizen* temple, *Kaizen* history and *Design Thinking* flow and the advantages and disadvantages of each of them are analysed to finally create a new *Kaizen* workflow. This workflow is analysed step by step.

Finally, this flow is specified in a proposal for implementation in ICAI's manufacturing laboratories.

1. Introduction

***Kaizen* philosophy**

The word *Kaizen* is composed of two Japanese words: Kai which means change and Zen which means good. In the business world it is interpreted as continuous improvement involving all people. The *Kaizen* philosophy is the most important concept in Japanese management. This concept is vital to understand the differences between the Japanese mentality and the Western mentality. (Imai et al., 1996)

According to author Masaaki Imai, in order to achieve a successful *Kaizen* strategy, all systems that are observed under the *Kaizen* umbrella have to be taken into account.



Figure 1. Kaizen umbrella. Fuente:(imai et al, 1996)

In Japanese society, the word Gemba means the place where the actual action takes place. In order to achieve a correct application of Gemba in a company, the management must provide the objective to be achieved and they must be responsible for the results obtained. In addition, the people working in the company are the right people to perform the task of identifying the needs, as they are the people who know the place best, this provides employees with an awareness of continuous improvement and this awareness can be improved together with efficiency in a simultaneous way. By feeling part of the change, employees reduce the resistance to change and reality-based solutions are obtained with real-time adjustment, based on common sense and low cost (Imai, 2012; Imai et al., 1996; Wittenberg, 1994).

To understand the reason for the success of the implementation of *Kaizen* in Japan and the failure in Western society, it can be seen in the following figure.



Figure 2. Cultural differences. Fuente:(imai et al, 1996)

In Japanese administrations, two components are distinguished: the maintenance function and the improvement function. Regarding the maintenance function, it refers to maintaining current standards in technology, administration and operations. The improvement function, on the other hand, refers to improving current standards.

To introduce *Kaizen* in this perception, it is necessary to divide the concept of improvement into innovation and *Kaizen*. *Kaizen* implies small improvements that occur as a result of progressive efforts; and innovation implies a drastic improvement by means of a large investment. It is at this point that we can clearly differentiate Western and Japanese perceptions.

That is to say, in the Western world there is a tendency to consider only innovation, without taking into account the opinions of supervisors and workers, trying to improve only the equipment part without improving the human part.

Design Thinking Philosophy

Design Thinking began to be developed in the 1970s at Stanford University in California (USA). *Design Thinking* is a method for creating innovative ideas by focusing on the effectiveness of understanding the needs of users and providing them with a solution. Proof of this is that large companies such as Apple, Zara and BBVA have implemented it. It is a flexible methodology that can be adapted to any field in which stages of divergence and convergence alternate to generate ideas and filter them respectively. The stages it consists of are:

- Empathy: In this stage a lot of information is collected, asking the end user about the problem with the intention of discovering new points of view.
- Defining: In this stage, the information gathered during the previous phase is filtered with the intention of keeping the relevant information that brings new perspectives. In order to define the problem to be solved, the team must consider which characteristics are the most important.
- Ideation: When the ideation phase is reached, the problem has already been defined, so this phase consists of generating multiple solutions. In this phase you build on the ideas of others, as all ideas are valid and can contribute to the final solution.
- Prototyping: The idea of this phase is to turn what you have in your head into something physical in an agile way to be able to show it to users with the idea of being able to quickly introduce ideas and concepts.
- Testing: This is the most important phase of the process, as the solution implemented in the prototype will be tested with the user involved in the solution that has been developed. In this phase, the user will help to identify possible failures, improvements and shortcomings

2. Development

The work methodology used is a mixture of the following three proposals for implementation.

The first proposal consists of using the *Gemba-Kaizen* temple as a basis for applying *Kaizen*, creating a flow in which the different bases are covered (visual management of teamwork, creation of quality control circles to improve team morale, suggestions are applied to generate self-discipline, the 5S are applied, moulting is eliminated and a standardisation of the process is generated). In the creation of this flow, *Design Thinking* tools and ideas are applied to improve the process.

The advantages of this method lie in the fact that a complete work is done, in which the whole team is involved, creating a dynamic work environment. In addition, continuous improvement

and employee participation is encouraged, a standard process is created and waste is eliminated, generating higher quality, safety and better management. By relying on *Design Thinking* techniques, the number of tools available for the generation of ideas can be increased. On the other hand, the creation of a standard flow is complex, because there is no preferred order in which to start.

The second proposal is based on the implementation flow based on the history of *Kaizen* itself that Masaaki Imai proposes (based on the Toyota case). This flow consists of choosing the topic, understanding the current situation and setting the objectives, where the current situation is thoroughly understood and reviewed. During each stage, *Design Thinking* tools and ideas are applied. The second proposal is based on the implementation flow based on the history of *Kaizen* itself that Masaaki Imai proposes (based on the Toyota case). This flow consists of choosing the topic, understanding the current situation and setting the objectives, where the current situation is understood in depth and reviewed. During each stage, *Design Thinking* tools and ideas are applied.

In this second proposal, it can be seen that Imai establishes an order in which to start the flow of continuous improvement, as well as creating a working environment that fosters continuous improvement and allows for the creation of a committed team over time. In contrast, it does not elaborate on what tools are needed to create a standardised workflow.

Finally, the last proposal resides in the *Design Thinking* flow (Figure 23), in which techniques from the *Kaizen* philosophy are applied during the phases of empathising, defining, devising, prototyping and testing.

The main advantage of this approach is that the workflow is standardised (Brown, 2008), which provides a solid base on which to build with very powerful tools. The disadvantage of this proposal is that the link between *Kaizen* tools and *Design Thinking* is not evident and is difficult to incorporate.

3. Results

In the final proposal, the *Kaizen* history proposal has been taken as the basis, due to the advantages it brings, as it has been tested in large companies such as Toyota and has a pre-established order. Proposal 3 (*Design Thinking* flow) has been added in different parts of the flow for the creation of ideas and innovative solutions. And finally, proposal 1 (Gemba-*Kaizen* Temple) has been added to encourage continuous improvement and discipline. In short, we have selected the best of each of the proposals, trying to eliminate the disadvantages.

In the first part of the flow shown (in green), are the stages of the method that have been carried out in this project.

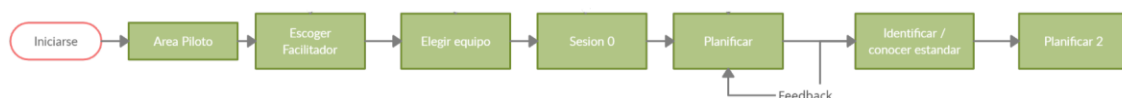


Figure 3. First part of the flow. Fuente propia

These consisted of:

1. The decision is made to carry out the project

In Western culture, as we have seen above, innovation is more important than continuous improvement (Figure 19). This is why the first step must involve top management, who are the promoters and those who are committed to carrying out the project. Without the commitment of top management, the implementation of *Kaizen* is meaningless.

2. Selecting a pilot area.

The second step consists of selecting a test area, where the entire process can be understood, so that the same process can be followed later in the rest of the work areas.

3. The facilitator is chosen

The facilitator is the person in charge of guiding the work sessions to be carried out. This person must know the tools of both *Design Thinking* and *Kaizen*. Moreover, he/she must be a proactive person who generates the participation of all the people in the company

4. The team is chosen

For the creation of the teams, the first thing to do is to have an individual interview where the knowledge in the areas of work and the profile of the worker is made known. It is important that the teams are multidisciplinary, in order to have as broad a vision as possible and to generate as many different ideas as possible. In each of the teams, at least one person should have in-depth knowledge of the area

5. A session 0 is held

Session 0 is the first working session of the teams in the working area. It is a phase of empathizing (first phase of the *Design Thinking* process), in which we will try to make all the team members understand how to work in that area, which people are involved, to know (if there is) a standard in the process and which problems may exist

6. Planning 1

Together with the team leader (this will be the person who has the most knowledge of the area), the training that will be necessary for the rest of the team members to reach the minimum knowledge of the area is established. At this stage the facilitator decides on the roles of each person.

The facilitator will also plan the working sessions and will be the person in charge of setting up the resources needed to carry out these sessions. He/she will also explain the golden rules of *Design Thinking* (tjana Borovikov et al., 2013):

- There must be a mediator in the group.
- Each person must trust the other people
- Multidisciplinary team

- Prepare the group for uncertainty
- Require exploration of new spaces and learning.
- Promote a culture of feedback.
- Encourage a creative environment
- Follow the team's ideas
- Celebrate both successes and failures

Senior management will be responsible for setting the objectives for each area and the indicators needed to keep track. The team leader will report to senior management every X amount of time (senior management will set this period depending on the difficulty of each area of work).

7. Identify/know standard and root cause of problems

In this stage there are two objectives: to know what standards exist and to know the root of the problems.

Regarding the existence of standards, the team leader will be the person who will explain the current standards. If none exist, they will be established in subsequent stages.

On the other hand, it is important to get to the bottom of problems that arise in the work area, both in the short term and in the long term. This stage is very important in order not to make the same mistakes that have been made in the past

8. Planning 2

In the second planning, the necessary training of team members, resources, organisation of sessions and whether the team roles have been well planned according to the profile of each worker will be reviewed. In addition, an analysis will be made of the costs involved in carrying out this planning.

In the second part of the flow (in red) are the stages of the method that have not been carried out in this project.



Figure 3. Second part of the flow. Fuente propia

9. Countermeasure setting sessions (define-design)

This stage corresponds to the define-design stage of the *Design Thinking* process. The first objective is to debug all the information available up to this point and identify the problems that have a viable solution.

On the other hand, the second objective of this stage is to generate as many ideas as possible to solve the problems.

At this stage, the facilitator proposes the different activities and tools that the team should use. In addition, the frequency of meetings and feedback sessions is established. There is no limit to the number of sessions; the facilitator is in charge of moving on to the next phase.

10. Create *Kaizen* panel

One of the basics of the *Gemba-Kaizen* temple is to work in a visual way. It is therefore very important that all suggestions made by the employees, the improvements to be made, the indicators of the measures that are being carried out, the measures that have been carried out and the results of these measures are put on a panel so that all employees can see the company's commitment to implementing these changes.

11. Implement countermeasures (prototyping)

This stage corresponds to the prototyping phase of the *Design Thinking* process. In this phase, the solutions and measures that have been established in phase 8 are put into action in the simplest possible way, in such a way that they can be modified before being considered valid.

The facilitator will provide the necessary tools and resources for the creation of these solutions (in the second planning a budget has been established and resources reviewed, which can be modified in consultation with top management).

12. Analysis of results // testing

This stage would correspond to the last phase of the *Design Thinking* process. In this phase, the solutions and measures from the previous phase are tested and the results analysed. As mentioned above, they will be put on the *Kaizen* panel so that all employees can see the evolution of the improvements. In addition, it is important to make reports of all the improvements made. This report should be reviewed by the whole team to gather all the information of the improvement process.

Testing can be classified under three criteria:

- Testing a product that is being manufactured.
- Testing a pilot area (e.g. ordering a cabinet).
- Testing a product in such a way that it remains implemented.

13. Review standard

Before changing the equipment or the facilitator, it is necessary to check if the applied measures or solutions create a standard, if there is no standard, or improve the current standard.

After testing with the pilot area, and checking the results, the standardised process for the rest of the areas would correspond from phase 3 to phase 13.

4. Conclusion

Analysing the advantages of each of the proposals together with the synergies found in both methodologies, it can be seen that thanks to the first proposal based on the *Gemba-Kaizen* temple, it has been possible to create a dynamic work environment in the final flowchart in which

continuous improvement is encouraged, by having sessions to raise and solve problems in which there is constant interaction between team members, thus also eliminating the muda of communication that 40% of respondents detected.

The second proposal helped to create the standardisation flow by taking advantage of the order that Masaaki Imai implemented in the Toyota factory in Japan and has been used in other large corporations. The disadvantages of this method are contributed by the person selected as facilitator, as this person needs to have knowledge of *Design Thinking* tools and the tools of *Lean Manufacturing* and *Kaizen*.

By introducing the *Design Thinking* methodology into the standardised flow, innovation is ensured as a fundamental part of the process to provide innovative ideas and solutions in planning stage 2 (figure x). Furthermore, it takes advantage of the prototyping and testing stage that *Design Thinking* offers, together with all its innovation tools, providing a guarantee of success in the implementations that remain for the future.

One of the main bases of *Design Thinking* is the formation of multidisciplinary teams, which is why in the selection of the teams that will identify and solve the problems, it will be formed by the people who work in the laboratory on a continuous basis (teachers and collaborating students) and two members will be added to the team (a teacher from another laboratory and another person from management, who can rotate per project) in this way a predisposition to change is generated. This would solve one of the major problems that have been identified as to why *Kaizen* has not been successfully implemented in Western society, as throughout the process of building a prototype, ideas are either discarded or built upon, such as commitment on the part of senior management, it would create new relationships between employees (as they would not naturally work together) and provide a new vision. In addition, the use and knowledge of the implementation of continuous improvement would be promoted by rotating teachers from different laboratories as well as management and student collaborators.

Thanks to the interviews carried out (appendix I and appendix II) and the work sessions (session 0 and the sessions to identify and get to know the standard), in which *Design Thinking* techniques were used to create the form, it has been possible to plan the training that workers need to acquire, promoting knowledge of continuous improvement. The tools proposed in this project have been chosen for their simplicity, the time needed to carry them out (based on the time of the sessions) and innovation to generate ideas. The facilitator may use other tools of the methodology as he/she sees fit.

The time spent by the people associated with the project is estimated to be around 40 hours per person per year. The management hours dedicated by a teacher per year are around 225 hours, which would represent 20% of the total of these hours. The implementation of continuous improvement in the laboratories would mean recognising this activity as a part that the teachers carry out in the management part.

The flow presented maintains both the essential characteristics of the *Design Thinking* methodology, as it would maintain the generation of empathy with the user, multidisciplinary teams, validation of prototypes and work environment that promotes innovation and the principles of the *Kaizen* philosophy of continuous improvement in which the focus is on both

technical and human improvement and the difference in concept between innovation and *Kaizen* would be fully introduced.

By introducing this methodology in ICAI's manufacturing laboratories, the objectives proposed in the project would be met, as the motivation and involvement of the staff would be increased, as they would feel part of the improvement process by implementing their own solutions, the facilities would be improved by using only the machines and resources that are exclusively necessary, which would mean an improvement in cost, time and quality; and finally, the teachers, by achieving a standard in which to work and improve, would be able to optimise their time by carrying out their work more efficiently.

As future lines of action to continue with the project, the following actions should be carried out:

- Formalise the rotation of laboratory teachers and managers to be added to the team.
- Carry out an induction session for new team members.
- Carry out the employee training session (after selection of the manufacturing systems teacher).
- Carry out the sessions set out in planning 2.

DOCUMENTO I

MEMORIA

Índice

DOCUMENTO I MEMORIA.....	0
1. Introducción	1
2. Estado del arte	2
2.1. <i>Lean Manufacturing</i>	2
2.1.1. Origen	2
2.1.2. Templo Lean	3
2.1.3. El valor para el cliente	7
2.2. Filosofía <i>Kaizen</i>	8
2.2.1. Paraguas del <i>Kaizen</i>	8
2.2.2. <i>Gemba Kaizen</i>	12
2.3. Aplicaciones del <i>Kaizen</i>	24
2.4. Mentalidad japonesa VS Mentalidad europea	28
2.5. Metodología <i>Design Thinking</i>	31
2.5.1. Características diferenciales	31
2.5.2. Proceso de diseño.....	34
3. Motivación	37
3.1. Análisis DAFO de la metodología <i>KAIZEN</i>	37
3.1.1. Debilidades	38
3.1.2. Amenazas	38
3.1.3. Fortalezas	38
3.1.4. Oportunidades.....	39
3.1.5. Conclusiones <i>Kaizen</i>	39
3.2. Análisis DAFO de la metodología <i>Design Thinking</i>	40
3.2.1. Debilidades	40
3.2.2. Amenazas	40
3.2.3. Fortalezas	41
3.2.4. Oportunidades.....	41
3.2.5. Conclusiones <i>Design Thinking</i>	42
3.3. Sinergias	43
4. Metodología	44
4.1. Primera propuesta: templo <i>Gemba-Kaizen</i>	44
4.2. Segunda propuesta: historia del <i>Kaizen</i>	45

4.3.	Tercera propuesta: <i>Design Thinking</i>	45
4.4.	Propuesta final	46
5.	Desarrollo de la propuesta	51
5.1.	Iniciarse	51
5.2.	Área Piloto	51
5.3.	Escoger Facilitador	52
5.4.	Elegir Equipo.....	52
5.5.	Sesión 0	53
5.5.1.	Sesión 1 (4/3/2021)	53
5.5.2.	Sesión 2 (11/3/2021)	57
5.6.	Planificar 1.....	65
5.7.	Identificar/conocer estándar y raíz de los problemas	66
5.7.1.	Conocer estándares	66
5.7.2.	Identificar la raíz de los problemas	71
5.7.3.	Problemas identificados	78
5.8.	Planificar 2.....	80
6.	Propuesta	84
7.	Conclusiones	106
8.	Bibliografía	108
	DOCUMENTO II	110
	ANEJOS.....	110
	ANEJO I: ENTREVISTAS SESIONES DE EMPATIZAR	111
	ANEJO II: ENTREVISTA IDENTIFICACIÓN PROBLEMAS	114
	ANEJO III: EQUIPOS DE TRABAJO DE LABORATORIO	116
	ANEJO IV: OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Transición hacia el Lean. Fuente propia	3
Figura 2. Templo Lean. Fuente (Imai et al., 1996)	4
Figura 3. Templo Lean. Fuente:(Departamento de Organización industrial ICAI, 2020).....	4
Figura 4. Heijunka. Fuente propia	6
Figura 5.Paraguas del Kaizen. Fuente: (Imai et al., 1996)	8
Figura 6. Modelo Hoshin. Fuente:(Watson and Mazur, 2004).	11
Figura 7. Gestión de actividades Gemba. Fuente:.(Imai, 2012)	13
Figura 8. Ciclos SDCA y PDCA en un proceso .Fuente:(Imai, 2012)	15
Figura 9. Rueda de las 5S. Fuente propia	17
Figura 10. Las 3M's. Fuente:(Departamento de Organización industrial ICAI, 2020)	18
Figura 11. Los 7 desperdicios. Fuente propia	19
Figura 12. Diagrama de Pareto del análisis de rendimiento de la madera. Fuente (Mocha and Zurita, 2006)	24
Figura 13. Flujo del proceso de producción de Maderasa. Fuente (Mocha and Zurita, 2006).....	25
Figura 14. Procedimiento de generación de ideas en la fábrica de semiconductores. Fuente:(Samantha Comulada, 2015)	26
Figura 15. Tarjeta de ideas de mejora. Fuente:(Samantha Comulada, 2015).....	26
Figura 16. Programa de rotación dentro de la fábrica de IBM Corporation. Fuente:(Samantha Comulada, 2015)	27
Figura 17. Percepción japonesa Fuente: (Imai et al., 1996).....	28
Figura 18. Percepción japonesa con Kaizen. Fuente: (Imai et al., 1996).....	29
Figura 19. Percepción occidental. Fuente: (Imai et al., 1996; Singh and Singh, 2009).....	29
Figura 20. Orientación a procesos vs orientación a resultados. Fuente:(Imai et al., 1996)	30
Figura 21. Definición de Tim Brown sobre el Design Thinking. Fuente: (Brown, 2008)	31
Figura 22. Fases del proceso DT con pensamiento convergente y divergente (inglés). Fuente: (Hobcraft, 2014)	33
Figura 23. Proceso de diseño del DT. Fuente: (Brown, 2008).....	34
Figura 24. Análisis DAFO Kaizen. Fuente propia	39
Figura 25. Análisis DAFO Design Thinking. Fuente propia	42
Figura 26. Flujo de creación. Fuente propia	44
Figura 27. Flujograma de la propuesta final. Fuente propia	47
Figura 28. Laboratorio de fabricación aditiva Fuente propia.....	53
Figura 29. Laboratorio de fabricación aditiva Fuente propia.....	54
Figura 30. Laboratorio de fabricación aditiva Fuente propia.....	54
Figura 31. Mapa de actores del área de fabricación aditiva. Fuente propia.....	57
Figura 32. Laboratorio de metrología de ICAI. Fuente propia	58
Figura 33. Laboratorio de metrología de ICAI. Fuente propia	58
Figura 34. Laboratorio de metrología de ICAI. Fuente propia	59
Figura 35. Resultado de la aplicación de las 5S. Fuente: cedido por Mariano Jiménez	61
Figura 36. Mapa de actores del laboratorio de metrología. Fuente propia.....	62
Figura 37. Puesto sin 5S (izquierda) y puesto con la implementación de las 5S (derecha). Fuente propia.....	63
Figura 38. Mapa de actores del área de soldadura. Fuente propia	64

Figura 39. Flujo soldadura MIG/MAG. Fuente (Cosano et al., n.d.).....	67
Figura 40. Flujo de soldadura blanda. Fuente (Cosano et al., n.d.).....	68
Figura 41. Conocimiento de las tolerancias geométricas y sus requisitos. Fuente: (Departamento de ingeniería mecánica ICAI, n.d.)	69
Figura 42. Diagrama proceso de fabricación 3D. Fuente (Cosano et al., n.d.)	70
Figura 43. Conocimientos Lean Manufacturing. Fuente: propia	72
Figura 44. Conocimientos herramientas Lean Manufacturing. Fuente: propia	73
Figura 45. Conocimientos Kaizen. Fuente: propia	73
Figura 46. Conocimientos herramientas Kaizen. Fuente: propia	73
Figura 47. Conocimientos Design Thinking. Fuente: propia	74
Figura 48. Conocimientos herramientas Design Thinking. Fuente: propia	74
Figura 49. Factores más importantes para trabajar en los laboratorios. Fuente propia	75
Figura 50. Desperdicios en los laboratorios. Fuente propia	75
Figura 51. Izq.: Fomento de la mejora continua. Dcha.: ¿Se sigue una metodología? Fuente propia	76
Figura 52. Motivaciones para fomentar la mejora continua. Fuente propia	76
Figura 53. Análisis de aplicación de ideas innovadoras en el puesto de trabajo. Fuente propia	77
Figura 54. ¿Se tiene en cuenta tu interés a la hora de generar innovación en tu puesto de trabajo? Fuente propia.....	77
Figura 55. Generación de espíritu y ambiente hacia la mejora continua por parte de los responsables. Fuente propia	78
Figura 56. Análisis de la estandarización en los puestos de trabajo. Fuente propia	78
Figura 57. Sesiones de la planificación 2. Fuente propia	81
Figura 58. Diagrama causa efecto. Fuente (dinngo, n.d.).....	83
Figura 59. Portada propuesta. Fuente propia	84
Figura 60. Índice propuesta. Fuente propia	84
Figura 61. Tema 1 propuesta. Fuente propia	85
Figura 62. Kaizen propuesta. Fuente propia.....	85
Figura 63. Design Thinking propuesta. Fuente propia	86
Figura 64. Estado actual propuesta. Fuente propia.....	87
Figura 65. Herramientas propuestas. Fuente propia.....	88
Figura 66. Laboratorio fabricación aditiva propuesta. Fuente propia	88
Figura 67. Laboratorio metrología propuesta. Fuente propia	90
Figura 68. Laboratorio soldadura propuesta. Fuente propia	91
Figura 69. Problemas propuesta. Fuente propia	92
Figura 70. PDI propuesta. Fuente propia.....	92
Figura 71. Conocimientos propuesta. Fuente propia	93
Figura 72. Factores propuesta. Fuente propia	94
Figura 73. Puesto de trabajo propuesta. Fuente propia.....	94
Figura 74. Problemas encontrados propuesta. Fuente propia	95
Figura 75. Objetivos propuesta. Fuente propia	96
Figura 76. Propuesta. Fuente propia	96
Figura 77. Flujograma parte 1 propuesta. Fuente propia	97
Figura 78. Formación propuesta. Fuente propia	98

Figura 79. Flujograma parte 2 propuesta. Fuente propia.....	99
Figura 80. Flujograma completo propuesta. Fuente propia	99
Figura 81. Flujograma trabajo propuesta. Fuente propia.....	100
Figura 82. Sesiones de trabajo propuesta. Fuente propia	100
Figura 83. Necesidades de implantación propuesta. Fuente propia	102
Figura 84. Conclusiones propuestas. Fuente propia.....	103
Figura 85. Futuras líneas de trabajo propuesta.....	104
Figura 86. Fin propuesta. Fuente propia	105
Figura 87. Técnica mapa de actores. Fuente (dinngo, n.d.).....	112
Figura 88. Técnica customer journey. Fuente (dinngo, n.d.)	113
Figura 89. Objetivos de desarrollo sostenible. Fuente:(Naciones Unidas, n.d.)	119

1. Introducción

La filosofía *Kaizen* es el concepto más importante dentro de la administración japonesa y es una de las herramientas bases sobre la que se sustenta la implantación de sistemas *Lean Manufacturing*. En la filosofía japonesa se entiende el *Kaizen* como la mejora continua mediante cambios pequeños, por cambio, en la sociedad occidental la innovación se entiende como el cambio en los equipos, es por ello que esta filosofía ha sido implantada de una manera exitosa dentro de Japón y, sin embargo, debido a la diferencia cultural ha fracasado en el mundo occidental.

La segunda metodología sobre la que se basa este proyecto es la metodología del *Design Thinking*. El *Design Thinking* es un método para crear ideas innovadoras centrándose en la eficacia de entender las necesidades de los usuarios y darles una solución que se empezó a desarrollar en los años 70 en la universidad de Stanford en California (EEUU).

En este trabajo de fin de máster se estudiará y se propondrá un flujo de estandarización que junta la metodología *Kaizen* y *Design Thinking*. Para ello, se estudiarán y analizarán las diferentes metodologías buscando las sinergias entre ambas. Posteriormente, se desarrollarán varias propuestas de implantación, las cuales se analizan para lograr un nuevo flujo de estandarización.

Finalmente, se realiza una propuesta de implantación del flujo de estandarización basado en el *Kaizen* y apoyado en el *Design Thinking* en los laboratorios de fabricación de ICAI.

2. Estado del arte

2.1. *Lean Manufacturing*

El *Lean Manufacturing* es una filosofía que consiste en una serie de principios, procedimientos y herramientas con el objetivo de incrementar la eficacia de la producción eliminando los desperdicios. Esta filosofía se enfocó principalmente al mundo automovilístico, pero tuvo un impacto tan grande, por las mejoras que se producían, la versatilidad y la gran flexibilidad que tiene, que se ha implementado en muchas empresas tanto industriales como no industriales alrededor de todo el mundo.

2.1.1. Origen

A finales del siglo XIX con el estadounidense Frederick Winslow Taylor surge el Taylorismo, un método de organización industrial donde se hace referencia a la división de tareas en los procesos de producción. El objetivo de este método era eliminar los movimientos de los obreros que no aportaban valor al producto. Taylor consiguió acelerar la cadena de producción dividiendo las tareas en tareas más sencillas, cronometrando las operaciones que se realizaban y empleando un método de incentivos por el rendimiento del obrero. Con este método, Taylor consiguió abaratar los productos de las plantas, maximizó la eficiencia de las fábricas e introdujo la subdivisión de tareas.

En 1908, con Henry Ford al mando, el fabricante de automóviles estadounidense Ford, llevó a la práctica las cadenas de producción. Henry Ford logró combinar las tareas especializadas que realizaban los trabajadores con las máquinas especializadas, de tal manera que cada operario se centraba en una parte específica del coche. Con esto consiguió implantar las cadenas de producción y producir el mismo coche a gran escala, consiguiendo bajar los precios y revolucionar el mercado.

Tras la segunda guerra mundial, en Toyota se fabricaban unos 200 coches año, mientras que la Ford en su planta de Rouge en Detroit fabricaba 7000 coches diarios. Debido a la falta de control, medios y demanda, en Japón no se podía implantar el sistema de producción en masa empleado en la Ford. Bajo esta necesidad, en la fábrica del grupo Toyota de Japón se desarrolló el toyotismo o filosofía Lean. La filosofía Lean fue desarrollada por el ingeniero Japonés Taiichi Ohno y fue el pilar en el que se basó la industria japonesa para convertirse en la gran potencia económica que es hoy en día. (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020; Nicolas Sampayo, n.d.)

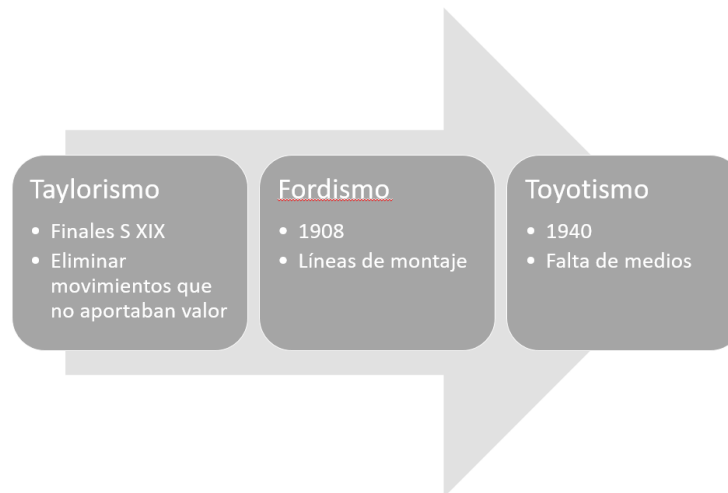


Figura 1. Transición hacia el Lean. Fuente propia

2.1.2. Templo Lean

La filosofía *Lean* se puede representar con el templo Lean, el cual consiste en una base, pilares y techo. En la base se encuentran los cimientos sobre los que la filosofía se sustenta, todo el mundo debe conocerlos y tenerlos interiorizados. Las columnas representan los controles y gestiones necesarias para que la planta funcione correctamente. En el techo se representan los objetivos conseguidos (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020). En la Figura 2, se puede observar la configuración empleada para el templo Lean.

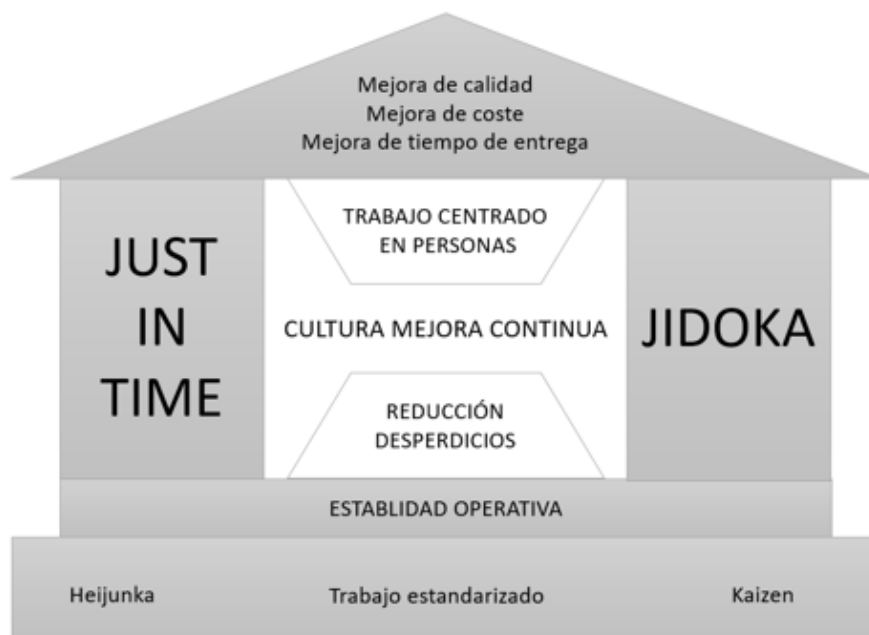


Figura 2. Templo Lean. Fuente (Imai et al., 1996)

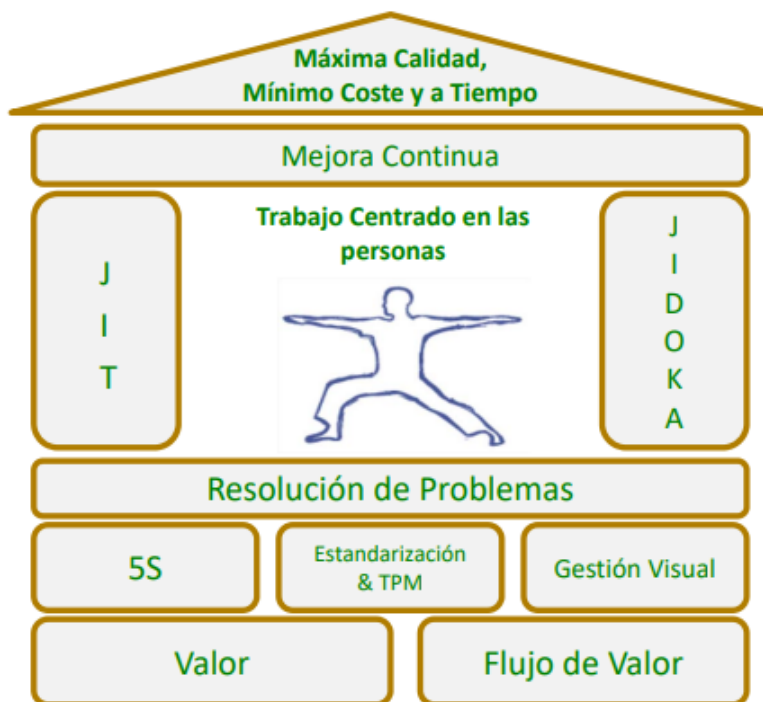


Figura 3. Templo Lean. Fuente: (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020)

Existen múltiples configuraciones del templo *Lean*, como se puede observar en la Figura 2 y Figura 3, aunque para este proyecto se tomará de referencia el templo de la Figura 2, porque el

Kaizen es uno de los cimientos que se tienen en cuenta para trabajar en este proyecto y la cultura de la mejora continua es el centro en torno al que gira este proyecto.

Podemos distinguir en los cimientos las herramientas:

➤ ***Heijunka***

El *heijunka* es un término japonés que significa nivelación. En la filosofía *Lean* implica una nivelación de la producción de tal manera que se consiga el equilibrio entre la producción y la demanda del mercado para que no se produzcan desperdicios en los lotes.

Respecto a la nivelación se puede distinguir nivelación por volumen, donde se analiza el número de unidades por lote y la nivelación por tipo donde se analizan las secuencias de producción de cada lote, aportando así flexibilidad en el sistema.

Debido a las diferentes actividades, productos, personas y máquinas que constituyen el sistema de producción de un sistema, de los pedidos de forma no homogénea de los productos y de la escasez material que provocan las desviaciones sobre el programa de producción, provocan una desestabilidad en el sistema. Uno de los objetivos del *heijunka* es nivelar este sistema produciendo estabilidad en la producción.

Para alcanzar un flujo *heijunka*, el sistema de producción debe de estar alineado con la demanda del cliente de tal manera que se empieza a producir cuando el cliente realiza el pedido. Además, se necesita un conocimiento del cliente para poder cumplir con el objetivo de la predictibilidad de estos sistemas. (Coleman and Vaghefi, 1994)

Los objetivos del *heijunka* se pueden apreciar en la Figura 4:

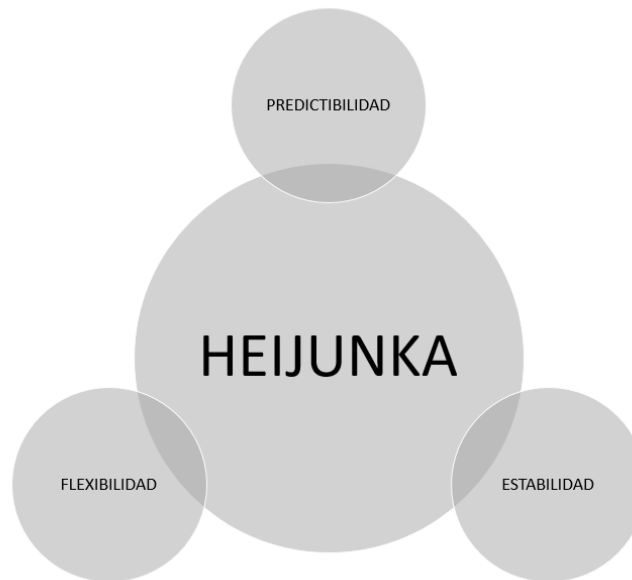


Figura 4. Heijunka. Fuente propia

➤ **Trabajo estandarizado**

El trabajo estandarizado se define como el punto de partida para la mejora continua. Para productos o servicios como resultado de un proceso de producción, un trabajo estandarizado se tiene que mantener en cada parte del proceso para asegurar la calidad del producto o servicio. Los estándares de mantenimiento son una manera de asegurarse la calidad de cada parte del proceso y prevenir errores, con lo que conseguimos eliminar desperdicio y variaciones realizando operaciones con mayor facilidad, rapidez, menos coste y mejor calidad. (Imai et al., 1996)

➤ **Kaizen**

Es un término japonés que significa acción del cambio y mejora continua, gradual y ordenado. Sobre este término se profundizará en los siguientes apartados.

Los pilares sobre los que se apoya la filosofía *Lean Manufacturing* son las herramientas:

➤ **Just in Time (JIT)**

Esta herramienta consiste en que todos los procesos producen las piezas necesarias en el tiempo necesario y solo se debe de mantener un inventario mínimo para poder fabricar la pieza a tiempo. Llevar el JIT acabo implica aprovechar las capacidades de los operarios, ya que tiene que existir un flujo continuo en todas las partes del proceso, eliminando los desperdicios en tiempo. Con esto se consigue entregar en el plazo y piezas exactas en el momento que lo necesita. (Keizai Dōyūkai, 2018)

➤ **Jidoka**

El término japonés *jidoka*, significa transformarse en algo que se mueve por sí mismo. Toyota adaptó este término a la filosofía Lean dándole un enfoque diferente, transformarse en algo que trabaja por sí mismo.

Toyota implementó esta herramienta de autocontrol en todas sus fábricas, de tal manera que cada vez que se producía un trabajo defectuoso el sistema de producción se paraba, de esta manera, se asegura la calidad del producto final y el operario solo tenía que estar pendiente de la máquina cuando estaba parada. El objetivo principal es reducir de manera gradual el trabajo que realizan los operarios en tareas peligrosas, que puedan causar fatiga o debido a la repetitividad de las tareas puedan producir problemas de salud. (Baudin, 2007).

Con los cimientos y los pilares del templo Lean se pretende conseguir una cultura de mejora continua en el proceso de producción. Las personas que intervienen en el proceso de fabricación deben adoptar esta filosofía para reducir los desperdicios y participar de manera activa en el proceso, ayudando a una mejora en la calidad, los costes y en los tiempos de entrega de los productos, buscando así mayores beneficios para la empresa.

2.1.3. El valor para el cliente

Un concepto importante en la filosofía *Lean Manufacturing* es el valor. Según la RAE se puede definir de distintas maneras:

- Grado de utilidad o aptitud de las cosas para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite.
- Cualidad que poseen algunas realidades, consideradas bienes, por lo cual son estimables.

Por lo tanto, las empresas deben realizar una tarea de análisis identificando al cliente y sus necesidades para adaptar su producto y lograr aportar el máximo valor posible. Hay que tener en cuenta que en la filosofía *Lean Manufacturing* el cliente no solo es el que compra el bien o servicio, sino que durante toda la producción el cliente es el siguiente proceso. De esta manera consiguen mantener la calidad y mejorar el proceso de producción, pues si al siguiente en la cadena de producción le llega un elemento defectuoso se desechará y así, al cliente final le llegará el producto con la calidad, coste y plazo de tiempo esperado. (Imai et al., 1996)

A la hora de reconocer el valor, se diferencian tres tipos de actividades: (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020)

- Valor añadido:
 - Cualquier proceso que cambia la naturaleza, la forma o las características del producto según las necesidades del cliente
- No-valor añadido:
 - Tareas inevitables con la tecnología actual.
 - Tareas que no añaden valor al producto pero incrementan el coste o el tiempo

- Desperdicio:
 - Cualquier actividad que consume recursos de la empresa y no crea valor para el cliente.
 - Son tareas que se pueden eliminar.

Conocido el esquema básico de la filosofía *Lean*, representado a través del templo *Lean* (Figura 2), se considera necesario profundizar en el significado y la trascendencia de la filosofía *Kaizen*, así como su utilidad como palanca de cambio.

2.2. Filosofía *Kaizen*

La palabra *Kaizen* está compuesta por dos palabras japonesas: Kai que significa cambio y Zen que significa bueno. En el mundo empresarial se interpreta como la mejora continua que involucra a todas las personas. La filosofía *Kaizen* es el concepto más importante en la administración japonesa. Este concepto es vital para entender las diferencias entre la mentalidad japonesa y la mentalidad occidental. (Imai et al., 1996)

2.2.1. Paraguas del *Kaizen*

Según el autor Masaaki Imai, para lograr una estrategia *Kaizen* satisfactoria, se tiene que tener en cuenta todos los sistemas que se observan bajo el paraguas del *Kaizen* (Figura 5).



Figura 5. Paraguas del *Kaizen*. Fuente: (Imai et al., 1996)

En los siguientes apartados, se profundizarán las herramientas más relevantes para la implementación del *Kaizen*. Algunos de los puntos que aparecen bajo el paraguas del *Kaizen*, se han tratado previamente como herramientas del *Lean*.

2.2.1.1. Control total de la calidad (CTC)/ Gestión de calidad total (GCT)

Uno de los principios de la gestión japonesa ha sido el control de calidad total, al principio hacía hincapié en el control del proceso de calidad, sin embargo, a medida que fue evolucionando se convirtió en un sistema que abarca todos los aspectos de la gestión y por eso, pasó a denominarse gestión de calidad total.

La palabra total implica a todas las personas de la empresa, desde los altos cargos hasta cualquier trabajador relacionado con la empresa, incluyendo a los proveedores, distribuidores y mayoristas. Además, para garantizar el éxito en la implementación del CTC/CTM, el total también se refiere al liderazgo y la gestión de los altos cargos.

El control se refiere a la identificación, al control y mejora continua de los procesos clave para lograr una mejora en los resultados. Los altos cargos en las empresas son las personas que establecen el plan para comprobar la mejora del proceso.

Para lograr un control de calidad total, es necesario que además de asegurar la calidad del producto, se reduzcan costes, se cumplan con los requisitos de producción y entrega, se mejore la seguridad y productividad, se desarrollen nuevos productos y se administren los proveedores. (Kiran, 2017)

La reducción de los costes debe ser el resultado de diferentes actividades llevadas a cabo por la dirección. Muchos directivos intentan reducir los costes con recortes como pueden ser los despidos o una reestructuración en la empresa, sin embargo este tipo de recortes siempre perturba el proceso de calidad. La reducción de los costes, se pueden exponer en siete actividades principales, en las cuales se mejora la calidad del proceso (Imai, 2012):

Mejorar la calidad

Se incluye la calidad del trabajo de desarrollo, fabricación y venta de productos o servicios.

Mejorar la productividad

La productividad mejora cuando menos recursos producen la misma cantidad de productos y cuando se aumenta la cantidad de elementos producidos con los mismos recursos. Para mejorar la productividad, es importante reducir el número de personas hasta las necesarias en la línea, ya que un exceso de personal en la línea tiene una mayor probabilidad de cometer errores. La dirección de la empresa debe considerar a los empleados liberados como recurso en otras actividades de valor añadido y como una contribución a la innovación.

Reducir el inventario

El inventario crea necesidades de almacenamiento y de transporte, aumenta el tiempo de producción y consume recursos financieros. Cuando las materias primas se encuentran en el almacén no aportan ningún valor añadido, además de deteriorarse con el tiempo.

Menor tiempo en la línea de producción

Una línea de producción más larga requiere de mayor número de empleados, y como se ha comentado anteriormente, un mayor número de trabajadores implica mayor número de fallos, por lo que la calidad empeora.

Reducir el tiempo de paro en la máquina

Una máquina poco fiable requiere que cuando se estropea se interrumpa la producción, de esa manera se tendrán que emplear horas extra, inventario adicional y un esfuerzo de reparación, lo cual afecta a la calidad e implica un aumento en el coste de las operaciones.

Reducir el espacio

Con el *Kaizen* se busca eliminar transporte de materiales, acortar o eliminar algunas líneas de producción, distribuir los puestos de trabajo a posiciones de innovación y reducir el inventario. De esta manera, se consigue un espacio libre que se puede emplear para otras líneas de producción o futuras ampliaciones.

Reducir el Lead time

La reducción del Lead time o tiempo de producción es muy importante, ya que se aumenta la capacidad de respuesta al cliente, hace a la empresa ser más competitiva, se establecen unos plazos de entrega fiables, reduce el coste y hace a la empresa ser más flexible a la hora de producir.

2.2.1.2. Mantenimiento total productivo (MTP)

Mientras que la gestión de la calidad total se centra en la mejora del rendimiento y la calidad en general, el mantenimiento total productivo se centra en la mejora de la calidad de los equipos. Con el MTP se busca maximizar la eficiencia de los equipos mediante un sistema de mantenimiento preventivo que perdure durante toda la vida útil de los equipos. Este sistema, al igual que la gestión de la calidad total, involucra a todos los miembros de la organización y tiene como una de las actividades principales las 5s. (Kiran, 2017)

2.2.1.3. Despliegue de políticas (hoshin kanri)

El *hoshin kanri* surgió durante las décadas de 1950 y 1960 cuando las empresas japonesas se esforzaban por realizar cambios estructurales para convertirse en empresas competitivas tras la economía de guerra. Este término proporciona una planificación paso a paso, una implementación y una revisión del proceso para un cambio de gestión. Especialmente, es un sistema de aproximación para la gestión del cambio en procesos críticos dentro de una empresa. (Jackson, 2006; Watson and Mazur, 2004)

En todos los sistemas de negocio existen medidas que permiten controlar el desarrollo de la empresa. *Hoshin kanri* opera a dos niveles. El primer nivel, es lo que denomina el Dr. Joseph Juran el nivel de la planificación estratégica; y en el segundo nivel, se encuentra la gestión diaria basada en la rutina o en los aspectos más fundamentales de las operaciones del negocio. *Hoshin kanri* se ha denominado como la aplicación de la rueda de Deming (PDCA (*plan-do-check-act* o planear-hacer-revisar-actuar en español) aplicado a la gestión de proyectos. (Jackson, 2006)

Las consideraciones iniciales en este enfoque de sistema de cambio dentro de los negocios son las siguientes(Watson and Mazur, 2004):

- Medir el sistema en su conjunto.
- Configuración de los objetivos del negocio.
- Analizar la situación medioambiental en la que opera el negocio.
- Proveer de recursos para lograr los objetivos
- Definir los procesos que componen el sistema (sus actividades, objetivos, medidas de rendimiento y proporcionar un sistema para recoger el *feedback*)

En la Figura 6, se observa el modelo *Hoshin*, donde los puestos de mando deben ser quien establezca los objetivos para guiar a todos los miembros de la organización y quien se asegure de liderar todas las actividades involucradas con el *Kaizen* para la consecución de los objetivos, por lo tanto, la implementación de la filosofía *Kaizen* tiene que estar supervisada.

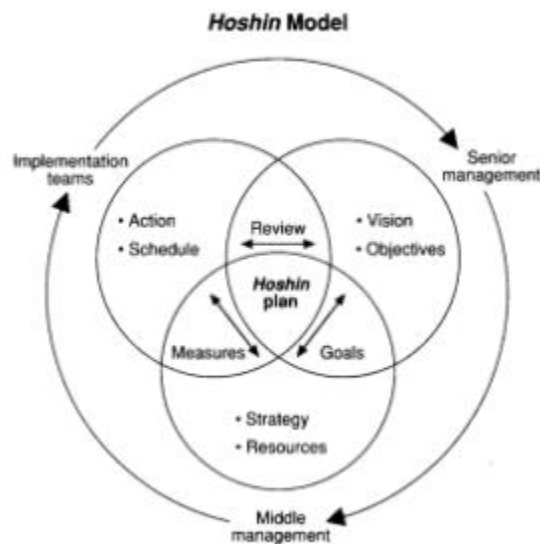


Figura 6. Modelo Hoshin. Fuente:(Watson and Mazur, 2004).

2.2.1.4. Sistema de sugerencias

El sistema de sugerencias funciona como parte integral de la filosofía *Kaizen* orientada a los individuos y hace especial hincapié en los beneficios de su participación, aumentando la moral de los empleados. Es muy común, que los empleados comenten sus sugerencias con los supervisores para poder ponerla en práctica de una manera más rápida. El objetivo principal del sistema de sugerencias reside en desarrollar una mentalidad de mejora continua y de autodisciplina en los empleados, ya que no se espera que de cada sugerencia se obtengan grandes beneficios económicos. (Imai et al., 1996; Suárez Barraza and Miguel Dávila, 2008)

2.2.1.5. Actividades en grupos pequeños

Una de las estrategias de la filosofía *Kaizen* incluye las actividades en pequeños grupos de manera informal y voluntaria que se organizan para llevar a cabo tareas específicas en un sistema de producción. En Japón, se implementó por primera vez el principio básico de Feigenbaum de que el control de calidad es el trabajo de todos. Mediante los círculos de control de calidad se realizó tanto de forma vertical, participando desde la alta dirección hasta los empleados base, como de forma horizontal, donde el control de calidad se convirtió en una realidad organizativa en todos los departamentos. (Onglatco and Matsui, 1991)

El círculo de control de calidad fue la manera de implementar la calidad en el proceso de producción que más fama cogió en Japón y que se expandió posteriormente al resto del mundo. Estos círculos están formados por un pequeño grupo en el mismo taller que de forma voluntaria y de manera continua realizan actividades de control de calidad basado en tres principios (Onglatco and Matsui, 1991):

- Contribuir al desarrollo y mejora del sistema organizativo.
- Humanizar el lugar de trabajo estableciendo una atmósfera alegre y desafiante.
- Utilizar al máximo la capacidad humana y sus infinitos potenciales.

2.2.2. Gemba Kaizen

La palabra *Gemba* en japonés significa lugar real, es decir, el lugar donde ocurre la acción real. El diccionario de negocios de Cambridge dio la definición de *Gemba* como: “En la teoría comercial japonesa, el lugar donde se realizan las acciones en los procesos de producción, se solía decir que las personas cuyo trabajo es fabricar productos están en un buen lugar para hacer mejores en el proceso de fabricación”.

En los negocios se realizan tres actividades principales relacionadas con la obtención de beneficio económico: desarrollar un producto, fabricarlo y venderlo. Es por tanto, que el Gemba se encuentra en las actividades que producen valor añadido que satisfacen al cliente.

Para lograr una correcta aplicación del *Gemba* en una empresa, la gerencia debe proporcionar el objetivo que se debe alcanzar y deben ser los responsables de los resultados obtenidos. Además, las personas que trabajan en la empresa son las personas indicadas para realizar la tarea de identificación de las necesidades, pues son las personas que mejor conocen el lugar, esto proporciona a los empleados una conciencia sobre la mejora continua y se puede mejorar esta conciencia junto con la eficiencia de una manera simultánea. Al sentirse parte del cambio, los empleados reducen la resistencia al cambio y se obtienen soluciones basadas en la realidad con un ajuste en tiempo real, basándose estas soluciones en el sentido común y un bajo coste. (Imai, 2012; Imai et al., 1996; Wittenberg, 1994).

2.2.2.1. Templo del Gemba Kaizen

Los gerentes de las empresas que ponen en práctica el *Gemba* se enfocan en la calidad y en el coste de los productos o servicios como funciones, y la entrega del producto o servicio son el resultado. Es por eso que en el día a día de la gestión de los recursos se tienen en cuenta dos actividades principales: el mantenimiento y el *Kaizen*. La primera está relacionada con el control de las normas existentes y el mantenimiento del *status quo*, y el *Kaizen* se refiere a la mejora de esas normas.(Imai, 2012; Wittenberg, 1994).

En la Figura 7 se muestra el conjunto de actividades que tienen lugar cuando se pone en práctica el *Gemba* para lograr una buena calidad, coste y entrega del producto o servicio.



Figura 7. Gestión de actividades Gemba. Fuente:.(Imai, 2012)

En la base de esta casa se pueden observar como la autodisciplina, el sistema de sugerencias, el trabajo en equipo y la mejora moral mediante el trabajo en los círculos de calidad (trabajo en pequeños grupos). Además, la estandarización, las 5s y la eliminación de desperdicios resulta clave en la aplicación del *Gemba-Kaizen*.(Imai, 2000)

En la base del tejado, se encuentra la información que se recibe, el trabajo de los operarios, los equipos de trabajo junto con los productos y materiales. En la siguiente parte se encuentra la gestión en el sistema de producción con la búsqueda de la calidad, seguridad, bajo coste y entrega. Y por último, y como resultado se obtiene el beneficio. (Imai, 2000)

Al analizar el paraguas del *Kaizen* (Figura 5), el templo del *Gemba-Kaizen* (Figura 7) y los dos templos *Lean* (Figura 2 y Figura 3), se puede apreciar como ciertas herramientas como las 5S, la búsqueda de la estandarización, la eliminación de desperdicios, la gestión visual del trabajo en equipo o los círculos de control de calidad buscan el mismo objetivo mejorar la gestión, mejorar la calidad tanto de los productos como de los trabajadores para obtener un mayor beneficio. El templo *Gemba-Kaizen* permite establecer las relaciones que existen entre el lugar de trabajo con una filosofía *Lean* y el lugar de trabajo donde además de la filosofía *Lean* se implementa la filosofía *Kaizen*

En los siguientes apartados se estudia en mayor profundidad los elementos del templo *Gemba-Kaizen*.

2.2.2.2. Estandarización

Como se ha comentado previamente, la estandarización de los procesos que se van implementando durante el tiempo supone una de las bases para la correcta implantación del *Kaizen*. La gestión exitosa en el día a día se reduce a mantener y mejorar los estándares. Esto significa tanto adherirse a los estándares tecnológicos, administrativos y operativos como mejorar los procesos actuales para lograr unos estándares mejores. Esta operación se realiza mediante dos ciclos, que por sus siglas en inglés son: SDCA (standarize, do, check, act) y PDCA (plan, do, check, act).

Con el primer ciclo estandarizar, hacer, comprobar y actuar, se busca mantener y asentar los estándares actuales y con el segundo ciclo se busca una mejora de estos estándares. Estos ciclos se pueden observar con claridad en la Figura 8.

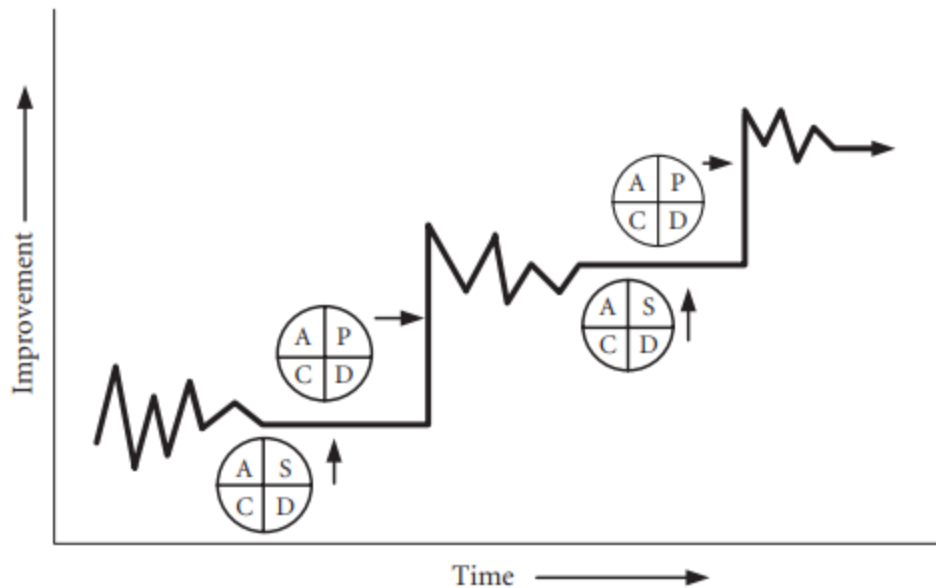


Figura 8. Ciclos SDCA y PDCA en un proceso .Fuente:(Imai, 2012)

En ambos ciclos, la actuación se refiere a la estandarización y estabilización del trabajo, es por ello que estandarizar el trabajo se convierte en una de las partes más importantes del proceso.

Una norma es la forma de garantizar la calidad del producto o servicio. En estas normas se pueden diferenciar las normas de gestión y las normas operacionales. Las primeras son necesarias para la gestión de los empleados con fines administrativos e incluyen directrices y políticas de empleados o las descripciones de los puestos de trabajo entre otras. Las normas operacionales se enfocan en la forma que las personas realizan su trabajo para lograr satisfacer a los clientes. En la revisión de estas normas se deberían de establecer prioridades en función de diversos factores como son la calidad, el coste, la entrega, la seguridad o las quejas de los clientes.

Las características principales de las normas tienen las siguientes características: (Correa, 2007a; Imai, 2012; Imai et al., 1996; Suárez Barraza and Miguel Dávila, 2008)

- Los estándares representan más fácil y más segura de realizar un trabajo. Los estándares que se mantienen en el tiempo reflejan el conocimiento de los empleados que han realizado ese trabajo.
- Las normas ofrecen la mejor manera de preservar los conocimientos y la experiencia. Si un empleado se va del trabajo sin compartir su conocimiento, este conocimiento se irá con él. Sin embargo, si ese trabajo se estandariza dentro de la empresa, el conocimiento se mantendrá independientemente de los trabajadores que realicen el trabajo.
- Las normas proporcionan una forma de medir el rendimiento. Los supervisores pueden evaluar de una forma justificada el trabajo desempeñado por los empleados.

- Las normas muestran una relación causa y efecto. Si no se tiene un proceso estandarizado se producen situaciones con variabilidad y desperdicio y es muy difícil preguntarse el por qué han fallado las cosas.
- Las normas constituyen la base tanto para el mantenimiento como para la mejora. Donde no hay un estándar no puede haber una mejora.

2.2.2.3. Las 5s

Las 5s representan las cinco etapas de la organización del lugar de trabajo, con sus nombres en japonés. Es importante destacar que para lograr un espacio más limpio, organizado y eficiente, hay que seguir todas en orden. (Correa, 2007a; Departamento de Organización industrial ICAI, 2020; Socconini, 2019)

➤ **Seiri (clasificar)**

Consiste en clasificar los elementos en necesarios (si se emplean diariamente) o innecesarios (no se emplean con regularidad o directamente no se emplean, los que no se emplean con regularidad se los guarda en un almacén el resto será eliminados). Este proceso comienza colocando tarjetas rojas en los elementos que se creen que son innecesarios, de esta manera se consigue liberar y flexibilizar el área de trabajo. A continuación, se determina el número máximo de cada artículo en la mesa y el resto se llevará a un inventario.

➤ **Seiton (ordenar)**

Una vez se han retirado todos los elementos innecesarios, es necesario clasificar los artículos por su uso y ordenarlos para lograr minimizar el tiempo y el esfuerzo de búsqueda. De esta manera, se logra un lugar seguro y ordenado para trabajar.

➤ **Seiso (limpiar)**

Seiso significa limpiar el área de trabajo, incluyendo máquinas y herramientas. Al realizar este proceso, se eliminarán las fuentes de suciedad. Además, mientras se realiza esta limpieza se pueden detectar imperfecciones en las máquinas o herramientas, las cuales se pueden arreglar fácilmente.

➤ **Seiketsu (estandarizar)**

Se trata de extender el concepto de limpieza a uno mismo mediante el uso de ropa de trabajo adecuada, empleando los materiales de seguridad necesarios y manteniendo un entorno de trabajo limpio y saludable. Es por lo tanto, la suma de los tres procesos anteriores de una manera continuada.

➤ **Shitsuke (autodisciplina)**

En esta etapa final, se adquiere el hábito de hacer las actividades de *seiri*, *seiton*, *seiso* y *seiketsu* como parte de su trabajo diario.

En la Figura 9, se puede observar la rueda de implantación de las 5s, donde la autodisciplina está en el centro, ya que si no se hace de manera continua y no se adquiere el hábito, se volvería al estado inicial de desorden.

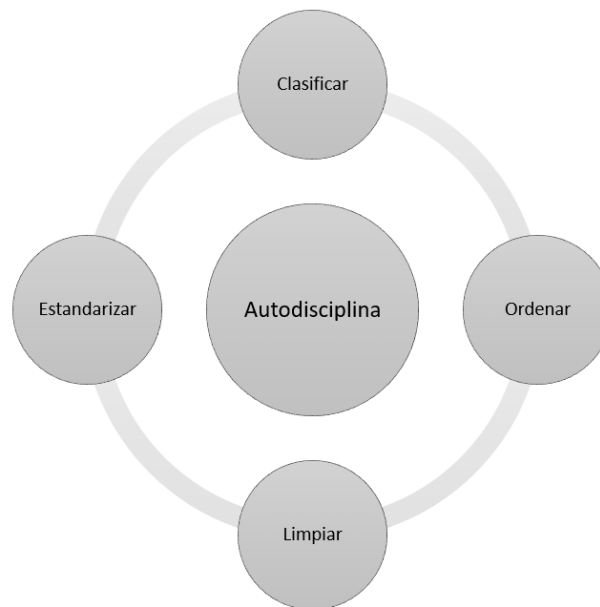


Figura 9. Rueda de las 5S. Fuente propia

2.2.2.4. Las 3M's

En Japón, es común emplear las palabras *muda*, *mura* y *muri*, las cuales significan respectivamente desperdicio, variación y sobrecarga. En la Figura 10, se puede apreciar las tres palabras aplicadas a una demanda.

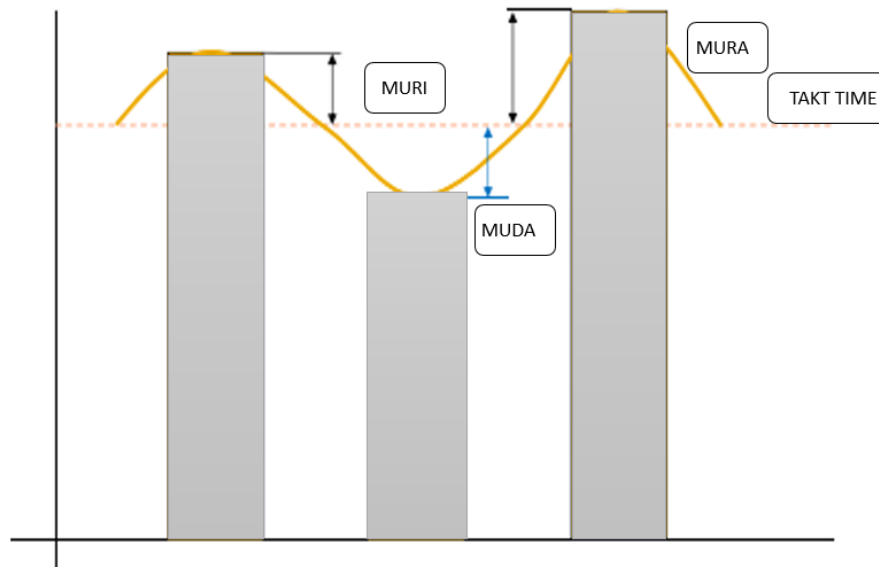


Figura 10. Las 3M's. Fuente:(Departamento de Organización industrial ICAI, 2020)

- **Mura (variabilidad)**

Mura se aplica tanto a la variación de la calidad de los bienes o servicios como a la variación de producción de un bien o servicio. Esta variabilidad se produce porque el cliente consume de manera irregular un bien o servicio y en la producción de ese bien o servicio se realiza una mala planificación. La variación en el proceso de producción se puede deber a que cada equipo realice la misma actividad de manera diferente, encontrando diferentes niveles de dificultad para una misma tarea ya que no se ha documentado de manera óptima. (Berrahal and Marghoubi, 2016; Correa, 2007a; Departamento de Organización industrial ICAI, 2020)

- **Muri (sobrecarga)**

Muri significa sobrecarga tanto para los trabajadores, como a las máquinas y a los procesos de producción. Por ejemplo, si se le asigna una tarea a un nuevo empleado que antes realizaba un empleado veterano, es probable que el trabajador nuevo no trabaje al ritmo que el veterano, e incluso pueda cometer errores produciendo muda. (Berrahal and Marghoubi, 2016; Correa, 2007a; Departamento de Organización industrial ICAI, 2020)

- **Muda (desperdicio)**

Taichi Ohno fue la primera persona en reconocer la cantidad de desperdicios que se producían en el Gemba. La palabra japonesa muda significa desperdicio, pero los japoneses tienen una connotación de esta palabra mucho más profunda.

El trabajo es una serie de procesos que comienzan con varios insumos y materias primas y terminan en un producto o servicio. En cada proceso, existen diferentes transformaciones del producto en los que se le añade valor, y así a través de toda la cadena de producción del

producto. Los recursos empleados para la producción del bien, tanto personas como máquinas, pueden añadir o no valor, como se comentó en el punto 2.1.3. Es por tanto, que el *Muda* se refiere a cualquier actividad que no agregue valor al producto. Estos desperdicios se clasifican en 7 *mudas*, como se puede apreciar en la Figura 11. (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020; Imai et al., 1996; Socconini, 2019)

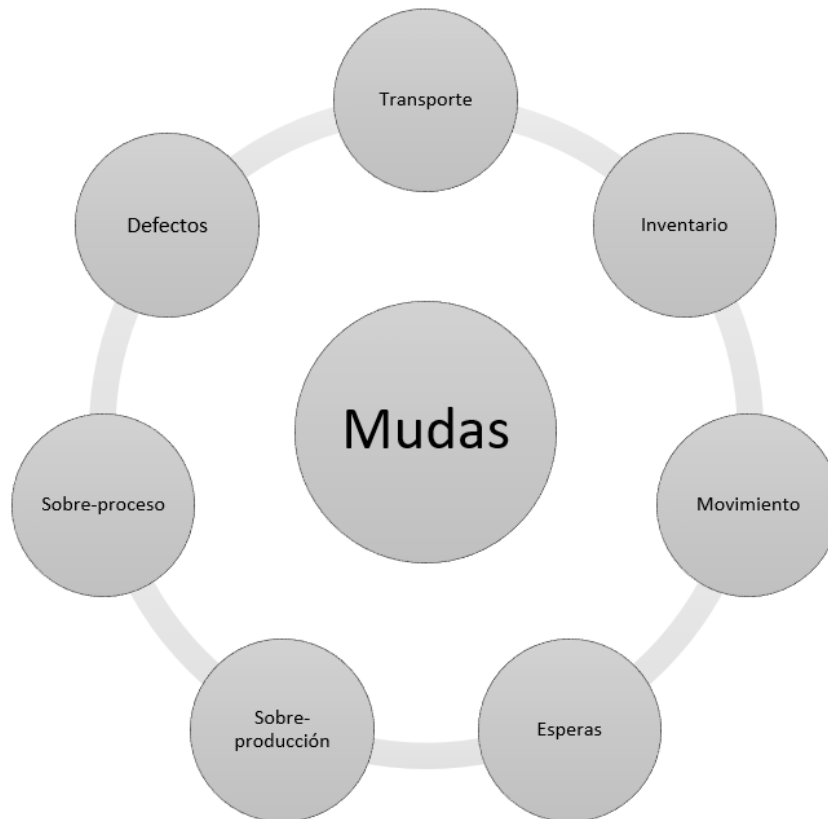


Figura 11. Los 7 desperdicios. Fuente propia

○ *Muda* de transporte

El transporte es una parte esencial de las operaciones, sin embargo el traslado de materiales o productos no añade ningún valor. Incluso en este transporte, se pueden producir daños que pueden hacer que un producto o un lote de productos sean devueltos por el siguiente proceso de producción.

Al trabajar en dos procesos por separado, aparte de poder generar tiempos de espera y por tanto aumentar el tiempo de producción, se consumen recursos y espacios en la planta de producción y se puede llegar a tener una mala comunicación. Por tanto, cuando dos procesos se encuentran separados y se requiere de un transporte, para eliminar esta muda sería necesario revisar el diseño de la planta para hacer de estos dos procesos, uno solo.

Las materias primas, los productos semiacabados o los productos finales que se mantienen en el inventario no añaden ningún valor mientras se encuentren en el almacén. Es más, aumentan el coste de las operaciones, ya que requieren de instalaciones adicionales como almacenes, montacargas o sistema de transporte, añadiendo el coste del personal para garantizar su funcionamiento.

Cuando un producto se mantiene en el almacén, se va deteriorando, perdiendo parte de su valor si permanece demasiado tiempo. Este desperdicio está causado por una producción desnivelada. A menudo, el inventario es comparado con el nivel de agua de un embalse por el que circulan barcos, pues cuando el nivel es muy alto se esconden todos los problemas. Sin embargo, cuando el nivel es bajo, salen a la luz problemas como la calidad, el tiempo de inactividad de las máquinas, los retrasos en la producción, problemas de comunicación en los equipos, o ausentismo de los trabajadores.

El sistema de producción justo a tiempo es exactamente lo que busca, pues estos niveles bajos de inventario ayudan a identificar qué áreas deben ser abordadas y es obligatorio tratar los problemas que van surgiendo.

La muda de inventario se puede ver incrementada por una mala predicción de la demanda del cliente, por paradas repetitivas de las máquinas, por emplear un sistema de producción Push en vez de pull o porque los proveedores no son fiables y no llega a tiempo la materia prima.

En búsqueda de la eliminación de este desperdicio, es necesario definir un inventario mínimo necesario para lograr una producción, adecuando los tamaños de lote a la demanda del cliente. (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020; Imai et al., 1996; Pérez Rave et al., 2011)

- *Muda de movimiento*

Cualquier movimiento de una persona que no esté relacionado directamente con añadir valor al producto, se considera una muda de movimiento. Cuantos más movimientos del producto sin añadir valor, el producto está un mayor tiempo en el proceso de producción, además, si una persona es necesario que mueva un peso muchas veces diariamente puede producir lesiones en los empleados.

Por lo tanto, cuando se producen este tipo de mudas es necesario revisar qué herramientas y utillajes son necesarios para cada estación, revisar la distribución de la planta para evitar desplazamientos en vano y formar al personal correctamente. (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020; Imai, 2012; Socconini, 2019)

- *Muda de espera*

La muda de espera se produce generalmente cuando se generan problemas en la planta debido a paradas o reinicios en la producción, interrumpiendo la continuidad del flujo de trabajo. Cuando un operario pasa esperando a que llegue la siguiente pieza de trabajo, se producen cuellos de botella, aumentando el tiempo de producción del

producto. Esta muda puede estar causada también por problemas de calidad, de diseño o de ingeniería, junto con una falta de planificación por parte de la empresa.

Es necesario analizar todo el proceso de producción, para ver donde se están produciendo los cuellos de botella para adecuar el ritmo de trabajo de los empleados y que no se produzcan tiempos de espera. (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020; Imai et al., 1996; Pérez Rave et al., 2011; Socconini, 2019)

○ *Muda* de sobreproducción

La muda de la sobreproducción es una función desarrollada por el supervisor de cada área de producción, que se preocupa por problemas como los fallos en las máquinas y ausencias del personal, por lo que siente que producir más de lo necesario implica cumplir con los objetivos propuestos. Esta mentalidad es opuesta al concepto de justo a tiempo explicado anteriormente, ya que estar adelantado al programa de producción se considera peor que estar atrasado.

Producir más de lo necesario implica un gran desperdicio, pues se consumen materias primas antes de necesitarlas, se aumenta el uso del personal, servicios y maquinaria, se necesita un espacio adicional para almacenar tanto el exceso de materias primas como de inventario final y aumenta el coste del transporte. Además, produce una falsa sensación de seguridad, ya que ayuda a encubrir todo tipo de problemas.

La sobreproducción de un producto se puede deber a varios supuestos:

- Producir tanto como se pueda sin tener en consideración la velocidad a la que puede producir el siguiente proceso.
- Cada proceso o línea de producción tenga un interés propio en aumentar su propia productividad.
- Permitir que las máquinas produzcan más de lo necesario por tener exceso de capacidad.
- La fabricación en grandes lotes de producción.
- Apariencia del personal por no estar trabajando.
- Falta de perspectiva del cliente.

Para lograr eliminar este desperdicio es necesario que la empresa entienda y sea consciente de la verdadera demanda del cliente y producir sólo lo que el cliente quiere cuando sea necesario, es decir, fabricar con la metodología justo a tiempo. (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020; Pérez Rave et al., 2011)

○ *Muda* de procesamiento

La *muda* de procesamiento se refiere a producir con unos estándares mayores que los requeridos por el cliente. Los trabajadores, al fabricar un producto por encima de los requerimientos del cliente consumen recursos no necesarios, además de aumentar el tiempo de producción, lo que implica fabricar menos unidades y a un coste más alto. El

procesamiento también se relaciona con la modificación de una pieza, pues a cada parte del proceso se debe de ir añadiendo valor al producto.

Un mal procesamiento se puede deber también a la falta de una mejora continua y falta de innovación debido a no actualizar los estándares durante un largo periodo de tiempo.

Una correcta eliminación de este desperdicio consiste en entender las expectativas y necesidades del cliente, creando unas especificaciones correctas y revisar el diseño y el proceso de producción. (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020; Imai et al., 1996)

- *Muda* de defectos

Los defectos en un producto interrumpen la producción, ya que se considera que ese producto no cumple con los estándares de calidad desde el punto de vista del cliente. A menudo, un producto defectuoso debe ser rechazado, produciendo así un desperdicio tanto de recursos como un coste añadido.

En la producción actual, donde son máquinas automatizadas que trabajan a una elevada velocidad comparada con el ser humano, un defecto en una pieza puede suponer un problema en un lote, por lo que sería necesario parar la producción y llevar a cabo una revisión de la maquinaria, lo cual implicaría un mayor coste y documentar el problema. Recibir un producto defectuoso, afecta tanto a la reputación de la empresa como a la confianza del cliente sobre tu producto.

Los productos defectuosos se pueden ver causados por una falta de habilidades de los trabajadores, de su formación o del soporte que proporcionan; en el diseño inicial del producto o del proceso de producción, entendiendo bien los requisitos de los clientes y de los proveedores; la fiabilidad de las máquinas juegan un papel crucial en el desempeño de la fábrica.

Para mejorar la desaparición de los defectos en los productos se debe producir dentro de los estándares de calidad aplicando la metodología 6 σ , el control de la calidad total y la gestión de la calidad total. (Departamento de Organización industrial ICAI, 2020; Socconini, 2019)

En la siguiente tabla (Tabla 1), se hace un resumen de las herramientas y de los principales objetivos que se han revisado en los capítulos anteriores sobre las filosofías *Lean* y *Kaizen*.

Herramienta	Resumen	Objetivo
Heijunka	Alcanzar el equilibrio entre la producción y la demanda	Conocimiento de la demanda para reducir la variabilidad y la sobrecarga en la producción.
Trabajo estandarizado	Punto de partida para la mejora continua	Alcanzar un estándar de mantenimiento para asegurar la calidad del producto y reducir la sobrecarga en la producción.
Just in Time	Todos los procesos producen las piezas necesarias en el tiempo necesario	Entregar en el plazo las piezas demandadas reduciendo los desperdicios.
Jidoka	Transformarse en algo que trabaje por sí mismo	Autocontrol de la calidad reduciendo los desperdicios en el proceso de producción.
Kaizen	Mejora continua	Reducir la variabilidad, los desperdicios y la sobrecarga en el proceso de producción.
Control total de la calidad / Gestión de calidad total	Identificación, control y mejora continua de los procesos clave.	Mejorar la calidad, productividad, reducir inventario, menor <i>takt</i> time, reducir el tiempo de paro en la máquina, reducir el espacio y reducir el lead time.
Mantenimiento total productivo	Mantenimiento de los equipos.	Maximizar la eficiencia de los equipos de producción.
Hoshin kanri	Despliegue de políticas	Proporciona una planificación paso a paso, una implementación y una revisión del proceso para un cambio de gestión
Sistema de sugerencias	Crear una zona donde aportar mejoras	Desarrollar una mentalidad de mejora continua y de autodisciplina en los empleados
Círculos de control de calidad	Actividades en pequeños grupos de manera informal y voluntaria que se organizan para llevar a cabo tareas específicas en un sistema de producción	Contribuir al desarrollo y mejora del sistema organizativo. Humanizar el lugar de trabajo estableciendo una atmósfera alegre y desafiante. Utilizar al máximo la capacidad humana y sus infinitos potenciales.
5S	Clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y generar autodisciplina	Para lograr un espacio más limpio, organizado y eficiente
3Ms	Mura, muri y muda	Detectar la variabilidad, la sobrecarga de la producción y los desperdicios.

Tabla 1. Resumen de las herramientas Kaizen y Lean.

2.3. Aplicaciones del *Kaizen*

En la actualidad han sido muchas empresas las que han empleado la filosofía *Kaizen* en búsqueda de una mejora continua en sus procesos. Sin embargo, como se analiza a continuación, debido a la gran cantidad de herramientas, filosofías y diferentes opciones de aplicar lo revisado en los capítulos anteriores, no existe un método estandarizado para la implantación de este método en las empresas.

- **Empresa Maderasa**

En la empresa Maderasa, debido a los estudios realizados acerca del comportamiento de la madera, decidió implementar la metodología *Kaizen* con la intención de incrementar el rendimiento, reducir los costes de producción y mejorar el aprovechamiento de los recursos. (Mocha and Zurita, 2006)

El camino empleado para el proceso consistió en seguir el proceso DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar). Para la definición del problema, se analizaron los rendimientos de la madera mediante un diagrama de Pareto (Figura 12), el flujo del proceso (Figura 13) y el inventario de madera.

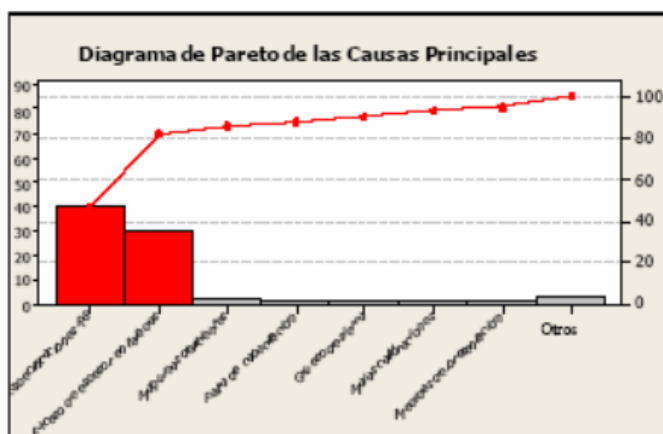


Figura 12. Diagrama de Pareto del análisis de rendimiento de la madera. Fuente (Mocha and Zurita, 2006)

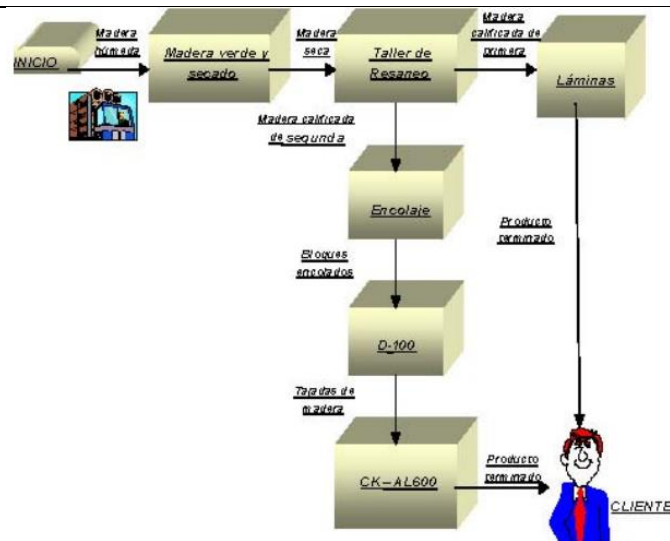


Figura 13. Flujo del proceso de producción de Maderas. Fuente (Mocha and Zurita, 2006)

Para la medición y el análisis, se seleccionaron muestras aleatorias con el objetivo de obtener unos resultados fiables, y gracias al diagrama de Pareto (Figura 12), se implementan mejoras en la fábrica. En la fase del control, se vuelven a seleccionar muestras aleatorias para realizar comparativas con el proceso anterior. (Mocha Ortiz and Rodríguez Zurita, María Denise, n.d.)

- **Empresa IBM Corporation**

Otro procedimiento para la implementación de la metodología *Kaizen* fue la fábrica estadounidense de semiconductores IBM Corporation, con el objetivo de encontrar pequeñas mejoras para trabajar de una manera más eficiente en el trabajo en curso de la fábrica y eliminar la *muda* en todos los procesos.

En esta implementación emplearon la estrategia *Kaizen* de los 3 pasos. El primer paso fue la creación de talleres de *Kaizen* durante un mes para la formación de los empleados, con la intención de generar ideas de mejora (Figura 14). El segundo paso fue el desarrollo de una caja de sugerencias, en los que se introducían todas las ideas que se iban generando (Figura 15). Y la última fue la aplicación de las 5S. (Samantha Comulada, 2015)



Figura 16. Programa de rotación dentro de la fábrica de IBM Corporation. Fuente:(Samantha Comulada, 2015)

En los dos ejemplos de implantación de la metodología *Kaizen* que se han analizado se observan diferentes maneras de implementar esta metodología, aunque en ambas utilizan herramientas basadas en la filosofía *Lean* o en la filosofía *Kaizen*.

El objetivo de ambos procesos de producción es la estandarización de un proceso para garantizar la calidad de los productos. Para ello, tanto en la metodología DMAIC como en la de los 3 pasos se busca en primer lugar la definición del problema. En la fábrica de semiconductores fueron necesarios unos talleres de formación para que los empleados pudieran conocer los beneficios y herramientas que se pueden obtener del *Kaizen*. En la fábrica de madera, mediante un diagrama de Pareto establecieron las líneas de producción que podían mejorar y junto con el establecimiento de varios indicadores, realizaron las fases de definición, medidas y análisis.

A la hora de generar ideas para resolver los problemas definidos, en la fábrica de madera se basaron en las medidas tomadas previamente para adaptar sus medidas. Sin embargo, en la fábrica de conductores, se creó un clima de trabajo juntando a los equipos (como si fuesen círculos de control de calidad), creando espacios de trabajo y empleando un sistema de sugerencias donde los empleados se sentían parte del proceso de mejora.

A la hora de la implementación de las medidas, en la fábrica de semiconductores se estableció un sistema de rotación de los empleados de tal manera que todos los empleados pasaban por todos los puestos para conocer todo el sistema de producción, aunque primero se implementaron las 5S en cada área. Sin embargo, en la fábrica de madera se implementaron las medidas y a posteriori se repitió el proceso.

En las dos fábricas se han empleado herramientas y técnicas *Lean*, sin embargo, estas implementaciones parecen más un proceso de innovación que la aplicación de la metodología *Kaizen*. En el siguiente punto se analiza las diferencias entre la cultura japonesa y el resto de culturas a la hora de implementar el *Kaizen*, que ayudará a entender la diferencia entre innovación y *Kaizen* y valorar si se ha implementado *Kaizen* o innovación.

2.4. Mentalidad japonesa VS Mentalidad europea

En las administraciones japonesas, se distinguen dos componentes: la función del mantenimiento y la de la mejora. Respecto a la función del mantenimiento, se refiere a mantener los estándares actuales tanto los tecnológicos como los administrativos y de operaciones. Por otro lado, la función de la mejora, se refiere a mejorar los estándares actuales. La percepción japonesa se puede observar en la Figura 17:

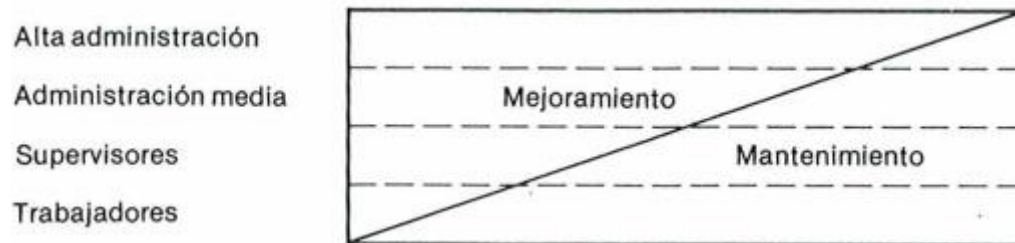


Figura 17. Percepción japonesa Fuente: (Imai et al., 1996)

Se puede observar cómo, a medida que se tiene más relevancia en la empresa, se está más enfocado a la búsqueda de una mejora de los estándares. Por el contrario, los trabajadores de bajo rango, su función principal es la de mantener los estándares que habían, aunque a medida que van siendo más eficientes en su trabajo, van proponiendo mejoras tanto individuales como colectivas.

Para introducir el *Kaizen* en esta percepción, es necesario dividir el concepto de mejora en innovación y *Kaizen*. *Kaizen* implica pequeñas mejoras que se dan como resultado de los esfuerzos progresivos; y la innovación implica una mejora drástica por medio de una gran inversión. Es en este punto donde podemos diferenciar claramente las percepciones occidentales y japonesas.

Para poder observar las diferencias entre la innovación y el *Kaizen*, se comparan las principales características en la Tabla 2.

	KAIZEN	INNOVACIÓN
Duración	Largo Plazo	Corto Plazo
Cambio	Incremento gradual y continuo	Incremento de golpe e intermitente
Involucración	Todo el personal	El especialista
Enfoque	Esfuerzo de grupo	Esfuerzo individual
Trabajo a posteriori	Mantenimiento y mejora	Mejora
Inversión	Poca inversión	Gran inversión
Orientación del esfuerzo	Personas	Tecnología
Adaptación	Crecimiento lento	Crecimiento rápido
Retroalimentación	Amplia	Limitada
Atención	Detalles	Grandes vacíos
Tecnología	Existente	Nueva

Tabla 2. Kaizen vs innovación. Fuente (Imai et al., 1996)

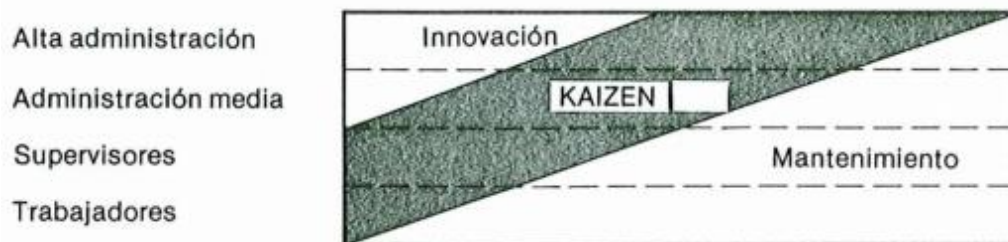


Figura 18. Percepción japonesa con Kaizen. Fuente: (Imai et al., 1996)

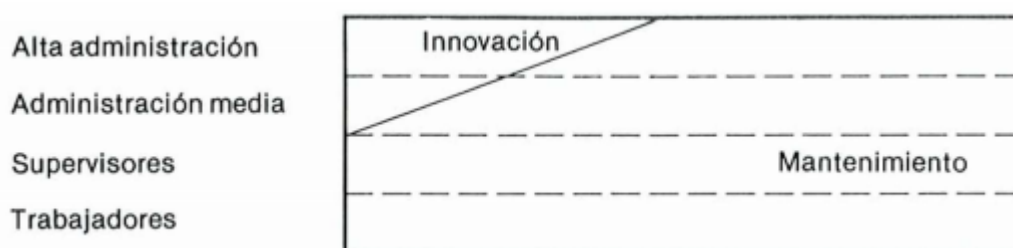


Figura 19. Percepción occidental. Fuente: (Imai et al., 1996; Singh and Singh, 2009)

Como se puede observar en las Figura 18 y Figura 19, en el mundo occidental se tiende a considerar solamente la innovación, sin tener mucho en cuenta las opiniones de los supervisores y trabajadores, intentando mejorar solamente la parte de equipos sin mejorar la parte humana.

La filosofía *Kaizen* genera un pensamiento orientado al proceso, porque para lograr unos resultados mejores se deben de mejorar los procesos. El *Kaizen* se centra en los esfuerzos de las personas, siendo muy importante la involucración de los altos cargos para fomentar el

compromiso del resto del equipo. En la cultura occidental, se tiende a un pensamiento orientado a los resultados, ignorando el proceso del *Kaizen* casi por completo.

Cuando se generan pensamientos orientados a procesos, se establecen unos criterios a largo plazo, los altos cargos en la mentalidad orientada a procesos están interesados en una mejora de la disciplina de los empleados, una mejora en la administración de los tiempos, una mayor habilidad del empleado, una mayor participación, compromiso y comunicación. Por otro lado, cuando se generan pensamientos orientados a resultados, se establecen unos criterios a corto plazo buscando un desempeño final mejor. (Imai et al., 1996; Singh and Singh, 2009)

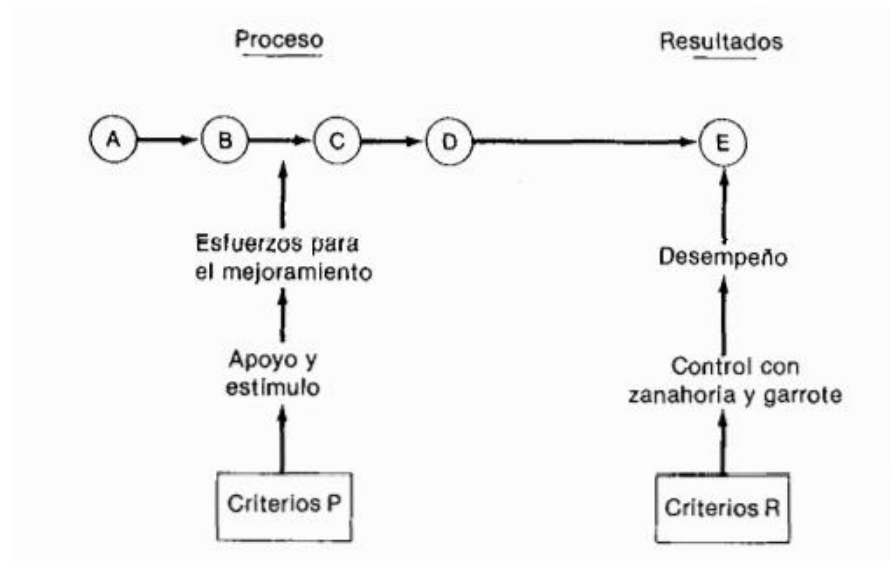


Figura 20. Orientación a procesos vs orientación a resultados. Fuente:(Imai et al., 1996)

En este capítulo se han podido comparar las distintas percepciones que tiene la sociedad occidental y la sociedad japonesa sobre la filosofía *Kaizen*, es por ello que se puede valorar si las implementaciones realizadas en el capítulo previo son procesos de innovación o metodología *Kaizen*.

El *Kaizen* también utiliza herramientas que se emplean en la filosofía Lean. En el caso de la fábrica de madera, al realizar el método DMAIC e implementar las mejoras en la fábrica consiguieron incrementar el rendimiento de la madera en los talleres. Además resaltan que estas implementaciones son solo el primer paso y para poder continuar con el cambio se requiere de un sistema de control robusto y la futura automatización del proceso. (Mocha and Zurita, 2006).

2.5. Metodología *Design Thinking*

Según Tim Brown, CEO de IDEO, el *Design Thinking* es “Una disciplina que usa la sensibilidad y métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertir en valor para el cliente, así como una gran oportunidad para el mercado”. La visión que tiene Tim Brown se puede ver reflejada en la Figura 21, donde el *Design Thinking* se encuentra en la intersección de las necesidades de las personas, de la estrategia válida de negocio y de lo tecnológicamente factible. (Brown, 2008)



Figura 21. Definición de Tim Brown sobre el *Design Thinking*. Fuente: (Brown, 2008)

El *Design Thinking* en español significa pensamiento de diseño, sin embargo la consultora de diseño IDEO prefiere hacerlo como la forma en la que piensan los diseñadores. El *Design Thinking* se empezó a desarrollar a partir de los años 70 en la universidad de Stanford en California (EEUU). El *Design Thinking* es un método para crear ideas innovadoras centrándose en la eficacia de entender las necesidades de los usuarios y darles una solución. (Brown, 2008; dinngo, n.d.)

2.5.1. Características diferenciales

En la metodología *Design Thinking*, es necesario tener en cuenta cuales son las características esenciales para su ejecución: (Brown, 2008)

- La generación de empatía con el usuario. Antes de buscar soluciones a un problema, hay que analizar cuál es el verdadero problema del usuario, ya que si no existe un problema no existe ninguna solución.
- El trabajo de equipo es fundamental en el *Design Thinking*. En esta metodología se juntan equipos multidisciplinares, porque desde la diversidad se pueden generar opiniones e ideas muy diferentes. Es importante que un núcleo de personas permanezcan en todo el proceso, y dependiendo de en la fase en la que el equipo se encuentre se pueden añadir personas.

Dentro del equipo, debe haber una asignación de roles para que el equipo funcione correctamente:

- Dueño del problema: es la persona que trae el problema, se encarga tanto de organizar las sesiones necesarias como de tomar la decisión final.
- Facilitador: es la persona encargada de plantear en las sesiones las actividades y herramientas a emplear, así como de verificar que se realizan de forma correcta. Una característica importante del rol de facilitador es que no interviene a la hora de aportar contenido.
- Contenido: son el resto de personas, las cuales aportan su visión, conocimiento y experiencia para ayudar a la resolución del problema.
- En el *Design Thinking* se defiende que una idea debe ser validada mediante la generación de prototipos, de esta manera se pueden identificar fallos para que cuando se ejecute la solución válida, no existan esos problemas. Además, la comunicación visual permite una mejor comunicación de ideas complejas y crea un ambiente idóneo para la innovación.
- Durante el proceso de creación, es necesario crear una atmósfera de trabajo lúdico que promueva la innovación, evitando frases dañinas que rompen la dinámica de colaboración y trabajo de equipo, escuchando atentamente al resto del equipo de manera que se puedan escuchar todos los puntos de vista y documentar y ordenar toda la producción realizada en cada sesión.

En el proceso iterativo de la metodología *Design Thinking*, es importante destacar dos conceptos: el pensamiento convergente y el pensamiento divergente.(Álvarez, 2010)

El pensamiento divergente o pensamiento lateral fue acuñado por el escritor y psicólogo maltés Edward de Bono. Esta forma de pensar plantea nuevas formas de enfocar las situaciones, en las que se cuestiona todo y no se da nada por asumido. Por otro lado, el pensamiento convergente o pensamiento racional fue desarrollado por el psicólogo estadounidense Joy Paul Guilford, el cual es un pensamiento de foco y atención, en el cual se busca la solución correcta a los problemas.

Estos dos conceptos se aplican en la metodología *Design Thinking*, en las fases de la empatía y generación de ideas se emplea el pensamiento divergente, ya que hay que cuestionarse todo y no dar nada por asumido. Hay que destacar, que la fase de testeo se considera de pensamiento divergente ya que, al ser un proceso cíclico, en esta última fase se buscan mejoras o problemas de tu producto o servicio. Por otro lado en las fases de definición del problema y prototipado se emplea un pensamiento convergente, ya que hay que centrar el foco y buscar una solución. Paul Hobcraft, en su artículo "*Design Thinking: Inspiration, Ideation and Implementation*" analiza cómo es el proceso de diseño del *Design Thinking* desde un punto de vista del pensamiento divergente y convergente (Figura 22). (Hobcraft, 2014)

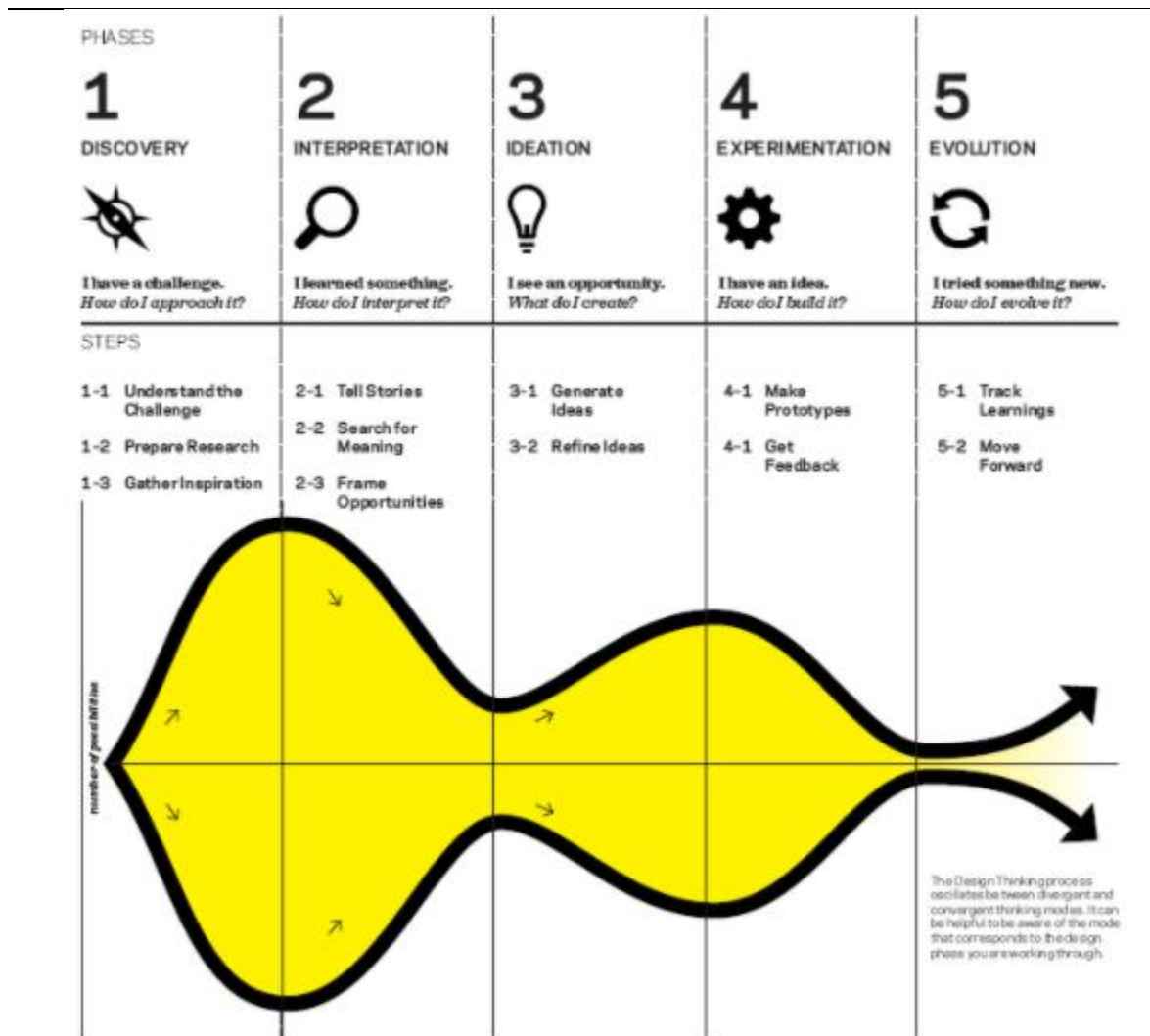


Figura 22. Fases del proceso DT con pensamiento convergente y divergente (inglés). Fuente: (Hobcraft, 2014)

2.5.2. Proceso de diseño.

El *Design Thinking* es una metodología iterativa que se puede aplicar a cualquier campo, ha sido utilizada por grandes firmas internacionales como Apple o Google para el desarrollo de sus productos. Esta metodología se lleva a cabo mediante un ciclo de trabajo (Figura 23), en el que se puede ir hacia atrás o hacia delante en cualquiera de sus pasos. (Brown, 2008; dinngo, n.d.)

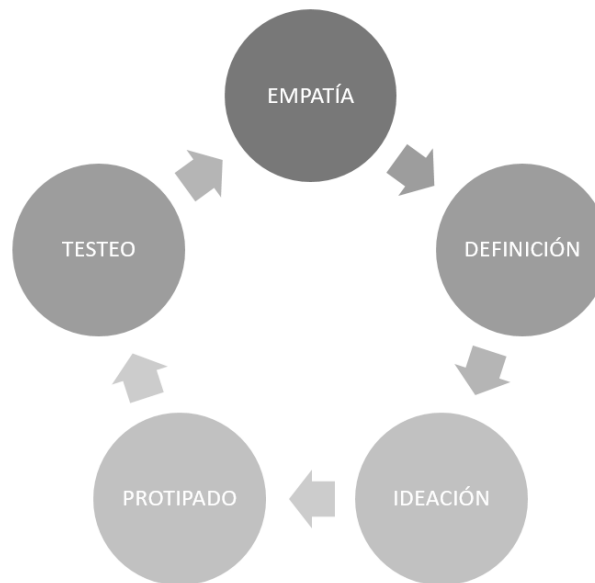


Figura 23. Proceso de diseño del DT. Fuente: (Brown, 2008)

- Empatía

Según la RAE, la empatía se define como: “Capacidad de identificarse con alguien y compartir sus sentimientos”. En la metodología *Design Thinking*, empatizar es la primera fase, pues hay que ponerse en la piel del usuario para poder entender de una manera profunda cuales son las necesidades y problemas de los usuarios implicados en la solución que se quiere desarrollar.

En esta etapa se recoge mucha información, preguntando al usuario final sobre el problema con la intención de descubrir nuevos puntos de vista (Brown, 2008; dinngo, n.d.)

- Definición

En esta etapa, se filtra la información recopilada durante la fase anterior con la intención de quedarse con la información relevante y que aporta nuevas perspectivas. El equipo, para poder definir el problema que tienen que resolver, debe considerar qué características son las más importantes. (Brown, 2008; dinngo, n.d.)

- Ideación

Cuando se llega a la fase de ideación, ya se ha definido el problema, por lo que esta fase consiste en generar múltiples soluciones. El fundador de IDEO Toy Lab, Brendan Boyles, señala que en esta fase es más importante la cantidad de ideas que la calidad de ella, numerando las ideas para que no vayan asociadas a una persona en concreto. También se pide que las ideas vayan en formato de titulares, sin profundizar en ella para portar dinamismo, ya más adelante se analizarán y se elegirán las que se creen que son las mejores. Otra regla importante es la de no juzgar las ideas, todas ellas son válidas y a menudo muchas de las ideas más brillantes al principio parecen ridículas, es decir, es importante eliminar el juicio de valor. En esta fase se construyen sobre las ideas de los demás, ya que todas las ideas son válidas y pueden aportar a la solución final.

Al final de cada sesión de ideación es importante escribir y/o dibujar para las posteriores sesiones los conceptos tratados en la sesión. Además, es importante el desapego a tu propia idea, de manera que se pueda estar abierto a otras o modificarla. (Brown, 2008; dinngo, n.d.)

- **Prototipado**

Prototipar ideas es la primera prueba para conocer si las ideas tienen sentido o no. A diferencia de estudios teóricos basados en encuestas de mercado o pruebas de laboratorio, hacer un prototipado en la fase de *Design Thinking* es que no se evalúa la viabilidad tecnológica, sino la opinión del usuario.

La idea de esta fase es pasar lo que tienes en tu cabeza a algo físico de una forma ágil para poder mostrarlo a los usuarios con la idea de poder introducir rápidamente ideas y conceptos. Para garantizar el avance y estimular la creatividad, se pone un tiempo límite para la creación de prototipos, para los cuales se emplean materiales básicos como papel, tijeras, cartulinas, rotuladores, pegamento o una cámara de fotos.

Prototipar una idea va unido a la fase de testear e iterar, pues partiendo de prototipos muy básicos se pueden llegar a construir prototipos muy complejos. La consultoría IDEO define 3 niveles de prototipado.

El primero es el físico, donde se cogen elementos físicos sencillos y se construye como representaríamos un producto o servicio, en esta parte se busca la apariencia y si teóricamente se resolvería el problema. En el segundo paso consiste en la experiencia de uso del producto o servicio a desarrollar y el tercero consiste en el entorno, en la que se realiza una prueba piloto. (Alba, n.d.; dinngo, n.d.)

- **Testeo**

Se trata de la fase más importante del proceso, ya que se probará la solución implementada en el prototipo con el usuario implicado en la solución que se ha desarrollado. En esta fase, el usuario ayudará a identificar posibles fallos, mejoras y carencias.

Esta es la última fase del proceso iterativo, después de haber construido el prototipo, se probarán con los usuarios implicados en la solución que se vaya a desarrollar. Es muy importante valorar la importancia de equivocarse, este propio proceso iterativo permite la equivocación y permite aprender de cada fallo cometido. (Alba, n.d.; dinngo, n.d.)

En cada una de las fases existen múltiples herramientas para fomentar la creatividad de las personas que participan en esta metodología, las cuales se analizarán y se emplearán más adelante.

En la Tabla 3. Resumen de la metodología Design Thinking, se puede observar un resumen de la metodología *Design Thinking*.

Etapas	Descripción
Empatía	Se recoge mucha información, preguntando al usuario final sobre el problema con la intención de descubrir nuevos puntos de vista
Define	Se filtra la información de la fase anterior y se formula el problema.
Idea	Se generan múltiples soluciones al problema definido en la fase anterior.
Prototipado	Se realizan prototipos rápidos para materializar la idea, de forma que el cliente pueda analizar la solución propuesta para ver si se adapta a sus necesidades
Testeo	Se presenta el prototipo al cliente, y éste da su opinión para mejorar la solución propuesta.

Tabla 3. Resumen de la metodología Design Thinking. Fuente propia

3. Motivación

Todas las organizaciones tienen como objetivo principal la mejora de sus productos o servicios con el fin obtener un mayor beneficio económico o una mejor posición en el mercado. A pesar de esto, no todas ellas han conseguido encontrar la manera para mejorar de manera continua y que les permita crecer gradualmente para lograr sus objetivos. Las organizaciones que han implantado *Kaizen* han obtenido unos resultados diversos debido a que no se ha realizado con un método estandarizado

En la fábrica de madera que se ha analizado en el capítulo anterior, se puede apreciar que es un claro ejemplo de la diferencia de percepción en la aplicación del *Kaizen* en una cultura occidental y una cultura japonesa (Figura 18). Aunque se han empleado técnicas *Lean* y herramientas del *Kaizen*, no se ha trabajado en la involucración de todo el personal, en promover una cultura de mejora continua basada en pequeños logros, es por ello que se considera que en esta fábrica se realizó un proceso de innovación pero no de implantación *Kaizen*.

Por otro lado, en el segundo ejemplo de la fábrica de semiconductores, en primer lugar se realizaron talleres de *Kaizen* para dar una formación basada en la generación de ideas para la mejora continua (lluvia de ideas, mapas de solución, diagrama de espina de pez (Figura 14) o pensamiento lateral). En segundo lateral se generó un buzón de sugerencias que alcanzó la cifra de 781 ideas de mejora continua y finalmente aplicaron los principios de las 5S de la filosofía Lean. Además, generaron un ambiente de trabajo que motivaba al trabajador, se realizaron paseos Gemba o paseos por el lugar de trabajo para conocer todo el proceso de producción, se crearon zonas para mantener conversaciones entre los compañeros, un sistema de rotación, se crearon roles de liderazgo y se llevó a cabo un seguimiento de todas las ideas que se fueron implementando (Samantha Comulada, 2015). En este caso se puede apreciar como la dirección de la empresa estaba comprometida con un cambio de mejora continua, que permitía pequeñas mejoras e involucración del resto de personas. De esta manera considero que en esta fábrica consiguieron adquirir la percepción japonesa del *Kaizen*.

Por esta razón, se propone desarrollar un proceso estándar aplicable a cualquier tipo de organización, donde se tenga en cuenta además el *Design Thinking* para aportar la creatividad, motivación y compromiso necesario para lograr los objetivos.

A continuación, se analizará tanto la metodología *Kaizen* como la *metodología Design Thinking* mediante un análisis DAFO, con el objetivo de estudiar posibles sinergias entre estas dos metodologías.

3.1. Análisis DAFO de la metodología KAIZEN

En este apartado se va a analizar cómo se ha implantado la metodología *Kaizen* en un entorno no japonés mediante un análisis DAFO.

3.1.1. Debilidades

En la cultura europea la metodología *Kaizen* no ha conseguido funcionar debido al cambio cultural que exige esta metodología, es necesario que todos y cada uno de los empleados siga esta metodología y se comprometan con ella, siendo los altos cargos los encargados de imponerla. (Imai, 2012)

Se necesita a alguien con gran conocimiento sobre la metodología para dar las pautas y formación necesaria a los empleados. Además, tanto los empleados como la alta dirección deben adquirir un fuerte compromiso con la ejecución del *Kaizen*. (Socconini, 2019)

Los resultados de la mejora continua se ven a largo plazo, por lo que es posible que los empleados dejen de practicarla antes de ver los resultados.

3.1.2. Amenazas

En caso de fracasar en la implementación de las mejoras puede provocar una disminución de la motivación de los empleados debido a no obtener un beneficio. Al principio del proceso de implantación del *Kaizen*, es muy fácil encontrar mudas en el procesos, sin embargo, a medida que se han realizado rondas de eliminación de mudas se vuelve más difícil encontrarlas. Es por ello que los empleados pueden centrarse demasiado en la búsqueda continua de mudas o mejoras por la impresión que pueden dar de que su proceso ya no se puede mejorar más.

Cabe la posibilidad de que se produzcan demasiadas reuniones debido a tener demasiadas sugerencias.

Implantar una nueva metodología en una fábrica o en un proceso siempre implica un coste de oportunidad, ya que si no funciona se han malgastado tanto recursos económicos como de personal.

3.1.3. Fortalezas

Una de las mayores ventajas de implantar la metodología *Kaizen* reside en que ante un fracaso en la implementación de la mejora, es muy fácil volver al punto inicial sin apenas coste. Los empleados, al sentir que pueden aportar mejoras a la empresa, pueden sentir una mayor integración gracias a posibles recompensas por esas mejoras. (Imai, 2000)

Como se ha podido observar bajo el paraguas *Kaizen*, se disponen de muchas herramientas para implementar cambios de una manera sencilla, proporcionando una mejora en los desperdicios, en la calidad del producto o servicio, en las áreas donde se implementa proporcionando un área de trabajo más organizada, de esta manera se consigue reducir el riesgo de accidentes laborales. (Socconini, 2019; Wittenberg, 1994)

Documentar todo el proceso de mejoras que se implantan en el *Kaizen* es indispensable, por lo que posteriormente se pueden analizar y ver si se pueden seguir optimizando, teniendo como referencia el punto anterior, por lo que es sencillo establecer diferentes KPI's para medir la mejora. El *Kaizen* proporciona mucho feedback y mucha relación entre las personas de las distintas áreas de trabajo.

3.1.4. Oportunidades

Al ser los propios empleados los que participan y proponen diferentes mejoras con el sistema de sugerencias, surge la oportunidad de una mayor involucración del personal así como dar la oportunidad de mejorar la comunicación con reuniones semanales. (Correa, 2007a; Samantha Comulada, 2015)

En la búsqueda de eliminar las mudas, se pueden descubrir problemas que en un futuro podrían haber causado grandes inconvenientes

3.1.5. Conclusiones *Kaizen*

En la Figura 24 se puede apreciar el resumen del análisis DAFO realizado en la metodología *Design Thinking*.



Figura 24. Análisis DAFO Kaizen. Fuente propia

A la vista del análisis DAFO realizado, se puede observar como el *Kaizen* ofrece una gran cantidad de fortalezas destacando la fácil implementación de las pequeñas mejoras, la facilidad de volver al punto inicial en caso fallo de la mejora y la integración del personal al sentirte parte del proceso. En Europa no ha funcionado por la mentalidad a corto plazo de muchas de las empresas que han intentado implementar esta metodología y la falta de compromiso por parte de los trabajadores y de la alta dirección en las empresas, sin embargo, supone una gran oportunidad para mejorar los productos o servicios ofreciendo una mejor calidad y a un menor coste, además de mejorar la comunicación entre los diferentes departamentos de la empresa.

3.2. Análisis DAFO de la metodología *Design Thinking*

En este apartado se va a analizar la metodología *Design Thinking* mediante un análisis DAFO

3.2.1. Debilidades

Para que la metodología del *Design Thinking* se realice de manera correcta es necesario que alguien tenga el conocimiento suficiente para llevar a cabo las dinámicas y proponga las herramientas adecuadas para crear un clima idóneo para la innovación. Esta persona debe ser capaz de gestionar a las personas. (Brown, 2008; dinngo, n.d.)

Es importante, que la dirección de la empresa esté comprometida con la metodología y proporcione los recursos necesarios para realizarla. (Brown, 2008)

Muchas de las ideas que llegan a la fase de los prototipos son muy difíciles de implementar o están demasiado focalizadas, perdiendo de vista el público objetivo. (Alba, n.d.)

3.2.2. Amenazas

Al realizarse las actividades en grupo, es necesaria una colaboración y un soporte de grupo para crear un buen ambiente de trabajo, por lo que pasar mucho tiempo junto y no conseguir eliminar los juicios de valor, puede llegar a crear un mal entendimiento entre las diferentes personas del grupo. Además, algunas personas pueden sentirse desplazadas y sentir que no están aprovechando su tiempo si no se tiene en cuenta su opinión.

Es importante aceptar la ambigüedad que proporciona el diseño, ya que es muy difícil medir el valor que te proporciona una mejor experiencia o calcular el retorno que te produce una inversión en creatividad. (Alba, n.d.)

3.2.3. Fortalezas

El *Design Thinking* es una metodología que se puede aplicar a cualquier disciplina, siendo un proceso flexible, al poder avanzar, retroceder o saltarse una de las fases y que se adapta fácilmente a las necesidades reales de los usuarios, ya que cada vez que se inicia un ciclo se vuelven a analizar las mejores que los clientes te han propuesto.

Al estar en continuo contacto con los clientes, se reduce el riesgo de que tu producto o servicio no vaya a satisfacer las necesidades reales de los usuarios. Además, con el *Design Thinking* se testean soluciones reales ya validadas por el usuario. (Alba, n.d.; dinngo, n.d.)

La formación de los grupos de trabajo implica juntar a un número de personas en los que cada uno tiene su opinión, por lo que se generan muchas posibles soluciones y se fomenta las relaciones entre los empleados.

En esta metodología es imprescindible documentar todo el proceso, por lo se puede analizar a posteriori los errores y mejoras que se han ido realizando durante el proceso de innovación. Los errores cometidos en el proceso son parte del proceso de innovación y no suponen un gran gasto.

3.2.4. Oportunidades

Al trabajar en grupos multidisciplinares, se juntan personas de distintas áreas que de normal no se juntarían, por lo que surge la oportunidad de crear un mejor clima de trabajo dentro de la empresa. (Alba, n.d.; dinngo, n.d.)

Elimina el miedo a equivocarse de las personas, lo cual fomenta su creatividad y su predisposición a los cambios.

El *Design Thinking* se caracteriza por ser una metodología creativa e innovadora, por lo que se busca soluciones y productos innovadores que permiten diferenciarse de la competencia y se puede lograr un mejor posicionamiento del producto o servicio en el mercado.

3.2.5. Conclusiones *Design Thinking*

En la Figura 25 se puede apreciar el resumen del análisis DAFO realizado en la metodología *Design Thinking*.

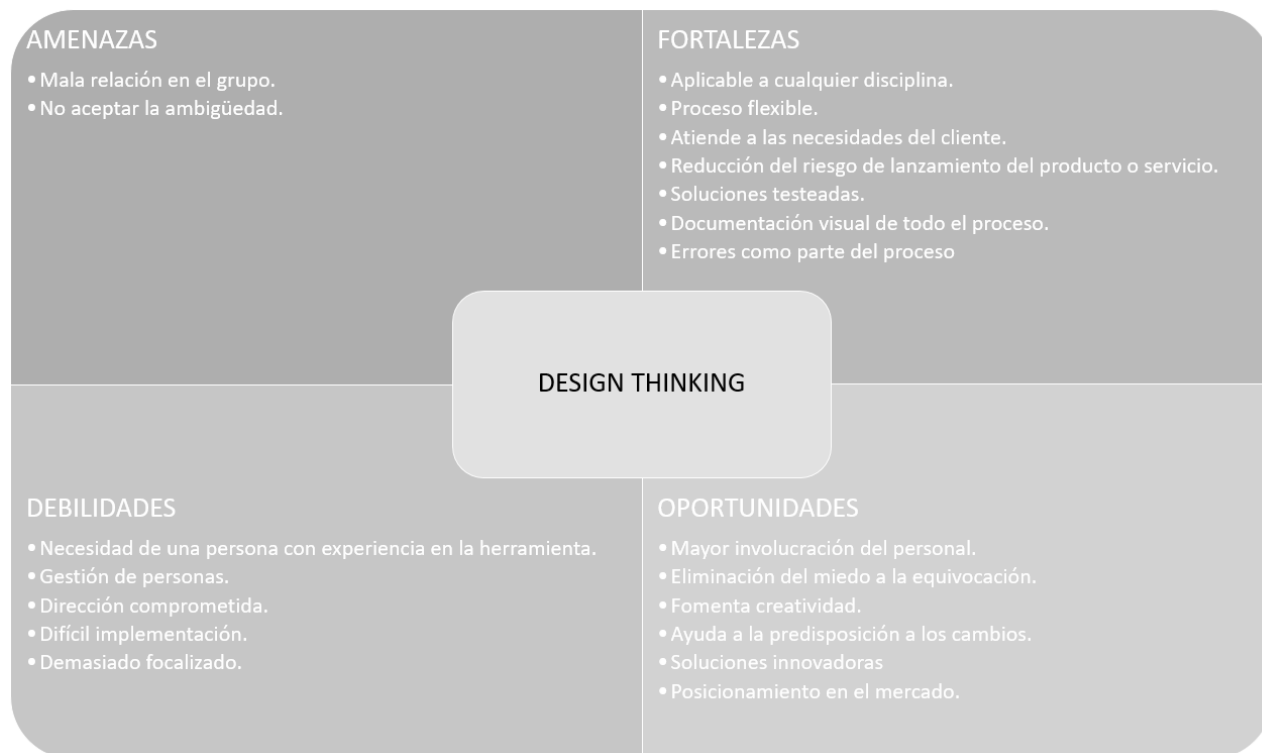


Figura 25. Análisis DAFO *Design Thinking*. Fuente propia

A la vista del análisis DAFO realizado, se puede observar que el *Design Thinking* presenta una gran oportunidad para las empresas de crear productos innovadores para diferenciarse de sus competidores, siendo una metodología flexible y adaptada a las necesidades específicas del producto, reduciendo así el riesgo de un producto o servicio novedoso. Además, es una forma muy buena de fomentar la relación entre las distintas áreas de la empresa al juntarse en grupos multidisciplinarios.

3.3. Sinergias

Uno de los objetivos del proyecto actual ha consistido en el análisis de cada una de las metodologías que se han estudiado para proceder a analizar a las dos en conjunto, buscando posibles sinergias, buscando maximizar las fortalezas y oportunidades que ambas nos presentan y minimizando las debilidades y amenazas.

En la metodología *Design Thinking* al tener que hacer un prototipo de una idea en un corto periodo de tiempo, puede ayudar a mejorar a acortar los tiempos de mejora de las soluciones en el *Kaizen*. Además el *Design Thinking* permite flexibilizar el proceso de mejora, dando la oportunidad de mezclar a diferentes personas de diferentes departamentos que pueden aportar frescura y una nueva visión a las personas de las áreas.

Al trabajar en equipos mezclados, el *Kaizen* y el *Design Thinking* se complementan a la perfección, creando un ambiente de trabajo en el que las personas se comprometen y puedes comprender la situación y el trabajo de otras personas.

La parte de implantación del *Kaizen*, puede ser un poco tediosa al estar buscando mudas de manera reiterada y la implementación de esas mejoras no llegan por falta de previsión o por falta de viabilidad, sin embargo, las técnicas de *Design Thinking* proporcionan la oportunidad de poder construir o implementar prototipos y testear de una manera sencilla.

Cuando se trabaja en la filosofía *Kaizen*, el primer paso es la búsqueda de mudas o desperdicios que no aportan valor al proceso de producción. En esta búsqueda reiterada de desperdicios se puede perder el foco y no centrarse en sacar los productos con la mayor calidad y velocidad posible. El *Design Thinking* aporta esa visión general al mezclar todas las áreas.

En todas las empresas, los trabajadores siempre tienen miedo a la equivocación, y a pesar de que trabajando con la filosofía *Kaizen* se posible volver al estado inicial con un coste muy bajo, siempre queda la posibilidad de equivocarse. Es por ello, que el *Design Thinking* aporta quitar ese miedo a la equivocación y predisposición al cambio, pues en todo el proceso de construcción de un prototipo se desechan ideas o se construye sobre ellas.

A modo de resumen, se adjunta la Tabla 4:

Debilidad <i>Kaizen</i>	Fortaleza DT	Sinergia
Cambio de cultura	Generación de empatía	Predisposición al cambio
Poco compromiso	Generación de compromiso	Nuevas relaciones
Largo plazo	Corto plazo	Flexibilizar y acelerar el plazo
Pérdida de foco	Visión más amplia	Nuevas visiones y opiniones innovadoras
No hay testeo antes de la implantación	Testeo	Se reducen los riesgos de no implantar una buena solución

Tabla 4. Resumen sinergias. Fuente propia

4. Metodología

En este apartado se van a realizar tres propuestas de implantación para estandarizar el *Kaizen* apoyado en la metodología *Design Thinking*.

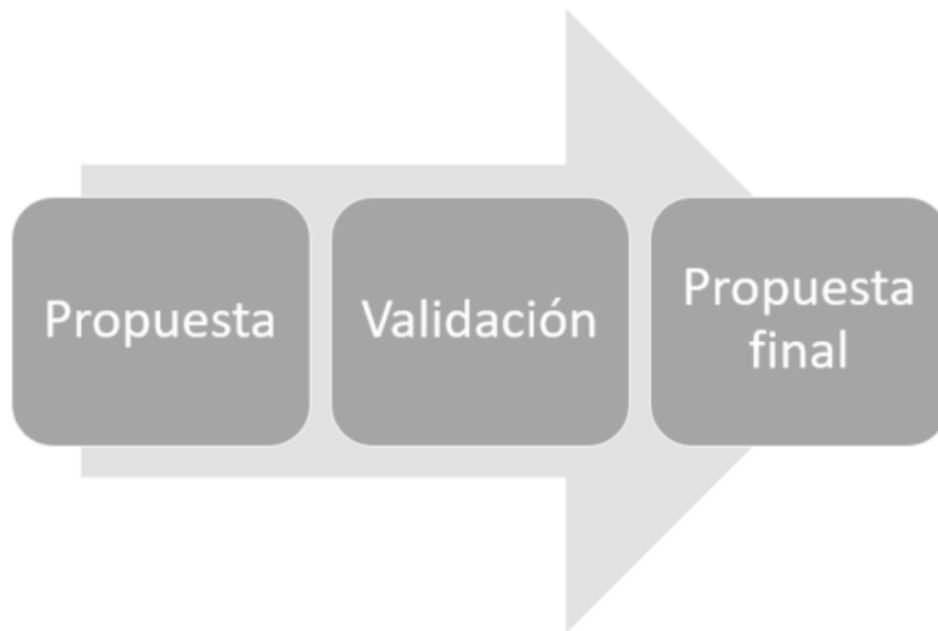


Figura 26. Flujo de creación. Fuente propia

4.1. Primera propuesta: templo *Gemba-Kaizen*.

La primera propuesta consiste en emplear el templo *Gemba-Kaizen* (Figura 7) como base para aplicar el *Kaizen*, crear un flujo en el que se recorren las distintas bases (gestión visual del trabajo en equipo, creación de círculos de control de calidad para la mejora de la moral del equipo, se aplican sugerencias para generar autodisciplina, se aplican las 5S, se eliminan las mudas y se genera una estandarización del proceso). En la creación de este flujo se aplican herramientas e ideas del *Design Thinking* para mejorar el proceso.

Las ventajas de este método residen en que se hace un trabajo completo, en el que se involucra al equipo por completo, creando un ambiente dinámico de trabajo. Además, se fomenta la mejora continua y la participación de los empleados, se crea un proceso estándar y se eliminan desperdicios, generando una mayor calidad, seguridad y una mejor gestión. Apoyarse en las técnicas del *Design Thinking*, permite incrementar el número de herramientas disponibles para la generación de ideas. Por otro lado, la creación de un flujo estándar es complejo, debido a que no existe un orden preferente donde empezar.

4.2. Segunda propuesta: historia del *Kaizen*.

La segunda propuesta se basa en el flujo de implementación basado en la historia del propio *Kaizen* que Masaaki Imai propone (apoyándose en el caso *Toyota*). Este flujo consiste en la elección del tema, comprender la situación actual y fijar los objetivos, donde se comprende en profundidad y se revisan la situación actual. Durante cada etapa, se aplican herramientas e ideas del *Design Thinking*.

En esta segunda propuesta se puede observar que Imai establece un orden por dónde empezar ese flujo de mejora continua, de igual manera que crea un ambiente de trabajo que fomenta la mejora continua y permite crear un equipo comprometido a lo largo del tiempo. Por el contrario, no se profundiza en qué herramientas son necesarias para crear un flujo de trabajo estandarizado.

4.3. Tercera propuesta: *Design Thinking*

Por último, la última propuesta reside en el flujo del *Design Thinking* (Figura 23), en el que durante las fases de empatizar, definir, idear, Prototipar y testear se aplican técnicas de la filosofía *Kaizen*.

La ventaja principal de esta propuesta reside en que el flujo de trabajo está estandarizado (Brown, 2008), por lo que supone una base sólida en la que apoyarse con herramientas muy potentes. El inconveniente de esta propuesta radica en que el nexo de unión entre las herramientas del *Kaizen* y el *Design Thinking* no resulta evidentes y es difícil de incorporarlo.

A continuación, se puede apreciar la Tabla 5. Resumen propuestas. Fuente propia con las ventajas e inconvenientes de cada una de las propuestas:

PROPUESTA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Templo <i>Gemba-Kaizen</i>	• Creación de un ambiente dinámico. • Fomenta mejora continua y autodisciplina. • Muchas herramientas disponibles	• Flujo complejo de diseñar. • No existe un orden preestablecido
Historia del <i>Kaizen</i>	• Orden preestablecido. • Fomenta mejora continua y compromiso. • Muchas herramientas disponibles. • Método testeado en grandes empresas	• La selección de que herramientas utilizar en cada fase es complicado
Flujo <i>Design Thinking</i>	• Método estandarizado • Ideas innovadoras	• Dificultad de unión entre el <i>Design Thinking</i> y el <i>Kaizen</i>

Tabla 5. Resumen propuestas. Fuente propia

4.4. Propuesta final

En la propuesta final (Figura 27), se ha tomado de base la propuesta de historia del *Kaizen*, debido a las ventajas que conlleva por haber sido testado en grandes empresas como Toyota y tener un orden preestablecido. Se le han añadido en distintas partes del flujo la propuesta 3 (flujo *Design Thinking*) para la parte de creación de ideas y soluciones innovadoras. Y por último se le ha añadido la propuesta 1 (Templo *Gemba-Kaizen*) para fomentar la mejora continua y disciplina. En resumen, se ha seleccionado lo mejor de cada una de las propuestas intentando eliminar las desventajas.

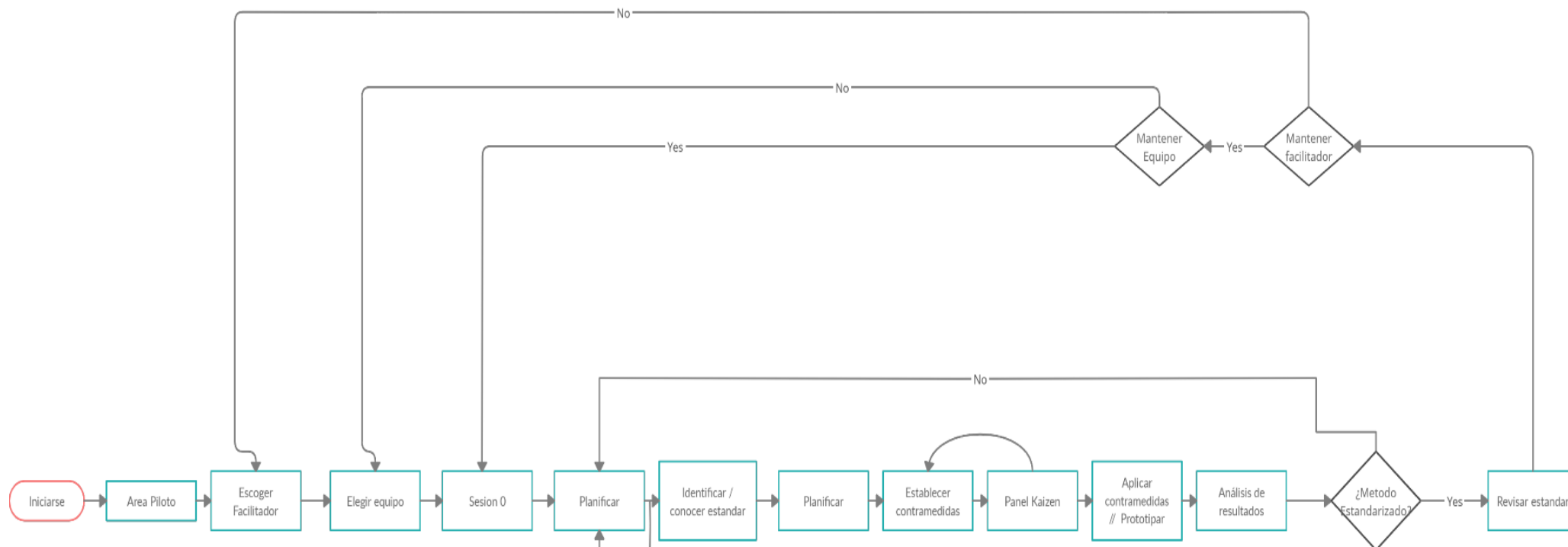


Figura 27. Flujograma de la propuesta final. Fuente propia

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

Fco Javier Planas Villagrasa
 Junio 2021

A continuación, se analiza cada etapa en profundidad:

1. Se decide realizar el proyecto

En la cultura occidental, como se ha podido observar anteriormente, prima más la innovación que la mejora continua (Figura 19). Es por ello que el primer paso debe involucrar al alta directiva, siendo ellos los promotores y los que tengan un compromiso de realizar el proyecto. Sin el compromiso de la alta dirección, la implantación del *Kaizen* carece de sentido.

2. Se selecciona área piloto

El segundo paso consiste en seleccionar un área de prueba, donde poder comprender el proceso completo, de tal manera que a posteriori se pueda seguir el mismo proceso en el resto de áreas de trabajo

3. Se escoge al facilitador

El facilitador es la persona encargada de guiar las sesiones de trabajo que se van a llevar a cabo. Esta persona debe conocer las herramientas tanto del *Design Thinking* como del *Kaizen*. Además, debe ser una persona proactiva que genere la participación de todas las personas de la empresa.

4. Se elige equipo

Para la realización de los equipos lo primero es hacer una entrevista individual donde se ponga en conocimiento los conocimientos en las áreas de trabajo y el perfil de trabajador que es. Es importante que los equipos sean multidisciplinares, de manera que se tenga una visión lo más grande posible y se generen la mayor cantidad de ideas diferentes. En cada uno de los equipos, al menos una de la persona debe conocer el área en profundidad.

5. Se hace una sesión 0

La sesión 0 es la primera sesión de trabajo de los equipos en el área de trabajo. Se trata de una fase de empatizar (primera fase del proceso de *Design Thinking*), en la que se intentará que todos los miembros del comprendan como se trabaja en esa área, qué personas están implicadas, conocer (si existe) un estándar en el proceso y cuáles pueden ser los problemas que existen.

6. Planificación 1

Junto con el líder del equipo (esta será la persona que más conocimiento del área tenga), se establece la formación que será necesaria para alcanzar los conocimientos mínimos del área el resto de miembros del equipo. En esta etapa el facilitador decide los roles de cada una de las personas.

El facilitador también planificará las sesiones de trabajo y será la persona encargada de establecer los recursos necesarios para llevar a cabo esas sesiones. También explicará las reglas de oro del *Design Thinking* (tjana Borovikov et al., 2013)

- Debe existir un mediador en el grupo.
- Cada persona debe confiar en el resto de personas
- Equipo multidisciplinar
- Preparar al grupo para la incertidumbre
- Exigir explorar nuevos espacios y aprendizajes
- Promover una cultura de retroalimentación.
- Fomentar un ambiente creativo
- Seguir las ideas del equipo
- Celebrar tanto los éxitos como los fracasos

La alta dirección será la encargada de establecer los objetivos para cada área y los indicadores necesarios para llevar un control. El líder del equipo hará un reporte a la alta dirección cada X tiempo (la alta dirección establecerá ese periodo en función de la dificultad de cada área de trabajo)

7. Identificar/conocer estándar y raíz de los problemas

En esta etapa existen dos objetivos: conocer los estándares que existen y conocer la raíz de los problemas.

Respecto a la existencia de estándares, será el líder del equipo la persona que explique los estándares actuales. Si no existe ninguno, en las posteriores etapas se establecerán.

Por otro lado, es importante llegar al fondo de la cuestión en los problemas que surgen en el área de trabajo, tanto a corto plazo como a largo plazo. Esta etapa es muy importante para no cometer los mismos errores que se han cometido en el pasado.

8. Planificación 2

En la segunda planificación, se revisará tanto la formación necesaria que deben tener los miembros del equipo como los recursos, organización de sesiones y si los roles de equipo han sido bien planteados según el perfil de cada trabajador. Además, se hará un análisis de los costes que supondrá llevar a cabo esta planificación.

9. Sesiones de establecer contramedidas (definir-idear)

Esta etapa se corresponde con la etapa de definir-idear del proceso de *Design Thinking*. El primer objetivo es depurar toda la información que se tiene hasta este punto e identificar los problemas que tengan una solución viable.

Por otro lado, el segundo objetivo de esta etapa reside en la generación de la mayor cantidad de ideas para la resolución de los problemas.

En esta etapa el facilitador propone las distintas actividades y herramientas que el equipo debe utilizar. Además, se establecen la periodicidad de las reuniones y sesiones de retroalimentación. No existe un número limitado de sesiones, será el facilitador el encargado de dar el paso a la siguiente fase.

10. Crear panel *Kaizen*

Una de las bases del templo *Gemba-Kaizen* es que se trabaje de una manera visual. Es por ello que es muy importante que todas las sugerencias que hacen los empleados, las mejoras que se van a realizar, los indicadores de las medidas que se están realizando, las medidas que se han realizado y los resultados de estas medidas se lleven a un panel para que todos los empleados vean el compromiso de la empresa para implantar estos cambios.

11. Aplicar contramedidas (Prototipar)

Esta etapa se corresponde con la fase de prototipado del proceso de *Design Thinking*. En esta fase se ponen en acción las soluciones y medidas que se han establecido en la fase 8 de la manera más sencilla posible, de tal manera que se pueda modificar antes de darla por válida.

El facilitador dará las herramientas y recursos necesarios para la creación de estas soluciones (en la segunda planificación se ha establecido un presupuesto y revisado los recursos, que se puede modificar bajo consulta con la alta dirección)

12. Análisis resultados // testear

Esta etapa se correspondería con la última fase del proceso de *Design Thinking*. En esta fase se pone a prueba las soluciones y medidas de la fase anterior y posteriormente se analizan los resultados. Como se ha comentado anteriormente, se pondrán en el panel *Kaizen* para que todos los trabajadores puedan ver la evolución de las mejoras. Además, es importante hacer informes de todas las mejoras realizadas. Este informe lo debe revisar todo el equipo para recabar toda la información del proceso de mejora.

El testeo se puede clasificar bajo tres criterios:

- Testear un producto que se fabrica.
- Testear un área piloto (por ejemplo ordenar un armario).
- Testear un producto de forma que se quede implantado.

13. Revisar estándar

Antes de cambiar el equipo o el facilitador, es necesario revisar si las medidas o soluciones aplicadas crean un estándar, en el caso de que no hubiese, o mejoran el estándar actual.

Después de hacer la prueba con el área piloto, y comprobar los resultados, el proceso estandarizado para el resto de áreas se correspondería desde la fase 3 hasta la fase 13.

5. Desarrollo de la propuesta

En todos los proyectos es necesario un área piloto donde poder implantar la mejora para poder realizar las pruebas necesarias antes de implantarlo a nivel general. El área seleccionada en este proyecto es el área de fabricación de la escuela de ingeniería ICAI. A continuación, se comenta la ejecución de cada uno de los pasos mencionados en el flujograma (Figura 27).

5.1. Iniciarse

Como se ha comentado anteriormente, el primer paso consiste en la involucración y el compromiso de la alta directiva. En este caso, la alta directiva se corresponde a los tutores que dirigen el proyecto actual Mariano Jiménez y Jon Fernández.

Estas dos personas, colgaron el proyecto en la plataforma de Comillas de proyectos de fin de máster dando un total apoyo y compromiso durante todo el proyecto, aportando ideas, respondiendo las dudas y marcando los tiempos para llegar a finalizar el proyecto.

5.2. Área Piloto

Antes de comenzar lo que sería la implantación a nivel general en toda la escuela, para poder llevar unos resultados a la alta dirección de la escuela, es necesario implantar el método en una pequeña área para luego poder generalizar.

En este caso, se han escogido tres áreas de los laboratorios de fabricación. El primero consiste en el laboratorio de fabricación aditiva que actúa como una mini fábrica dando servicio de impresión 3D o de fabricación aditiva tanto a alumnos en sus proyectos de fin de grado o máster, como a profesores en sus labores de investigación o a diversas empresas que requieran de la fabricación de algún prototipo para testear las ideas. En segundo lugar se corresponde el laboratorio de metrología cubriendo las el servicio de docencia como principal objetivo y servicio de mediciones para empresas como servicio secundario. Por último, se va a implantar en el área de soldadura que tiene un objetivo exclusivo de docencia.

5.3. Escoger Facilitador

El facilitador tiene que ser una persona que guía al resto del equipo para llegar a los objetivos establecidos por la dirección, el cual tiene que disponer de los conocimientos de las herramientas de *Design Thinking* y *Kaizen*.

En este caso, como autor del actual proyecto, soy el facilitador. Antes de poder crear un flujo, he tenido que adquirir los conocimientos de *Kaizen* y *Design Thinking* desarrollados en el estado del arte y profundizar en cada uno de ellos, dando una visión en la metodología encontrando las sinergias entre ambas.

5.4. Elegir Equipo

En este caso el equipo venía definido por las personas relacionadas con la implantación del *Kaizen* en las áreas anteriormente definidas. En el área de fabricación aditiva las personas que trabajan en él son Mariano Jiménez, Carlos Rubio (alumno colaborador del departamento) y David Fraiz (profesor de ICAI). En el área de metrología las personas que trabajan en el son los profesores de las distintas asignaturas que utilizan ese laboratorio. De igual manera que en el laboratorio de metrología, las personas que trabajan en el área de soldadura son los profesores de la asignatura de tecnología de fabricación: David Fraiz, Mariano Jiménez y Luis Rayado.

Todas las personas anteriormente citadas han participado de forma directa o indirecta en las sesiones de trabajo, siendo partícipes de las sesiones de trabajo o mediante la realización de encuestas.

5.5. Sesión 0

La primera parte de la sesión 0 se trató de conocer en profundidad las actividades que se realizaban en cada una de las áreas en las que se quiere implantar la metodología *Kaizen*. Esta parte de la sesión se realizó mediante la técnica de *Design Thinking* AEIOU, en formato de entrevista en cada uno de los puestos de trabajo (las preguntas formuladas se pueden ver en el anejo 1 y el contenido de cada una de las sesiones se expone a continuación).

En este apartado se van a comentar las distintas sesiones de trabajo que se han realizado para el análisis de los laboratorios y la implantación de los distintos métodos elegidos.

5.5.1. Sesión 1 (4/3/2021)

La primera sesión de trabajo se trató de analizar y comprender los problemas relacionados con el área de fabricación aditiva. Siguiendo el método de *Design Thinking*, se trata de la fase de empatizar. En esta actividad participamos: Mariano Jiménez (profesor de ICAI y gestor del laboratorio), Carlos Rubio (colaborador del laboratorio), Jon Fernández y yo.

En las siguientes figuras (Figura 28, Figura 29 y Figura 30) se pueden observar las distintas áreas que forman el laboratorio de fabricación aditiva.

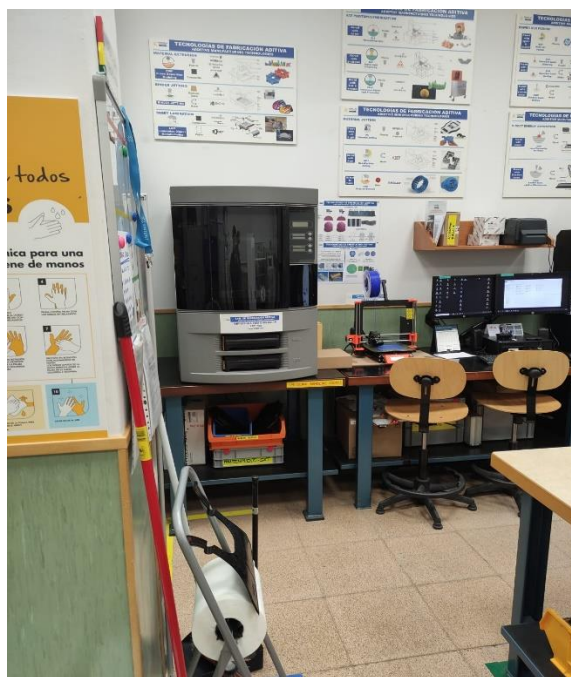


Figura 28. Laboratorio de fabricación aditiva Fuente propia

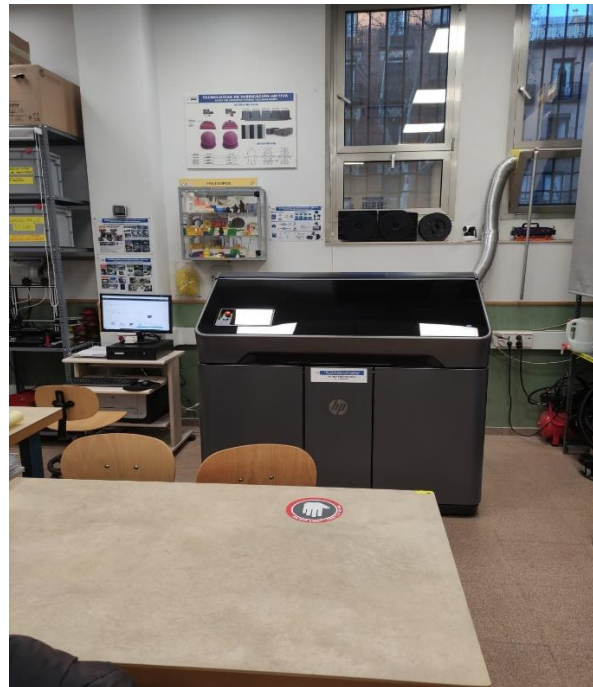


Figura 29. Laboratorio de fabricación aditiva Fuente propia

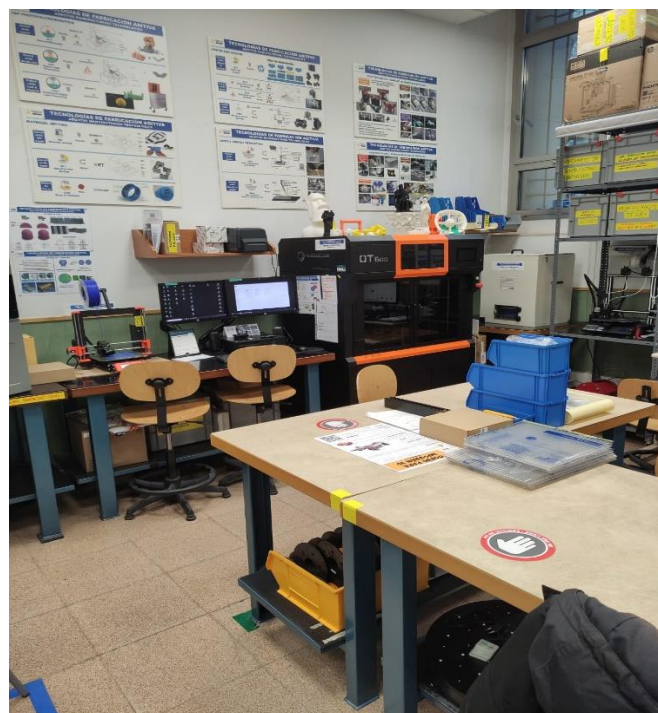


Figura 30. Laboratorio de fabricación aditiva Fuente propia

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en *DESIGN THINKING*

Fco Javier Planas Villagrasa
Junio 2021

En la sesión se siguió un guion de preguntas (

ANEJO I), de las que se pudo sacar la siguiente información.

- El servicio que proporciona el área de fabricación aditiva consiste en dar un servicio de impresión 3D o de fabricación aditiva. Este servicio se proporciona a los alumnos (tanto los alumnos que necesitan piezas para sus TFGs/TFM como alumnos que desean fabricar piezas para consumo propio), a las asociaciones de estudiantes (ICAI 3D, ICAI Speed Club,...), a profesores en la elaboración de sus asignaturas e investigaciones, y a empresas que desean fabricar prototipos para testear sus ideas.
- Cuando el colaborador llega al laboratorio realiza una tarea de comprobación de inventario (tanto del material que ha de emplear para la producción de piezas, como de las piezas fabricadas) y comprobación de las piezas que se están fabricando en ese momento, con su correspondiente limpieza y comprobación de calidad. (falta mejorar el customer journey).
- El proceso de fabricación de un pedido es el siguiente.
 - Se reciben mails con los pedidos, que se almacenan en el programa de Microsoft *planner*, y se ponen las tareas a los diversos integrantes del equipo de producción (Mariano Jiménez, David Fraiz y Carlos Rubio).
 - Los correos deben contener un archivo stl y una exigencia de la cantidad de piezas que se desean fabricar.
 - Se analiza el archivo STL, con los criterios de diseño de impresión (en caso de ser correctos se almacena en el programa *planner* y se pone a la cola, en caso de un mal diseño de impresión, como por ejemplo fallo en los espesores o tolerancias, se devuelve al cliente o se retoca). Aunque en este laboratorio no se proporciona servicio de ingeniería, el 90% de los pedidos tienen los fallos comentados anteriormente y se hace un servicio de realimentación para poder fabricarlos. El principal problema de este apartado, es la pérdida de tiempo que conlleva este servicio de ingeniería, porque los clientes que envían sus pedidos no diseñan bajo los criterios de impresión 3D. Además, se asume el servicio de retroalimentación o ingeniería como parte del trabajo de la fábrica bajo su propio coste.
 - Una vez realizada la primera comprobación, en función de la cantidad de piezas a fabricar y funcionalidad de la pieza se elige el material.
 - Una vez impreso el modelo, se comprueba la calidad de la pieza de manera visual.
- Los factores más importantes dentro del laboratorio son los siguientes:
 - Al ser un área de un tamaño reducido, el orden es indispensable.
 - Al tratarse de una fábrica integrada en los servicios de la universidad, los fines de semana se dejan piezas fabricándose, en caso de fallo no se puede reiniciar el proceso hasta el lunes por la mañana. Por estos motivos la fiabilidad de la máquina es muy importante.
 - Como se ha comentado anteriormente, el área de fabricación no es muy grande, por lo que no se pueden introducir muchas máquinas en el proceso de fabricación, por lo que una correcta planificación para gestionar la disponibilidad de las máquinas es otro factor a tener en cuenta.

-
- EL ambiente y la cultura de trabajo basados en técnicas Lean, forman parte del ambiente de trabajo de los empleados.
 - El reciclaje de los materiales se hace de una manera sostenible. Todos los desperdicios de las piezas fabricadas se reciclan para crear nuevas bobinas.
 - Los trabajadores han detectado algunos puntos para la mejora del servicio:
 - Tener un área de trabajo más grande.
 - Realizar un almacenamiento vertical, mejorando así la efectividad de almacenaje. Han puesto estanterías a lo largo de las paredes, desde el suelo hasta el techo para aprovechar esos espacios.
 - Algunos de las personas que utilizan el laboratorio, solo realizan la recogida de los materiales por miedo a una penalización.
 - La falta de una disciplina de orden impuesta por la organización, cuando la alta dirección y tus compañeros realizan ese orden, provocas que la cultura y la disciplina aumenten.
 - Aplicación de las 5S de una manera básica. Se han etiquetado todas las máquinas y herramientas.
 - Se realizó un análisis de las *mudas* encontradas en el laboratorio:
 - En muchas ocasiones, el carrito de herramientas, junto con algunas de las herramientas dentro de él, no se encuentran en el lugar indicado y se pierde tiempo buscándolo.
 - No se realiza un control de inventario, no existe un control sobre el material en el inventario, el control de las resinas y demás elementos del laboratorio.
 - No hay un control sistematizado de los documentos.
 - No existe un proceso de fabricación definido.
 - La falta de conocimiento por parte de los clientes, retrasa los pedidos por el servicio de retroalimentación que hay que realizar.
 - No existe un buzón de sugerencias.
 - No hay una web para poder realizar los pedidos.
 - Se preguntó a los empleados, ¿qué cosas se cambian constantemente en el laboratorio y qué os gustaría cambiar?
 - En el laboratorio se cambian las cosas constantemente de sitio debido a las mejoras introducidas, como las estanterías o la codificación de los materiales y piezas.
 - Existe un desequilibrio debido a la falta de incentivos por realizar bien las cosas y tenerlo todo de manera ordenada. No existe una estrategia Lean que venga desde la dirección de ICAI, sino que se ha empleado solamente en el laboratorio de fabricación aditiva.
 - Uno de los objetivos en este proyecto consistiría en realizar las tareas en el menor tiempo posible, de manera que se pueda invertir el tiempo ahorrado en tareas que aporten valor.
 - Existe un problema en la formación de los alumnos colaboradores debido a su alta rotación.

- Se realizó, empleando la técnica del mapa de actores propuesta en la fase de empatizar de *Design Thinking*, el mapa de actores del área de fabricación aditiva (Figura 31).

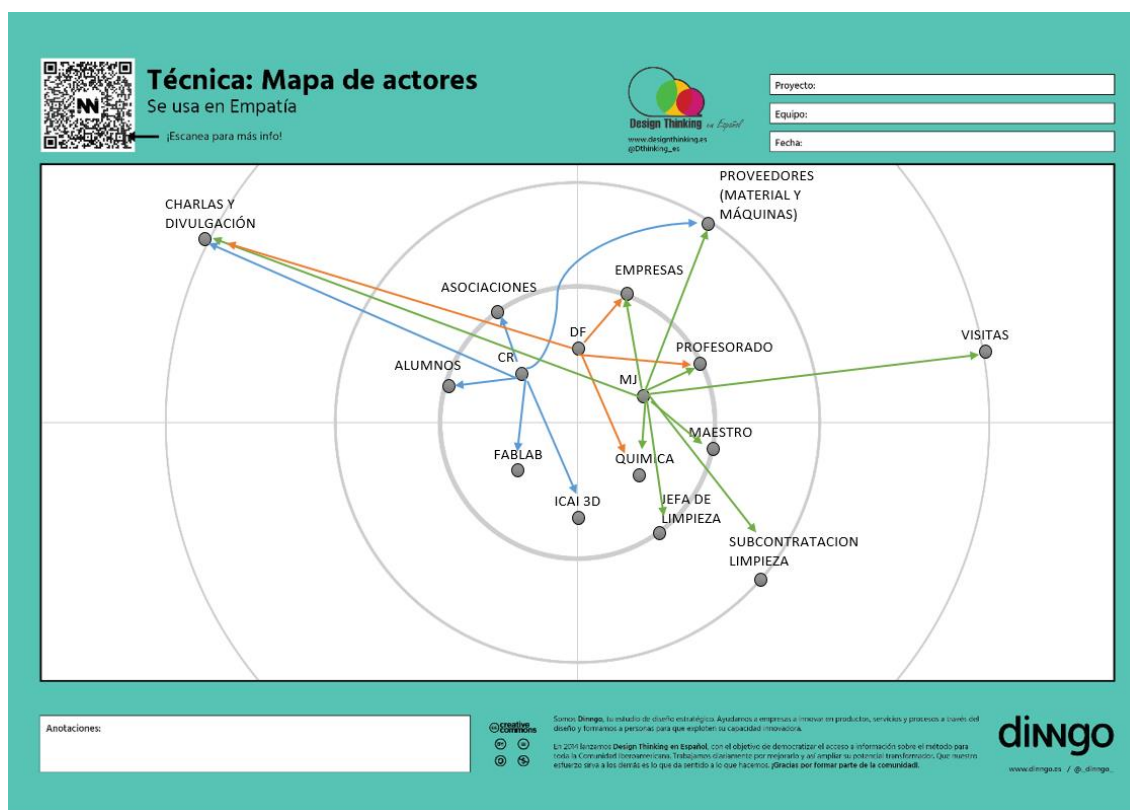


Figura 31. Mapa de actores del área de fabricación aditiva. Fuente propia

5.5.2. Sesión 2 (11/3/2021)

La segunda sesión de trabajo se trató de analizar y comprender los problemas relacionados con el laboratorio de metrología y los puestos de soldadura del laboratorio de fabricación. Siguiendo el método de *Design Thinking*, se trata de la fase de empatizar. En esta actividad participamos: Mariano Jiménez (profesor de ICAI y gestor del laboratorio), Jon Fernández y yo.

En las siguientes figuras (Figura 32, Figura 33, Figura 34) se pueden observar las distintas áreas que forman el laboratorio de metrología.



Figura 32. Laboratorio de metrología de ICAI. Fuente propia



Figura 33. Laboratorio de metrología de ICAI. Fuente propia

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en *DESIGN THINKING*

Fco Javier Planas Villagrasa
Junio 2021



Figura 34. Laboratorio de metrología de ICAI. Fuente propia

De igual manera que en la primera sesión, se siguió el guion de preguntas (

ANEJO I), de las que se pudo sacar la siguiente información.

- El servicio principal del laboratorio de metrología es la docencia. En este laboratorio se imparten prácticas de las asignaturas de fabricación y de diseño, integración y verificación de máquinas. Además, se proporciona un servicio al alumnado de asociaciones, en especial al ICAI speed club, para poder realizar las mediciones de las piezas que fabrican, un servicio a profesores investigadores y un servicio de metrología a empresas que solo necesitan una aproximación en sus medidas.
- En estas prácticas se utilizan las máquinas de visión, los brazos de medición, y el rugosímetro.
- EL mantenimiento de los equipos lo realizan Marian Jiménez y el maestro del laboratorio. En caso de no poder arreglar la máquina se llama al servicio técnico de la empresa que ha vendido los equipos.
- Al terminar las prácticas los alumnos son los responsables de recoger el material que han empleado y posteriormente, el profesor revisa que se encuentra todo en su sitio.
- Para la compra de equipos nuevos, es necesario aportar un documento que acredite el uso de nuevos equipos y calcular el rendimiento que se va a hacer de él.
- Los factores más importantes dentro del laboratorio son los siguientes:
 - Hay un gran recurso tanto humano como técnico.
 - Gran distribución de las mesas para trabajar en grupos de 12 personas.
 - Gran calidad del material.
- Los trabajadores han detectado algunos puntos para la mejora del servicio:
 - Falta de utilización del material del laboratorio.
 - Falta de motivación del alumnado.
 - Falta de liderazgo.
 - No existe el rol de *product manager*. Detrás de una instalación técnica, en la que se deben dirigir ciertos recursos técnicos, debe existir el rol de *product manager* para realizar la gestión de los recursos.
 - Reestructuración
- Se realizó un análisis de las *mudas* encontradas en el laboratorio:
 - No se realiza un control del inventario.
 - No hay un orden concreto para las cosas (se realizaron unas fichas técnicas para cada máquina, que no se encuentran en el lugar indicado).
 - No funcionan correctamente todas las máquinas por falta de uso.
 - No se realizan controles de calidad.
 - No se puede dar un servicio más técnico a la sala *Lean* por no ser una sala blanca.
 - No hay una sincronización de los recursos.
- Se han aplicado a ciertas zonas del laboratorio técnicas:
 - Se han realizado fichas técnicas para cada uso de las máquinas.
 - Se han identificado y señalizado todas las máquinas y herramientas en el laboratorio.

- Mediante el trabajo de fin de grado de un alumno de ICAI, se implementó las 5S a uno de los armarios donde se guarda el material. En la figura 33 se puede observar la diferencia entre el antes y el después.



Figura 35. Resultado de la aplicación de las 5S. Fuente: cedido por Mariano Jiménez

- Se realizó, empleando la técnica del mapa de actores propuesta en la fase de empatizar de *Design Thinking*, el mapa de actores del laboratorio de metrología (Figura 36).

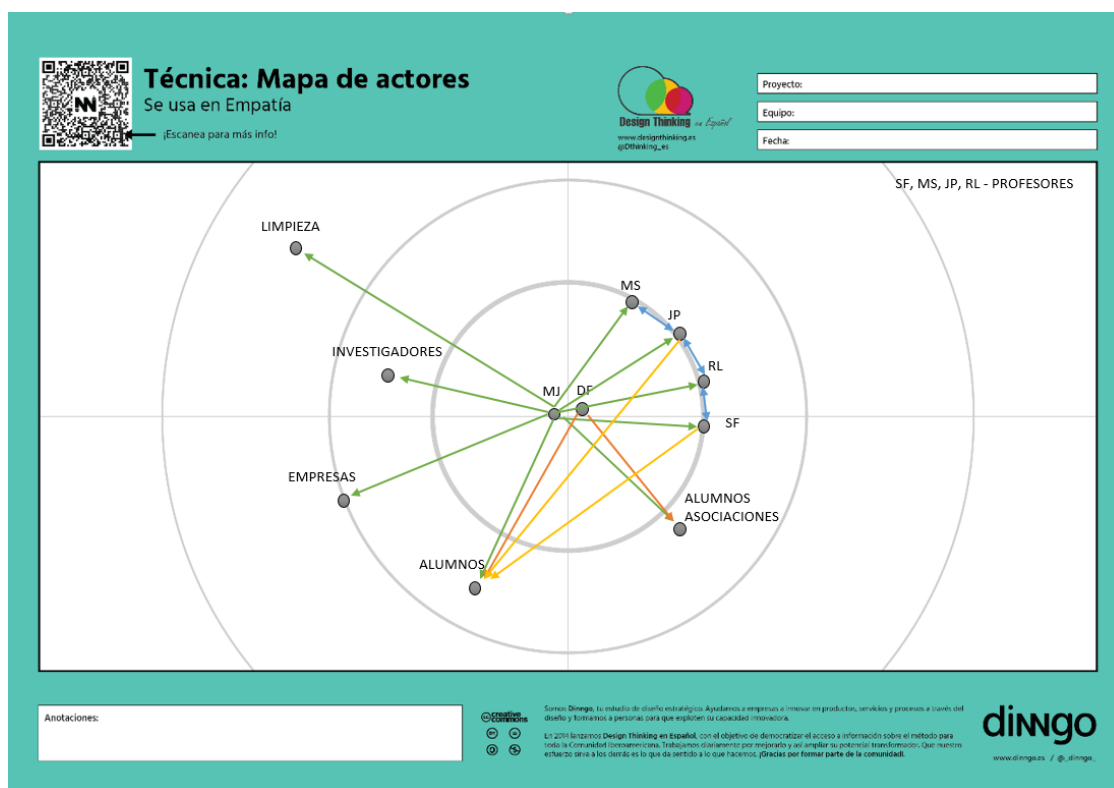


Figura 36. Mapa de actores del laboratorio de metrología. Fuente propia

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

Fco Javier Planas Villagrasa
Junio 2021

Al acabar con la parte de metrología, se continuó con el laboratorio de fabricación con el área de soldadura. De igual manera, se siguió el guion de preguntas del anejo I.

- El servicio principal del área de soldadura es la docencia. En este laboratorio se imparten prácticas de la asignatura de fabricación. No se proporcionan otros servicios como en otro laboratorio.
- En estas prácticas se utilizan los elementos para realizar soldadura mediante arco eléctrico electrodo revestido y soldadura MIG/MAG, soldadura blanda, soldadura por resistencia eléctrica y soldadura TIG. Los alumnos tienen que utilizar los elementos de seguridad: máscara de soldar, guantes de cuero, delantal de cuero, casaca de cuero y gafas. En la figura 35, se puede apreciar donde está colocado todo este material.
- EL mantenimiento de los equipos lo realizan Marian Jiménez y el maestro del laboratorio. En caso de no poder arreglar la máquina se llama al servicio técnico de la empresa que ha vendido los equipos.
- Al terminar las prácticas los alumnos son los responsables de recoger el material que han empleado y posteriormente, el profesor revisa que se encuentra todo en su sitio.
- Los factores más importantes dentro del laboratorio son los siguientes:
 - Hay un gran recurso tanto humano como técnico.
 - Gran calidad del material. Se trabajan con recursos industriales.
 - Se mantiene un orden y una limpieza de las máquinas y las herramientas que se emplean.
 - La seguridad es un aspecto fundamental en este laboratorio. Antes de realizar las prácticas se advierte de los riesgos que puede conllevar no seguir el guion de las prácticas, se proporciona todo el material necesario de seguridad y existen hojas de seguridad (tanto de los gases para realizar la soldadura como de los electrodos).
- Los trabajadores han detectado algunos puntos para la mejora del servicio:
 - Falta de motivación del alumnado.
 - Falta de motivación por parte de la dirección para aplicar técnicas Lean en todos los laboratorios.
 - Falta de cultura de mejora continua.
- Se realizó un análisis de las *mudas* encontradas en el laboratorio:
 - No se realiza un control del inventario.
 - No se realiza auditoría *Lean*.
 - No existe una cultura *Lean*.
- Se han aplicado a ciertas zonas del laboratorio técnicas Lean:
 - Se han identificado y señalado todas las máquinas y herramientas en el laboratorio.
 - Mediante el trabajo de fin de grado de un alumno de ICAI, se implementó las 5S a uno de los puestos de trabajo de esta área. En la Figura 37, en el puesto de la derecha se ha implementado las 5S, en el puesto de la izquierda no.

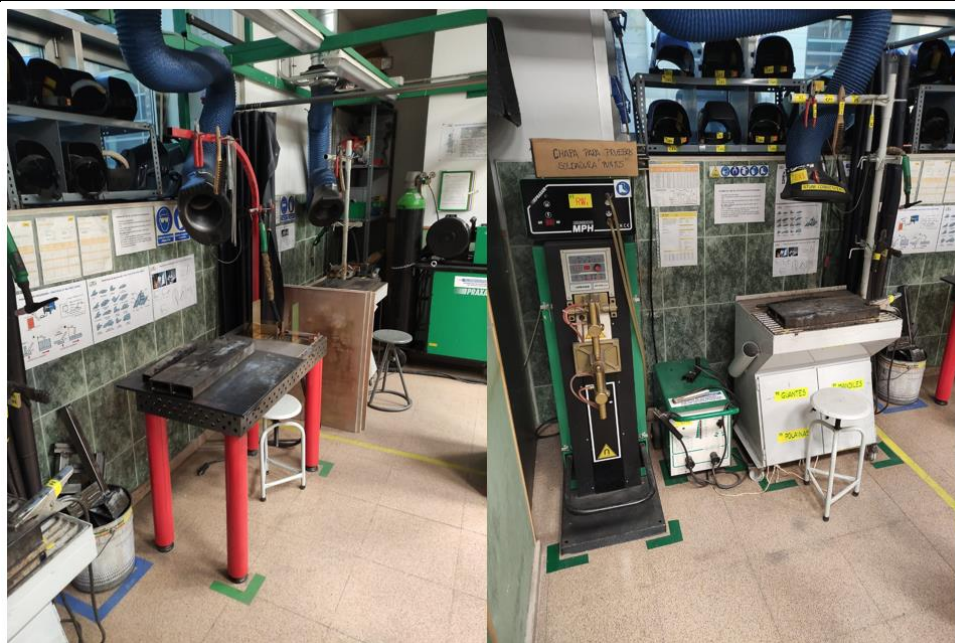


Figura 37. Puesto sin 5S (izquierda) y puesto con la implementación de las 5S (derecha). Fuente propia.

- Se realizó, empleando la técnica del mapa de actores propuesta en la fase de empatizar de *Design Thinking*, el mapa de actores del área de fabricación (Figura 38).

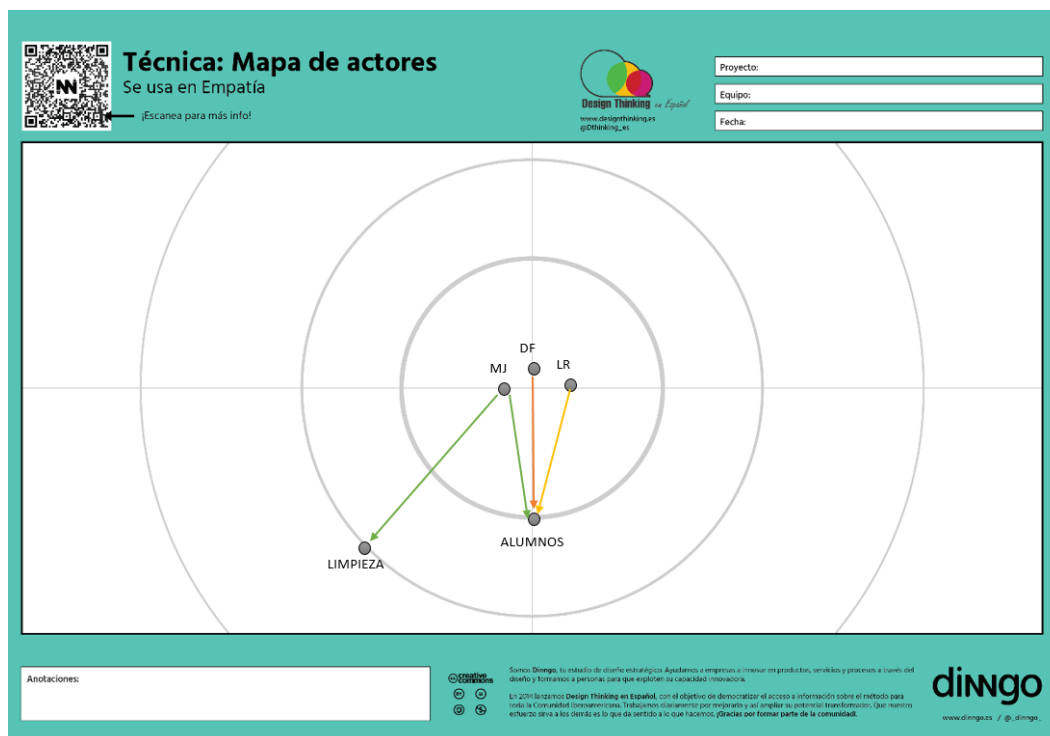


Figura 38. Mapa de actores del área de soldadura. Fuente propia

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en *DESIGN THINKING*

Fco Javier Planas Villagrasa
Junio 2021

5.6. Planificar 1

En esta primera planificación y después de haber realizado las sesiones de empatizar, para que todos los miembros del equipo conozcan las actividades que se realizan en cada uno de los laboratorios, se establece la formación necesaria para que el equipo adquiera el conocimiento necesario.

- Los alumnos colaboradores (en este caso solo está Carlos Rubio) debe conocer las técnicas *Lean* a emplear en el laboratorio de fabricación aditiva.

Para la elección de los roles, se ha decidido seguir los roles de la metodología agile, quedando de la siguiente manera:

- *Scrum* Máster: es la persona encargada de actuar como facilitador, guiando la colaboración entre los miembros del equipo. Este rol lo llevará a cabo Javier Planas.
- *Product Owner*: El objetivo de este rol es mantener la visión del producto final, maximizando el valor e interactuando con los stakeholders. En este caso asumirá el rol Mariano Jiménez, pues es el responsable del área de fabricación.
- *Development Team*: la misión es crear el producto o servicio. En este caso, el equipo lo formarán los profesores adjuntos y los alumnos colaboradores.
- *Agile Coach*: Este rol actúa desde una mirada más amplia que la del scrum master, ayudando a eliminar las barreras. En este proyecto, el agile coach será ejecutado por Jon Fernández, pues a pesar de no tener los conocimientos completos del funcionamiento de los laboratorios de ICAI, tiene una gran trayectoria y conocimiento en las herramientas *LEAN*.

Para las sesiones de identificar/conocer estándar y raíz de los problemas, será necesario una sesión donde los trabajadores mediante la realización del customer journey identifiquen el estándar en cada puesto de trabajo. Además, el facilitador debe preparar una encuesta junto con el product owner y agile coach para identificar los problemas.

5.7. Identificar/conocer estándar y raíz de los problemas

En esta etapa existen dos objetivos: conocer los estándares que se aplican y conocer la raíz de los problemas.

5.7.1. Conocer estándares

A continuación, se analizan los estándares actuales en los distintos laboratorios en los que se va a implementar el *Kaizen*.

5.7.1.1. Laboratorio de soldadura

Los objetivos que se pretenden conseguir en esta práctica consisten en realizar un estudio externo e interno del proceso de soldadura (equipo, tipos de corriente, gases de protección, preparación de los bordes de las piezas y prevención del puesto) y aplicar los conceptos teóricos mediante la realización de diferentes uniones de piezas para obtener un conjunto soldado.

En esta práctica se emplean las 3 celdas de trabajo (imagen X), en las que trabajarán 3 alumnos por celda y se emplean las técnicas TIG, MIG, puntos, arco eléctrico y soldadura blanda.

En primer lugar el profesor da los elementos de protección (mandil, guantes y pantalla de protección) a cada uno de los alumnos. A continuación, cada uno de los tres grupos va probando cada uno de los tipos de soldadura, empezando por la soldadura MIG/MAG (soldadura mediante arco eléctrico revestido) siguiendo los siguientes pasos (Cosano et al., n.d.):

1. Preparación: Posicionamos dos pletinas a solape, según muestra la figura, y damos 3 puntos (uno en el centro y los otros dos en los extremos).

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en *DESIGN THINKING*

2. Preparación: Posicionamos la siguiente pletina también a solape, según muestra la figura, y volvemos a dar puntos.
3. Preparación: Posicionamos la siguiente pletina ahora a tope, según muestra la figura, y volvemos a dar puntos a ambos lados de la pletina.
4. Limpieza: En todos los puntos dados, mediante piqueta y cepillo abrasivo, eliminamos la escoria producida por el revestimiento del electrodo.
5. Soldadura: Damos diferentes cordones en las pletinas para completar la unión soldada.
6. Limpieza: Esperamos 5 minutos a que se disminuya la temperatura de las zonas soldadas, a continuación eliminamos la escoria de los cordones.
7. Preparación: Marcamos con gramil la posición, debe ser centrada, de la pletina. Con ayuda de utillaje o escuadra la posicionamos a 90°. Con electrodo revestido damos 3 puntos, uno en el centro y otros dos en los extremos.
8. Soldadura: Previa selección de los parámetros de soldadura, realizamos el cordón mediante el proceso MIG/MAG.

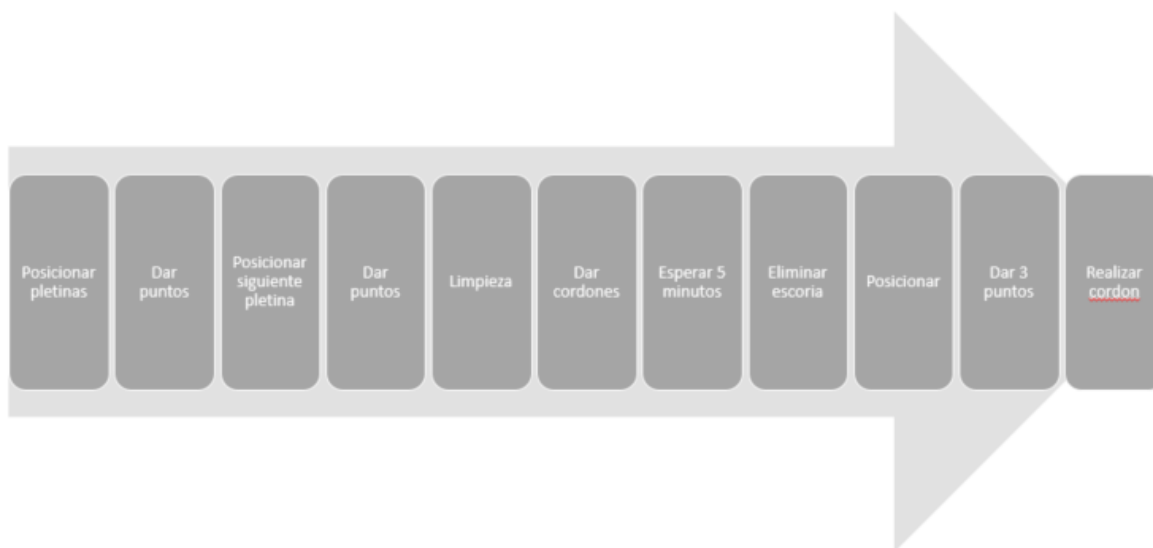


Figura 39. Flujo soldadura MIG/MAG. Fuente (Cosano et al., n.d.)

Una vez finalizada la soldadura anterior, se realiza la soldadura blanda sobre tubo de cobre, siguiendo los siguientes pasos (Cosano et al., n.d.)

1. Preparación: Cortamos el tubo a una longitud aproximada de 150 mm, mediante herramienta de corte manual.
2. Preparación: A continuación limpiamos con lija o lana de acero la superficie exterior del tubo en ambos extremos, aproximadamente la longitud que luego entrará en la T y el codo. También lijamos la parte interior de la T y del codo.
3. Preparación: Untamos con pasta desoxidante FLUX las partes a soldar, tubo y T.
4. Preparación: Encajamos las partes a unir de forma suave, asegurándonos que están limpios y exentos de grasa.

5. Preparación: Calentamos las piezas a unir, pero no el material de aportación. La temperatura de calentamiento debe permitir la fusión del metal de aportación al entrar en contacto con las piezas calentadas. El cobre, para llegar a la temperatura adecuada, adquirirá un tono rojo cereza.
6. Soldadura: Apartamos la llama ligeramente de la zona de aportación y situamos el hilo de soldadura sobre la unión de los dos elementos. El estaño se fundirá y fluirá por capilaridad entre las dos piezas. La cantidad de metal de aportación necesaria para una correcta soldadura debe ser, en longitud, aproximadamente igual al diámetro del tubo.
7. Soldadura: Repetiremos los pasos 3, 4, 5 y 6, para la soldadura del tubo con el codo.

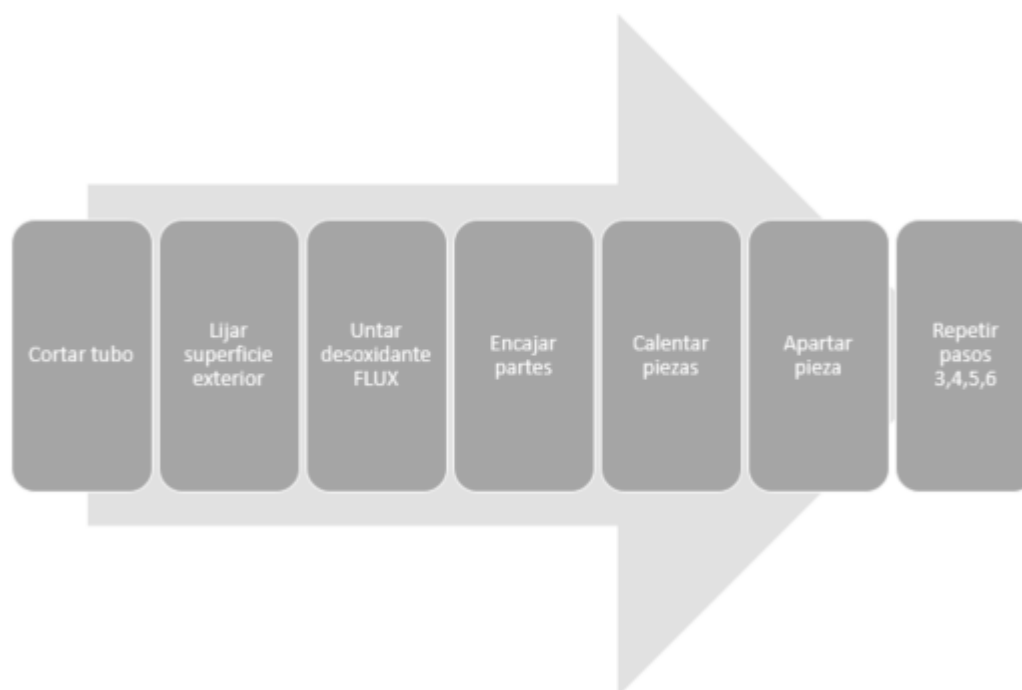


Figura 40. Flujo de soldadura blanda. Fuente (Cosano et al., n.d.)

En tercer lugar, se realiza la soldadura por resistencia eléctrica por puntos sobre probetas.

5.7.1.2. Laboratorio de metrología

Este laboratorio es empleado en la asignatura de diseño, integración y verificación de máquinas en primero de máster. Los alumnos en grupos de 3 llegan al laboratorio, donde es necesario el uso de una bata para trabajar, dejando el resto de materiales en las taquillas. En esta práctica se emplean el calibre, el comparador de palanca, el banco entre puntos y el micrómetro para la verificación dimensional y geométrica de algunos elementos (Departamento de ingeniería mecánica ICAI, n.d.).

El objetivo de esta práctica consiste en la medición y verificación de la pieza cuyo plano proporcionará el profesor en el laboratorio, con equipos sencillos, control de tolerancias

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

dimensionales y geométricas, aplicación práctica del cálculo de incertidumbres a la medición, realización de un informe de verificación y trabajo integrado en un Sistema de Calidad. Además, los alumnos se alternan en los puestos del rugosímetro, máquina de visión y perfilómetro para su uso

Para esta práctica es necesario tener conocimientos y manejo de las tolerancias dimensionales, conocimientos de la información contenida en el marco de control y conocimiento de las tolerancias geométricas y sus requisitos, según la normativa ISO (Figura 41).

Por elemento	Tipo de Tolerancia	Característica	Símbolo
Para elementos individuales	FORMA	Rectitud	
		Planitud	
		Redondez	
		Cilindricidad	
Para elementos individuales o relacionados	PERFIL	Perfil de una superficie	
		Perfil de una línea	
Para elementos relacionados	ORIENTACIÓN	Inclinación	
		Perpendicularidad	
		Paralelismo	
	SITUACIÓN	Posición	
		Concentricidad	
		Simetría	
	OSCILACIÓN	Circular	
		Total	

Figura 41. Conocimiento de las tolerancias geométricas y sus requisitos. Fuente: (Departamento de ingeniería mecánica ICAI, n.d.)

5.7.1.3. Laboratorio de fabricación aditiva

En este laboratorio se proporciona un servicio de impresión 3D a alumnos, asociaciones de estudiantes, profesores y empresas. Además, se realiza la práctica de fabricación aditiva en la asignatura de fabricación para el itinerario de electrónicos.

El objetivo de esta práctica es tratar los aspectos más relevantes de la impresión 3D a través de campos de aplicación, metodología de trabajo, proceso de impresión, tratamiento de postprocesado de las piezas impresas y análisis de costes de impresión. Para ello el profesor irá

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

explicando los diferentes aspectos que rodean a la fabricación aditiva-impresión 3D. Los alumnos durante la práctica, previamente a la realización de la práctica y posteriormente en sus casas completan el informe, dando lugar a los siguientes conocimientos:

- Formatos existentes de lectura para la impresión 3D y las variables de precisión requeridas.
- Variables más importantes a la hora de elegir una determinada tecnología de impresión 3D.
- Variables que influyen en la orientación de una pieza en impresión 3D.
- Diagrama de los distintos pasos para la realización de piezas por fabricación aditiva (Figura 42)
- Materiales recomendables para la realización de un prototipo.
- Costes asociados a la impresión 3D

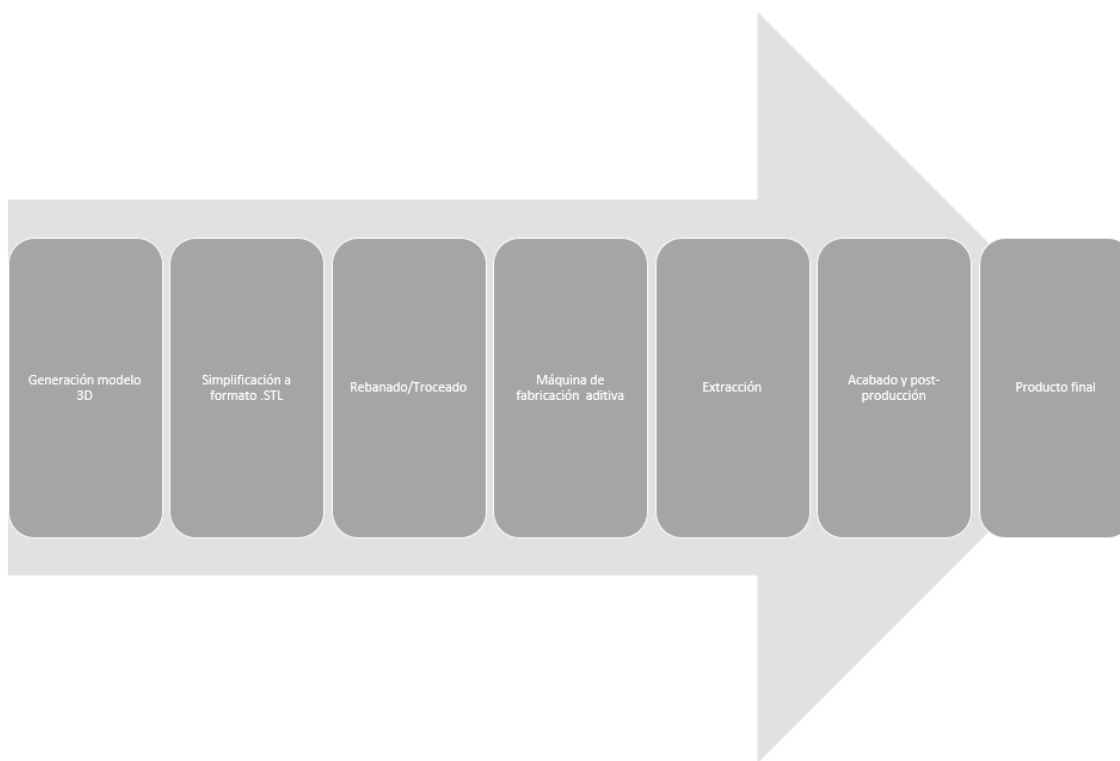


Figura 42. Diagrama proceso de fabricación 3D. Fuente (Cosano et al., n.d.)

Para el proceso de fabricación que da servicio a los alumnos, asociaciones y empresas no existe un método estandarizado.

5.7.1.4. Recursos e inventario disponible

En este punto, es necesario realizar una cuantificación de los recursos e inventario disponible. A continuación, se adjunta el listado de los equipos de trabajo de laboratorios de ICAI (Anejo III) y listado de EPI'S disponibles (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

EPI'S - LABORATORIOS DE FABRICACIÓN - METROLOGÍA - DISEÑO				
LABORATORIO	ÁREA	EPI'S		OBSERVACIONES
		ALUMNO	PROFESOR	
TÉCNICAS DE FABRICACIÓN	SOLDADURA 9 puestos	Careta soldar	Careta soldar	No se entregan botas
		Gafas	Gafas	El alumno debe traer bata blanca
		Mascarilla	Mascarilla	Centro de coste 074
		Guantes gruesos de soldar	Guantes gruesos de soldar	Se dispone de 1 juego de punteras
		Polainas	Polainas	
	FUNDICIÓN 12 puestos		Botas de seguridad	
		Guantes desechables	Guantes gruesos	No se entregan botas
		Guantes de fundir	Gafas	Se dispone de 1 juego de punteras
		Gafas	Mascarilla	El alumno debe traer bata blanca
		Mascarilla	Botas de seguridad	
	ARRANQUE DE MATERIAL 12 puestos	Bata de trabajo	Bata de trabajo	
		Guantes desechables	Guantes desechables	No se entregan botas
		Gafas	Gafas	Se dispone de 1 juego de punteras
		Bata de trabajo	Bata de trabajo	El alumno debe traer bata blanca
			Botas de seguridad	
METROLOGIA	18 puestos de trabajo)	Guantes desechables	Guantes desechables	No se entregan botas
		Bata de trabajo	Gafas	Se dispone de 1 juego de punteras
			Bata de trabajo	El alumno debe traer bata blanca
			Botas de seguridad	
FABRICACIÓN ADITIVA	12 puestos de trabajo	Guantes desechables	Guantes desechables	No se entregan botas
		Gafas	Gafas	Se dispone de 1 juego de punteras
		Bata de trabajo	Bata de trabajo	El alumno debe traer bata blanca
		Mascarilla	Botas de seguridad	
			Mascarilla	

Tabla 6. EPIS laboratorio de fabricación. Fuente: Mariano Jiménez

5.7.2. Identificar la raíz de los problemas

Para poder analizar, desde un punto de vista de la mejora continua, es necesario conocer las bases de la actividad docente de un profesor de la escuela. Bajo las siglas PDI (personal docente e investigador) se rigen los profesores de ICAI, teniendo que compaginar las tareas de docencia, investigación y gestión.

En la parte de actividad docente se computan todas aquellas directamente relacionadas con los procesos de enseñanza-aprendizaje que se organizan por parte de la Universidad, ya sea en títulos oficiales (formación de grado, máster y doctorado), ya sea en otro tipo de docencia. La actividad docente comprende principalmente:

- La programación, planificación y coordinación de asignaturas
- La preparación, desarrollo de acciones formativas en el tiempo lectivo y su pertinente evaluación, en sus diferentes sistemas.

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

- La atención al alumno dentro y fuera del aula.
- La actualización de conocimientos.
- Las acciones de coordinación entre el profesorado.
- La dirección de trabajo fin de grado y memorias de Bachiller en Teología.
- La dirección de trabajo fin de máster universitario.
- La dirección de tesinas de Licenciatura en Teología.
- La coordinación de trabajos fin de grado (con tareas de supervisión de la dirección; evaluación; en su caso, docencia; y cualesquiera otras sean atribuidas al coordinador en las normas generales o particulares del Centro).
- Todas aquellas actividades a las que el profesor deba atender o realizar de acuerdo con la normativa general de la Universidad y las exigencias de los correspondientes programas de enseñanza o guías docentes que se aprueben oficialmente.

Respecto a la actividad investigadora se computan las siguientes contribuciones: publicaciones académicas (artículos de revista, capítulos de libro, libros); participación en proyectos de investigación; la dirección de tesis doctorales; la participación con comunicación oral en Congresos internacionales; las actividades de transferencia con impacto social elevado; y las patentes. Además, se distinguen dos niveles de investigación, en función de la cantidad y calidad e impacto de las contribuciones.

Por último, existen 3 niveles en las actividades de gestión. Dependiendo del nivel en el que el profesor se encuentre llevará implícitas en mayor o menor medida una actividad de gestión, dando lugar a las personas que tienen una mayor carga de responsabilidad una reducción de carga lectiva.

Para poder llegar a la raíz de los problemas que surgen en el área de trabajo, se ha realizado una encuesta a las personas que trabajan en los laboratorios (ANEJO II: ENTREVISTA IDENTIFICACIÓN PROBLEMAS).

A continuación, se analizan las respuestas:

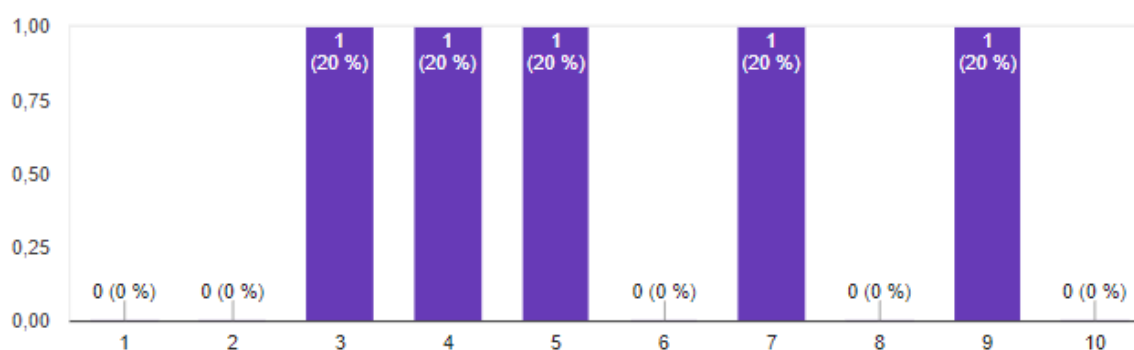


Figura 43. Conocimientos Lean Manufacturing. Fuente: propia

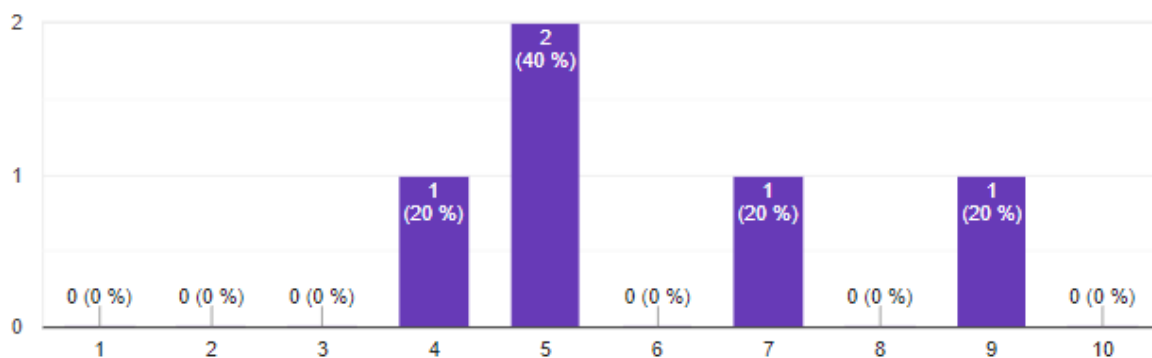


Figura 44. Conocimientos herramientas Lean Manufacturing. Fuente: propia

En la Figura 43 y Figura 44 se puede apreciar cómo solo una de las personas tiene un gran conocimiento sobre la cultura Lean y las herramientas que se emplean. Esto puede suponer un problema a la hora de la implantación, debido a que como se analizó anteriormente la cultura occidental no distingue bien entre innovación y mejora continua.

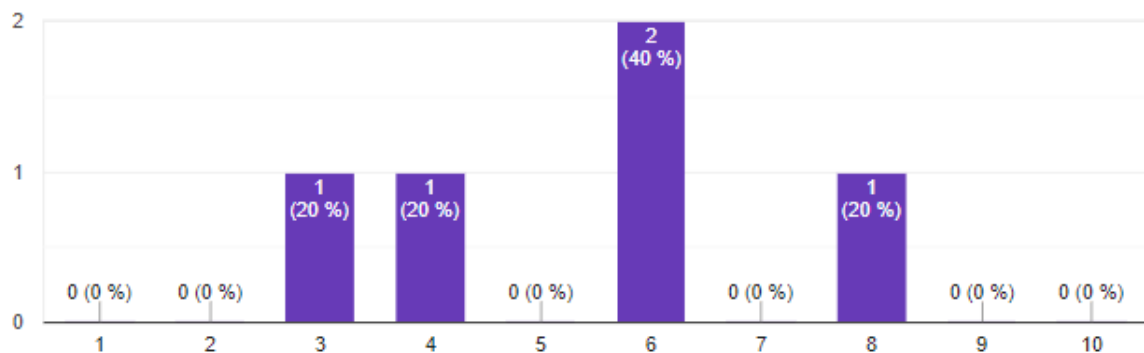


Figura 45. Conocimientos Kaizen. Fuente: propia

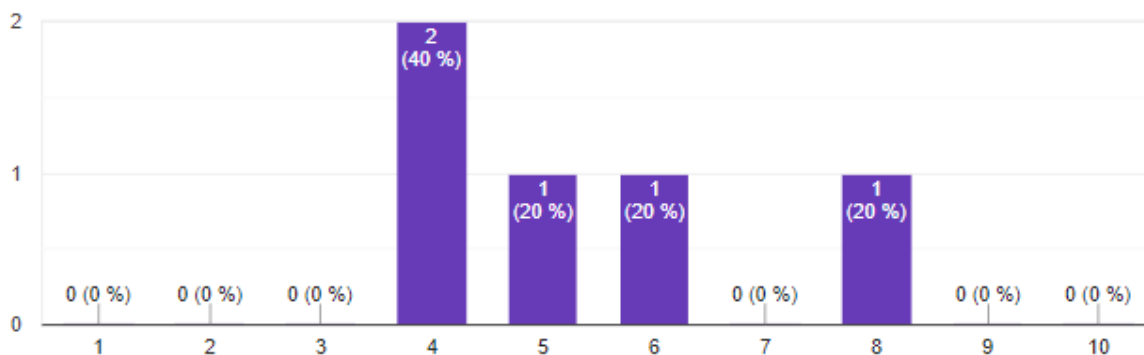


Figura 46. Conocimientos herramientas Kaizen. Fuente propia

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

Fco Javier Planas Villagrasa
Junio 2021

En la Figura 45 y Figura 46 se aprecia que las personas que trabajan en los laboratorios disponen de un menor conocimiento sobre el *Kaizen* y las herramientas que se emplean en esta metodología. De igual manera que con el *Lean Manufacturing*, esto supone que no se tienen conocimiento suficiente sobre las ventajas que podría llevar una cultura de mejora continua.

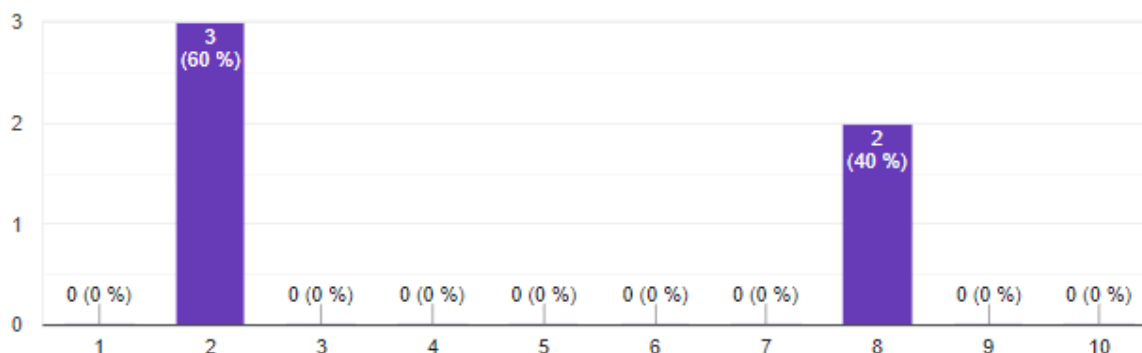


Figura 47. Conocimientos Design Thinking. Fuente: propia

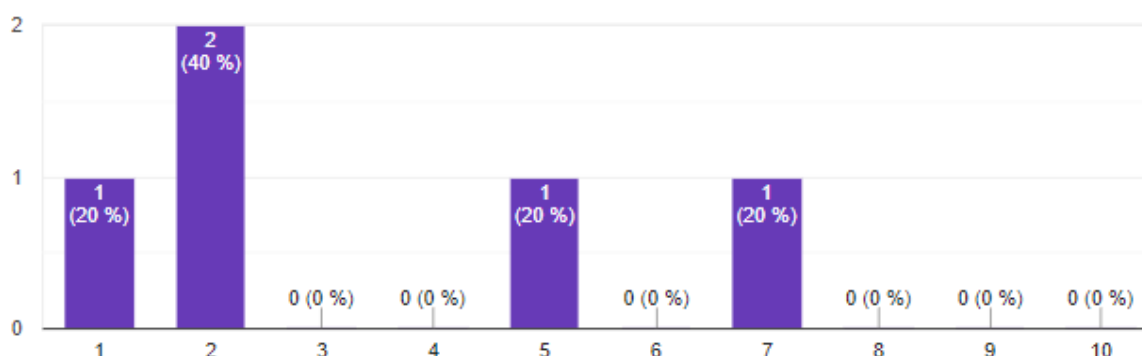


Figura 48. Conocimientos herramientas Design Thinking. Fuente: propia

Las personas que trabajan en los laboratorios, carecen de los conocimientos suficientes sobre la metodología que fomenta la innovación, el *Design Thinking*. Esta puede ser una de las razones por las que no se cree una cultura de innovación, pues al no conocer las técnicas ni herramientas del *Design Thinking* no conocen los beneficios que estas pueden conllevar.

Por otro lado, se pueden analizar de una manera muy clara los factores que los trabajadores consideran más importantes a la hora de trabajar en los laboratorios (Figura 49). Se puede apreciar que la calidad de los integrantes es lo más importante, seguido de la calidad de las máquinas con las que se trabaja y su mantenimiento, el orden que hay en los laboratorios y la seguridad a la hora de trabajar. Por otro lado, se aprecia como la cultura Lean supone un factor prácticamente no importante para los profesores de la escuela.

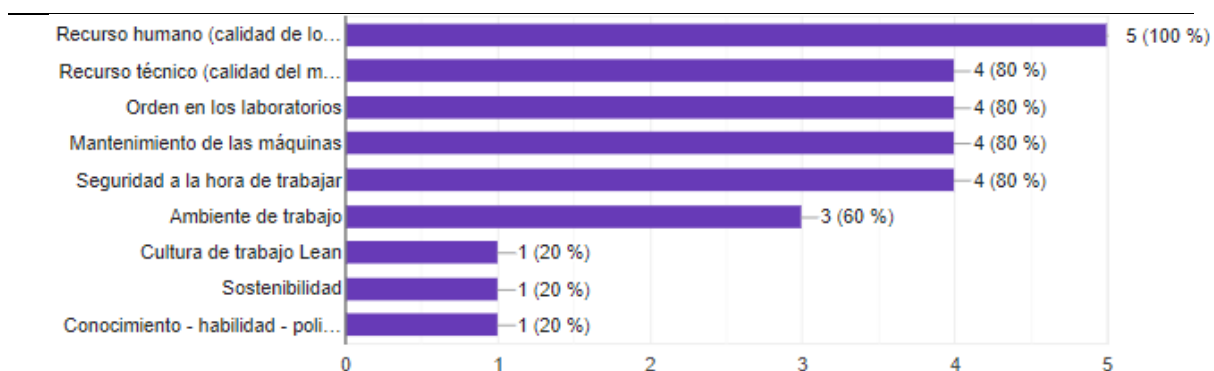


Figura 49. Factores más importantes para trabajar en los laboratorios. Fuente propia

En la cultura Lean, uno de los primeros pasos en la implantación y que aparece en el templo Lean (Figura 2), es la identificación y eliminación de desperdicios. En la Figura 50 destacan como desperdicios las barreras en la comunicación entre las personas con las que trabaja y problemas/errores mal identificados. El resto de desperdicios son detectados al menos por una persona, por lo que es importante que cada persona indique la manera en la que eliminaría el desperdicio detectado.

Las soluciones propuestas por los empleados son las siguientes:

- Establecer un procedimiento de mejora a través de reuniones de grupo. Lo cual supone una solución al desperdicio de las barreras de comunicación.
- Adaptación de los procesos a la realidad del trabajo, buscando apoyo y comunicación con las personas que realmente realizan estos procesos. Dando otra solución al desperdicio de las barreras de comunicación y problemas/errores mal identificados.

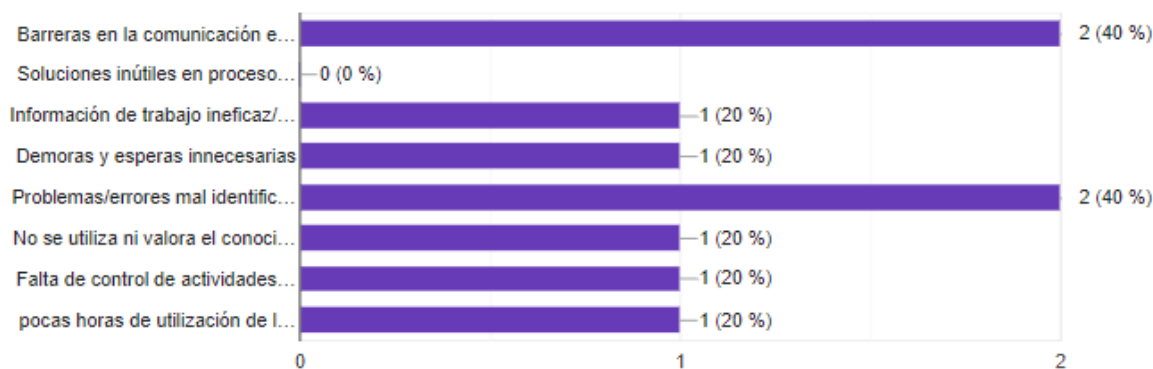


Figura 50. Desperdicios en los laboratorios. Fuente propia

La mayoría de las personas que trabajan en los laboratorios coinciden en que se fomenta la mejora continua (80%), sin embargo, solo la mitad de ellos considera que se ha seguido una metodología a la hora de implementar estas mejoras (Figura 51).

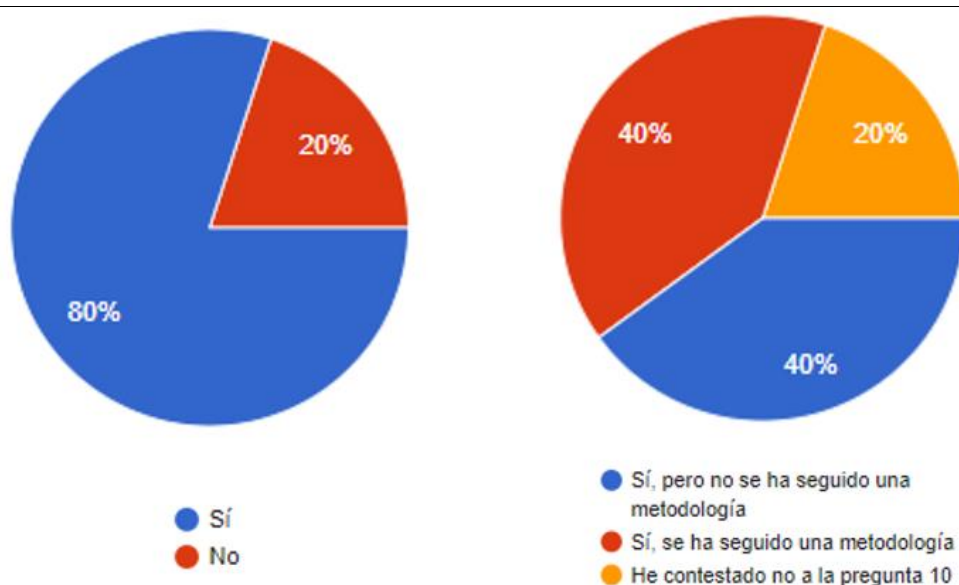


Figura 51. Izq.: Fomento de la mejora continua. Dcha.: ¿Se sigue una metodología? Fuente propia

A la hora de analizar el por qué los empleados realizan la mejora continua en las instalaciones y en sus puestos de trabajo el 60% coincide en la mejora de los recursos en favor del alumnado, mejorando la docencia. Además, un 40% de ellos realizan la mejora continua con la intención de obtener un mayor reconocimiento por parte de la institución. Y por último, solo un 20% de las personas lleva a cabo la mejora continua con la intención de obtener una mayor responsabilidad en sus puestos de trabajo, una mejora económica o favorecer a la innovación en las instalaciones.

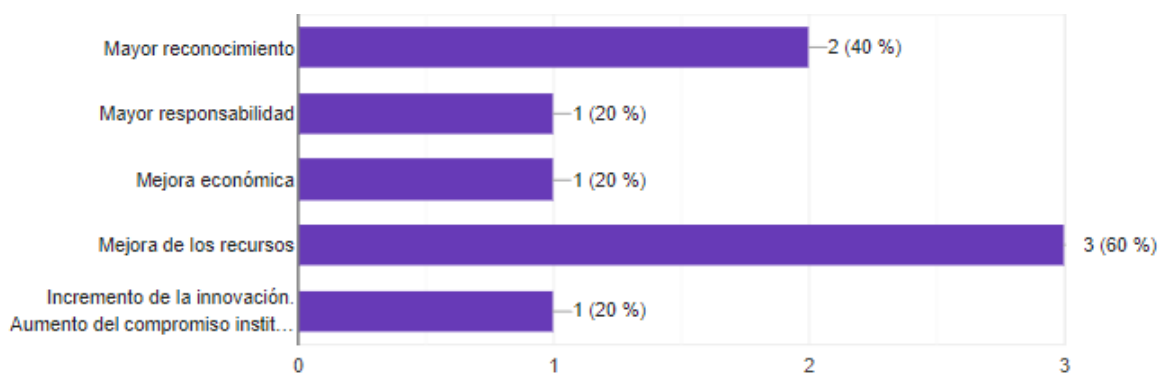


Figura 52. Motivaciones para fomentar la mejora continua. Fuente propia

El 60% de los trabajadores coinciden en que sería interesante aplicar mejoras continuas en su puesto de trabajo, siendo el 80% de los trabajadores partícipes de estas mejoras, ya que las mejoras que proponen se ponen en práctica.

En la Figura 54, se puede apreciar como el interés por aplicar mejoras continua se ve reflejado en la Figura 53, ya que coincide con las personas que consideran interesante aplicar en su puesto de trabajo mejoras continuas.

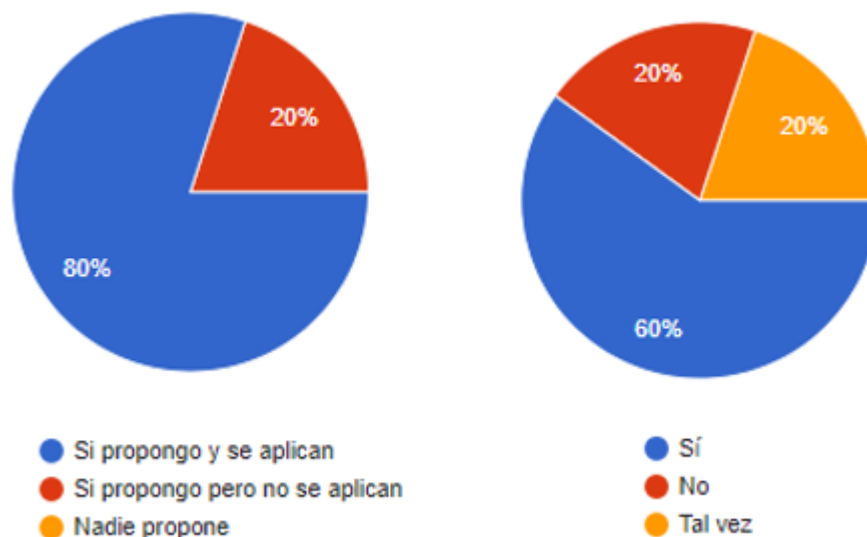


Figura 53. Análisis de aplicación de ideas innovadoras en el puesto de trabajo. Fuente propia

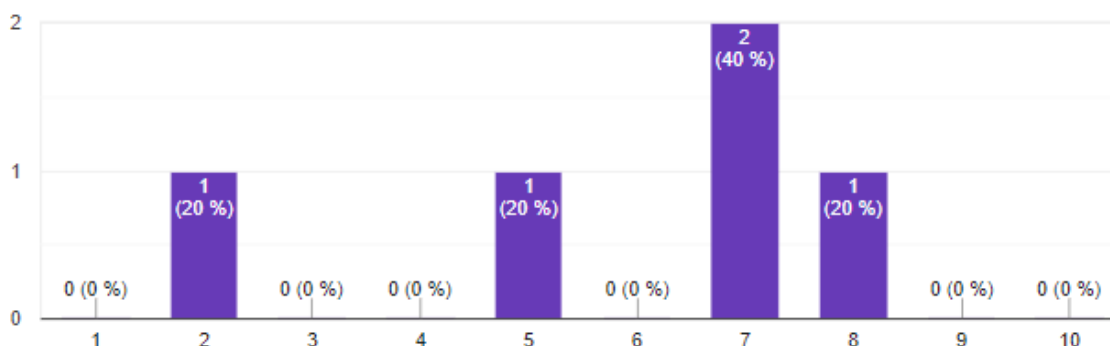


Figura 54. ¿Se tiene en cuenta tu interés a la hora de generar innovación en tu puesto de trabajo? Fuente propia.

Las personas que trabajan en los laboratorios coinciden en que el equipo directivo o de gestión provoca un espíritu y ambiente hacia la mejora continua (Figura 55), siendo este departamento el principal, dentro de ICAI, que emplean la metodología Lean, estando dispuestos a mejorar cualquier aspecto que se haya sugerido, involucrando los recursos necesarios para llevarlas a cabo.

Sin embargo, se detecta que la mejora continua es voluntaria y no se reconoce ni está estandarizada, como se puede apreciar en la Figura 56, donde un 40% de las personas reconoce que en su puesto de trabajo no hay una manera estándar de trabajo.

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

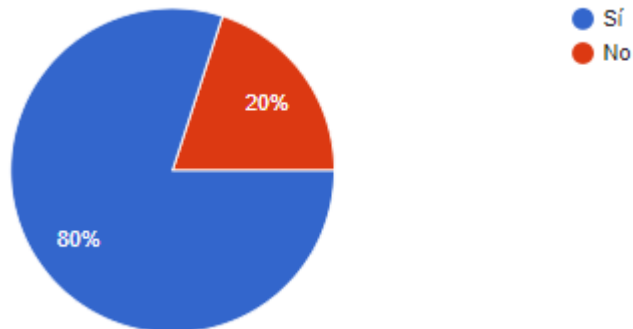


Figura 55. Generación de espíritu y ambiente hacia la mejora continua por parte de los responsables. Fuente propia

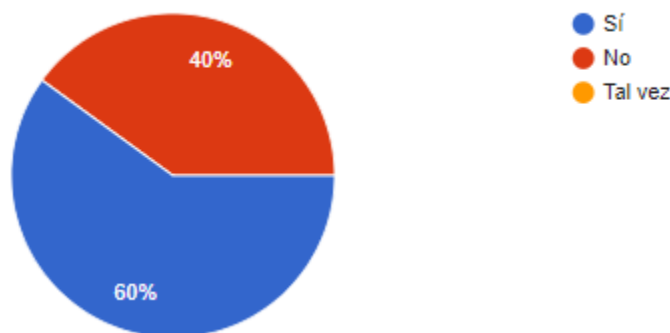


Figura 56. Análisis de la estandarización en los puestos de trabajo. Fuente propia

5.7.3. Problemas identificados

Después de haber analizado en profundidad los protocolos que siguen en las prácticas de laboratorio, se puede observar como para la práctica de metrología y para la de fabricación aditiva no existe un método estandarizado.

En el laboratorio de fabricación aditiva, cuando se realizan servicios tanto para alumnos, asociaciones o empresas no existe un método estandarizado de trabajo. Es por ello, que sería importante establecer un flujo de trabajo para que el próximo alumno colaborador que se incorpore al departamento siga trabajando sobre el mismo estándar, de manera que se pueda mejorar de manera continuada. Por otro lado, no se ha llevado ninguna documentación del proceso de aprendizaje del alumno colaborador, de tal manera que el siguiente alumno colaborador volverá a depender completamente de un profesor para adquirir los conocimientos necesarios.

La encuesta realizada a los trabajadores de la universidad indica que el conocimiento sobre las metodologías y herramientas que se emplean en el *Lean Manufacturing* o *Kaizen* no es muy alto, por lo que es muy difícil crear una cultura Lean entre los empleados (en la Figura 49 se puede

observar como la cultura de trabajo Lean no es un factor a tener en cuenta en los laboratorios, aunque llevar un orden en los laboratorios, el mantenimiento de las máquinas o la seguridad a la hora de trabajar formen parte de la filosofía Lean).

Al igual que pasaba en el ejemplo de la empresa Maderasa, se cree que se fomenta la mejora continua, sin embargo como ocurre en la sociedad occidental, esta creencia viene de no diferenciar entre innovación y *Kaizen* (Figura 18)(Imai, 2012).

El 40% de los encuestados reconoce que no existe en su puesto de trabajo procedimientos bien definidos y estandarizados. Por lo que sería importante, que cada empleado recoja el estándar de su puesto de trabajo con la intención de poder definir un punto de partida para la mejora continua.

Otro problema detectado es el reconocimiento del trabajo que conlleva la mejora continua. Los profesores son personal docente investigar que tienen que cumplir con las tareas de docencia, investigación y gestión. Sin embargo esta gestión, no incluye el tiempo que se realiza para las mejoras continuas, siendo esta de manera voluntaria.

En el plan de estudios antiguo, la asignatura de metrología era obligatoria para todos los alumnos de la rama mecánica (siendo una asignatura de 6 créditos). Sin embargo, con el cambio de plan, esa asignatura se ha sustituido por una asignatura optativa de 3 créditos y todas las prácticas que se realizaban se han reducido a una práctica en la asignatura de primero de máster (Diseño, integración y verificación de máquinas). Por tanto, existe un exceso de inventario y material en este laboratorio.

En conclusión, los problemas detectados se adjuntan en la Tabla 7:

PROBLEMAS IDENTIFICADOS
No hay una motivación real para la mejora continua
No hay procesos de formación, el personal desconoce las metodologías Lean para mejorar en su puesto de trabajo
No hay un estándar claro para la utilización de los recursos actuales, por lo que no existe un punto de referencia

Tabla 7. Problemas identificados. Fuente propia

5.8. Planificar 2

En esta segunda planificación y después de haber realizado las sesiones de empatizar, identificar los estándares y los problemas de raíz, para que los miembros del equipo tengan la mayor funcionalidad dentro de las sesiones y se sientan partícipes del proceso será necesaria la siguiente formación:

- Analizando los datos de la encuesta realizada, los profesores no tienen los conocimientos necesarios sobre la metodología Lean y *Kaizen*, por lo que para crear una cultura de mejora continua es necesario que profundicen en su conocimiento sobre estas materias. Es por ello que se propone que el personal, tanto los profesores que no disponen de conocimientos sobre la materia como los alumnos colaboradores (en este caso serían todas las personas menos Mariano), un profesor de la asignatura de sistemas de producción y fabricación de un seminario de 1 día de 3 horas de duración cada día en el que explique los conceptos básicos sobre la metodología *Kaizen* y los beneficios que conlleva su implementación. El temario a tratar consistiría en los siguiente:
 - Lean manufacturing
 - Historia
 - Diferencias entre sistema tradicional y sistema Lean
 - Casos de éxito
 - Fundamentos base
 - Principios fundamentales
 - Templo Lean
 - Conceptos fundamentales
 - Filosofía Kaizen
 - Principios
 - Herramientas
 - Implantación mejora continua
- Para generar innovación en los puestos de trabajo, es necesario ver diferentes casos de como el *Design Thinking* funciona en las empresas actuales. El facilitador será el encargado de exponer diferentes casos de éxito de esta metodología.
- Es importante resolver las dudas de todos los integrantes sobre el uso de cada laboratorio (sobre todo para las personas externas, para que sean capaces de ponerse en el lugar de los trabajadores)

Para confeccionar un equipo totalmente multidisciplinar sería interesante que participasen en algunas de las sesiones personas que no trabajan en esos laboratorios, las cuales considero que no necesitan formación, pues formarán parte de las sesiones para poder aportar su visión. Estas personas pueden variar en cada problema.

- Una persona de la dirección de ICAI, para que se siga el progreso desde arriba.

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

- Un profesor de otros laboratorios, para que vea cómo funciona la metodología.

Además, en esta planificación es necesario saber cómo, cuándo y con qué frecuencia se van a realizar las sesiones correspondientes a la etapa de definir idear del proceso de *Design Thinking*, las cuales durarán un tiempo de una hora y media. A continuación se organizan las sesiones de esta etapa. El objetivo de estas sesiones es sacar el mayor número de ideas innovadoras para los problemas identificados. Como se puede ver en la Figura 57, se organizarán las sesiones siguiendo la metodología de *Design Thinking*.

El proceso de la Figura 57, se repetirá tantas veces como problemas se hayan identificado (se repetirá desde la fase de divergen. Cada problema se tratará como un proyecto nuevo de una duración de 9-10 semanas. Durante el proceso de prototipado a testeo se realizarán sesiones semanales de una hora de duración, en los que se actualizará el panel *Kaizen* durante los primeros 15 minutos y posteriormente se contarán las novedades sobre el problema que se está tratando.

Los profesores de la universidad son profesores docentes e investigadores, y como se explicó con anterioridad, tienen una parte de gestión. En este proyecto se propone que los profesores empleen 2 horas semanales para las sesiones y poder promover esa cultura de mejora continua en los trabajadores.

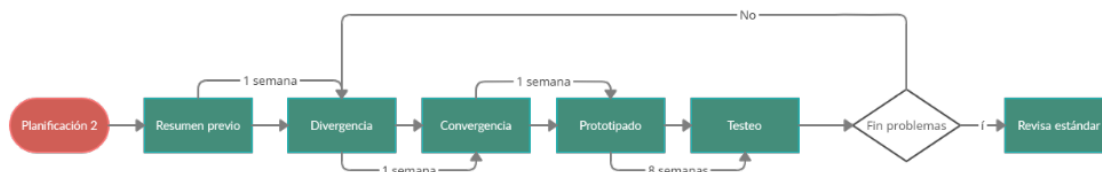


Figura 57. Sesiones de la planificación 2. Fuente propia

En la primera sesión de esta planificación 2, el resumen previo, se trata de una sesión de una hora y media de duración, en la que se presentarán los problemas que anteriormente se han recopilado y se elegirán el orden de los problemas según la importancia o impacto que puedan tener, se realizarán tantas sesiones como problemas haya. El objetivo de esta sesión consiste en establecer prioridades en los problemas identificados. No se emplearán técnicas de *Design Thinking* en estas sesiones, las personas que participan en esta sesión irán dando sus argumentos para establecer las prioridades hasta llegar a una mayoría.

En las sesiones de divergencia se trata de obtener la mayor cantidad de ideas para resolver el problema planteado. Para ello se emplearán técnicas propias de la metodología de *Design Thinking* para favorecer la innovación en el proceso.

- Philips 6/6

Es una técnica creada por J. Donald Philips, la cual consiste en crear grupos de 6 personas (se puede adaptar al número de personas que hayan en las sesiones), que se tomarán 6 minutos para debatir y tendrán otros 6 minutos para sacar conclusiones.

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en *DESIGN THINKING*

- 6-3-5

Se trata de una técnica en la que se juntan grupos de 6 personas (se puede adaptar al número de personas que hayan en las sesiones), pedir que cada una de ellas piensen 3 ideas cada 5 minutos durante un total de 30 minutos. Este método fue diseñado por Bernd Rohrbach, el cual promueve la cantidad de ideas antes que la calidad.

- Locos ocho

Al igual que la técnica anterior, promueve la cantidad de ideas antes que la calidad de las ideas. Esta técnica consiste en que cada miembro del equipo dobla una hoja de tal manera que se obtengan 8 partes, cada participante tiene 5 minutos para dibujar sus ideas o conceptos aplicados al problema. Una vez finalizados los 5 minutos, cada participante comparte con el resto del equipo sus ideas y debaten sobre ellas.

- Mi turno

EL objetivo de esta técnica es estructurar las aportaciones de cada persona y ayuda a que todas las personas tengan que dar su opinión. Para ello, quien tenga el pequeño objeto será la persona encargada de hablar y cuando termine se lo pasará a una persona que no haya hablado. La ronda se termina cuando todas las personas han dado su opinión, posteriormente se podrán hacer nuevas rondas de conversación.

En las sesiones de convergencia se analizarán las ideas propuestas en la primera parte de la sesión, con la intención de analizar diferentes escenarios, soluciones posibles y pasos a seguir. El facilitador propondrá algunas de las siguientes herramientas:

- Tarjetas rojas y verdes

Cada persona del grupo tendrá una tarjeta roja y una verde, de tal manera que cuando alguien haga una propuesta o explique alguna cosa, el resto del equipo levantará la tarjeta verde para decir si están de acuerdo o lo han entendido bien, o la roja si no están de acuerdo o les queda algo que aclarar. A esta técnica diseñada por Jerry Michalski, se le puede añadir más tarjetas de colores distintos para expresar una postura neutral.

- Dentro/Fuera

Se trata de una técnica para la toma de decisiones. Se genera un diálogo dentro del equipo para decidir si esa idea se queda dentro o fuera de la solución. Para esta herramienta se necesitan post-it, rotuladores y un papel.

- Diagrama causa-efecto

También llamado como diagrama de Ishikawa, en él se representan y analizan los elementos y causas de un problema. Para ello, se identificarán las variables que pueden ser causantes del problema y se identificará que debe suceder con esas variables para solucionar el problema

Al acabar estas sesiones, es necesario saber qué ideas se van a prototipar y los materiales necesarios que se van a necesitar.

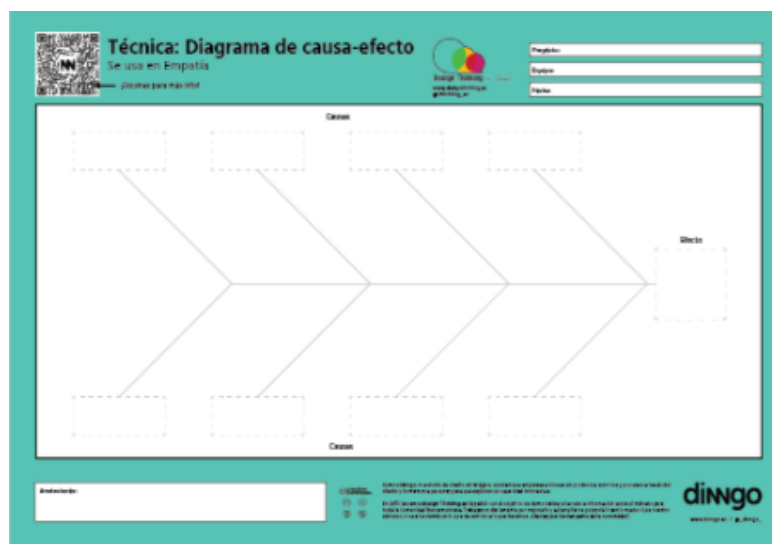


Figura 58. Diagrama causa efecto. Fuente (dinngo, n.d.)

Una vez realizadas las sesiones de convergencia y divergencia, se realizará la sesión de prototipado. Donde se construyen prototipos o maneras de implementar una solución de una manera palpable. Es importante definir para cada problema unos indicadores de rendimiento para posteriormente evaluar de una manera correcta si la implantación ha sido buena o no. Para estas sesiones, es necesario que acudan todas las personas del equipo, además, el facilitador se apoyará en las siguientes técnicas del *Design Thinking* para realizar la sesión:

- **Maquetas**
La maqueta sirve para visualizar, testear o mejorar una posible solución en la fase de ideación. Es importante que se haga de una manera rápida.
- **Juego de roles**
Los participantes del equipo se asignarán distintos roles e interpretarán una hipotética actuación en la que hagan uso de los prototipos que han creado.
- **Prototipo en imagen**
Se trata de plasmar las características principales de una posible solución mediante una imagen para posteriormente comentar que mejoras o modificaciones se pueden realizar.

Los costes asociados a cada sesión se corresponderán con el coste por hora de cada persona que acude a las sesiones y el material necesario para llevar a cabo las sesiones (un aula, rotuladores, post-its,...).

6. Propuesta

En este apartado se analizará la propuesta que se va a realizar a la dirección de ICAI para la implantación de la metodología anterior. Esta propuesta va a consistir en lo siguiente:



Figura 59. Portada propuesta. Fuente propia



Figura 60. Índice propuesta. Fuente propia



Figura 61. Tema 1 propuesta. Fuente propia

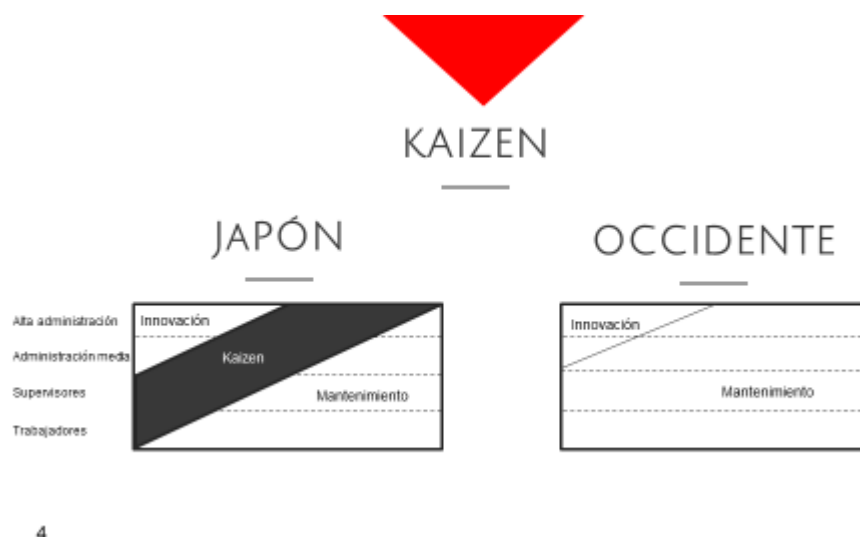


Figura 62. Kaizen propuesta. Fuente propia

La palabra *Kaizen* está compuesta por dos palabras japonesas: Kai que significa cambio y Zen que significa bueno. En el mundo empresarial se interpreta como la mejora continua que involucra a todas las personas. La filosofía *Kaizen* es el concepto más importante en la administración japonesa. Este concepto es vital para entender las diferencias entre la mentalidad japonesa y la mentalidad occidental.

En las administraciones japonesas, se distinguen dos componentes: la función del mantenimiento y la de la mejora. Respecto a la función del mantenimiento, se refiere a mantener los estándares actuales tanto los tecnológicos como los administrativos y de operaciones. Por otro lado, la función de la mejora, se refiere a mejorar los estándares actuales.

Aplicación del impacto en la metodología *KAIZEN* de procesos basados en *DESIGN THINKING*

Para introducir el *Kaizen* en esta percepción, es necesario dividir el concepto de mejora en innovación y *Kaizen*. *Kaizen* implica pequeñas mejoras que se dan como resultado de los esfuerzos progresivos; y la innovación implica una mejora drástica por medio de una gran inversión. Es en este punto donde podemos diferenciar claramente las percepciones occidentales y japonesas.

Es decir, en el mundo occidental se tiende a considerar solamente la innovación, sin tener mucho en cuenta las opiniones de los supervisores y trabajadores, intentando mejorar solamente la parte de equipos sin mejorar la parte humana.

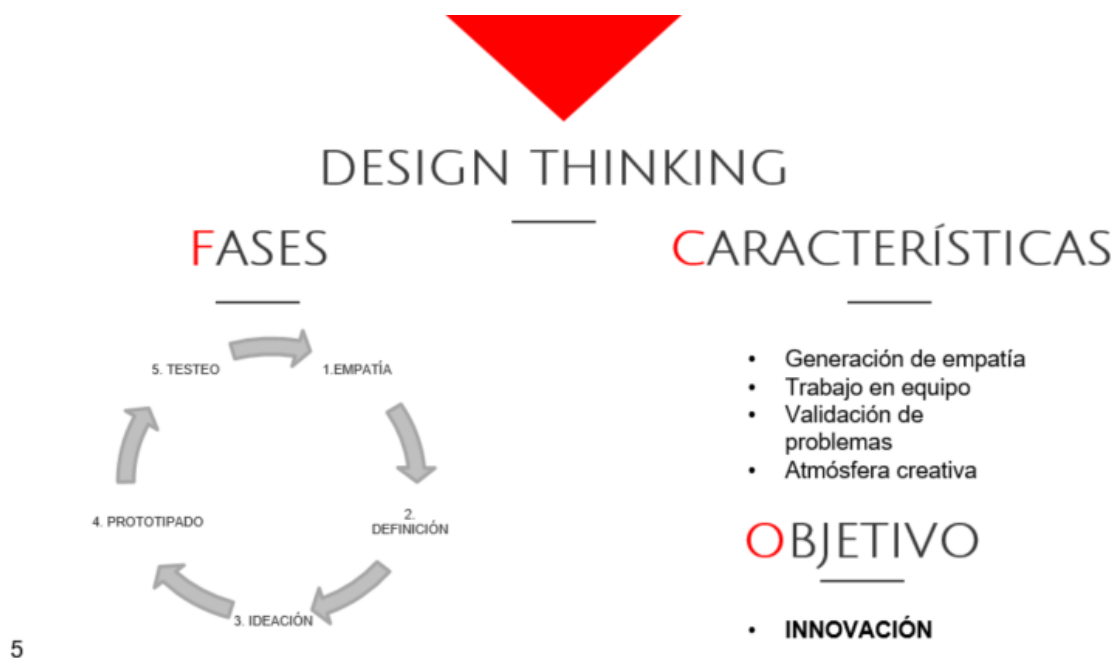


Figura 63. Design Thinking propuesta. Fuente propia

El *Design Thinking* se empezó a desarrollar a partir de los años 70 en la universidad de Stanford en California (EEUU). El *Design Thinking* es un método para crear ideas innovadoras centrándose en la eficacia de entender las necesidades de los usuarios y darles una solución, prueba de ello es que grandes empresas como Apple, Zara o BBVA la han implementado. Se trata de una metodología flexible, que se puede adaptar a cualquier campo en la que se alternan etapas de divergencia y convergencia para generar ideas y filtrarlas respectivamente. Las etapas en las que consiste son:

- Empatía: En esta etapa se recoge mucha información, preguntando al usuario final sobre el problema con la intención de descubrir nuevos puntos de vista.
- Definición: En esta etapa, se filtra la información recopilada durante la fase anterior con la intención de quedarse con la información relevante y que aporta nuevas perspectivas. El equipo, para poder definir el problema que tienen que resolver, debe considerar qué características son las más importantes. (Brown, 2008; dinngo, n.d.)

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

- Ideación: Cuando se llega a la fase de ideación, ya se ha definido el problema, por lo que esta fase consiste en generar múltiples soluciones. En esta fase se construyen sobre las ideas de los demás, ya que todas las ideas son válidas y pueden aportar a la solución final.
- Prototipado: La idea de esta fase es pasar lo que tienes en tu cabeza a algo físico de una forma ágil para poder mostrarlo a los usuarios con la idea de poder introducir rápidamente ideas y conceptos.
- Testeo: Se trata de la fase más importante del proceso, ya que se probará la solución implementada en el prototipo con el usuario implicado en la solución que se ha desarrollado. En esta fase, el usuario ayudará a identificar posibles fallos, mejoras y carencias.



Figura 64. Estado actual propuesta. Fuente propia

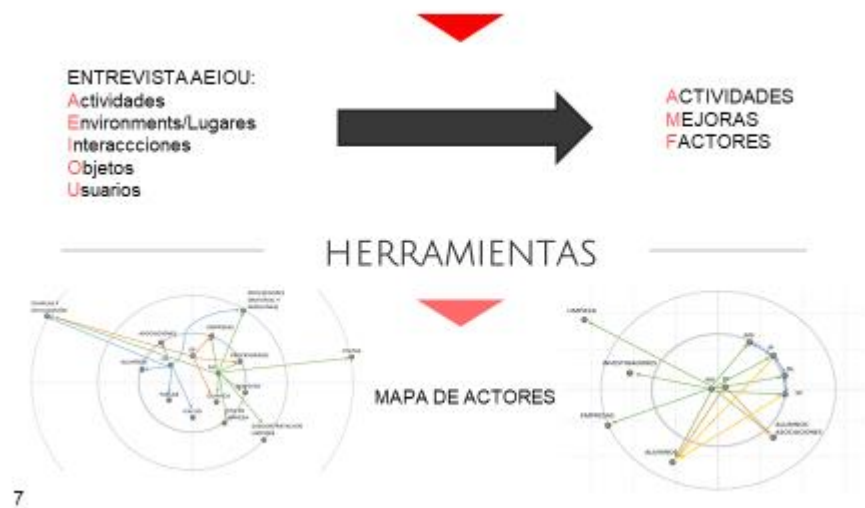


Figura 65. Herramientas propuestas. Fuente propia

En el flujograma que veremos posteriormente, se realizaron lo que se denomina la sesión 0, en la que se trató de conocer en profundidad las actividades que se realizaban en cada una de las áreas en las que se quiere implantar la metodología *Kaizen*, mediante la técnica de entrevista AEIOU a los trabajadores de los laboratorios, para cómo se verá a continuación sacar la información de las actividades que realizan, las mejoras que se han detectado y los factores importantes en los laboratorios. Además para identificar a las personas relacionadas con los laboratorios se realizó la herramienta de Design Thinking de mapa de actores, donde a medida que te vas alejando del círculo principal menor impacto tiene esa persona en el área.

LABORATORIO FABRICACIÓN ADITIVA

ACTIVIDADES	FACTORES	MEJORAS
- Servicio de impresión 3D y fabricación aditiva a: - Alumnos - Asociaciones - Profesores - Empresas - Docencia	- Orden - Fiabilidad - Disponibilidad de las máquinas - Ambiente Lean - Reciclaje	- Áreas más grande - Almacenamiento - Disciplina - Aplicación 5S básica - Formación Lean - Control de inventario - Establecer proceso

Figura 66. Laboratorio fabricación aditiva propuesta. Fuente propia

ADITIVIVA

- El servicio que proporciona el área de fabricación aditiva consiste en dar un servicio de impresión 3D o de fabricación aditiva. Este servicio se proporciona a los alumnos (tanto los alumnos que necesitan piezas para sus TFGs/TFM como alumnos que desean fabricar piezas para consumo propio), a las asociaciones de estudiantes (ICAI 3D, ICAI Speed Club,...), a profesores en la elaboración de sus asignaturas e investigaciones, y a empresas que desean fabricar prototipos para testear sus ideas.
- Los factores más importantes dentro del laboratorio son los siguientes:
 - Al ser un área de un tamaño reducido, el orden es indispensable.
 - Al tratarse de una fábrica integrada en los servicios de la universidad, los fines de semana se dejan piezas fabricándose, en caso de fallo no se puede reiniciar el proceso hasta el lunes por la mañana. Por estos motivos la fiabilidad de la máquina es muy importante.
 - Como se ha comentado anteriormente, el área de fabricación no es muy grande, por lo que no se pueden introducir muchas máquinas en el proceso de fabricación, por lo que una correcta planificación para gestionar la disponibilidad de las máquinas es otro factor a tener en cuenta.
 - EL ambiente y la cultura de trabajo basados en técnicas Lean, forman parte del ambiente de trabajo de los empleados.
 - El reciclaje de los materiales se hace de una manera sostenible. Todos los desperdicios de las piezas fabricadas se reciclan para crear nuevas bobinas.
- Los trabajadores han detectado algunos puntos para la mejora del servicio:
 - Tener un área de trabajo más grande.
 - Realizar un almacenamiento vertical, mejorando así la efectividad de almacenaje. Han puesto estanterías a lo largo de las paredes, desde el suelo hasta el techo para aprovechar esos espacios.
 - Algunos de las personas que utilizan el laboratorio, solo realizan la recogida de los materiales por miedo a una penalización.
 - La falta de una disciplina de orden impuesta por la organización, cuando la alta dirección y tus compañeros realizan ese orden, provocas que la cultura y la disciplina aumenten.
 - Aplicación de las 5S de una manera básica. Se han etiquetado todas las máquinas y herramientas.
 - Control de inventario y control sistematizado de los documentos

LABORATORIO METROLOGÍA



Figura 67. Laboratorio metrología propuesta. Fuente propia

METROLOGÍA

- El servicio principal del laboratorio de metrología es la docencia. En este laboratorio se imparten prácticas de las asignaturas de fabricación y de diseño, integración y verificación de máquinas. Además, se proporciona un servicio al alumnado de asociaciones, en especial al ICAI speed club, para poder realizar las mediciones de las piezas que fabrican, un servicio a profesores investigadores y un servicio de metrología a empresas que solo necesitan una aproximación en sus medidas.
- Los factores más importantes dentro del laboratorio son los siguientes:
 - Hay un gran recurso tanto humano como técnico.
 - Gran distribución de las mesas para trabajar en grupos de 12 personas.
 - Gran calidad del material.
- Los trabajadores han detectado algunos puntos para la mejora del servicio:
 - Falta de utilización del material del laboratorio. (no puede emplearse como servicio profesional por no ser una sala blanca)
 - Falta de motivación del alumnado.
 - Falta de liderazgo.
 - No existe el rol de product manager. Detrás de una instalación técnica, en la que se deben dirigir ciertos recursos técnicos, debe existir el rol de product manager para realizar la gestión de los recursos.
 - Reestructuración
 - Necesidad De control de inventario
 - Falta de sincronización de recursos

LABORATORIO SOLDADURA



Figura 68. Laboratorio soldadura propuesta. Fuente propia

SOLDADURA

- El servicio principal del área de soldadura es la docencia. En este laboratorio se imparten prácticas de la asignatura de fabricación. No se proporcionan otros servicios como en otro laboratorio.
- Los factores más importantes dentro del laboratorio son los siguientes:
 - Hay un gran recurso tanto humano como técnico.
 - Gran calidad del material. Se trabajan con recursos industriales.
 - Se mantiene un orden y una limpieza de las máquinas y las herramientas que se emplean.
 - La seguridad es un aspecto fundamental en este laboratorio. Antes de realizar las prácticas se advierte de los riesgos que puede conllevar no seguir el guion de las prácticas, se proporciona todo el material necesario de seguridad y existen hojas de seguridad (tanto de los gases para realizar la soldadura como de los electrodos).
- Los trabajadores han detectado algunos puntos para la mejora del servicio:
 - Falta de motivación del alumnado.
 - Falta de motivación por parte de la dirección para aplicar técnicas Lean en todos los laboratorios.
 - Falta de cultura de mejora continua.



Figura 69. Problemas propuesta. Fuente propia

Para poder llegar a la raíz de los problemas que surgen en el área de trabajo y ver la formación necesaria para los empleados, se ha realizado una encuesta a las personas que trabajan en los laboratorios, en este caso la muestra ha sido de 5 personas.



Figura 70. PDI propuesta. Fuente propia

Pero antes de ir al resultado de la encuesta, es necesario entender el funcionamiento del personal de ICAI. Son personal docente investigador.

Se computan como actividades docentes todas aquellas directamente relacionadas con los procesos de enseñanza-aprendizaje que se organizan por parte de la Universidad, ya sea en títulos oficiales. La actividad docente comprende principalmente la programación, planificación y coordinación de asignaturas; la preparación, desarrollo de acciones formativas en el tiempo

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en *DESIGN THINKING*

lectivo y su pertinente evaluación, en sus diferentes sistemas; la atención al alumno dentro y fuera del aula; la actualización de conocimientos; las acciones de coordinación entre el profesorado; la dirección de trabajo fin de grado y fin de máster universitario;

Se computan como actividad investigadora las siguientes contribuciones: publicaciones académicas (artículos de revista, capítulos de libro, libros); participación en proyectos de investigación; la dirección de tesis doctorales; la participación con comunicación oral en Congresos internacionales; las actividades de transferencia con impacto social elevado; y las patentes. Se distinguen dos niveles de investigación, en función de la cantidad y calidad e impacto de las contribuciones.

Aunque todas las actividades desempeñadas por el profesorado llevan implícitas en mayor o menor medida una actividad de gestión, aquéllas que tienen una mayor carga de responsabilidad o de dedicación deben dar lugar de manera expresa a una reducción de la carga lectiva. Nivel 1: Cargos de gestión que requieren un nivel muy alto de dedicación (decanos). Nivel 2: Cargos de gestión que requieren un nivel alto de dedicación (Jefe de estudios, director de departamento) y Nivel 3: Cargos de gestión que requieren un nivel medio de dedicación (Coordinador de área o jefe de laboratorio). Será en estas horas de gestión, donde se sacarán las horas para la mejora continua.

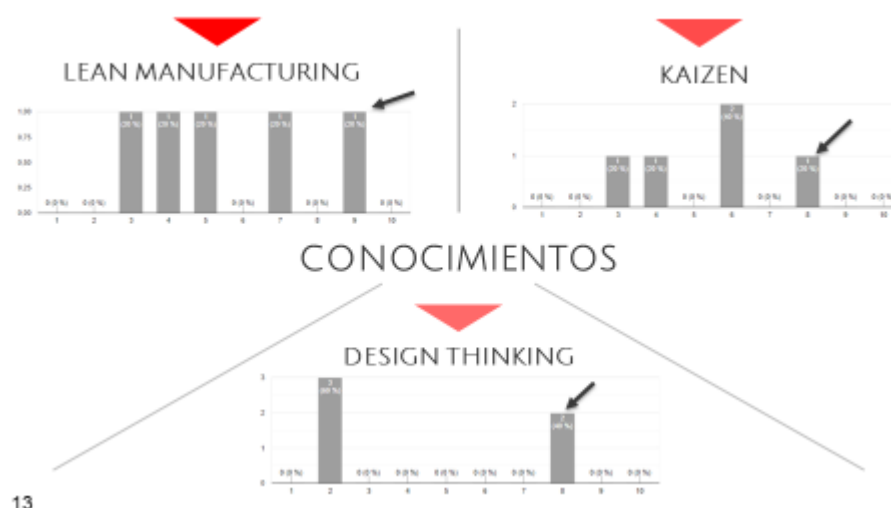


Figura 71. Conocimientos propuesta. Fuente propia

En la encuesta, se puede apreciar cómo solo 20% de los encuestados tiene grandes conocimientos en herramientas Lean o Kaizen y el 60% sobre el Design Thinking, lo cual supone que no se tienen los conocimientos suficientes sobre las ventajas que conlleva implantar la cultura de mejora continua e innovación.

FACTORES IMPORTANTES



Figura 72. Factores propuesta. Fuente propia

Por otro lado, se pueden analizar de una manera muy clara los factores que los trabajadores consideran más importantes a la hora de trabajar en los laboratorios. Se puede apreciar que la calidad de los integrantes es lo más importante, seguido de la calidad de las máquinas con las que se trabaja y su mantenimiento, el orden que hay en los laboratorios y la seguridad a la hora de trabajar. Por otro lado, se aprecia como la cultura Lean supone un factor prácticamente no importante para los profesores de la escuela



Figura 73. Puesto de trabajo propuesta. Fuente propia

La mayoría de las personas que trabajan en los laboratorios coinciden en que se fomenta la mejora continua (80%), sin embargo, solo la mitad de ellos considera que se ha seguido una metodología a la hora de implementar estas mejoras

A la hora de analizar el por qué los empleados realizan la mejora continua en las instalaciones y en sus puestos de trabajo el 60% coincide en la mejora de los recursos en favor del alumnado, mejorando la docencia. Además, un 40% de ellos realizan la mejora continua con la intención de obtener un mayor reconocimiento por parte de la institución. Y por último, solo un 20% de las personas lleva a cabo la mejora continua con la intención de obtener una mayor responsabilidad en sus puestos de trabajo, una mejora económica o favorecer a la innovación en las instalaciones.

En la cultura Lean, uno de los primeros pasos en la implantación y que aparece en el templo Lean (Figura 2), es la identificación y eliminación de desperdicios. En la Figura 50 destacan como desperdicios las barreras en la comunicación entre las personas con las que trabaja y problemas/errores mal identificados. El resto de desperdicios son detectados al menos por una persona, por lo que es importante que cada persona indique la manera en la que eliminaría el desperdicio detectado



Figura 74. Problemas encontrados propuesta. Fuente propia

A raíz de este proceso que se ha llevado a cabo de entrevistas y entender qué actividades, factores y puntos de mejora que detecten los profesionales que trabajan, se identifican los siguientes problemas:

- No existe un método estandarizado de trabajo
- Falta de conocimiento y cultura Lean
- Reconocimiento del trabajo de mejora continua
- Poca utilización de los recursos

OBJETIVOS

AUMENTAR LA
MOTIVACIÓN
DEL PERSONAL

MEJORA DE LAS
INSTALACIONES
Y REDUCCIÓN
DE COSTES

ESTANDARIZACIÓN

17

Figura 75. Objetivos propuesta. Fuente propia

Con la implantación de esta metodología, se pretenden conseguir los siguientes objetivos a corto y a largo plazo:

- Motivación del personal, para trabajar de una manera más unida y eficiente
- Mejora de las instalaciones y costes. Se seguirán los indicadores de seguridad, calidad, tiempo y coste.
- Realizar un proceso de estandarización en el que ir trabajando y mejorando.



04
PROPUESTA

Figura 76. Propuesta. Fuente propia

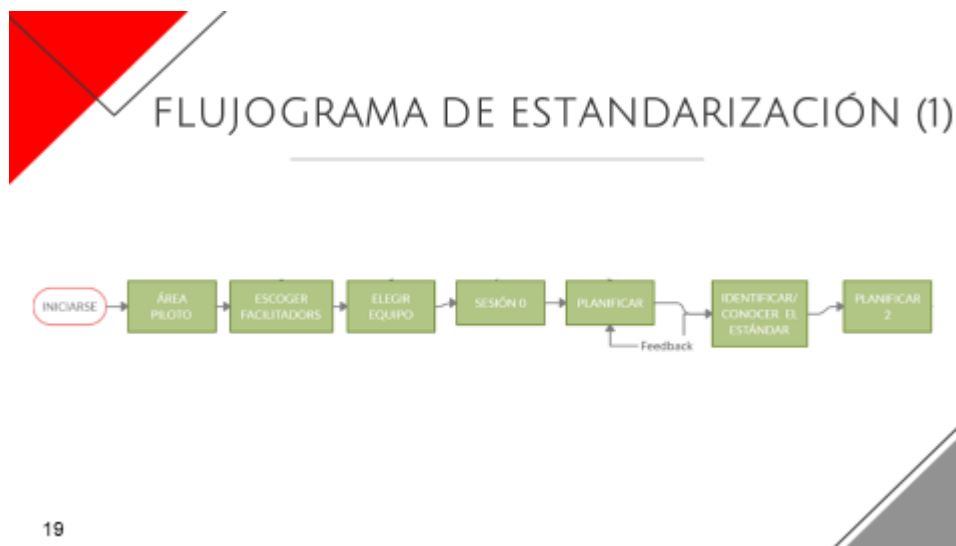


Figura 77. Flujograma parte 1 propuesta. Fuente propia

A continuación, se presenta la primera parte del flujograma de estandarización para la implantación de la mejora continua. Los primeros pasos de esta metodología consisten en elegir un área piloto, donde probarlo y escoger el facilitador (que tiene que tener conocimientos de Kaizen y design thinking). En la elección del equipo es imprescindible que sea multidisciplinar, por lo que además de las personas que trabajan en los laboratorios es necesario que se incorporen a las sesiones de trabajo un profesor de otro laboratorio y una persona de dirección. La sesión 0, como se ha comentado se trata de que todas las personas involucradas conozcan los procesos que se realizan en cada área. Se realizará la sesión de identificar y conocer los estándares (esta sesión tendrá una duración de hora y media de duración). Esta primera fase del flujo es la que se ha realizado en este proyecto. En la segunda parte de la planificación se organiza la formación necesaria para las personas del grupo y las sesiones que se llevarán a cabo.

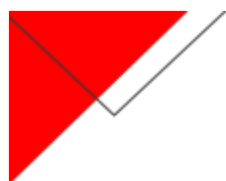


20

Figura 78. Formación propuesta. Fuente propia

La formación que se dará consiste en un seminario de 1 día de 3 horas de duración por parte de un profesor de la asignatura de SPF (Sistemas de producción y fabricación) a todo el equipo (4 personas + las personas que formarán parte del resto de proyectos). Este seminario contará con los puntos:

- Lean manufacturing
 - Historia
 - Diferencias entre sistema tradicional y sistema Lean
 - Casos de éxito
 - Fundamentos base
 - Principios fundamentales
 - Templo Lean
 - Conceptos fundamentales
- Filosofía kaizen
 - Principios
 - Herramientas
 - Implantación mejora continua



FLUJOGRAMA TRABAJO



SOLUCIONES INNOVADORAS

23



Figura 81. Flujograma trabajo propuesta. Fuente propia

Para la parte de la planificación 2, el proceso se repetirá tantas veces como problemas se hayan identificado. Estas reuniones tendrán una duración de hora y media y cada problema se tratará como un proyecto nuevo de 11-12 semanas. En la primera reunión se hará un resumen de los problemas que se hayan identificado y se pondrán en orden de importancia, y este será el orden de problemas que se seguirá. Se puede apreciar cómo se trabajará en la creación de ideas y prototipado durante 3 semanas, y posteriormente, a las 8 semanas se tendrá la reunión de análisis de resultados y se atacará otro problema.

SESIONES DE TRABAJO

DIVERGENCIA

- Mayor cantidad de ideas
- Herramientas:
 - Philips 6/6
 - 6-3-5
 - Locos ocho
 - Mi turno

CONVERGENCIA

- Análisis ideas
- Herramientas
 - Tarjetas rojas y verdes
 - Dentro/Fuera
 - Diagrama causa-efecto
- Objetivo: saber qué ideas se van a prototipar

PROTOTIPADO

- Maquetas
- Juegos de rol
- Prototipo en imagen

24

Figura 82. Sesiones de trabajo propuesta. Fuente propia

En las sesiones de divergencia se trata de obtener la mayor cantidad de ideas para resolver el problema planteado. Para ello se emplearán técnicas propias de la metodología de *Design Thinking* para favorecer la innovación en el proceso.

- Philips 6/6

Es una técnica creada por J. Donald Philips, la cual consiste en crear grupos de 6 personas (se puede adaptar al número de personas que hayan en las sesiones), que se tomarán 6 minutos para debatir y tendrán otros 6 minutos para sacar conclusiones.

- 6-3-5

Se trata de una técnica en la que se juntan grupos de 6 personas (se puede adaptar al número de personas que hayan en las sesiones), pedir que cada una de ellas piensen 3 ideas cada 5 minutos durante un total de 30 minutos. Este método fue diseñado por Bernd Rohrbach, el cual promueve la cantidad de ideas antes que la calidad.

- Locos ocho

Al igual que la técnica anterior, promueve la cantidad de ideas antes que la calidad de las ideas. Esta técnica consiste en que cada miembro del equipo dobla una hoja de tal manera que se obtengan 8 partes, cada participante tiene 5 minutos para dibujar sus ideas o conceptos aplicados al problema. Una vez finalizados los 5 minutos, cada participante comparte con el resto del equipo sus ideas y debaten sobre ellas.

- Mi turno

EL objetivo de esta técnica es estructurar las aportaciones de cada persona y ayuda a que todas las personas tengan que dar su opinión. Para ello, quien tenga el pequeño objeto será la persona encargada de hablar y cuando termine se lo pasará a una persona que no haya hablado. La ronda se termina cuando todas las personas han dado su opinión, posteriormente se podrán hacer nuevas rondas de conversación.

En las sesiones de convergencia se analizarán las ideas propuestas en la primera parte de la sesión, con la intención de analizar diferentes escenarios, soluciones posibles y pasos a seguir. El facilitador propondrá algunas de las siguientes herramientas:

- Tarjetas rojas y verdes

Cada persona del grupo tendrá una tarjeta roja y una verde, de tal manera que cuando alguien haga una propuesta o explique alguna cosa, el resto del equipo levantará la tarjeta verde para decir si están de acuerdo o lo han entendido bien, o la roja si no están de acuerdo o les queda algo que aclarar. A esta técnica diseñada por Jerry Michalski, se le puede añadir más tarjetas de colores distintos para expresar una postura neutral.

- Dentro/Fuera

Se trata de una técnica para la toma de decisiones. Se genera un diálogo dentro del equipo para decidir si esa idea se queda dentro o fuera de la solución. Para esta herramienta se necesitan post-it, rotuladores y un papel.

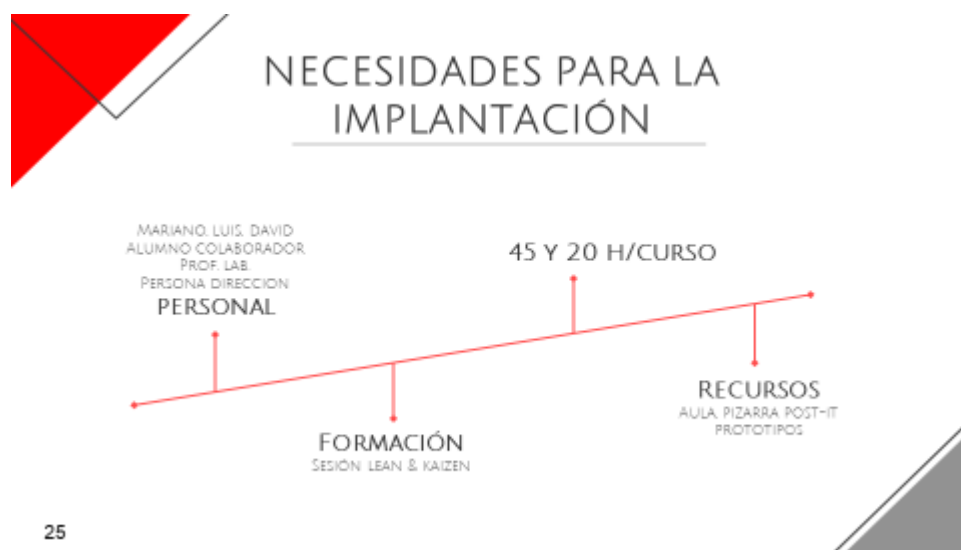
- Diagrama causa-efecto

También llamado como diagrama de Ishikawa, en él se representan y analizan los elementos y causas de un problema. Para ello, se identificarán las variables que pueden ser causantes del problema y se identificará que debe suceder con esas variables para solucionar el problema

Al acabar estas sesiones, es necesario saber qué ideas se van a prototipar y los materiales necesarios que se van a necesitar.

Una vez realizadas las sesiones de convergencia y divergencia, se realizará la sesión de prototipado. Donde se construyen prototipos o maneras de implementar una solución de una manera palpable. Es importante definir para cada problema unos indicadores de rendimiento para posteriormente evaluar de una manera correcta si la implantación ha sido buena o no. Para estas sesiones, es necesario que acudan todas las personas del equipo, además, el facilitador se apoyará en las siguientes técnicas del *Design Thinking* para realizar la sesión:

- Maquetas: La maqueta sirve para visualizar, testear o mejorar una posible solución en la fase de ideación. Es importante que se haga de una manera rápida.
- Juego de roles: Los participantes del equipo se asignarán distintos roles e interpretarán una hipotética actuación en la que hagan uso de los prototipos que han creado.
- Prototipo en imagen: Se trata de plasmar las características principales de una posible solución mediante una imagen para posteriormente comentar que mejoras o modificaciones se pueden realizar.



25

Figura 83. Necesidades de implantación propuesta. Fuente propia

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

Por tanto, las necesidades para la implantación serán:

- Los 3 profesores de laboratorio (Mariano Jiménez, Luis Rallado y David Fraiz)
- El alumno colaborador
- Un profesor de otro laboratorio (variará en función del problema)
- Una persona de dirección
- Sesión de formación por un profesor de sistemas de producción y fabricación sobre el Lean y Kaizen
- Las horas del personal se sacarán de la parte de gestión, a medida que este proceso avance se realizará de una manera más eficiente y serán necesario menos horas. Se ha estimado que cada profesor y alumno colaborador apoyará con 45 horas la mejora continua y 20 horas los profesionales ajenos al laboratorio.
- Recursos necesarios para llevar a cabo las sesiones (aula, pizarra, post-its) y los recursos necesarios para crear los prototipos

Se estima en total que en un año se necesitarán 225 horas del profesorado (1h y media a la semana más un 20% de seguridad, es decir 45 h/año*persona) + 27h del alumno colaborador + coste del seminario (30h coste profesor + 3h alumno colaborador + 3h ponente) + Coste de los recursos.

CONCLUSIONES

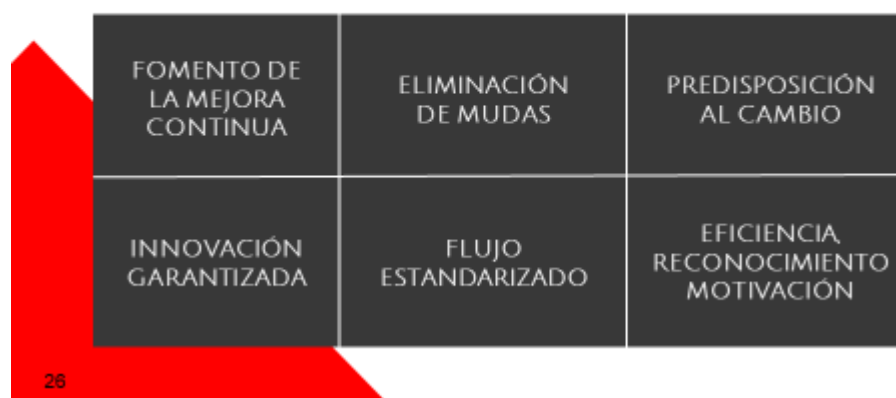


Figura 84. Conclusiones propuestas. Fuente propia

Para concluir, se ha logrado gracias al flujograma final, crear un ambiente de trabajo dinámico en el que se fomenta la mejora continua, al tener sesiones para plantear y resolver problemas en las que se tiene una constante interacción entre los miembros del equipo, de esta manera además, se consigue eliminar la muda de la comunicación que el 40% de los encuestados detectaba. Además, al trabajar en equipos multidisciplinarios, el cual estará formado por las personas que trabajan en el laboratorio de una manera continuada (profesores y alumnos colaboradores) y se añadirán dos miembros al equipos (un profesor de otro laboratorio y otra persona de dirección, los cuales podrán

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

ir rotando por proyecto) de esta manera se genera una predisposición al cambio, solucionando uno de los grandes problemas que se han identificado del por qué en la sociedad occidental no se ha conseguido instaurar el *Kaizen* pues en todo el proceso de construcción de un prototipo se desechan ideas o se construye sobre ellas, como el compromiso por parte de la alta dirección, se conseguiría crear nuevas relaciones

Al introducir la metodología de *Design Thinking* en el flujo estandarizado, se garantiza la innovación como una parte fundamental en el proceso para proporcionar ideas y soluciones innovadoras en la etapa de planificación 2

La implantación de una mejora continua en los laboratorios supondría a los docentes conseguir un estándar en el que trabajar y mejorar, y se conseguiría optimizar su tiempo realizando un trabajo más eficiente, reconocer esta actividad como una parte que los profesores realizan en la parte de la gestión, y se aumentaría la motivación e implicación del personal pues se sentirían parte del proceso de mejora al implantar sus propias soluciones.



27

Figura 85. Futuras líneas de trabajo propuesta. Fuente propia

Como futuras líneas de acción para continuar con el proyecto, se tendrían que realizar las siguientes acciones:

- Escoger un facilitador.
- Formalizar la rotación de profesores de laboratorio y personas de dirección que se añadirían al equipo.
- Realizar una sesión de introducción para los nuevos integrantes del equipo.
- Realizar la sesión de formación de empleados (previa selección del profesor de sistemas de fabricación).
- Realizar las sesiones establecidas en la planificación 2.



Figura 86. Fin propuesta. Fuente propia

7. Conclusiones

Para concluir, se va a analizar las sinergias que se han comentado en el apartado 3.3 con el resumen de las propuestas (tabla 5), el flujograma final y la propuesta desarrollada. Antes de hacer una implementación a nivel general en la universidad de ICAI, se ha decidido hacer un proyecto piloto en los laboratorios de fabricación en el que poder poner en práctica la nueva metodología.

En la tabla 5, en el que se analizaban las ventajas e inconvenientes que suponían las tres metodologías planteadas y finalmente en la Figura 27, se formalizaba el flujo de estandarización sobre este proyecto.

Analizando las ventajas de cada una de las propuestas junto con las sinergias encontradas en ambas metodologías, se puede apreciar que gracias a la primera propuesta basada en el templo *Gemba-Kaizen* se ha logrado gracias al flujograma final crear un ambiente de trabajo dinámico en el que se fomenta la mejora continua, al tener sesiones para plantear y resolver problemas en las que se tiene una constante interacción entre los miembros del equipo, de esta manera además, se consigue eliminar la muda de la comunicación que el 40% de los encuestados detectaba.

La segunda propuesta ayudó a crear el flujo de estandarización aprovechándose del orden que Masaaki Imai implantó en la fábrica de Toyota en Japón y que ha empleado en otras grandes corporaciones. Las desventajas que suponía este método son aportadas por la persona seleccionada como facilitador, pues esta persona tiene la necesidad de tener conocimientos de las herramientas de *Design Thinking* y las herramientas de *Lean Manufacturing* y *Kaizen*.

Al introducir la metodología de *Design Thinking* en el flujo estandarizado, se garantiza la innovación como una parte fundamental en el proceso para proporcionar ideas y soluciones innovadoras en la etapa de planificación 2 (Figura 57). Además, se aprovecha la etapa de prototipado y testeo que ofrece el *Design Thinking*, junto con todas sus herramientas de innovación, proporcionando garantía de éxito en las implantaciones que se queden para el futuro.

Una de las bases principales del *Design Thinking* es la formación de equipos multidisciplinares, es por ello que en la selección de los equipos que identificarán y solucionarán los problemas, estará formado por las personas que trabajan en el laboratorio de una manera continuada (profesores y alumnos colaboradores) y se añadirán dos miembros al equipos (un profesor de otro laboratorio y otra persona de dirección, los cuales podrán ir rotando por proyecto) de esta manera se genera una predisposición al cambio, solucionando uno de los grandes problemas que se han identificado del por qué en la sociedad occidental no se ha conseguido instaurar el *Kaizen* pues en todo el proceso de construcción de un prototipo se desechan ideas o se construye sobre ellas, como el compromiso por parte de la alta dirección, se conseguiría crear nuevas relaciones en los empleados (ya que de manera natural no trabajarían de forma conjunta) y aportar una

nueva visión. Además, se fomentaría el uso y el conocimiento sobre la implantación de la mejora continua al ir rotando profesores de distintos laboratorios como a personas de dirección y alumnos colaboradores.

Gracias a las entrevistas realizadas (anejo I y anejo II) y las sesiones de trabajo (sesión 0 y las sesiones de identificar y conocer el estándar), en las que se han empleado técnicas del *Design Thinking* para la creación del formulario, se ha podido planificar la formación que los trabajadores necesitan adquirir, fomentando el conocimiento de la mejora continua. Las herramientas propuestas en este proyecto han sido elegidas por su sencillez, el tiempo necesario para su realización (basado en el tiempo de las sesiones) e innovación para generar ideas. El facilitador podrá emplear otras herramientas de la metodología que vea convenientes.

El tiempo que las personas asociadas al proyecto se estima que serán unas 40 horas por persona al año. Las horas de gestión que dedica un profesor al año están en torno a las 225 horas, por lo que supondría un 20% del total de estas horas. La implantación de una mejora continua en los laboratorios supondría reconocer esta actividad como una parte que los profesores realizan en la parte de la gestión.

En el flujo presentado se mantiene tanto las características esenciales de la metodología *Design Thinking*, pues se mantendría la generación de empatía con el usuario, equipos multidisciplinarios, validación de prototipos y ambiente de trabajo que promueve la innovación como los principios de la filosofía *Kaizen* de mejora continua en el que se centra en la mejora tanto técnico como la parte humana y se introduciría de lleno la diferencia de concepto entre innovación y *Kaizen*.

Al introducir esta metodología en los laboratorios de fabricación de ICAI, se estarían cumpliendo con los objetivos propuestos en el proyecto pues se aumentaría la motivación e implicación del personal pues se sentirían parte del proceso de mejora al implantar sus propias soluciones, se mejorarían las instalaciones al utilizarse exclusivamente las máquinas y recursos exclusivamente necesarios, suponiendo esto una mejora en coste tiempo y calidad; y por último, los docentes al conseguir un estándar en el que trabajar y mejorar se conseguiría optimizar su tiempo realizando un trabajo más eficiente.

Como futuras líneas de acción para continuar con el proyecto, se tendrían que realizar las siguientes acciones:

- Escoger un facilitador.
- Formalizar la rotación de profesores de laboratorio y personas de dirección que se añadirían al equipo.
- Realizar una sesión de introducción para los nuevos integrantes del equipo.
- Realizar la sesión de formación de empleados (previa selección del profesor de sistemas de fabricación).
- Realizar las sesiones establecidas en la planificación 2.

8. Bibliografía

- Alba, Á., n.d. Como crear productos y servicios innovadores [WWW Document]. URL <https://innolandia.es/guia-dt-dummies-productos-y-servicios/>
- Álvarez, E., 2010. Creatividad y pensamiento divergente. Desafío Mente O Desafío Ambiente Recuperado En Www Intera Esadjuntoscreapensadiver Pdf El 24-06.
- Baudin, M., 2007. Working with machines: the nuts and bolts of lean operations with jidoka. Productivity Press, New York.
- Berrahal, W., Marghoubi, R., 2016. Lean continuous improvement to information technology service management implementation: Projection of ITIL framework, in: 2016 International Conference on Information Technology for Organizations Development (IT4OD). IEEE, pp. 1-6.
- Brown, T., 2008. Design Thinking [WWW Document]. URL <https://designthinking.ideo.com/>
- Brunet, P., 2000. KAIZEN: FROM UNDERSTANDING TO ACTION.
- Carreras, M.R., n.d. La primera fase para la implantación del proceso de mejora continua: el autodiagnóstico del sistema productivo de la empresa 34.
- Coleman, B.J., Vaghefi, M.R., 1994. Heijunka (?): A key to the Toyota production system. Prod. Inventory Manag. J. 35, 31.
- Correa, F.G., 2007b. MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING). PRINCIPALES HERRAMIENTAS 14.
- Cosano, D.F., Calzado, M.J., Gumz, J.M., Guerrero, L.R., n.d. PRÁCTICA N° 1 Soldadura blanda, electrodo revestido, TIG y MIG. ° A 20.
- Departamento de ingeniería mecánica ICAI, n.d. Práctica VEM.
- Departamento de Organización industrial ICAI, 2020. Lean Manufacturing.
- dinngo, n.d. Design Thinking en español [WWW Document]. URL <https://www.designthinking.es/inicio/>
- DT_Lidera el presenta crea el futuro.pdf, n.d.
- ebook-cibbva-design-thinking_es_1.pdf, n.d.
- Hobcraft, P., 2014. Design Thinking: Inspiration, Ideation and Implementation.
- Imai, M., 2012. Gemba kaizen: a commonsense approach to a continuous improvement strategy. McGraw Hill, New York.
- Imai, M., 2000. Cómo implementar el kaizen en el sitio de trabajo (Gemba). Jpn. Mc Graw Hill.
- Imai, M., Vasseur W, Alfonso, 1996. Kaizen: la clave del la ventaja competitiva japonesa. CECSA, México.
- Jackson, T.L., 2006. Hoshin kanri for the lean enterprise: developing competitive capabilities and managing profit. Productivity Press, New York.
- Kaizen institute [WWW Document], n.d. URL <https://es.kaizen.com/>
- Keizai Dōyūkai, 2018. Kanban y “Just-in-time” en Toyota: la dirección empieza en las estaciones de trabajo.
- Kiran, D.R., 2017. Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies. Elsevier, Amsterdam ; Boston.
- Mocha, D.J.O., Zurita, M.D.R., 2006. Implementación de la Metodología Kaizen para Incrementar el Rendimiento de la Madera en una Empresa Exportadora de Productos de Balsa. Rev. Tecnológica-ESPOL 19.

- Mocha Ortiz, D.J., Rodríguez Zurita, María Denise, n.d. "Implementación de la Metodología Kaizen para Incrementar el Rendimiento de la Madera en una Empresa Exportadora de Productos de Balsa".
- Naciones Unidas, n.d. Objetivos de desarrollo sostenible 2030. URL <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Neilson, G.L., Martin, K.L., Powers, E., Merrifield, R., Calhoun, J., Stevens, D., Brown, T., Takeuchi, H., Osono, E., Shimizu, N., Garvin, D.A., Levesque, L.C., n.d. 60 The Secrets to Successful Strategy Execution 10.
- Nicolas Sampayo, n.d. Taylorismo, Fordismo y Toyotismo [WWW Document]. URL <https://filadd.com/doc/96653979-taylorismo-fordismo-y-toyotismo-pdf>
- Onglatco, M.L.U., Matsui, T., 1991. The anatomy of Japanese QC circles. *Civilisations* 363–398. <https://doi.org/10.4000/civilisations.1666>
- Palmer, V., 2001. Inventory Managment Kaizen.
- Pérez Rave, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., Vanegas, J., Parra, C., 2011. Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare Rev. Chil. Ing.* 19, 396–408.
- Samantha Comulada, J.M., 2015. Application of a 3-Step Kaizen Strategy for Improvement of WIP Flow in a Semiconductor Fab.
- Singh, J., Singh, H., 2009. Kaizen philosophy: a review of literature. *IUP J. Oper. Manag.* 8, 51.
- Socconini, L.V., 2019. *Lean Manufacturing*. Marge Books, Barcelona.
- Suárez Barraza, M.F., Miguel Dávila, J.Á., 2008. Encontrando al Kaizen : un análisis teórico de la mejora continua. *Pecunia Rev. Fac. Cienc. Económicas Empres. Univ. Ón* 285. <https://doi.org/10.18002/pec.v0i7.696>
- tjana Borovikov, Satya Viswanathan, Johan Christiaan Peters, 2013. Design Thinking: 10 reglas de oro. URL <https://news.sap.com/latinamerica/2013/04/design-thinking-10-reglas-de-oro/>
- Watson, G., Mazur, G.H., 2004. *Hoshin Kanri: policy deployment for successful TQM*. Orodutivity, New York.
- Wittenberg, G., 1994. Kaizen—The many ways of getting better. *Assem. Autom.*

DOCUMENTO II

ANEJOS

ANEJO I: ENTREVISTAS SESIONES DE EMPATIZAR

1. INTRODUCCION DEL PROBLEMA A RESOLVER:

- a. Se quiere aplicar el *Kaizen* y el *Design Thinking* para mejorar el proceso de docencia en los laboratorios y en el área de fabricación aditiva. Se está trabajando en la estandarización de este método, de tal manera que sea aplicable a cualquier proceso productivo, tanto en una fábrica como en una oficina

2. Técnica del AEIOU (actividades, environments/lugares, interacciones, objetos y usuarios)

- a. **Actividades:** las acciones que las personas desarrollan relacionadas con el reto.
 - i. Experiencia como usuario de los laboratorios
 - ii. Prácticas que se realizan en el laboratorio
 - iii. Rutinas que realizas en el laboratorios
 - iv. *fabricación aditiva* Proceso de fabricación que se realiza en el laboratorio
 - v.
- b. **Lugares:** identificar los ambientes.
 - i. ¿Qué factores consideras más importantes en el laboratorio?
 - ii. ¿Qué te facilitaría poder dar/recibir la clase o utilizar el laboratorio?
 - iii. Consideras que en el laboratorio hay muchas mudas o que se puede mejorar el laboratorio ¿Cómo?
 - iv. Que controles de calidad se realizan
 - v. ¿Qué técnicas Lean se aplican en el laboratorio?
 - vi. Protocolos en caso de que alguna máquina falle
- c. **Interacciones:** observar en profundidad los comportamientos y acciones.
 - i. ¿Qué personas participan en todo el proceso?
 - ii. Al finalizar la práctica, ¿quién ordena y recoge todos los materiales?
 - iii. ¿quién limpia los laboratorios?
 - iv. ¿Quién hace los mantenimientos en los laboratorios?
 - v. ¿Cómo se relacionan los profesores con las personas de limpieza? Dan órdenes de dejar todo ordenado de alguna manera o es el personal quien decide como dejarlo....
 - vi. ¿Cuántas personas trabajan de forma conjunta?
- d. **Objetos:** los elementos relacionados con el reto y las relaciones que se establecen entre ellos.
 - i. Protocolos
- e. **Usuarios:** las percepciones que tienen los usuarios con respecto al problema.
 - i. ¿Si pudieras cambiar una cosa del laboratorio que sería? Ej: Orden de las cosas, Realización de las practicas, materiales...
 - ii. Preguntas como podríamos
 - 1. Añadir valor a las prácticas de laboratorio
 - 2. Producir más en el laboratorio de fabricación adictiva

3. Reducir los desperdicios en las practicas
 4. Mejorar la productividad
 5. Fabricar diferentes componentes
 6. Hacer que los alumnos colaboren y no solo vengan a realizar las practicas
 7. ¿Alguna cuestión extra?
- iii. ¿Se podría crear un buzón de sugerencias?
 - iv. Técnicas Lean que se emplean
3. Crear un mapa de actores sobre cada uno de los diferentes laboratorios
 - a. Quien interviene
 - b. Cuando interviene
 - c. Como interviene

Figura 87. Técnica mapa de actores. Fuente (dinngo, n.d.)

4. Inputs del laboratorio
 - a. Que materiales se emplean y se necesitan
 - b. Que información se recibe
 - c. Que maquinas se emplean
 - d. De donde salen

5. Outputs del laboratorio
 - a. Que se hacen con los materiales sobrantes de las practicas
 - b. Que información sale
 - c. Que productos se sacan

6. ¿Cuál es el proceso que siguen los inputs para convertirse en outputs?
 - a. Que materiales y maquinas son las que se emplean para convertirse en enseñanza o producto final

7. Realizar el customer journey de cada uno de los laboratorios

Técnica: Customer Journey
Se usa en Empatía e Ideación

¡Escanea para más info!

Design Thinking en Español
www.designthinking.es
@DTthinking_es

Proyecto:

Equipo:

Fecha:

Anotaciones:

dinngo
www.dinngo.es / @dinngo

Figura 88. Técnica customer journey. Fuente (dinngo, n.d.)

- Final del trabajo en grupo
 1. ¿Qué se ha hecho bien en la sesión y que se ha hecho mal?
 2. Como mejorarías la experiencia para la próxima
 3. Te ayudaría un guion antes para poder prepararte la sesión

ANEJO II: ENTREVISTA IDENTIFICACIÓN PROBLEMAS

- 1) Valorar del 1 al 10 los conocimientos que posee sobre el *Lean Manufacturing*.
- 2) Valorar del 1 al 10 los conocimientos que posee sobre el *Kaizen*.
- 3) Valorar del 1 al 10 los conocimientos que posee sobre el *Design Thinking*.
- 4) Valorar del 1 al 10 los conocimientos que posee sobre herramientas Lean (5s, las 7 mudas, las 3M's, generación de autodisciplina, Just in time,...).
- 5) Valorar del 1 al 10 los conocimientos que posee sobre herramientas *Kaizen* (círculos de calidad, sistema de sugerencias, mantenimiento total productivo, *kanban*,...).
- 6) Valorar del 1 al 10 los conocimientos que posee sobre herramientas *Design Thinking* (Mapa de actores, customer journey, *philips 6/6*, mapa de empatía, diagrama causa-efecto,...).
- 7) ¿Qué factores consideras más importantes en el laboratorio? (puede seleccionar todos los que considere necesarios):
 - a) Recurso humano (calidad de los docentes).
 - b) Recurso técnico (calidad del material).
 - c) Orden en los laboratorios.
 - d) Mantenimiento de las máquinas.
 - e) Seguridad a la hora de trabajar.
 - f) Ambiente de trabajo.
 - g) Cultura de trabajo Lean.
 - h) Sostenibilidad.
 - i) Otra.
- 8) ¿Qué mudas/desperdicios encuentra en el laboratorio? (puede seleccionar todos los que considere necesarios)
 - a) Barreras en la comunicación entre las personas con las que trabaja.
 - b) Soluciones inútiles en procesos/procedimientos.
 - c) Información de trabajo ineficaz/Procedimientos ineficaces.
 - d) Demoras y esperas innecesarias.
 - e) Problemas/errores mal identificados.
 - f) No se utiliza ni valora el conocimiento adquirido.
 - g) Otra.
- 9) De los desperdicios indicados en la pregunta anterior, ¿Cómo se podría (en su caso) realizar una mejora?
- 10) ¿Cree usted que se fomenta la mejora continua?
 - a) Sí.
 - b) No.
- 11) Si la respuesta anterior ha sido sí, ¿se ha seguido una metodología?
 - a) Sí, pero no se ha seguido una metodología.
 - b) Sí, se ha seguido una metodología.
 - c) He contestado no a la pregunta 10.
- 12) ¿Qué motivaciones tiene usted para fomentar y actuar con criterios de mejora continua?

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

-
- a) Mayor reconocimiento.
 - b) Mayor responsabilidad.
 - c) Mejora económica.
 - d) Mejora de los recursos.
 - e) Otra.
- 13) ¿Aplicas o propones ideas innovadoras?
- a) Si propongo y se aplican.
 - b) Si propongo pero no se aplican.
 - c) Nadie propone.
- 14) ¿Crees que sería interesante aplicar mejoras en tu puesto de trabajo?
- a) Sí.
 - b) No.
 - c) Tal vez.
- 15) ¿Se tiene en cuenta tu interés a la hora de generar innovación en tu puesto de trabajo? Valorar del 1 al 10.
- 16) ¿Los responsables (equipo directivo o de gestión provocan un espíritu y ambiente hacia la mejora continua?
- a) Sí.
 - b) No
- 17) Argumente su respuesta anterior.
- 18) ¿Cree que existe en su puesto de trabajo procedimientos bien definidos y estandarizados?
- a) Sí.
 - b) No
 - c) Tal vez.
- 19) Si la respuesta anterior es no, ¿crees que sería posible encontrar un método estandarizado? Si la respuesta anterior es si, comente si su ejecución es completa o incompleta y por qué.

ANEJO III: EQUIPOS DE TRABAJO DE LABORATORIO

<u>LABORATORIOS DEL ÁREA DE FABRICACIÓN MECÁNICA</u>								
<u>LISTADO DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO DE LABORATORIOS DE ALBERTO AGUILERA N° 25 (ICAI)</u>								
Denominación	<u>Marca</u>	<u>Modelo</u>	<u>N° serie</u>	<u>Año fabrica/ Inst.</u>	<u>Declara- ción Confor- midad</u>	<u>Marcado CE</u>	<u>Manteni- miento /Libro de instr.</u>	<u>Puesto de trabajo</u>
LABORATORIO DE TÉCNICAS DE FABRICACIÓN								
TORNO	OPTIMUN	D460x1000DP A	J010790	2012	SÍ	SÍ	SÍ/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
TORNO	CEFERINO BILBAO, S.A.	NORDIC 15	BN 15811031 AE84/BN 15811130 AF06	1994	NO	NO	NO/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
FRESADORA	FEXAC	UE	1560-N	1968	NO	NO	NO/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
FRESADORA	OPTIMUN	MF 4 VARIO	13392	2010	SÍ	SÍ	SÍ/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
RECTIFICADORA CILÍNDRICA UNIVERSAL	CINCINNATI	TYPE R-35	27031	1973/20 06	NO	NO	NO/NO	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
RECTIFICADORA TANGENCIAL	CHEVALIER	PSG-3A818	M3965005	2007	SÍ	SÍ	SÍ/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
ELECTROEROSÍ ÓN	ONA IN-260	3897/8604	S-2000/60A	1991	NO	NO	NO/NO	Laboratorio de Técnicas de Fabricación

MÁQUINA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO BABYPLAST	ALECOPI	BABY PLAST 6/10P	85912011	2011	SÍ	SÍ	SÍ/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
EQUIPO DE SOLDADURA MIG	PRAXAIR	PHOENIS 401	132411	2006	SÍ	SÍ	NO/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
EQUIPO DE SOLDADURA TIG	PRAXAIR	TRITON	133105/133106	2006	SÍ	SÍ	NO/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
EQUIPO DE SOLDADURA TIG	PRAXAIR	TRITON	133105/133106	2006	SÍ	SÍ	NO/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA AL ARCO	PRAXAIR	A 212	9411341	2006	SÍ	SÍ	NO/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
EQUIPO DE SOLDADURA POR PUNTOS	PRAXAIR	30 KVA	621 191	2005/2006	SÍ	SÍ	NO/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
EQUIPO DE SOLDADURA POR PLASMA	PRAXAIR	PHOENIX 401 BASIC PLUS FORCEARC	0000132411	2011	SÍ	SÍ	SÍ/SÍ	Laboratorio de Técnicas de Fabricación
LABORATORIO DE METROLOGÍA								
BANCO CALIBRACIÓN	CARL MAHR	865 E	48230	AÑOS 70	NO	NO	NO/SÍ	Laboratorio de Metrología
RUGOSÍMETRO	ZEISS	SURFCOM 15005D2	999315KC		NO	NO	SÍ/SÍ	Laboratorio de Metrología
MÁQUINA DE VISIÓN	MITUTOTYO	QUICK SCOPE	680120	2009	NO	NO	SÍ/SÍ	Laboratorio de Metrología
VERIFICADOR DE ENGRANAJES	ROLLET	ROLLET-0	18 II	1970	NO	NO	NO/SÍ	Laboratorio de Metrología
MÁQUINA DE MEDICIONES DE COORDENADAS	DEA	RWA 000002	454	1980	NO	NO	NO/SÍ	Laboratorio de Metrología
PERFILÓMETRO	MITUTOYO	C-3000	200010705	2008	SÍ	SÍ	SÍ/SÍ	Laboratorio de Metrología
MÁQUINA DE FORMAS	MAHR	MMQ 400	3757437	2008	NO	NO	NO/SÍ	Laboratorio de Metrología

Aplicación del impacto en la metodología KAIZEN de procesos basados en DESIGN THINKING

BRAZO DE MEDICIÓN	FARO	FUSIÓN 1.8	U-06-02-08-24924	2008	SÍ	SÍ	SÍ/SÍ	Laboratorio de Metrología
BRAZO DE MEDICIÓN-ESCANER	FARO	FUSIÓN 1.8M	U-06-05-11-27209	2011	SÍ	SÍ	SÍ/SÍ	Laboratorio de Metrología
TALLER-ALMACÉN DE MANTENIMIENTO								
MEDIDOR DE ALTURA	TESA	HITE 400	5L033902		SÍ	SÍ	SÍ/SÍ	TALLER-ALMACEN DE MANTENIMIENTO

Tabla 8. Materiales laboratorio

ANEJO IV: OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

A continuación, se presentan los objetivos de desarrollo sostenible con los que se representa el actual proyecto:



Figura 89. Objetivos de desarrollo sostenible. Fuente:(Naciones Unidas, n.d.)

En relación a la Figura 89, se han identificado las siguientes metas(Naciones Unidas, n.d.):

- 4.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.
- 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.
- 8.4 Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados.
- 9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.
- 9. b Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas.

El primer ODS con el que se identifica el proyecto se corresponde con el de educación de calidad. La educación permite la movilidad socioeconómica ascendente y es clave para salir de la pobreza. En este proyecto, se propone una metodología para aprender tanto de la metodología *Kaizen* como de la metodología *Design Thinking*, así como de su implantación. Es por ello, que los empleados obtienen una formación técnica adicional, adquiriendo mayores competencias. Al emplear herramientas de *Design Thinking*, se favorece el emprendimiento.

El segundo ODS con el que se puede relacionar el actual proyecto es el número ocho, el cual se centra en el crecimiento económico inclusivo y sostenido para impulsar el progreso, crear empleos decentes para todos y mejorar los estándares de vida. En la filosofía *Kaizen*, se trata de una mejora continua, tanto de los recursos humanos como de los recursos técnicos, aumentando de esa manera la producción y la eficiencia de los laboratorios, logrando de esta manera una mejora en la productividad económica, por esa razón se cumple la meta 8.2. Por otro lado, en el laboratorio de fabricación aditiva y en el laboratorio de soldadura se realiza un reciclaje de tal manera que se reaprovechan los recursos empleados, además, añadiendo el *Kaizen* y las técnicas de innovación de *Design Thinking*, se mejora la producción y consumo de los recursos, por ello se cumple con el punto 8.4.

El último ODS con el que se relaciona este proyecto se corresponde con el objetivo nuevo, el cual tiene como objetivo la construcción de infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. El propio *Design Thinking* lleva intrínseco en su metodología el fomento de la innovación, empleando técnicas que favorecen la creación de nuevas ideas.

Estos tres objetivos de desarrollo sostenible con los que se alinea mi proyecto, se mueven en una dimensión económica, al promover la innovación y la mejora de los recursos, y en una dimensión social, al promover la formación de los empleados.