

# Centro de Enseñanza Técnica y Superior

Con reconocimiento de validez oficial de estudios del Gobierno del Estado de Baja California según Acuerdo de fecha 10 de octubre de 1983



## **Mejora en la administración de la información y del material no conforme en las células de producción para reducir el tiempo de no valor agregado en GST Ensenada**

Tesis

Para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de  
Maestro en Ingeniería e Innovación

Director de Tesis:

Dr. Carlos Antonio González Campos

Co-Director:

Dr. Ramón Alejandro Guzmán Ocegueda

Presenta:

Ing. Fernando Román Zermeño Trejo

Ensenada, Baja California, México  
2019

**Mejora en la administración de la información y del material no conforme en las células de producción para reducir el tiempo de no valor agregado en GST Ensenada**

Tesis/Proyecto de aplicación que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta:

**Fernando Román Zermeño Trejo**

y aprobada por el siguiente Comité

---

**Dr. Carlos Antonio Gonzalez Campos**  
Director de Tesis

---

**Dr. Ramón Alejandro Guzmán Ocegueda**  
Co-Director de Tesis

---

**Mtro. Oscar Meza Arballo**  
Miembro del comité

---

**M.C. Amanda Georgina Nieto Sánchez**  
Coordinadora del Posgrado en Ingeniería.

Resumen de la tesis que presenta **Fernando Román Zermeño Trejo** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ingeniería e Innovación.

**Mejora en la administración de la información y del material no conforme en las células de producción para reducir el tiempo de no valor agregado en GST Ensenada**

Resumen aprobado por:

---

Dr. Carlos Antonio Gonzalez Campos

El presente Proyecto de aplicación consiste en la investigación documental y de campo para mejorar la administración de la información y del desperdicio por parte de los líderes en las células de producción de GST Ensenada con la finalidad de hacer un uso más eficiente de su tiempo y de mejorar las condiciones de los contenedores del desperdicio de poca capacidad, baja durabilidad y con riesgos de seguridad.

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto es “Design Thinking”, comúnmente utilizada para el desarrollo de productos de venta comercial, en esta ocasión es utilizada para la mejora de un estante para el desperdicio y un sistema de información permitiendo hacer más eficiente el proceso de administrarlos.

La metodología es enfocada a los usuarios permitiendo una interacción directa con los mismos para detectar las principales necesidades u oportunidades de mejora, así como, mantener un proceso de iteraciones donde desarrolladores y usuarios estuvieron en continuo contacto para permitir la evolución del estante y sistema de información.

Como resultado del uso de “Design Thinking” fueron obtenidas 4 iteraciones donde el estante y el sistema de información tuvieron cambios en materiales y diseño permitiendo encontrar en la última iteración un diseño adecuado a las principales necesidades de los usuarios y gabinete de gerentes.

Los principales beneficios fueron; mejora en el diseño de la estación de desperdicio para manejar el volumen diario de  $0.13 \text{ m}^3$  a  $0.24 \text{ m}^3$  (85% incremento, 92% objetivo  $0.25 \text{ m}^3$ ), ayudar a desplegar eficaz y eficientemente la información y métricos de las células de producción actualizada cada hora sin registro por escrito o captura manual con teclado por los líderes de producción, con un potencial de reducción de 266 horas hombre a 53 horas hombre por día (80% reducción, 89% objetivo).

Finalmente, la metodología de “Design Thinking” mostró una mejora continua con las iteraciones de prototipo en periodos cortos (semanas) por lo cual podría promoverse para integrarse a las clásicas herramientas de mejora dentro de la industria.

**Palabras clave: Mejora continua, Design Thinking, Administración de información, Prototipos, Diseño, Sistemas de Manufactura, Producción.**

Abstract of the thesis presented by **Fernando Román Zermeño Trejo** as a partial requirement to obtain the Master's degree in Engineering and Innovation

**Improvement of the information and SCRAP management in the production cells to reduce no value added time in GST Ensenada**

Abstract approved by:

---

Dr. Carlos Antonio Gonzalez Campos

This Application Project consists of documentary and field research to improve the management of information and scrap by the leaders in the production cells of GST Ensenada in order to make a more efficient use of their time and resources, improve the low capacity condition of scrap containers, low durability and safety risks.

The methodology used for the development of the project is Design Thinking, commonly used for the development of commercial sales products, in this project is used for the improvement of a rack for scrap and an information system that allows making more efficient the process of managing them.

The methodology is focus on the users allowing a direct interaction with them to detect the main needs or improvement opportunities, as well as maintaining an iteration process where developers and users were in continuous contact to allow the evolution of the rack and information system.

As a result of the use of Design Thinking 4 iterations were obtained where the rack and the information system had changes in materials and design, allowing to find in the last iteration a design that fulfilled the main needs of the users and the managers staff.

The main benefits were; improvement in the design of the scrap station to handle the daily volume of 0.13 m<sup>3</sup> to 0.24 m<sup>3</sup> (85% increase, 92% objective 0.25 m<sup>3</sup>), help to deploy efficiently the information and metrics of the production cells updated every hour without written registration or manual capture with keyboard by the production leaders, with a potential reduction of 266 man hours to 53 man hours per day (80% reduction, 89% objective).

Finally, the Design Thinking methodology showed a continuous improvement with prototype iterations in short periods (weeks), therefore, it could be promoted to integrate the classic improvement tools within the industry.

**Keywords:** Continuous improvement, Design Thinking, Information Management, Prototypes, Design, Manufacturing Systems, Production.

## **Dedicatoria**

A Mi esposa, Adilene Salazar Méndez, por tu apoyo y comprensión durante mi tiempo dedicado a este posgrado, por impulsarme a continuar con la superación personal y profesional, por demostrarme que siempre contare con tu respaldo cuando tome nuevos retos y que estaremos juntos para salir adelante.

A mi madre, Rosa Trejo Ceseña, por su apoyo y dedicación durante toda mi educación y por ser ejemplo de superar cualquier circunstancia con trabajo y dedicación, por haberme hecho como soy a través de sus enseñanzas.

A mi hija, Ma. Fernanda Zermeño Salazar, aunque aún no comprende mi ausencia en el tiempo dedicado a este posgrado fue fuente vital de mis energías para seguir adelante y buscar ser mejor persona para ella y en un futuro poder enseñarle lo mejor de mí.

A mis familiares y amigos en general, por su apoyo y formar ese sentido de competencia y empuje llevándonos a querer superarnos cada día más en este mundo en evolución constante y de mayores exigencias.

## **Agradecimientos**

A CETYS, por buscar alternativas para abrir la oportunidad de ofrecer sus programas de posgrado a personal activo en el campo laboral, así como, el apoyo con su programa de becas que permitió cumplir con mis estudios de posgrado

A CONACYT, por ofrecer nuevas modalidades de becas como lo es la beca industria para personas activas en el campo laboral que permitió cumplir con mis estudios posgrado.

A GST Ensenada y su gabinete gerencial por participar con CETYS en el programa beca industria y brindarme la oportunidad de participar en la misma a escasos meses de estar laborando en la organización.

A Roberto Márquez Vega gerente de planta de GST, por facilitar la elaboración de mi proyecto de aplicación y empujar por su aplicación en esta jornada.

Al Dr. Ramón Alejandro Guzmán Ocegueda, por ser guía en la elaboración de mi proyecto de aplicación en las distintas asignaturas y alentarnos a buscar un mejor nivel de proyección con nuestros trabajos.

Al Dr. Carlos Antonio González Campos, por su guía como asesor durante la elaboración de este proyecto de aplicación y su empuje en buscar formas diferentes de analizar y plantear cada situación.

# TABLA DE CONTENIDO

---

Resumen en español.....	ii
Resumen en inglés.....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos.....	v
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del Problema .....	7
1.3 Objetivo general .....	7
1.4 Justificación.....	8
1.5 Hipótesis.....	9
<b>CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL O TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1 La empresa en tiempo Real. ....	10
2.1.1 La información correcta.....	10
2.1.2 El costo correcto.....	11
2.1.3 El tiempo correcto .....	11
2.1.4 Fallas.....	11
2.2 Sistemas de Informacion en la empresa .....	12
2.3 Microsoft Dynamics AX .....	14
2.4 Administracion Visual .....	16
2.5 Design Thinking.....	17
2.5.1 Empatizar .....	18
2.5.2 Definir.....	18
2.5.3 Idear .....	19
2.5.4 Prototipar o Prototipeo.....	19
2.5.5 Probar.....	19
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 CRONOGRAMA .....</b>	<b>21</b>

<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS</b> .....	22
4.1 Empatizar .....	22
4.2 Definir .....	22
4.3 Idear .....	22
4.4 Prototipar y Probar (iteraciones).....	25
4.5 Discusión de resultados .....	32
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES</b> .....	33
Lista de referencias bibliográficas .....	34



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del Design Thinking. (Dinngo Lab. 2014) .....	18
Figura 2. Datos recolectados en la fase de Empatizar .....	22
Figura 3. Lluvia de ideas .....	23
Figura 4. Concentración de ideas por orden de acuerdo a la problemática a resolver...23	
Figura 5. Elaboración de dibujos de posibles soluciones. ....	24
Figura 6. Revisión de restricciones para desarrollar los prototipos y en común acuerdo llegar a una propuesta de diseño. ....	24
Figura 7. Presentación y explicación de dibujos por cada autor.....	25
Figura 8. Primer prototipo.....	26
Figura 9. Segundo Prototipo.....	26
Figura 10. Evaluación de primeras características por los usuarios.....	26
Figura 11. Primer prototipo en dibujo y cambios en distribución y captura de la información.....	27
Figura 12. Segundo prototipo en dibujo (para incluir pantalla) .....	28
Figura 13. Prototipo fabricado en acero y primer módulo digital de captura y despliegue de información.....	28
Figura 14. Estante aprobado para despliegue en la planta .....	29
Figura 15. Resultados de encuesta por pregunta.....	31

## LISTA DE TABLAS

---

Tabla 1. Visión General del Producto (AX): Capacidades de Industria y Core ERP .....	15
Tabla 2. Cronograma .....	21
Tabla 3. Comparación de costos y características por diseño .....	30

# **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

---

El presente proyecto tiene la finalidad de resolver un problema relacionado con la administración de la información en los módulos y estantes (racks, en inglés) para disponer del desperdicio en GST Ensenada.

El proyecto inició con una investigación documental para identificar las estrategias de diseño y desarrollo de sistemas de información visual. Para continuar con una investigación de campo para el diseño y fabricación de un estante para el desperdicio y módulo informativo para mejorar la capacidad volumétrica y funcional combinada con un sistema automático de despliegue de información.

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto es “Design Thinking”, comúnmente utilizada para el desarrollo de productos de venta comercial, en esta ocasión es utilizada para la mejora de un estante para el desperdicio y un sistema de información que permite hacer más eficiente el proceso de administrarlos.

Como resultado del uso de “Design Thinking” fueron obtenidas 4 iteraciones donde el estante y el sistema de información tuvieron cambios en materiales y diseño permitiendo encontrar en la última iteración un diseño que cumplió con las principales necesidades de los usuarios y gabinete de gerentes.

Para el entendimiento de cómo fue aplicada la metodología para la mejora de del estante y del sistema de información es mostrado cada paso de forma detallada en el siguiente documento.

## **1.1 Antecedentes**

### **El potencial de la información en nuestras empresas**

Los sistemas de información han irrumpido con fuerza de forma generalizada en los últimos años en las organizaciones. Esta expansión ha sido posible por la evolución acelerada de las prestaciones, y la disponibilidad y la variedad de las tecnologías adecuadas para producir, captar, tratar y difundir información. Ciertamente, el estado actual y las tendencias de evolución de estas tecnologías pueden considerarse casi mágicos comparados con su situación a finales del siglo XX.

Ahora bien, la implantación de los sistemas de información ha comportado resultados desiguales para las empresas, con éxitos, pero también con decepciones.

A menudo, la disponibilidad de estos sistemas no ha ido acompañada de una consiguiente generalización del conocimiento sobre qué es la información, qué potenciales positivos y negativos representa para nuestras empresas, y cuáles son los principios de nuestro comportamiento respecto a la información como personas de una organización.

Nuestra actividad en el seno de una organización implica una constante interacción con su sistema de información. Por lo tanto, sea cual sea nuestro papel en una organización (administrativo, comercial, directivo, técnico, etc.) cada uno de nosotros tiene responsabilidades crecientes en la configuración del entorno informacional, como actores implicados en el uso, el diseño y la implantación de sistemas de información en razón de nuestros roles organizativos. Y, por lo tanto, como productores y consumidores de información.

Esta situación es radicalmente diferente de la de finales del siglo XX, cuando la producción de información estaba concentrada en unos individuos o en unas unidades concretas de la organización. Entonces esta producción tenía unos usos y unos destinatarios más determinados y previsibles. En cambio, ahora todas las personas y unidades actúan indistintamente como consumidores o como productores de información fluyendo en muchas direcciones dentro de la misma organización y más allá.

Actualmente esta información tiene un potencial, tanto positivo como negativo, difícil de captar en su integridad, resumidos en tres aspectos:

El primero es el sistema de información es preciso contribuyendo a asegurar la eficacia (satisfacer necesidades), la eficiencia (productividad y ahorro), la calidad y la mejora continua en las operaciones cotidianas, la rutina diaria de la organización.

Un segundo aspecto es facilitar el entorno de trabajo cooperativo y agradable, capaz de prever usos inadecuados de la información y evitar (o al menos paliar) la saturación informativa o “infoxicación” amenazante y de la cual todos somos corresponsables.

Y un tercer aspecto es: el sistema de información facilite la actuación de la organización para asumir retos más allá de la cotidianidad como, por ejemplo: creatividad e innovación, cambio organizativo, gestión de crisis, gestión de la memoria organizativa a largo plazo, gestión del conocimiento de su personal. La responsabilidad en relación con el aprovechamiento de este potencial, con estos sistemas profundamente integrados en

nuestras organizaciones y en nuestra sociedad, ha rebasado el ámbito estricto de los especialistas en gestión de información o en tecnologías de la información. En este sentido, una comprensión básica sobre qué es información y qué es un sistema de información en un contexto organizativo puede ayudar a nuestras empresas a mejorar significativamente tanto los resultados económicos y de responsabilidad social como el ambiente de trabajo. (Cobarsi-Morales, 2011).

### **Tiempo real**

*Tiempo real es dar la información correcta sobre los procesos correctos a la gente correcta al costo correcto y en un tiempo correcto para crear y mantener una ventaja competitiva.* (Tabrizi et al, 2007)

Sin duda alguna, ser una ETR es extremadamente deseable para muchos negocios. La llegada de internet y otros avances en tecnología desde la década de 1990, han introducido muchas soluciones empaquetadas de tiempo real proporcionando oportunidades tremendas y con ello las organizaciones transformen sus procesos de negocios en formas innovadoras.

La tecnología inalámbrica, por ejemplo, promete servicios en campos móviles y la llamada captura de información en puntos de servicio (PDS).

Un representante de ventas puede visitar a un cliente equipado con un dispositivo móvil, tener acceso a información clave sobre el cliente y enviar nuevos pedidos alimentando directamente el sistema de llenado de pedidos de la organización. Con tales tecnologías, uno asumiría que ser una ETR es más fácil; sin embargo, en la práctica, hay muy pocas historias de éxito. (Tabrizi et al, 2007)

### **Administración de la información en la empresa**

Una definición formal de EIM (por sus siglas en inglés, Administración de la información en la empresa) es el conjunto de procesos de negocio, disciplinas y prácticas utilizadas para gestionar la información creada a través de la ejecución de procesos comerciales de una organización administrada por aplicaciones y tratando esta información como un activo empresarial. La información es realmente un activo empresarial y ayuda a las organizaciones a ejecutar su estrategia comercial y analizar el desempeño a través de un par de indicadores principales y rezagados. Gartner definió *la gestión de información*

*empresarial* como "una disciplina integradora para estructurar, describir y gobernar los activos de información a través de los límites organizacionales y tecnológicos para mejorar la eficiencia, promover la transparencia y permitir la visión empresarial". (Saumya, 2015).

### **Capacidad de procesamiento de la información**

El comportamiento humano está limitado por la pequeña capacidad de la memoria a corto plazo y por el tiempo relativamente largo para transferir la información de la memoria a corto plazo a la memoria a largo plazo. Cuanto más rápida sea la presentación de los estímulos, más difícil será almacenar esa información en la memoria (Simon, 1969). Por lo tanto, en un entorno complejo y exigente como una crisis, donde los estímulos a menudo son duros y repentinos, deberíamos esperar a la capacidad de los individuos para procesar información sea más limitada de lo contrario. En el contexto de esta investigación, la capacidad de procesamiento de la información es analizada como una acción colectiva de un grupo en lugar de individuos. La información debe ser procesada entre los tomadores de decisiones y entre las unidades de toma de decisiones y diseminada entre las partes interesadas, incluido el público en general. Las normas sociales, por lo tanto, deberían desempeñar un papel importante en la forma de procesar y compartir la información. Al procesar la información, los tomadores de las decisiones también están construyendo la realidad. Podemos esperar con su percepción de la situación, sus valores y creencias influyan la forma de interpretar la información y, por lo tanto, la situación (Vertzberger, 1990). (Ásthildur, 2015).

### **Design thinking**

Empezó a desarrollarse de forma teórica en la Universidad de Stanford en California (EEUU) a partir de los años 70, y su primera aplicabilidad con fines lucrativos como "Design Thinking" la llevó a cabo la consultoría de diseño IDEO, siendo hoy en día su principal precursora.

- Escalamiento del diseño centrado en el ser humano

A partir de décadas de experiencia colectiva en diseño centrado en el ser humano, IDEO ahora aplica metodologías centradas en el ser humano a los desafíos sistémicos más complejos del mundo, desde la atención médica hasta el gobierno, la educación y más.

Como pioneros del diseño centrado en el ser humano, mantenemos a las personas en el centro de nuestro trabajo. Es un principio clave del pensamiento de diseño, e incluso conforme nuestros métodos evolucionan en respuesta a nuevos y complejos desafíos, siempre estamos diseñando soluciones para las personas primero. Estamos construyendo para aprender y aprendiendo al construir, a través de la inspiración, la ideación y la implementación.

"Design Thinking es un enfoque de la innovación centrado en el ser humano basado en el conjunto de herramientas del diseñador para integrar las necesidades de las personas, las posibilidades de la tecnología y los requisitos para el éxito empresarial".

- Aprendizaje a través de la investigación del diseño

El gran diseño comienza con una gran investigación: ganar empatía y comprensión, inspirar nuevas ideas y probar nuestra intuición. Nos basamos en la observación, entrevistas en contexto, industrias análogas y, cuando sea apropiado, un enfoque híbrido con investigación cualitativa y análisis cuantitativo.

- Evolucionando a través de la síntesis

Al sintetizar nuestras investigaciones, observaciones y aprendizajes en el campo, podemos detectar temas y patrones, buscar relaciones y descubrir ideas. Una vez terminado este proceso, nuestros equipos pueden explorar cualquier corazonada a través de la experimentación y la creación rápida de prototipos.

- Prototipado a escala

"Si una imagen vale más que mil palabras, un prototipo vale más que mil reuniones". — Dennis Boyle, socio de IDEO.

No importa el diseño, la creación de prototipos es una etapa esencial del proceso de diseño. Construir un prototipo es una forma rápida y adversa al riesgo de poner las ideas en manos de las personas para quienes estamos diseñando y de repetirlas de manera eficiente.

- Retroalimentación e iteración

Recopilar los comentarios de los usuarios incluso en los prototipos más rápidos es esencial para evolucionar hacia un producto, servicio o experiencia exitosos. También mantiene a la gente para quienes estamos diseñando en el centro del proceso, obteniendo su compromiso desde el principio, una parte integral del diseño centrado en el ser humano.

- Implementación

En esta fase, nuestras soluciones comienzan a tomar forma. Esto es cuando realmente podemos definir el éxito para nuestros clientes y socios, realizar un piloto de nuestras ideas a través de la creación de prototipos en vivo y el plan de trabajo, y desarrollar nuestras soluciones para mantenerlas relevantes y sostenibles.

- Una fundación en diseño de producto

En 1980, Steve Jobs le pidió a IDEO desarrollar un mouse para una computadora radicalmente nueva, la Lisa. El equipo de diseño abandonó el costoso mecanismo encontrado en el mouse anterior y lo reemplazó con un componente más fácil de fabricar aún utilizado en prácticamente todos los ratones mecánicos producidos en la actualidad.

- Del diseño industrial al diseño de interacción

Cuando el cofundador de IDEO, Bill Moggridge, dirigió el diseño de la primera computadora tipo notebook para GRiD Systems, fue un faro del futuro. Pero, como explica Bill, la verdadera visión para él fue reconocer la necesidad de una práctica de diseño completamente nueva para definir cómo interactúan los usuarios con el software de la computadora. Esta nueva práctica llegó a conocerse como diseño de interacción.

(<https://www.ideo.com/about>, IDEO 2018)

### **Situación actual en la empresa**

La administración de los contenedores de desperdicio inició con proyectos previos del diseño de un lugar físico para depositar y administrar el material no conformante. Sin embargo, en la práctica el resultado de este diseño no consideró las variables de espacio, tiempos de actividades, fabricación del mismo contenedor. Además del tiempo dedicado

a la administración de desperdicio, los líderes de célula, también dedican su tiempo en administrar la información del tablero de información de cada célula.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

El presente proyecto tiene la finalidad de resolver un problema relacionado con la administración de la información en los módulos y estantes (racks, en inglés) para disponer del desperdicio.

Inicialmente eran utilizadas aproximadamente 266 horas hombre (2.1 horas por célula, 80 en primer turno y 45 en el segundo) por turno para administrar la información en los tableros y el desperdicio de 75 células, desbordaba en el contenedor por la falta de capacidad en un 37% (30 de 80 células aproximadamente) de los casos según la auditoría 6S (de mayo-junio 2018).

Al no considerar el espacio necesario para contener el desperdicio, el tiempo de los líderes para estas actividades, el problema fue resolver las condiciones actuales del contenedor para disponer el material no conforme y el tiempo de no valor agregado para administrar la información periódica. Por lo que planteamos la siguiente pregunta de investigación.

### ***Pregunta de investigación***

¿Qué rediseño de la estación de desperdicio permite manejar un volumen de 0,25 m<sup>3</sup> y desplegar la información de métricos operativos en una célula de producción con actualización por hora sin registro por escrito o captura manual con teclado?

## **1.3 Objetivo general**

Mejorar el proceso de la administración de la información para reducir el tiempo de no valor agregado por parte de los líderes de célula y mejorar las condiciones del estante de desperdicio para agilizar su administración y eliminar los riesgos de seguridad iniciales.



## Objetivos particulares

- Disminuir el tiempo dedicado por los líderes para la recopilación y captura de la información en los módulos y del desperdicio de 266 horas-hombre a 30 horas-hombre
- Diseñar y fabricar un contenedor para el desperdicio minimizando riesgos de seguridad de 5 incidentes reportados en 2017 a 0 incidentes.
- Desplegar información actualizada cada hora y correcta en un 100%, visible para todo el personal interesado.
- Disminuir los tiempos de fabricación e instalación de contenedores para desperdicio y administración de la información de 8 horas hombre por unidad a 2 horas hombre por unidad, con fines de cumplir con los nuevos lanzamientos.

### 1.4 Justificación

Inicialmente los líderes dedican alrededor de 2.1 horas de su jornada por célula para generar y administrar la información posteada en los módulos con el estante de desperdicio, con el control del material dispuesto en dichos estantes sin capacidad y condiciones inseguras entorpeciendo el desarrollo de sus labores.

Al tener estas actividades sin valor agregado para los líderes gastan un 23% de su tiempo en lugar de dedicarlo para asegurar estén corriendo de forma correcta sus células con los recursos necesarios. Además, al tener múltiples tareas en ocasiones la información a desplegar no está en tiempo o no es correcta.

Actualmente, la empresa DELL, trabaja con un modelo de manejo de información para los pedidos de sus clientes muy similar al objetivo de este proyecto. DELL maneja información de manera directa con sus clientes y en tiempo real con la finalidad de acortar sus tiempos de respuesta, rompiendo con el paradigma de tener un tercero que ayude a las ventas y eliminando a estos intermediarios, generando también una base de datos para tomar decisiones al momento o bien para un futuro en la dirección del negocio. (Magretta, 1998).

Si bien nosotros no pretendemos utilizar el sistema para hacer ventas, si queremos maximizar el uso de la información a través de un sistema para eliminar actividades de no valor agregado para poder tomar decisiones de manera más rápida y efectiva de acuerdo a los indicadores involucrados.

## 1.5 Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** Un enfoque de “Design thinking” no mejora el diseño de la estación de desperdicio para manejar el volumen diario y tampoco ayuda a desplegar eficaz y eficientemente la información y métricos de las células de producción actualizada cada hora sin registro por escrito o captura manual con teclado por los líderes de producción.

**H<sub>i</sub>:** Un enfoque de “Design thinking” mejora el diseño de la estación de desperdicio para manejar el volumen diario y ayuda a desplegar eficaz y eficientemente la información y métricos de las células de producción actualizada cada hora sin registro por escrito o captura manual con teclado por los líderes de producción.

## **CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL O TEÓRICO**

---

### **2.1 La empresa en tiempo Real.**

Si le pidiéramos a un director ejecutivo de una de las más grandes empresas a nivel mundial, al director de finanzas de una nueva empresa y a un programador que nos definan una empresa en tiempo real (ETR), obtendrá tres respuestas distintas:

Lo primero por definir es “en tiempo real”. Algunos responderán que es una respuesta instantánea, algunos otros lo definirán con escalas de tiempo diferentes de acuerdo a su apreciación del tiempo.

Para efectos de este proyecto utilizaremos el concepto mostrado a continuación:

*Tiempo real es dar la información correcta sobre los procesos correctos a la gente correcta al costo correcto y en un tiempo correcto para crear y mantener una ventaja competitiva. (Tabrizi, 2007).*

El tiempo real para una empresa o proceso dentro de la misma puede no ser tiempo real para otra, considerando las definiciones de datos correctos, procesos correctos, personas correctas, costo correcto y tiempo correcto varían de una a otra. (Tabrizi, 2007).

Para comprender mejor el párrafo anterior necesitamos entender los siguientes conceptos:

#### **2.1.1 La información correcta**

Con la adopción de nuevas tecnologías es frecuente ver a las organizaciones inundadas de información. Tener más información no lleva necesariamente a mejores decisiones: La entrega eficiente de información debe ser seguida por análisis y acciones. Una preocupación correlacionada es asegurar la calidad de la información. Las decisiones pobres siempre serán resultado de información imprecisa, no importa cuán rápido la haya reunido. (Tabrizi, 2007).

Por lo tanto, debemos de seleccionar aquella información de valor agregado para los procesos, la toma de decisiones e impacten en alguna métrica de la estrategia de la empresa.

### **2.1.2 El costo correcto**

Si bien los proyectos de tiempo real tienen potencial por el significativo retorno de inversión (RDI), es prácticamente imposible abarcar la organización completa de una sola vez. Los recursos de tecnologías de la información (TI) son limitados, y los costos de instalación pueden ser abrumadores. Una empresa necesita seleccionar cuidadosamente unos cuantos flujos críticos de información y procesos de toma de decisiones que quiera acelerar. (Tabrizi, 2007).

Para poder lograr los costos correctos será necesario hacer una evaluación previa de la situación actual de la organización, es decir, evaluar los recursos de la empresa en ese momento, así como hacer un análisis de costo beneficio para seleccionar la tecnología más conveniente en ese momento para mejorar el sistema de información. En pocas palabras, al momento de definir un futuro sistema de información, debemos buscar un beneficio para la empresa, y en lugar de un costo esto sea una inversión y futura productividad, evitado impactar la bolsa de la empresa.

### **2.1.3 El tiempo correcto**

Supongamos a una compañía en la industria de telecomunicaciones pueda proporcionar a sus clientes registros de detalles de llamada actualizados cada media hora, mientras los líderes de la industria los proporcionan cada hora. Si los clientes no encuentran útil el tener reportes cada media hora respecto a los de cada hora, la velocidad de esta función de negocios no genera ninguna ventaja competitiva. Puede que la empresa desempeñe una función más rápido, pero esto no la hace más una ETR. El objetivo de la ETR no es sólo hacer todo más rápido. (Tabrizi, 2007).

### **2.1.4 Fallas**

Las organizaciones que intentan convertirse en ETR por lo regular luchan con peligros insospechados clasificados a grandes rasgos dentro de estas tres categorías:

#### **1) Fallas estratégicas**

Las empresas insistentes en convertirse en ETR deberán definir primero módulos, es decir, procesos distintos por convertirse en ETR, y darles prioridad. Si no establecen prioridades iniciará por el camino equivocado, perdiendo oportunidad de explotar al máximo los recursos y con ello ventajas competitivas.

## **2) Fallas de planeación**

Durante el proceso de planeación mantener un enfoque sobre el retorno de la inversión (RDI); puede dejarse llevar por la tecnología y terminar invirtiendo más de lo apropiado para maximizar una ventaja competitiva. Una comprensión incompleta de los flujos de información y los cuellos de botella puede impedir a una empresa ser una ETR efectiva.

## **3) Fallas tácticas y de implementación**

La fase de implementación tiene muchos peligros potenciales.

Encuentramos barreras cuando existen fallas al hacer lo siguiente:

- Capturar los datos correctos.
- Monitorear los datos en el momento correcto.
- Analizar los datos para obtener como resultado conocimientos útiles.
- Actuar sobre los datos y conocimientos disponibles.

## **2.2 Sistemas de Información en la empresa**

Los sistemas de información han venido creciendo de manera exponencial hoy día gracias a la variedad de tecnologías disponibles. Estos sistemas están siendo aprovechados para producir, almacenar, tratar y difundir información.

De cualquier manera la información tiene un potencial tanto positivo como negativo, puede resumirse en 3 aspectos:

- 1) Es preciso contribuir a asegurar la eficacia, la eficiencia, la calidad, y la mejora continua en las operaciones cotidianas.
- 2) Debe de facilitar el entorno de trabajo cooperativo y agradable, prevenir el uso inadecuado de la información y evitar la saturación de la misma.
- 3) Debe de facilitar el actuar de la organización, es decir, debe ayudar a tomar decisiones correctas, además de, permitir pensar más allá de lo cotidiano dando oportunidad a la creatividad, a la innovación y al cambio organizacional. (Cobarsi, 2011).

Para entender los sistemas de información necesita entender un par de conceptos que lo componen los cuales son:

## 2.2.1 Fundamentos Informacionales

**Datos:** son hechos objetivos sobre acontecimientos, no tienen un significado inherente y no han sido seleccionados. Las empresas almacenan multitud de datos, como por ejemplo los registros de transacciones. En inglés a veces es utilizada la expresión raw data (datos crudos, datos en bruto), por sí solos no tienen sentido. (Cobarsi, 2011)

**Información:** es un mensaje entre un emisor y un receptor que modifica las expectativas o la disposición del receptor con un significado o un propósito. Esta es la interpretación de los datos. (Cobarsi, 2011)

**Conocimiento:** una combinación fluida de experiencia asimilada, valores e información contextualizada, nos proporciona un marco para evaluar e incorporar nuevas experiencias e información. (Cobarsi, 2011)

**Documento:** una información fijada materialmente en un soporte con la intención de comunicar. (Cobarsi, 2011)

**Sistema de Información:** Conjunto coordinado de contenidos y servicios, basados en tecnologías digitales y en red, los cuales una organización pone a disposición de sus stakeholders (personas con intereses en la misma) internos y externos, para facilitarles la producción y el consumo de conjuntos estructurados y selectos de datos, orientados a convertirse en información de valor para la actividad de la organización. (Cobarsi, 2011)

Una vez entendidos estos conceptos podemos entrar en materia del sistema de informacion propuesta para este proyecto.

Actualmente GST cuenta con el sistema ERP llamado Dynamics AX (Microsoft co.), este sistema esta siendo sub utilizado en las area productivas al tener personal dedicado a generar los tableros de informacion para informar el resto del personal cargando en el sistema en las diferentes células de produccion, es decir, información cargada al sistema está siendo transcrito a tableros indicadores donde es consultada la informacion por supervisores e interesados en el seguimiento de las células. Por consecuencia tenemos personal sin agrega valor.

## **2.3 Microsoft Dynamics AX**

Microsoft Dynamics AX 2012 es la solución ERP de Microsoft, este permite a sus empleados prever y adoptar cambios para hacer prosperar su negocio. Ayuda a los empleados a ser más productivos e incrementa el valor de la información, proporcionando a todos los integrantes de la organización acceso a información de negocios y procesos esenciales. Como incluye numerosas capacidades específicas de la industria, así como otras características esenciales de ERP, Microsoft Dynamics AX 2012 permite reducir el tiempo para la obtención de los beneficios ofrecidos. (Recuperado de <https://www.microsoft.com/es-xl/dynamics365/ax-overview>, mayo 2018).

Dentro del sistema AX encontramos el módulo de Producción en el cual será enfocado este proyecto para aprovechar el sistema actual de la empresa.

Existen una amplia gama de sistemas ERP los cuales pudieran ser aplicados para este proyecto como lo son: Oracle, SAP, Epicor, etc., sin embargo, el sistema actual (AX) ya cuenta con lo necesario, dentro de su módulo de Producción, para el propósito de este proyecto, sin la necesidad de tener un gasto adicional en la adquisición de una licencia o cambio de sistema ERP para la organización.

### **2.3.1 Producción**

Para la parte de producción MS Dynamics ofrece minimizar los tiempos de producción, satisfacer las solicitudes de clientes y administrar los recursos para lograr mayor eficiencia en sus operaciones de fabricación discreta, de procesos y lean.

Una parte crucial para este proyecto es la parte donde permite utilizar datos en tiempo real para hacer un seguimiento del progreso de la producción, obtener tiempos de entrega más precisos y reducir los costos. (Recuperado de <https://www.microsoft.com/es-xl/dynamics365/ax-overview>, mayo 2018).

Dentro de la información de valor tenemos la tabla siguiente (ver tabla 1) con la visión general del producto donde destacaremos aquellos sombreados de nuestro interés para efectos de este proyecto, asegurando así la posibilidad de obtener información directamente del sistema para ser publicada a manera de tablero de control (scorecard en inglés).

**Tabla 1. Visión General del Producto (AX): Capacidades de Industria y Core ERP**

<b>Módulo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Centros de Roles</b>	Gerente de operaciones, gerente de producción.
<b>Planificación de materiales y capacidad</b>	Optimice la planificación, previsión y programación de producción y materiales. Programe simultáneamente los materiales y la capacidad. Calcule las entregas disponibles para cumplimiento (available to promise –ATD) y las entregas capaces de cumplimiento (capable to promise-CTP). Planifique y ejecute rutas y operaciones. Utilice planeamiento finito o infinito.
<b>Programación y secuencia de producción</b>	Use programación finita e infinita, hacia adelante y hacia atrás desde diferentes fechas. (Re) programe rápidamente trabajos y simule alternativas arrastrando elementos de la tabla Gantt. Resuelva las cargas de programación mediante la reasignación de operaciones para alternar centros de trabajo. Optimice la programación en toda la organización con un modelo de recursos unificado y un motor de programación. Mejore la utilización de las máquinas combinando productos similares, permitiendo al mismo tiempo que los clientes soliciten múltiples especificaciones de calidad por producto.
<b>Administración de recursos</b>	Programe y realice un seguimiento de material, taller, recursos y personal. Planifique recursos de acuerdo a las actividades de producción y capacidades de los recursos. Los tipos de recursos pueden ser herramientas, máquinas, proveedores, localidades y recursos humanos. Los principios de asignación de recursos incluyen tipos de requerimientos de recursos: recurso (grupo), tipo, destreza, curso, certificado y título.
<b>Subcontratación</b>	Maneje varias formas de asociación con subcontratistas, incluyendo contratación externa de operaciones de ruta, productos suministrados por proveedores y aprovisionamiento para subcontratistas. Vincule la orden de compra (PO) de un subcontratista a la orden de producción.
<b>Lista de Materiales (BOM) para producción</b>	Cree una lista de materiales para producción, incluyendo listas fantasmas y utilizando un diseño de BOM gráfico. Modifique y monitoree elementos individuales. Maneje fórmulas o recetas multinivel, coproductos y subproductos. Utilice el control de la versión para emitir la lista de materiales adecuada y firmas electrónicas para el seguimiento de los cambios.
<b>Configuración de productos</b>	Configure productos personalizados con una sola lista de materiales y ruta utilizando el configurador de productos. Los modelos de configuración de productos están basados en limitaciones y pueden ser usados en la orden de venta, cotización, orden de compra y orden de producción.



<b>Enrutamiento</b>	Administre el enrutamiento: Planifique redes sencillas, secuenciales y complejas; use rutas simultáneas en la misma red. Utilice una capacidad aproximada y capacidades de programación detallada. Organice la planta en unidades lógicas de producción e instalaciones individuales.
<b>Órdenes de producción</b>	Cree, programe, visualice, haga seguimiento, divida, reduzca o clasifique en categorías las órdenes de producción para maximizar la eficiencia. Genere órdenes de producción a partir de las órdenes de venta. Haga un seguimiento de la producción a través de la creación, estimación, programación, liberación, inicio, finalización y costo. Utilice "scrap" en BOM, recursos y ruta.
<b>Control de planta</b>	Administre y siga las operaciones de la planta. Registre productos y recursos, así como elementos para operaciones y trabajos que incluyen entrada táctil de datos.
<b>Dimensiones de inventario para la fabricación de proceso</b>	Defina múltiples dimensiones de inventario, incluyendo unidades dobles de medida, cálculos "catch-weight", códigos de empaques, variaciones del elemento principal y lotes.
<b>Fabricación lean</b>	Fabricación de modelos y procesos de logística a medida que la producción fluye. Utilice tableros Kanban para indicar los requerimientos de la demanda.
<b>Costos de producción</b>	Entienda mejor el trabajo en proceso (WIP) y el costo real mediante el seguimiento de la producción y los reportes. Haga un seguimiento del costo de los recursos y del rendimiento, incluyendo los costos del centro de trabajo. Reporte las variaciones de producción respecto a los costos estándar.
<b>Reportes de producción</b>	Obtenga información útil con indicadores clave del rendimiento (KPIs) predefinidos en el cubo de datos de análisis de SQL Server para producción.

## 2.4 Administración Visual

Esta es una herramienta de manufactura esbelta con el objetivo de brindar información visual o mostrar indicadores para establecer direcciones. Este concepto fue creado para resaltar las anomalías directamente en el lugar de trabajo, ayudando a las operaciones y procesos tan pronto como surge un problema. Dar la información correcta a los empleados en el momento correcto es una característica vital para mejorar el rendimiento de una empresa. Ese tipo de información puede proporcionarse mediante letreros, etiquetas o un código de color. El uso de este tipo de información elimina la búsqueda y un acumulado de información o material. (Simas at, 2018)

Hay dos tipos diferentes de herramientas de acuerdo a su función:

- Comprender los procesos: herramientas principalmente enfocadas en visualizar la información para permitir una mejor comprensión de los procesos (mapeo de proceso, diagramas de flujo, A3, 8D, etc.) (Simas at, 2018)
- Desempeño de los procesos: herramientas utilizadas para comunicar los requisitos y administrar la eficiencia de los procesos.(luces y placas andon, pantallas Kanban y KPI) (Simas at, 2018).

El uso de la Administracion Visual tiene muchos beneficios:

- menos tiempo dedicado a comprender la información, por encontrarse explicada o sintetizada;
- anomalías visibles, instalación de dispositivos /señales;
- velocidad, los problemas son eliminados al momento de ser detectados;
- participación de todos los departamentos como equipo multidisciplinario, promoviendo una mejora continua;
- estandarización, procesos actualizados.

Teniendo como base los conceptos anteriores podemos decir; queremos llegar a ser una empresa con un buen sistema de informacion, en tiempo real, aprovechando los recursos del sistema disponibles para mejorar la administracion visual e incrementar la eficiencia del tiempo utilizado para el manejo de la informacion.

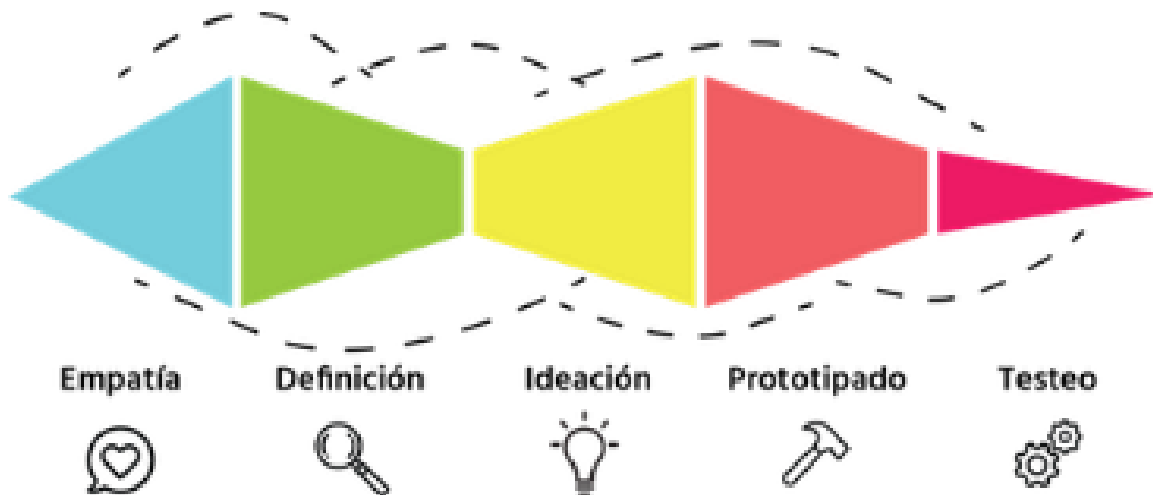
Para poder lograr esto debemos de seguir una buena metodología para la administracion de proyectos como es mostrado en el siguiente capitulo.

## **2.5 Design Thinking**

Es un método para generar ideas innovadoras centrandolo su eficacia en entender y dar solución a las necesidades reales de los usuarios. Proviene de la forma en la de trabajar de los diseñadores de producto. De ahí su nombre, en español es traducido de forma literal como "Pensamiento de Diseño", o "La forma en la que piensan los diseñadores". Como ya mencionamos en esta investigación, empezó a desarrollarse de forma teórica en la Universidad de Stanford en California (EEUU) a partir de los años 70, y su primera

aplicabilidad con fines lucrativos como "Design Thinking" la llevó a cabo la consultoría de diseño IDEO, siendo hoy en día su principal precursora. (Dinngo Lab. 2014)

El proceso de Design Thinking es formado por cinco etapas. No es lineal. En cualquier momento podrás ir hacia atrás o hacia delante si lo ves oportuno, saltando incluso a etapas no consecutivas. Comenzarás recolectando mucha información, generando una gran cantidad de contenido, incrementando o disminuyendo dependiendo de la fase en proceso. (Dinngo Lab. 2014)



**Figura 1. Etapas del Design Thinking. (Dinngo Lab. 2014)**

### 2.5.1 Empatizar

El proceso de Design Thinking comienza con una profunda comprensión de las necesidades de los usuarios implicados en la solución buscada, y también de su entorno. Debemos ser capaces de ponernos en la piel de dichas personas para ser capaces de generar soluciones consecuentes con sus realidades. (Dinngo Lab. 2014).

### 2.5.2 Definir

Durante la etapa de Definición, debemos clasificar la información recopilada durante la fase de Empatía y quedarnos con lo de mayor valor lo cual nos lleva al alcance de nuevas perspectivas interesantes. Identificaremos problemas cuyas soluciones serán clave para la obtención de un resultado innovador. (Dinngo Lab. 2014).

### **2.5.3 Idear**

La etapa de Ideación tiene como objetivo la generación de un sinnúmero de opciones. No debemos quedarnos con la primera idea. En esta fase, las actividades favorecen el pensamiento expansivo y debemos eliminar los juicios de valor. A veces, las ideas más estrambóticas son las más visionarias. (Dinngo Lab. 2014).

### **2.5.4 Prototipar o Prototipeo**

En la etapa de generación de Prototipos volvemos las ideas realidad. Construir prototipos hace las ideas palpables y nos ayuda a visualizar las posibles soluciones, poniendo de manifiesto elementos a mejorar o refinar antes de llegar al resultado final. (Dinngo Lab. 2014)

### **2.5.5 Probar**

Durante la fase de Testeo, probaremos nuestros prototipos con los usuarios implicados en la solución que estemos desarrollando. Esta fase es crucial, y nos ayudará a identificar mejoras significativas, fallos a resolver, posibles carencias. Durante esta fase evolucionaremos nuestra idea hasta convertirla en la solución buscada. (Dinngo Lab. 2014).

## **CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA**

---

La metodología inició con una investigación documental para identificar las estrategias de diseño y desarrollo de sistemas de información visual. Para continuar con una investigación de campo para el diseño y fabricación de un estante para el desperdicio y módulo informativo para mejorar la capacidad volumétrica y funcional combinada con un sistema automático de despliegue de información.

La investigación de campo partió de un diseño empático con los usuarios tratando de cubrir la mayoría de sus necesidades tomando datos directamente de ellos a través de preguntas abiertas sobre el uso del estante y su retroalimentación en algunos puntos no considerados dentro de las preguntas.

Un equipo multidisciplinario integrado por ingeniería, producción, desarrollo y mejora continua, detectó y clasificó las oportunidades de mejora más recurrentes para definir la prioridad del diseño y cubrir la mayoría de las necesidades detectadas.

Una vez hecha la clasificación de las oportunidades generamos ideas para solucionar la mayoría de las necesidades descritas por los usuarios.

El diseño del contenedor consideró alternativas de prototipos para experimentar las opciones de solución.

Los prototipos fueron presentados y puestos a prueba con los usuarios generadores de mayor desperdicio para evaluar cuales ideas resolvían mejor las oportunidades y ajustar las siguientes iteraciones de prototipos.

El criterio de aceptación del diseño del estante de desperdicio y proyección de la información fue la calificación de los usuarios de la conformidad de las oportunidades mejor resueltas y del gabinete de operaciones respecto a la funcionalidad y costos de la fabricación y operación.

## 3.1 CRONOGRAMA

Tabla 2. Cronograma

No.	ACTIVIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
<b>1</b>	<b>Definición del proyecto</b>												
1.1	Definición del Problema	X											
1.2	Definición del Proyecto	X											
1.3	Definición de Objetivos	X											
1.4	Reunion con Stake Holders	X											
<b>2</b>	<b>Arranque y Prototipo</b>												
2.1	Junta de arranque (kick off)	X	X										
2.2	Desarrollo del Prototipo del sistema		X										
2.3	Desarrollo del Prototipo del Contenedor		X	X									
2.4	Prototipo del raspberry			X									
2.5	Presentacion de Prototipo			X									
2.6	Análisis de costos			X									
<b>3</b>	<b>Aprobacion del staff (stake holders)</b>												
3.1	Presentacion de ideas y aprobacion por staff			X	X								
3.2	Presentacion de Prototipo y aprobacion por el staff				X								
3.3	Presentacion de Costos y aprobacion de \$S del Staff			X	X								
<b>4</b>	<b>Desarrollo del contenedor y aplicación en celda de prueba</b>												
4.1	Fabricacion de contenedor(lead time de proveedor)					X	X						
4.2	Instalacion y monitoreo en celda de prueba					X	X	X					
4.3	Junta de revision de resultados con el equipo					X	X	X	X				
4.4	Ajustes al sistema para produccion					X	X	X	X				
4.5	Segundo monitoreo con ajustes							X	X	X			
4.6	Entrega a Produccion									X	X	X	X

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### 4.1 Empatizar

Los usuarios fueron abordados con tres equipos dedicados a observar cómo era utilizado el módulo. Además, fueron realizadas una serie de preguntas a los usuarios sobre sus principales dificultades con el mobiliario.

PROBLEMA		FRECUENCIA
1	Las puertas fallan	8
2	Espacio insuficiente	11
3	Ubicación inadecuada	1
4	Poco espacio para scrap de proveedor	3
5	Pintura se descarpela	4
6	Los números tapan los códigos de defecto	5
7	Los ganchos se caen	5
8	Tamaño de portahojas inadecuado	3
9	Los portahojas se rompen	3
10	Entrada pequeña	2
11	Manijas se caen	1
12	Las puertas golpean al personal	4
13	Módulo sin anclar / inestable)	4
14	Espacio insuficiente para revisar el material	2
15	El material se atora con la rendija de la entrada	2
16	Sistema de seguridad no funciona	3
17	Cables de los sellos se enredan	1
18	Altura de los contenedores inadecuada	1
19	Difícil de limpiar	1
20	Espacio para jidoka no es necesario	1
21	Se agarran los dedos	1

Figura 2. Datos recolectados en la fase de Empatizar

### 4.2 Definir

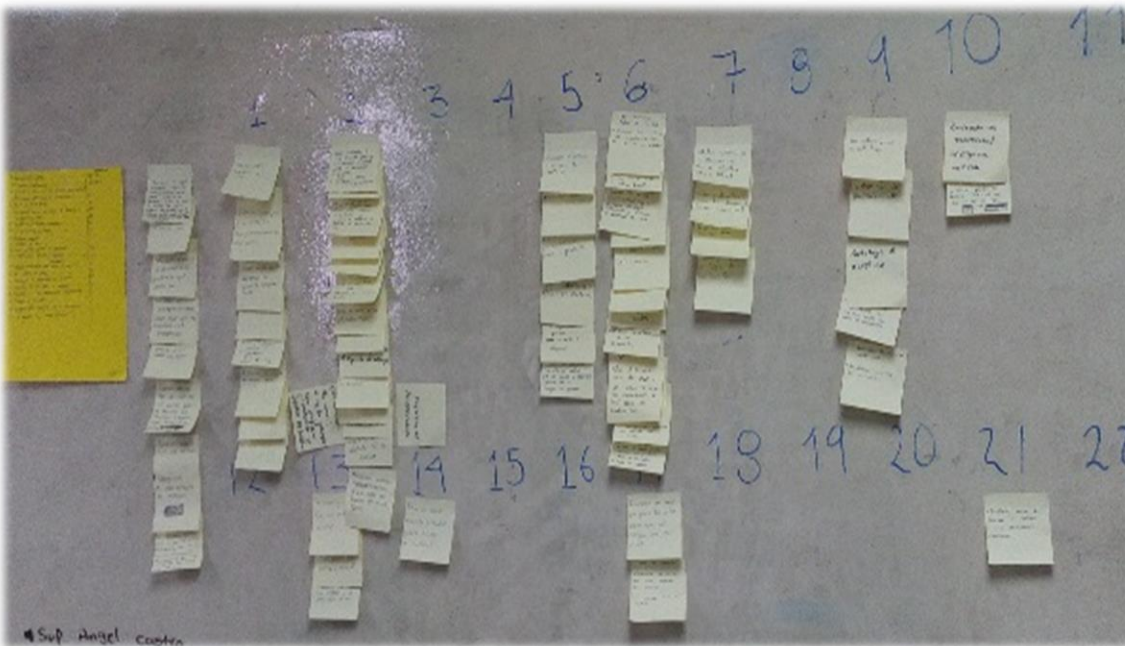
En esta fase fueron revisados los principales problemas presentados por los usuarios con el estante de SCRAP como falta de espacio para la disposición del material, sistema de apertura y cierre de puertas, algunos aspectos del tablero de información.

### 4.3 Idear

Para la parte de generar ideas, fue generada una lluvia de ideas (ver figura 3), proponiendo posibles soluciones por cada miembro del equipo.



**Figura 3. Lluvia de ideas**



**Figura 4. Concentración de ideas por orden de acuerdo a la problemática a resolver.**

Una vez organizadas las ideas (**ver figura 4**), el equipo realizó una serie de dibujos (**ver figura 5**) para determinar los mejores diseños para resolver las necesidades detectadas. Como parte de la metodología decidimos hacer propuestas por separado para posteriormente revisar las características deseadas en el nuevo diseño.



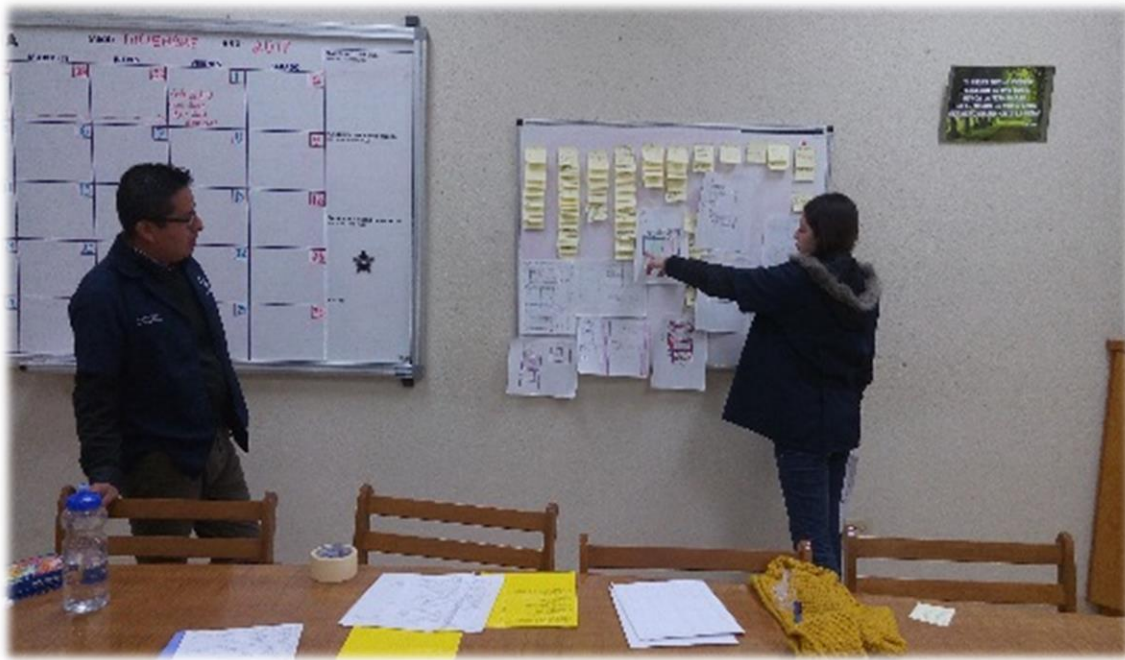


**Figura 5. Elaboración de dibujos de posibles soluciones.**

Los dibujos fueron expuestos (**ver figura 7**) por su autor para explicar las características de su diseño y poder así tomar la decisión de cuales serían adoptadas para un diseño final. Como parte de la toma de decisión también fueron valoradas las posibles restricciones (**ver figura 6**) en el diseño como: costos, manufacturabilidad, funcionalidad y espacio.



**Figura 6. Revisión de restricciones para desarrollar los prototipos y en común acuerdo llegar a una propuesta de diseño.**



**Figura 7. Presentación y explicación de dibujos por cada autor.**

#### **4.4 Prototipar y Probar (iteraciones)**

El equipo, con la propuesta en mente, elaboró una serie de prototipos con los materiales disponibles con la finalidad de una vez más valorar su factibilidad y funcionalidad para los usuarios.

Los primeros 2 prototipos (**ver figura 8 y 9**), consistieron en la fabricación rápida de modelos rudimentarios con materiales al alcance para representar las características deseadas y cubrir las necesidades de los usuarios. Estos 2 modelos resaltan principalmente los sistemas de apertura de las puertas y el espacio de almacenaje, así como, algunas modificaciones en el tablero de información para agilizar la captura y reducir el costo al requerir menos mantenimiento. Estas características fueron evaluadas por los usuarios (**ver figura 10**) para seleccionar las mejores y así continuar con las siguientes iteraciones.



**Figura 8. Primer prototipo**



**Figura 9. Segundo Prototipo**



**Figura 10. Evaluación de primeras características por los usuarios.**

Una vez seleccionadas las mejores características en los primeros dos modelos, procedimos a elaborar dos prototipos en dibujo (**ver figura 11 y 12**) para presentarse al staff gerencial y recibir la aprobación de la fabricación y aplicación en una de las células de producción. Por parte del staff también tuvimos retroalimentación sobre las características del estante, principalmente nos sugirieron implementar un sistema digital aprovechando la información del sistema de producción utilizado en la planta, facilitando personal del equipo de sistemas para el desarrollo de la pantalla y los sistemas de captura.

Las características del primer prototipo (**ver figura 11**) mandado a fabricar incluyen el nuevo sistema de apertura y cierre de puertas, mayor espacio de almacenamiento y las mejoras en el tablero de captura y despliegue de información.

Al dibujo del segundo prototipo (**ver figura 12**) le es agregado la capacidad de soportar una pantalla con la finalidad de desplegar la información del contenedor original y de un módulo de información adicional.

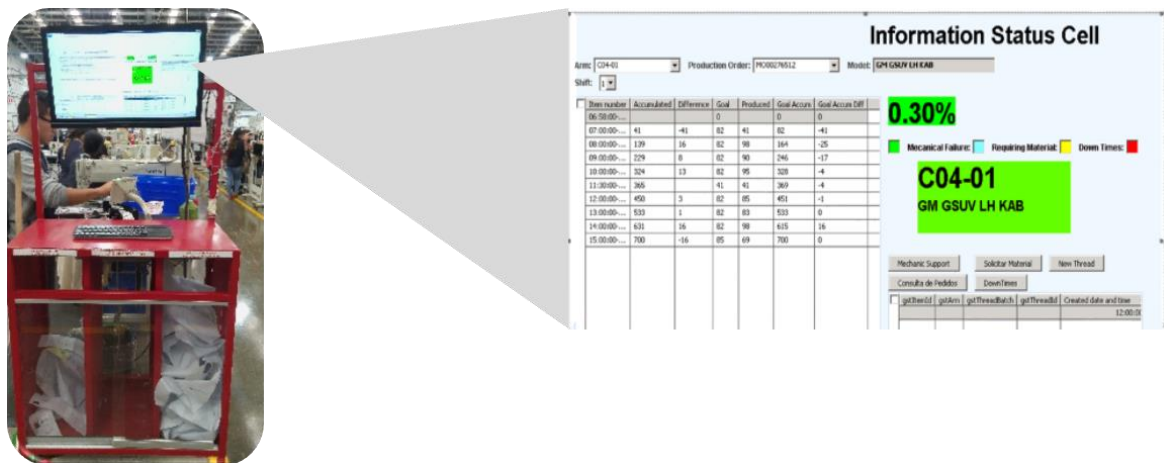


**Figura 11. Primer prototipo en dibujo y cambios en distribución y captura de la información.**



**Figura 12. Segundo prototipo en dibujo (para incluir pantalla)**

Una vez recibido el primer prototipo este fue colocado en una célula de producción, cabe mencionar la recepción anticipada de la pantalla y raspberry (mini computadora con sistema operativo funcional) a un par de días de haber recibido el prototipo del estante nuevo y también estaba listo el primer módulo de captura y despliegue de información (**ver figura 13**) por parte de sistemas, por lo que este fue adaptado para colocar la pantalla e iniciar con la captura y despliegue de la información por parte de la líder responsable de la célula y personal de calidad para lo cual recibieron entrenamiento y fue monitoreado por un periodo de dos meses obteniendo constante retroalimentación.



**Figura 13. Prototipo fabricado en acero y primer módulo digital de captura y despliegue de información.**

Después del periodo de prueba y al verificar la funcionalidad del nuevo estante, nos fue autorizado cambiar el material de construcción a extruido de aluminio, además de realizarse algunas mejoras en el módulo digital para incluir más opciones de captura y despliegue de otros datos relevantes para la operación.

El estante fue recibido y colocado un mes después en la célula de producción con el nuevo material y con las mejoras en la pantalla **(ver figura 14)**.


Después de dos meses de prueba este modelo fue autorizado para su despliegue en el resto de la planta considerando la resolución de las oportunidades de mejora manifestadas por los usuarios, además de exceder los resultados en algunas de sus características como la funcionalidad del sistema, el espacio de captación de material y la flexibilidad para incluir o modificar el sistema y físicamente el estante. Por lo cual ya no fue necesario rediseñar o modificar el estante por el momento, hasta tener una nueva necesidad u oportunidad de mejora.



**Figura 14. Estante aprobado para despliegue en la planta**

Para entender mejor el beneficio del nuevo estante podemos revisar la siguiente tabla de comparación **(ver tabla 3)**.

Tabla 3. Comparación de costos y características por diseño

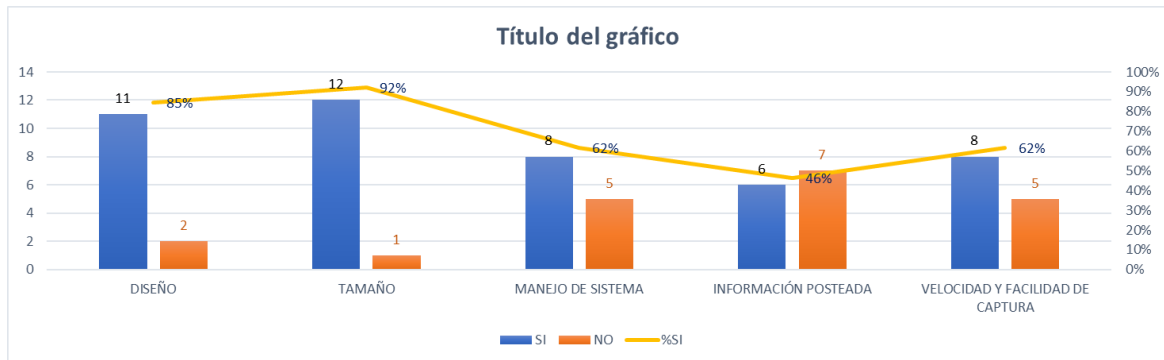
	ESTANTE ORIGINAL	NUEVO DISEÑO EN ACERO	NUEVO DISEÑO EN EXTRUIDO DE ALUMINIO
	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1.-Tubular metálico ½"</li> <li>2.-Lámina Galvanizada</li> <li>3.-Perillas</li> <li>4.-Malla metálica</li> <li>5.-Material corrugado</li> <li>6.-Imanes</li> <li>7.-Bisagras</li> <li>8.-Acrílicos</li> <li>9.-Pintura base</li> <li>10.- Pintura con base en aceite ( en spray)</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Tubular metálico 1"</li> <li>2.-Malla metálica</li> <li>3.-Lámina Galvanizada</li> <li>4.-Acrílico</li> <li>5.-Pantalla 24"</li> <li>6.-Rieles</li> <li>7.-Raspberry</li> <li>8.-Cargador</li> <li>9.-Teclado</li> <li>10.- Mouse</li> <li>11.-Case(caja/ raspberry)</li> <li>12.-Pintura base</li> <li>13.- Pintura con base en aceite ( en spray)</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1.-Tubular Bosch 9cm2</li> <li>2.-Acrílico</li> <li>3.-Material PVC</li> <li>4.-Pantalla 24"</li> <li>5.-Rieles</li> <li>6.-Raspberry</li> <li>7.-Cargador</li> <li>8.-Teclado</li> <li>9.- Mouse</li> <li>10.-Case (para raspberry)</li> </ol>
Descripción	Costo/U	Costo/U	Costo/U
CONTENEDOR	\$ 7,500.00	\$ 8,816.00	\$ 10,673.00
MONITOR	\$ -	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
RASPERRY	\$ -	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
TABLERO	\$ 600.00		
Costo total \$	\$ 8,100.00	\$ 12,616.00	\$ 14,473.00
ESPACIO	(X) insuficiente, incapaz de almacenar pocas cantidades de algunos tipos de material por su volumen (0.13 m <sup>3</sup> ).	(OK) suficiente espacio para almacenar el volumen promedio de desperdicio de cualquier tipo de materia (0.24 m3).	(OK) suficiente espacio para almacenar el volumen promedio de desperdicio de cualquier tipo de material (0.24 m3).
FUNCIONALIDAD	(X) sistema deficiente de puertas y poca capacidad para manejo de información	(OK) sistema de puertas corredizas eliminando el riesgo de golpear a alguien, sistema de información digital para captura, solicitud y despliegue de la información necesaria	(OK) sistema de puertas corredizas eliminando el riesgo de golpear a alguien, sistema de información digital para captura, solicitud y despliegue de la información necesaria
DURABILIDAD	(X) poco durable, requiere mantenimiento muy frecuente, fallo en perillas de puertas, bisagras, porta hojas, cable de seguridad de puertas, cuadernillos de números y pintura	(OK) requiere mantenimiento menor, principalmente en el acabo de pintura	(OK) requiere mínimo mantenimiento, este diseño no requiere pintura y contiene una menor cantidad de partes distintas simplificando la restauración en caso de ser necesario.
ESTÉTICA	(X) poco estético, aspecto hechizo de fabricación poco profesional; por detalles en la pintura parecen viejos o desgastados, diseño pobre.	(OK) mejor diseño, aspecto profesional comercial, mínimos detalles en el acabado en pintura	(OK) mejor diseño, aspecto profesional industrial, no requiere detalles de pintura, al ser de aluminio extruido anodizado es de aspecto mas limpio.
MEDIO AMBIENTE	(X) al necesitar mantenimiento frecuente requiere contante cambio de partes y renovación de pintura haciéndolo poco amigable con el ambiente, aunque en su mayoría es acero por la corrosión no todo el material es reutilizable sin llevar algún tratamiento químico de limpieza.	(X) algo amigable con el medio ambiente al requerir mantenimientos menores y poco cambio de partes, aunque sigue teniendo oportunidad al ser de acero y por la corrosión no todo el material es reutilizable sin llevar algún tratamiento químico de limpieza y en ocasiones necesitara renovar pintura.	(OK) muy amigable con el medio ambiente al tener mantenimientos mínimos, al ser de aluminio extruido no requiere soldadura y puede ser desarmado y reutilizado, así como, tener un alto grado de reciclaje; no requiere pintura evitando emitir vapores químicos en el ambiente.
FLEXIBILIDAD PARA CAMBIOS	(X) como su material base es acero soldado con acabado en pintura, es muy complicado hacer modificaciones al contenedor, además el tablero es rotulado y también complica las modificaciones	(X) como su material base es acero soldado con acabado en pintura, es muy complicado hacer modificaciones al contenedor; el sistema de captura y despliegue de información demuestra ser mucho mas flexible al ser digital	(OK) muy flexible para hacer modificaciones en la estructura al ser desarmable reduce costos; el sistema de captura y despliegue de información demuestra muy flexible al ser digital, es posible agregar o quitar información, así como, módulos de captura o solicitud de asistencia.

Después de tres meses de uso fue aplicada una encuesta a usuarios y futuros usuarios para conocer su experiencia y tener retroalimentación sobre las oportunidades detectadas en este periodo.

Los resultados (**ver figura 16**) muestran la mayoría de los usuarios satisfechos con el nuevo diseño y tamaño del nuevo contenedor. Para las preguntas tres, cuatro y cinco, quienes interactuaron más tiempo con el nuevo estante tuvieron respuesta más positiva comparado contra quienes solo interactuaron un poco o solo observaron cómo funcionaba el sistema, indicando la necesidad de entrenar y dar mayor interacción al resto del personal para su verificación de los beneficios del cambio. El gráfico de resultados solo muestra de la pregunta uno a la cinco por tener mayor relevancia con las características de las oportunidades de mejora detectadas y las preguntas seis y siete nos arroja información de la opinión personal de cada encuestado al calificar y proponer posibles cambios en el diseño.

### Preguntas de la encuesta

- 1.- ¿Es bueno el diseño del nuevo Rack de Scrap?
- 2.- ¿Te parece adecuado el tamaño del nuevo Rack de Scrap?
- 3.- ¿Es fácil el manejo del sistema del nuevo Rack de Scrap?
- 4.- ¿Cuenta con la información necesaria?
- 5.- ¿Es más rápida y práctica la captura de los datos?
- 6.- ¿De manera general en una escala del 1 al 5, qué calificación le darías al nuevo Rack de Scrap?
- 7.- ¿Qué agregarías o eliminarías del nuevo Rack de Scrap?



**Figura 15. Resultados de encuesta por pregunta**



## **4.5 Discusión de resultados**

La metodología Design Thinking utilizada como herramienta del método científico durante esta investigación permitió una mayor interacción con los usuarios generando un ciclo de prueba y error con 4 iteraciones aplicando la observación(empatizar), análisis(idear), propuesta de solución y comprobación (prototipar y probar) en cada prototipo con participación directa de los involucrados (usuarios y desarrolladores). Podemos inferir a la metodología de Design Thinking como el método científico de los diseñadores con un enfoque a los usuarios.

La metodología Design Thinking mostró una mejora continua con las iteraciones de prototipo en periodos cortos(semanas) por lo cual podría promoverse para integrarse a las clásicas herramientas de mejora dentro de la industria, pero esta con un enfoque en los usuarios.

La investigación no pudo recabar suficiente información para aceptar la hipótesis nula por lo cual es asumida la hipótesis alternativa y son presentadas las siguientes conclusiones.

## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES**

---

La administración de la información y del material no conforme en células de manufactura con la metodología de Design Thinking mejoró el diseño de la estación de desperdicio para manejar el volumen diario de 0.13 m<sup>3</sup> a 0.24 m<sup>3</sup> de forma segura, ayudar a desplegar eficaz y eficientemente la información y métricos de las células de producción actualizada cada hora sin registro por escrito o captura manual con teclado por los líderes de producción, con un potencial de reducción de 266 horas hombre a 53 horas hombre por día.

La metodología de Design Thinking más allá de una metodología para mejorar el diseño de productos de uso comercial, permitió la mejora del diseño de una herramienta de apoyo para los sistemas de producción y administración de los recursos mejorando el tiempo promedio de manufactura a cuatro horas por unidad y con mayor flexibilidad para hacer cambios ante nuevas necesidades.

La metodología Design Thinking además de ayudar a creadores de productos y servicios para el comercio, también puede utilizarse para el desarrollo y mejora de herramientas facilitadoras del trabajo dentro de los procesos o sistemas de producción en la industria, elevando la productividad dentro de las organizaciones a través de la participación de los usuarios y de un equipo multidisciplinario comprometido para fortalecer el proceso de desarrollo o mejora.

## Lista de referencias bibliográficas

Bernhardsdóttir Ásthildur Elva. (2015). Crisis-Related Decision- Making and the Influence of Culture on the Behavior of Decision Makers. Switzerland: Springer.

Brenner Walter, Uebernicket Falk. (2016). Design Thinking for Innovation. Switzerland: Springer.

Chaki Saumya. (2015). Enterprise Information Management in Practice: Managing Data and Leveraging Profits in Today's Complex Business Environment. USA: Apress.

Cobarsí-Morales Josep. (2011). Sistemas de información en la empresa. Barcelona: UOC

Dinngo Lab. (2014). Design Thinking en Español. 2018, de Dinngo Laboratorio de Innovación S.L Sitio web: <https://www.designthinking.es/inicio/index.php>

García Alcaraz Jorge Luis, Maldonado Macías Aidé Aracely, Cortes-Robles Guillermo (2014). Lean Manufacturing in the Developing World. Switzerland: Springer.

IDEO. (2018). OUR STORY. 2018, de IDEO Sitio web: <https://www.ideo.com/about>

Magretta Joan. (marzo-abril 1998). The Power of Virtual Integration: An Interview with Dell Computer's Michael Dell. Harvard Business Review, 1, 3-7.

Microsoft Corporation. (2012). Microsoft Dynamics AX Visión General del Producto. 2018, de Microsoft Corporation Sitio web: <https://www.microsoft.com/es-xl/dynamics365/ax-overview>

Pereira Pessôa Marcus Vinicius, Gonzaga Trabasso Luís. (2016). The Lean Product Design and Development Journey. Switzerland: Springer.

Simas André and Cruz-Machado Virgilio. (2018). Visual Management. Proceedings of the Eleventh International Conference on Management Science and Engineering Management (pp.1148-1149). Switzerland: Springer.

Tabrizi Behnam N. (2007). La empresa en tiempo real: cómo transformar su organización para mejorar sus resultados. México: McGraw-Hill Interamericana.