

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DEL PERÚ**

**Escuela de Posgrado**



**Propuesta de Mejora de Aumento de la  
Competitividad en un Taller de Orfebrería utilizando  
Lean Manufacturing y Optimización Matemática**

Tesis para obtener el grado académico de Magíster en  
Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Operaciones  
que presenta:

*Fernando Renato Huayna Avila*

Asesor:

*Jonatan Edward Rojas Polo*

Lima, 2022

## RESUMEN

En el primer capítulo se describe brevemente los conceptos utilizados para poder desarrollar esta tesis.

En el segundo capítulo se mencionan de manera resumida casos relacionados con el tema de la tesis.

En el capítulo tres se presenta a la empresa en la cual se ha desarrollado esta investigación. Se menciona a que sector industrial pertenece la empresa, así como el plan estratégico y su respectivo organigrama.

En el cuarto capítulo se realiza un diagnóstico actual de la empresa, mencionando el nivel macro y el nivel país del sector de la empresa. Se describe el proceso productivo, mencionando los principales problemas con la ayuda de herramientas como los 5 porqués y la evaluación SCOR.

En el capítulo cinco se desarrolla la propuesta de mejora a los problemas encontrados, utilizando las 5S, las medidas correctivas del SCOR, la distribución de planta y la optimización del flujo de producción con la ayuda de la modelación matemática.

En el sexto capítulo se realiza la evaluación económica de la propuesta de mejora con un flujo de caja de 5 años.

El séptimo capítulo se analizan los posibles resultados esperados de acuerdo a las herramientas utilizadas en el capítulo anterior.

En último capítulo se desarrollan las respectivas conclusiones y recomendaciones.

## DEDICATORIA

A Dios que me dio la oportunidad de poder estudiar esta Maestría.

Al Señor Jesús que me dio la oportunidad de poder enfocarme en uno de los ornamentos más preciosos de la misa, del cual trata esta tesis.

A San José que es un gran amigo, el cual le he pedido mucho por esta tesis.

A mi esposa Sonia y a mis hijos por su comprensión y paciencia, porque cuando estudiaba y no podía estar con ellos.

A toda mi familia por ayudarme y brindarme su apoyo incondicional en todo momento.



## AGRADECIMIENTOS

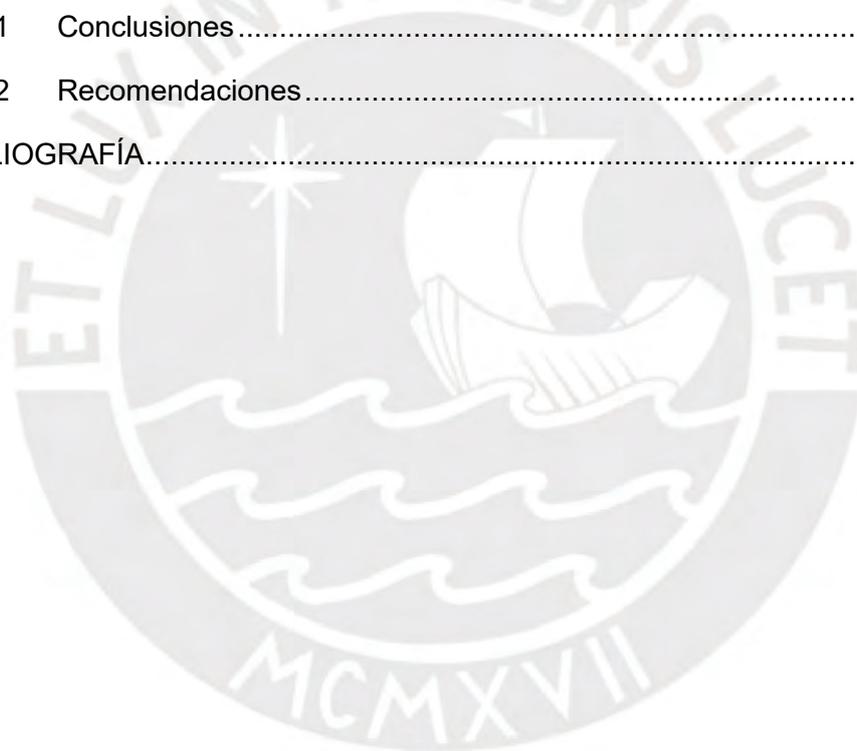
Me gustaría agradecer a mi asesor PhD (c) Jonatán Rojas por su disponibilidad, amabilidad, paciencia, conocimientos y por haberme ayudado de manera continua para poder llevar adelante este proyecto.



## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO .....	1
1.1    Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta.....	1
1.1.1.    La Filosofía y Objetivos .....	1
1.1.2.    Cambios Culturales Fundamentales para poder implementar Lean....	2
1.1.3.    Herramientas de Lean Manufacturing .....	4
1.1.4.    Las Cuatro Estratégias para poder implementar Lean .....	22
CAPÍTULO 2: CASOS DE ÉXITO DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y MODELACIÓN MATEMÁTICA .....	27
2.1    Implementación de Lean Manufacturing en la Industria Electrónica (Venkat, 2020) 27	
2.2    Implementación de Lean Manufacturing en la Pequeña y Mediana Empresa en la India – un Caso de Estudio (Ramakrishnan, 2019).....	29
2.3    Simulación basada en la Evaluación de Lean y Green Estratégias en los Sistemas de Manufactura (Greinachera, 2015) .....	31
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	36
3.1    La Empresa .....	36
3.2    Plan Estratégico .....	42
3.3    Organigrama .....	42
CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....	44
4.1    Nivel Macro .....	44
4.2    Nivel País .....	44
4.3    La Empresa ABC.....	46
4.3.1.    Macro Proceso .....	46
4.3.2.    Micro Procesos.....	48
4.3.3.    Áreas de Mejora .....	55
CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORA .....	93
5.1    5S.....	93
5.2    Medidas Correctivas a SCOR.....	99
5.3    Distribución de Planta.....	105

5.4 Optimización del Flujo de Producción.....	112
CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	121
6.1. Inversión Económica .....	121
6.2. Flujo de Caja de la Implementación.....	123
CAPÍTULO 7: RESULTADOS ESPERADOS.....	126
7.1 5S.....	126
7.2 SCOR.....	127
7.3 Distribución de Planta:.....	129
7.4 Optimización del Flujo de Producción.....	129
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	130
8.1 Conclusiones.....	130
8.2 Recomendaciones.....	130
BIBLIOGRAFÍA.....	132



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Herramientas Lean .....	5
Figura 2 Herramientas más importantes del Lean.....	6
Figura 3 Tarjeta para el interior de la empresa .....	7
Figura 4 Tarjeta para el exterior de la empresa .....	7
Figura 5 Sistema Kanban para 2 Productos específicos.....	7
Figura 6 Gráfico de TAKT TIME.....	9
Figura 7 Caja Heijunka .....	10
Figura 8 5S.....	12
Figura 9 Formato de Lista de Inspección de Limpieza .....	14
Figura 10 Lista de Verificación de Normalizar.....	15
Figura 11 Lista de Verificación.....	16
Figura 12 Ventajas de las 5S.....	17
Figura 13 Elementos del Mejora Continua .....	18
Figura 14 Elementos del VSP .....	20
Figura 15 Ejemplo de Mapeo de Flujo de Valor .....	21
Figura 16 Diagrama de las causas raíces de los problemas del caso 1 .....	28
Figura 17 Patrón previo de la industria del caso 1 .....	28
Figura 18 Patrón modificado de la industria del caso 1 .....	29
Figura 19 Mapeo del Flujo de Valor de la pequeña y media empresa de la India del caso 2.....	30
Figura 20 Procesos evaluados del caso 3 .....	34
Figura 21 Proceso de Armado y Soldado .....	37
Figura 22 Operación de Tallado del Proceso de Acabado .....	37
Figura 23 Operación de Pulido del Proceso de Acabado .....	38
Figura 24 Operación de Pulido del Proceso de Acabado .....	38
Figura 25 Cáliz .....	39
Figura 26 Copón.....	40
Figura 27 Patena .....	40
Figura 28 Custodia .....	41
Figura 29 Organigrama de la Empresa ABC.....	43
Figura 30 Diagrama del Macro Proceso de la Fabricación de 1 Cáliz .....	47
Figura 31 Diagrama de Operación del Proceso (DOP) Fabricación de 1 Cáliz .....	51
Figura 32 Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) Material para la Fabricación de Cáliz .....	52
Figura 33 Distribución de Planta Actual .....	53
Figura 34 VSM del Proceso Actual para la Fabricación de 28 Cáliz.....	66

Figura 35 Análisis de los 5 porqués para la Baja Eficiencia en ventas .....	67
Figura 36 Análisis de los 5 porqués para el Retraso en la compra de materiales ...	68
Figura 37 Análisis de los 5 porqués para el Tiempo elevado de producción .....	68
Figura 38 Análisis de los 5 porqués para los Reprocesos.....	69
Figura 39 Diagrama Relacional de Actividades.....	106
Figura 40 Propuesta de Distribución de Planta.....	111
Figura 41 VSM del Proceso Futuro para la Fabricación de 28 Cáliz .....	112
Figura 42 Proceso Productivo de los 4 productos .....	115
Figura 43 Proceso Productivo Solución solo para 1 Producto.....	120



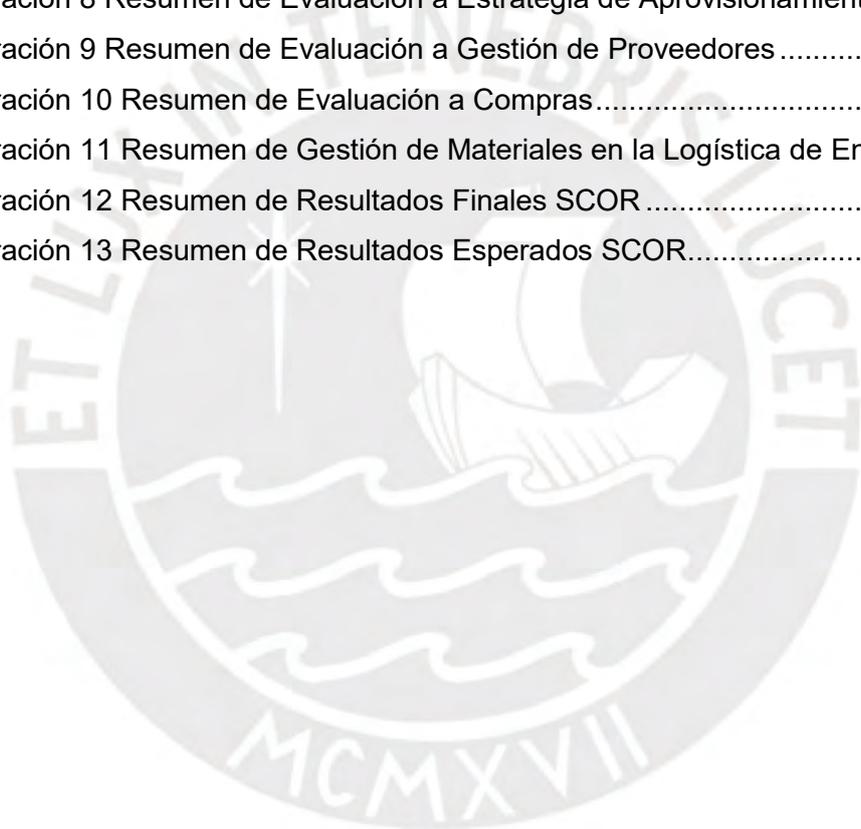
## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Problemas Identificados de acuerdo a la metodología Lean caso 3 .....	33
Tabla 2 Relación entre CO2 - Costo del caso 3 .....	35
Tabla 3 Producción de los Principales Productos .....	54
Tabla 4 Eficiencia de Venta de unidades de Cáliz .....	56
Tabla 5 Compras de materiales para la fabricación de Cáliz .....	59
Tabla 6 Cantidad de Reprocesos de Cáliz .....	60
Tabla 7 Tipos de Reprocesos en la Fabricación de Cáliz.....	61
Tabla 8 Eficiencia de consumo de plancha de bronce para cáliz .....	64
Tabla 9 Tiempos de Producción para la Fabricación de 1 Cáliz.....	66
Tabla 10 Valores para Puntuación SCOR.....	70
Tabla 11 Evaluación SCOR a Análisis de Costos .....	71
Tabla 12 Evaluación SCOR a Estrategia de Compras .....	72
Tabla 13 Evaluación SCOR a Gestión de Compras .....	73
Tabla 14 Evaluación SCOR a Criterio y Selección de Proveedores .....	74
Tabla 15 Evaluación SCOR a Consolidación de Proveedores .....	75
Tabla 16 Evaluación SCOR a Hacer o Comprar .....	76
Tabla 17 Evaluación SCOR a Compras en Grupo .....	76
Tabla 18 Evaluación SCOR a Tácticas para Proveedores .....	78
Tabla 19 Evaluación SCOR a Involucramiento de Proveedores .....	79
Tabla 20 Evaluación SCOR a Evaluación de Proveedores .....	80
Tabla 21 Evaluación SCOR a Evaluación Desempeño de Proveedores .....	81
Tabla 22 Evaluación SCOR a Relación con los Proveedores .....	82
Tabla 23 Evaluación SCOR a Parámetros de Trabajo .....	83
Tabla 24 Evaluación SCOR a Auditoría del Proveedor .....	83
Tabla 25 Evaluación SCOR a Compras Repetitivas de Materiales Directos e Indirectos .....	85
Tabla 26 Evaluación SCOR a Autorización para Compras Eventuales .....	86
Tabla 27 Evaluación SCOR a Efectividad de la Función de Compras.....	86
Tabla 28 Evaluación SCOR a Sistema de Pago .....	87
Tabla 29 Evaluación SCOR a Intercambio de Información e Intercambio Electrónico .....	88
Tabla 30 Evaluación SCOR a Programas Sincronizados de Reabastecimiento .....	89
Tabla 31 Evaluación SCOR a Tamaño de Lote y Ciclos de Tiempo .....	89
Tabla 32 Evaluación SCOR a Coordinación de la Distribución Total .....	90
Tabla 33 Cronograma de Implementación .....	93

Tabla 34 Equipo de trabajo para la Implementación de las 5S .....	94
Tabla 35 Aplicación 5S a Supervisión.....	94
Tabla 36 Aplicación 5S a Almacén .....	95
Tabla 37 Aplicación 5S a Corte.....	96
Tabla 38 Aplicación 5S a Armado y Soldado .....	97
Tabla 39 Aplicación 5S a Baño Químico .....	98
Tabla 40 Aplicación 5S a Acabado .....	99
Tabla 41 Medidas Correctivas para Aprovisionamiento parte 1 .....	100
Tabla 42 Medidas Correctivas para Aprovisionamiento parte 2 .....	101
Tabla 43 Medidas Correctivas para Gestión de Proveedores parte 1 .....	102
Tabla 44 Medidas Correctivas para Gestión de Proveedores parte 2 .....	103
Tabla 45 Medidas Correctivas para Compras .....	104
Tabla 46 Medidas Correctivas para Gestión de Materiales en la Logística de Entrada.....	104
Tabla 47 Método de Cálculo en m2 .....	107
Tabla 48 Método de Conversión en m <sup>2</sup> .....	107
Tabla 49 Método Guerchet parte 1 .....	108
Tabla 50 Método Guerchet parte 2 .....	109
Tabla 51 Resumen de Métodos Utilizados en m2.....	110
Tabla 52 Inversión para las 5S .....	121
Tabla 53 Implementación del SCOR.....	122
Tabla 54 Implementación de la nueva Distribución de Planta .....	123
Tabla 55 Resumen de Inversión .....	123
Tabla 56 Flujo de Caja para 5 Años.....	124
Tabla 57 Beneficios esperados de la aplicación de las 5S en Supervisión, Almacén y Corte.....	126
Tabla 58 Beneficios esperados de la aplicación de las 5S en Armado y Soldado, Baño Químico y Acabado .....	127
Tabla 59 Comparación de Resultados Actuales y Esperados SCOR.....	128

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ventas Acumuladas entre los años 2015 al 2018 .....	36
Ilustración 2 Importaciones de Joyería de Plata: Mundo y EEUU en US\$ miles de Millones .....	44
Ilustración 3 Proyecciones de Ventas de la línea de Joyería en EEUU en US\$ miles de Millones (2012-2022) .....	45
Ilustración 4 Eficiencia de Ventas en Cantidad de Cáliz 2019.....	57
Ilustración 5 Cantidad de Reprocesos en la Fabricación de Cáliz 2019 .....	62
Ilustración 6 Tipos de Reprocesos en Fabricación de Cáliz 2019 .....	63
Ilustración 7 Consumo de Plancha de Bronce en la Fabricación de Cáliz 2019 .....	65
Ilustración 8 Resumen de Evaluación a Estrategia de Aprovisionamiento .....	77
Ilustración 9 Resumen de Evaluación a Gestión de Proveedores .....	84
Ilustración 10 Resumen de Evaluación a Compras.....	88
Ilustración 11 Resumen de Gestión de Materiales en la Logística de Entrada .....	91
Ilustración 12 Resumen de Resultados Finales SCOR .....	92
Ilustración 13 Resumen de Resultados Esperados SCOR.....	128



# CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

## 1.1 Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta

El sistema de gestión Lean Manufacturing se basa en el sistema Justo a Tiempo (Just in Time) que nació en Japón en la fábrica automotriz de Toyota y ha tenido gran acogida alrededor del mundo y en muchos sectores industriales (Cirjaliu, 2016). Además, Lean Manufacturing es un sistema continuo de gestión que permite minimizar o eliminar las actividades que no ayudan al proceso productivo pero que si tienen implicancias con el esfuerzo y con los costos de producción. “Todo se puede mejorar” es la idea principal de este sistema de gestión.

### 1.1.1. La Filosofía y Objetivos

La filosofía y los objetivos del Lean es la que a largo tiempo genera el crecimiento por del valor para el cliente, la sociedad y para la economía con objetivos de reducción de costos, mejoramiento de los tiempos de entrega, y mejoramiento de la calidad a través de la eliminación total de los desperdicios (Wilson, 2010). La eliminación de desperdicios se tiene que realizar a los recursos que no agreguen valor al producto final para el cliente, esta función debe de ser realizada por el departamento de producción (Womack, 2003). Adicional, para poder identificar los desperdicio, es necesario reconocer la realidad de la empresa (Feld, 2001).

Los desperdicios más comunes son los siguientes (Womack, 2003):

- Talento mal empleado: Colaboradores que no usan sus capacidades al máximo y que realizan trabajos que no son necesarios.
- Defectos: La reducción de defectos reducirá los tiempos, así se reducirá posibles amenazas a la empresa.
- Sobreproducción: Producir más de lo que requiere la demanda.
- Sobre-procesamiento: procesos ineficientes que agregan valor, incluye componentes complejos con costos elevados.
- Inventario: Productos terminados o en proceso y materia prima, estos al ser almacenados pueden generar riesgos y costos que no añaden valor al producto en el tiempo.
- Movimiento: Cuando los colaboradores, materiales y máquinas hacen más de lo necesario en el proceso productivo.

- Espera: Ocurre por lo general cuando no hay suficiente material en el almacén para el proceso productivo. Los colaboradores están a la espera de piezas, máquinas o de otros colegas.
- Transporte: Transporte de materiales que es indispensable pero que no crea valor, generando costos y retrasos.

### 1.1.2. Cambios Culturales Fundamentales para poder implementar Lean

Para poder implementar el sistema Lean es necesario realizar tres cambios fundamentales culturales. Para poder realizar estos cambios es necesario total dedicación, compromiso y disciplina de todos los miembros de la empresa (Bhasin, 2015). Estos cambios culturales están relacionados con el liderazgo, motivación y la habilidad de poder resolver los problemas.

- a) **Liderazgo.** - Para poder realizar cualquier cambio, es necesario poder ser líder con nosotros mismos o con nuestro entorno. Implementar un cambio demanda un gran desafío en el que es necesario tener la capacidad de estar a cargo de esta tarea. Hay mucha literatura que habla sobre el liderazgo en la que se enfoca desde varias perspectivas, pero todas coinciden en el que para poder ser líder es necesario tener las siguientes características: competencia, carácter, posición y personalidad. A continuación, se describirá brevemente cada característica (Wilson, 2010).
- Competencia: El líder tiene que estar a la altura del reto que tiene al frente por realizar. La competencia es la capacidad de poder desarrollar algo, para poder realizar esto, es necesario tener conocimientos adquiridos en el ámbito profesional y personal. La competencia también está relacionada con el hambre de poder realizar un desafío, una tarea que demanda un gran esfuerzo de la persona que lo realiza.
  - Carácter: Esta característica del líder está muy relacionada a su manera de ser, a las habilidades que ha desarrollado a lo largo de su vida en diferentes aspectos y circunstancias. Es como la persona se aproxima y reacciona frente a una situación.
  - Posición: Para poder ser un líder, es necesario tener la posición necesaria para poder desarrollarse como tal. La posición está muy relacionada con la ubicación jerárquica que la persona tiene dentro de una organización.

- **Personalidad:** Es la característica que es propia de la persona, en la que ha desarrollado a lo largo de su vida. Para poder ser un buen líder, es necesario tener una personalidad que permita que las demás personas, que están alrededor del líder, puedan confiar en él, acercarse a él con confianza y tranquilidad. La personalidad es un aspecto muy importante dentro del liderazgo, sobre todo en los momentos de dificultad, donde las personas están sometidas a mucha tensión, pudiendo tener reacciones que no son las adecuadas. Ante esto, el líder tiene que saber actuar de manera adecuada en todo momento.

b) **Motivación.** - La motivación es un aspecto muy importante para realizar cualquier acción. Se puede considerar como una fuerza que impulsa poder hacer las tareas propuestas. La persona tiene que siempre estar motivado al cambio positivo para la empresa y para sus compañeros. Mucho se ha escrito sobre la motivación: libros, investigaciones, estudios, inclusive hay cursos que se ofrecen en varias instituciones educativas; pero muchos de los autores coinciden que la motivación puede venir de dos maneras:

- De manera externa: se refiere cuando la persona es influenciada por un agente externo a él, que puede ser una o varias personas, una frase o una historia. La persona que ha estado en contacto con esta manera de motivación, tiene la libertad de poder acoger el mensaje o no.
- De manera interna: para este caso, se refieren cuando la motivación viene de la misma persona. Esto ocurre, por lo general, luego de un periodo de reflexión. Esta reflexión está relacionada con experiencias vividas o aprendidas que puede ser propias o que pueden estar conectadas con personas cercanas a ella.

Por lo tanto, la motivación es una gran fortaleza que toda persona debe y puede tener (Schonberger, 2019).

c) **Resolución de Problemas.** - La capacidad de poder resolver problemas es esencial para poder desarrollarse como persona en tanto en lo personal como el profesional. Este aspecto está muy relacionado con la formación adquirida en el campo académico, profesional y personal. Es importante señalar que esta capacidad se va adquiriendo a lo largo del tiempo y está sujeto a cambios, es decir, que, si una persona ha tenido la oportunidad de poder vivir situaciones en las que le ha demandado resolver problemas de cualquier tipo,

esta persona estará preparada para poder resolver futuros problemas de mejor manera (Wilson, 2010). De esta manera, resolver problemas es esencial para la gestión Lean Manufacturing (Davim, 2018).

### 1.1.3. Herramientas de Lean Manufacturing

El sistema de gestión Lean Manufacturing tiene muchas herramientas que se pueden utilizar. En la figura 1 se muestra las herramientas. Para poder implementar el sistema Lean Manufacturing son necesarias ocho herramientas esenciales. Estas herramientas buscan la reducción de desperdicios para que el proceso productivo sea más eficiente (Wilson, 2010). Las herramientas son: JIT, Jidoka, TAKT TIME, Heijunka, Poka Yoke, 5S, Kaizen y VSM.

En la figura 2 se muestra las 8 herramientas más importantes de la gestión Lean.

A continuación, se describirá cada una de ellas.

- 1) **JIT**, -. Son las iniciales de Just In Time, lo que en español significa, Justo a Tiempo, lo que significa poder fabricar productos en la cantidad y en el momento necesario de acuerdo a los requerimientos del cliente. En periodos de bajo crecimiento económico, la sobreproducción es un crimen (Dennis, 2015). En la década de los años 50, este concepto nació de la empresa japonesa Toyota. Esta herramienta enfrenta los siguientes problemas:
  - Demanda de los mercados fragmentados, implicando muchos productos con bajos volúmenes.
  - Competencia difícil.
  - Precios ajustados o en caída
  - Rápido cambio tecnológico
  - Elevando costo de capital
  - Colaboradores capaces que exigen mayores niveles de participación.

Una producción que tiene implementado la herramienta JIT sigue las siguientes simples reglas:

1. No producir algo a menos que el cliente lo haya ordenado.
2. Nivel de demanda para que el trabajo se puede procesar sin problemas a través de toda la planta.
3. Relacionar todos los procesos a la demanda del cliente a través de una simple herramienta visual, Kanban (tarjetas visuales).
4. Maximizar la flexibilidad de las personas y de la maquinaria.

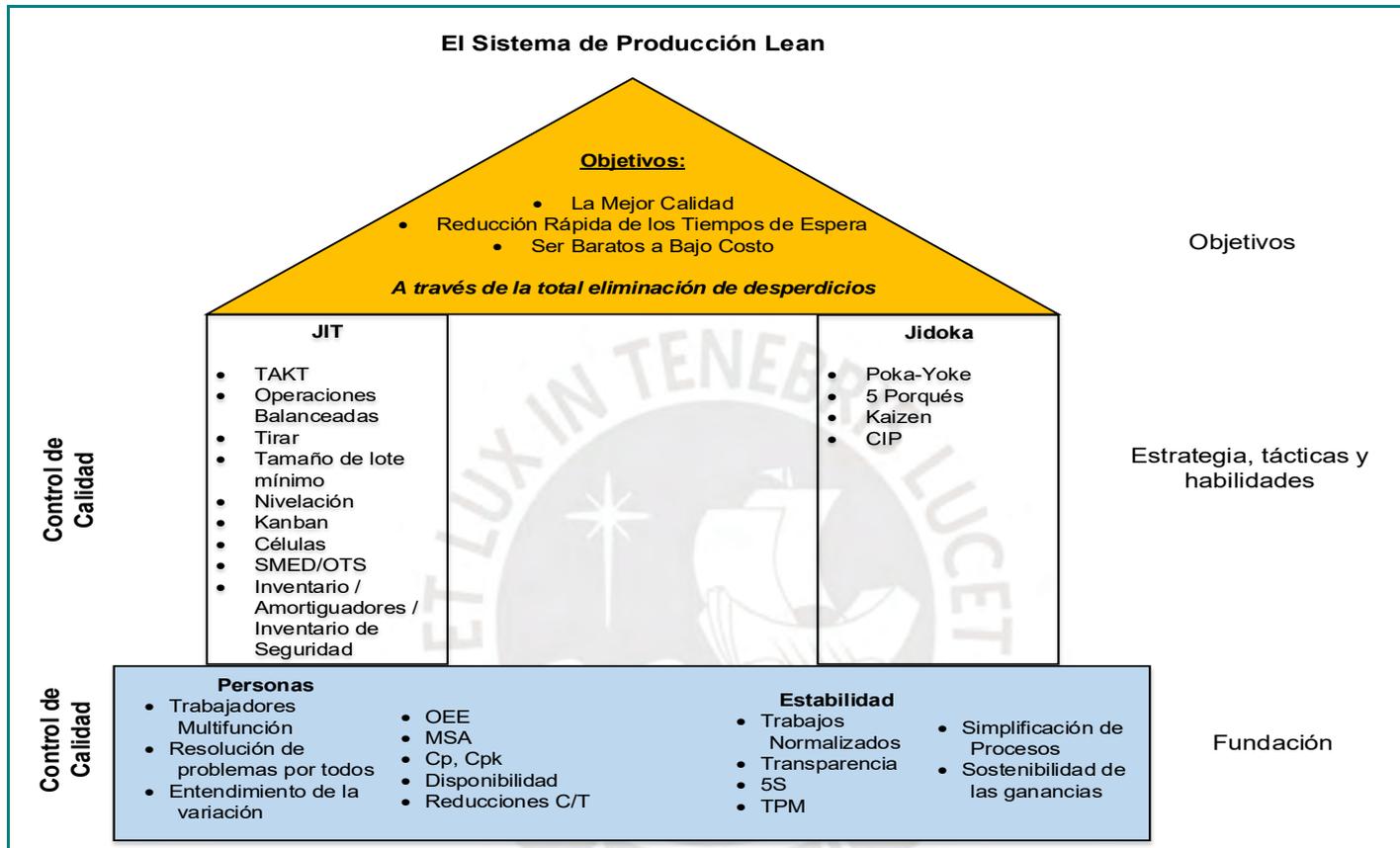


Figura 1 Herramientas Lean

Fuente: Wilson (2010)

Elaboración propia

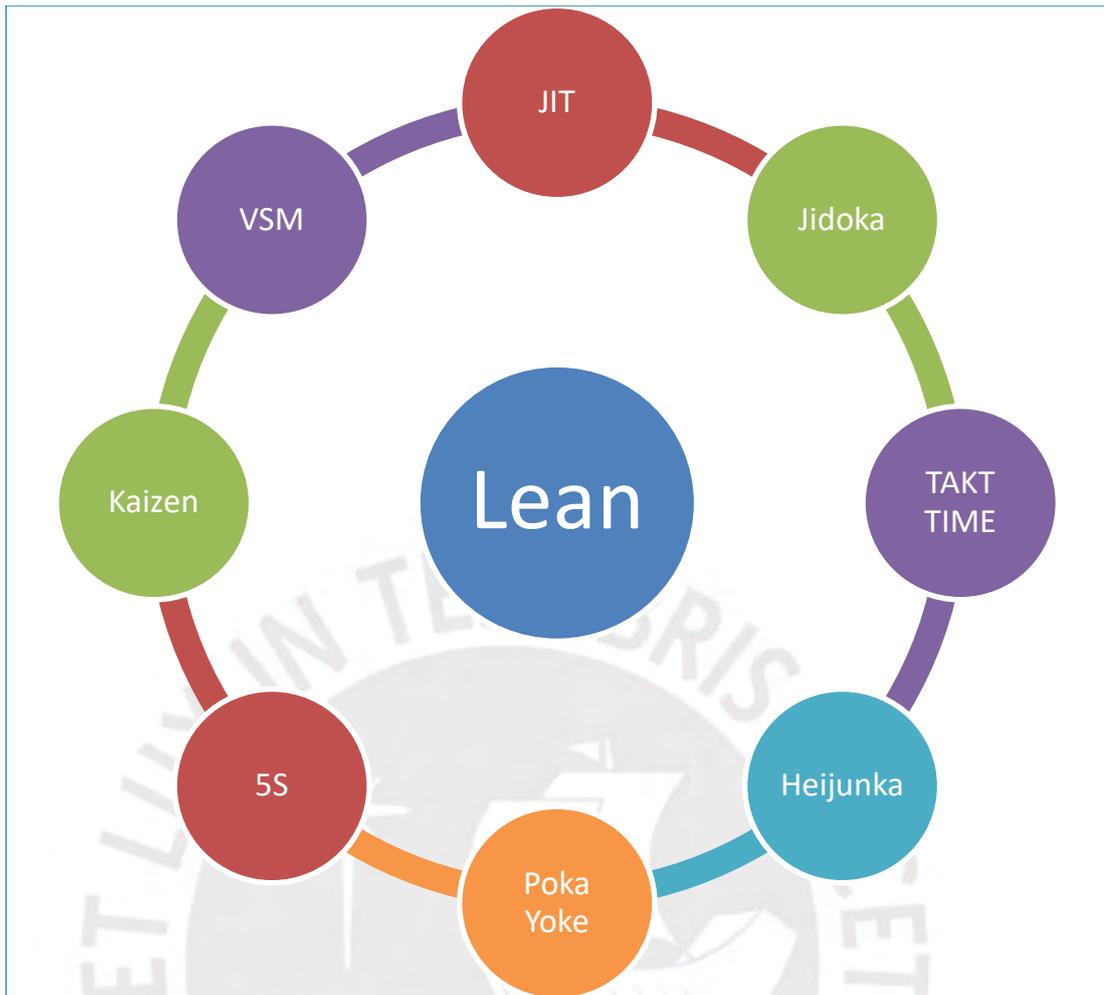


Figura 2 Herramientas más importantes del Lean

Los componentes del sistema JIT son el Kanban y el Heijunka. A continuación, se describirá brevemente estos componentes.

- **Kanban**, es una herramienta visual, que por lo general son tarjetas de señalización. Ayudan a sincronizar y proveer instrucciones a los abastecedores y clientes tanto dentro y fuera de la planta, creado en el Sistema de Producción Toyota (Roser, 2017). En las figuras 3 y 4 se muestran unos ejemplos de tarjetas de señalización.
- **Heijunka**, es una herramienta que se describirá en el numeral 4 de la esta lista.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de una tarjeta que se utiliza al interior de la empresa.

Área de Almacenamiento _____ No. De Parte _____	<u>Proceso</u>  Soldadura 101
Nombre del Artículo _____	
Tipo de Producto _____	
Cantidad _____ Tipo de Caja _____	
Área de Entrega _____ No. De Tarjeta _____	

Figura 3 Tarjeta para el interior de la empresa

En la figura 4 se muestra ejemplo de una tarjeta que se utiliza fuera de la empresa.

Nombre del Artículo _____	Procede de: _____
Tipo de Producto _____	Destino: _____
Cantidad _____	
Motivo de traslado _____ No. De Tarjeta _____	

Figura 4 Tarjeta para el exterior de la empresa

En la figura 5 se muestra cómo funciona el sistema Kanban en la industria, para 2 productos específicos (Krajewski, 2008).

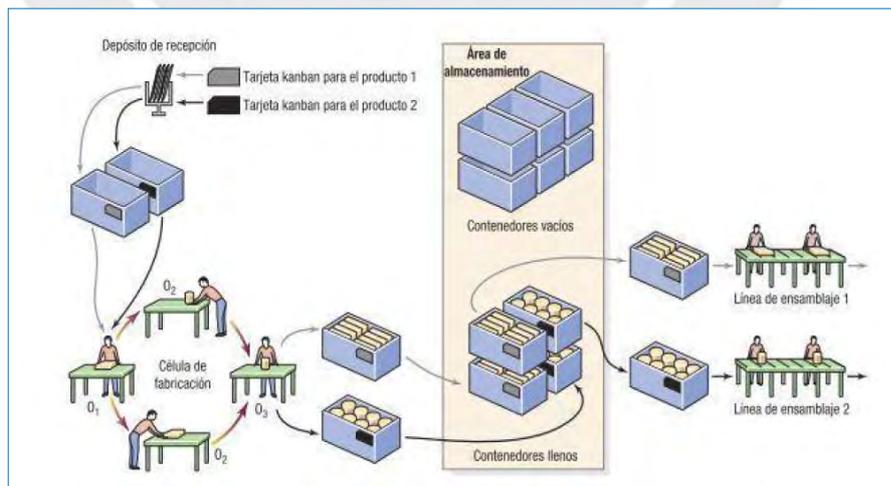


Figura 5 Sistema Kanban para 2 Productos específicos.

Fuente: Krajewski (2008)

- 2) **Jidoka.** -, Es una palabra japonesa que significa automatización con un toque humano. Detener la producción para que la producción nunca tenga que

detenerse (Dennis, 2015). Esta herramienta permite que los procesos tengan más fortaleza de manera continua, eliminando los defectos, empoderando a los trabajadores para puedan detener la producción al detectar errores (García-Alcaraz, 2014) . Esto implica lo siguiente:

- Capacidad de los procesos
- Contención. Los defectos son rápidamente identificados y contenidos en una zona.
- Retroalimentación. Así se podrán tomar medidas de manera rápida.

Para poder controlar los defectos de producción es importante utilizar las herramientas de la estadística que pueden mostrar las métricas necesarias para poder identificar, controlar y eliminar los defectos en los procesos productivos. El SPC (Statistical Process Control), que es el Control Estadístico de los Procesos tiene que debería estar enfocado a prevenir los defectos, pero Shigeo Shingo (fue uno de los líderes del sistema de control de producción Toyota) afirmaba que el SPC también puede llevar a los siguientes puntos:

- Aliena a los gerentes de producción, supervisores y colaboradores los cuales son responsables de la calidad en el proceso productivo.
- Es basado en la falsa premisa de que el 100% de las inspecciones son imposibles.

Es importante mencionar que el mismo Shingo afirmaba que la persona no es máquina y puede cometer errores (Dennis, 2015), lo cual también implica que se puede reducir los defectos de producción.

En esencia Jidoka significa poder hacer algo con calidad de los recursos, lo cual compromete tres cosas:

1. No aceptar defectos.
2. No hacer defectos.
3. No saltarse los defectos.

**3) TAKT TIME.** -, Esta herramienta nos dice la frecuencia de la demanda o la frecuencia de cuando se debe producir el producto (Ohno, 1988). Es también el tiempo promedio entre la fabricación de una unidad y la fabricación de la siguiente unidad. (Dennis, 2015). Se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{TAKT} = \text{Tiempo de Operación Diaria} / \text{Requerimiento de cantidad por día.}$$

Las ventajas de poder conocer el TAKT TIME son las siguientes:

- ✓ El producto se mueve de manera fluida por todo el proceso productivo.

- ✓ Las estaciones de trabajo o partes del proceso que no funcionan de forma confiable, son identificadas con facilidad.
- ✓ El TAKT TIME deja poco tiempo para poder realizar el valor añadido real al trabajo, por lo tanto, es una fuerte motivación para poder eliminar lo que no agrega valor.
- ✓ Las máquinas y los colaboradores que forman parte directamente con el proceso productivo aumentan su productividad y eficiencia.
- ✓ Los productos al estar en un sistema productivo eficiente, estos son difíciles que se puedan perder dentro de la compañía.

Existen también desventajas del TAKT TIME, que son las siguientes:

- Cuando se tiene alta demanda de producción, el tiempo de procesamiento tiende a bajar, esto puede llevar a poder comprimir estaciones de trabajo en la línea de producción y a que los trabajadores tengan que adaptarse a esta nueva configuración.
- Ante una para por parte de una estación de trabajo y si no hay una capacidad de amortiguación, toda la línea de producción se detendrá. Ante esto, es muy recomendable tener capacidad de amortiguación sobre todo cuando se tiene alta demanda de producción.
- Cuando el TAKT TIME es muy pequeño puede generar tensión entre los colaboradores que tienen relación directa con el proceso productivo, esto podría llevar al aumento de averías y posible desmotivación por parte de los trabajadores.

En la figura 6 se muestra un ejemplo del gráfico del TAKT TIME (Dennis, 2015).

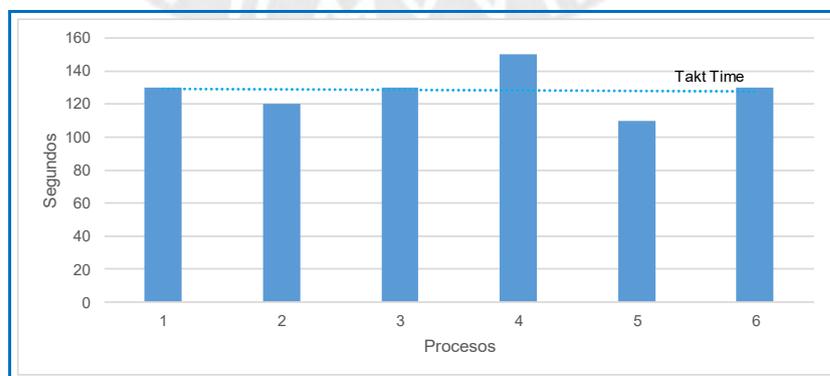


Figura 6 Gráfico de TAKT TIME

Fuente: Dennis (2015)

Elaboración propia

4) **Heijunka.** -, Es una palabra japonesa que significa nivelación. Esta herramienta del Lean Manufacturing es utilizada para poder nivelar la producción, esto es, distribuir el volumen de la producción y poder mezclarla cuando sea necesario (McLean, 2015).

Para poder utilizar esta herramienta, es necesario poder conocer la demanda del cliente, ante esto, es necesario entender lo siguiente:

- **Volumen,** Como cambia a lo largo del tiempo, por temporadas o por estaciones del año.
- **Mezcla,** Es importante conocer los productos y servicios que tienen diferentes compromisos en el volumen del proceso productivo. Es muy importante hacer análisis de productividad.
- **Variación,** Es muy importante conocer la variabilidad de la demanda para cada producto que se puede fabricar. El COV (Coefficient Of Variance) Coeficiente de Variación para cada producto, es esencial para este punto.

Estos indicadores nos pueden llevar a analizar los productos a fabricar, pudiendo encontrar las siguientes categorías:

- **Corredores,** Productos con alto volumen y alta frecuencia con baja variación en la demanda. Es recomendable tener una línea de producción dedicada para este tipo de productos.
- **Repetidores,** Con volumen moderado y frecuente, y con variación moderada en la demanda. Para este tipo de productos es recomendable producirlos en células de trabajo.
- **Extraños,** Son los productos que tienen bajo volumen, baja frecuencia y con alta variación de la demanda.

En la figura 7 se muestra un ejemplo de caja Heijunka.

Cliente	Producto	1	2	3	4	5	6	7	8
Ford	A	○		○		○		○	
Ford	B		Δ				Δ		
GM	C				φ				φ
	Total	○	Δ	○	φ	○	Δ	○	φ

Figura 7 Caja Heijunka

Fuente: Dennis (2015)

Elaboración propia

5) **Poka Yoke.** -, Es una palabra japonesa que significa a hacer algo a prueba de errores. La implementación de esta herramienta es por lo general a bajo costo y permite poder detectar situaciones fuera de lo normal antes de que

ocurran, y una vez que ocurran, poder detener la línea de producción para poder evitar productos defectuosos (Hernández, 2013). Shingo afirmaba que es muy importante diferenciar entre errores y defectos; los errores son imposibles de evitar, mientras que los defectos pueden ser eliminados en su totalidad (Dennis, 2015).

Esta herramienta reduce la carga física y mental de los trabajadores, eliminando la necesidad constante de verificar errores comunes que conducen a defectos. Algunos errores que se evitan al implementar Poka Yoke:

1. Olvidar pasos de los procesos productivos.
2. Errores de proceso.
3. Mala configuración de piezas de trabajo.
4. Partes perdidas.
5. Partes equivocadas
6. Errores de trabajo en las piezas procesadas.
7. Fallas en operación de máquinas.
8. Errores de ajuste.
9. Preparación inadecuada de maquinaria.
10. Preparación no adecuada de herramientas y plantillas.

Un Poka Yoke bien implementado tiene las siguientes características:

- Simple, con bajo mantenimiento y larga vida útil.
- Alta rentabilidad.
- Bajo costo.
- Diseñado para las condiciones del puesto de trabajo.

**6) 5S.-**, El nombre de esta herramienta viene de 5 palabras japonesas que se muestra en la figura 8.

A continuación, se describirá cada palabra que forma parte de esta herramienta.

- **Organizar**, es el primer paso a realizar. Consiste en separar lo que sirve de lo que no. Este concepto se puede aplicar a varios ámbitos de la empresa, como, por ejemplo, en el área de producción: separar herramientas, equipos, maquinaria, uniformes de lo que se puede utilizar y de lo que no. Así también se puede aplicar para las áreas administrativas: separar documentos, muebles, teléfonos de lo que

sirve y de lo que no. Dar el primer paso en muchos aspectos puede ser difícil, pero es necesario para poder empezar a generar el cambio necesario. Para poder organizar, es recomendable utilizar elementos de ayuda que puedan facilitar la separación, estos pueden ser: llevar un registro de los artículos a separar, utilizar etiquetas para diferenciar de lo que se queda con lo que no.



Figura 8 5S

- **Ordenar**, es poner cada cosa en su correcto lugar. Luego de la organización, viene colocar en el lugar correcto lo que se tiene que guardar. Para realizar este paso, hay muchas recomendaciones que ayudan a poder ordenar. La utilización de mapas o esquemas ayudan a poder garantizar el adecuado orden de las cosas, así también poder utilizar diferentes tipos de colores que puede ser muy útil al momento de colocar los artículos en su lugar correcto.
- **Limpiar**, es el tercer paso. La limpieza está muy relacionada con el impacto visual, ver un ambiente o algo limpio, inspira buen ánimo. Para poder limpiar hay que tener en cuenta lo siguiente:
  - Que limpiar.

- Como limpiar.
- Quien debe limpiar
- Cuan limpio debe ser.
- **Normalizar**, es poner en escrito, de manera clara los tres pasos anteriores para poder evitar el desorden, la desorganización y la suciedad. Para poder realizar este paso, es recomendable poder considerar estos puntos:
  - Como hacerlo.
  - Cuantas veces hay que hacerlo.
  - Cuando hacerlo.
- **Mantener**, es el último paso de las 5S. Mantener tiene varios sinónimos, entre ellos: la perseverancia, y para poder mantener estos 5 pasos, es necesario perseverar. Este compromiso debe estar presente en todo momento en cada uno de los miembros de la empresa.

Como se muestra en la figura 8, estos pasos progresivos no son separados entre sí. Por el contrario, son pasos que se tienen que dar en orden, siguiendo la secuencia de cada paso y reforzándose uno a uno mientras se continúa con el siguiente paso. Ninguno de los pasos se puede omitir ni olvidar, de lo contrario la implementación no sería posible. Así pues, cada paso asegura el siguiente, pero sin olvidar el anterior.

Es muy recomendable que esta herramienta esté presente en muchas empresas.

Un ejemplo de formato de lista de inspección de limpieza se muestra en la figura 9 (Hirano, 2009).

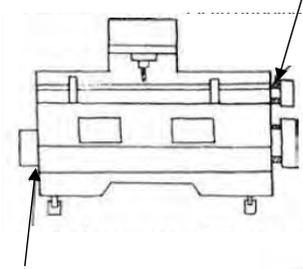
LISTA DE INSPECCIÓN DE LIMPIEZA	Nombre del Taller								
	Nombre de la Máquina Taladro lineal		Mes Noviembre						
Puntos de Inspección de Limpieza	Fecha	Inspección	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
<p>(1) Limpieza diaria</p> <p>(2) Sección de taladro: Limpiar aceite que gotea y agregar mas si es necesario</p>  <p>(3) Revisar la sección del cilindro neumático: Si es necesario, poner ½ taza de aceite de turbina (ISOVG 32) dentro de la sección de lubricación. Revisar diariamente el aceite una vez al mes.</p>	1(L)								
	2(M)								
	3(M)								
	4(J)								
	5(V)								
	6(S)								
	7(D)								
	8(L)								
	9(M)								
	10(M)								
	11(J)								
	12(V)								
	13(S)								
	14(D)								
	15(L)								
	16(M)								
	17(M)								
	18(J)								
	19(V)								
	20(S)								
	21(D)								
	22(L)								
	23(M)								
	24(M)								
	25(J)								
	26(V)								
	27(S)								
	28(D)								
	29(L)								
	30(M)								

Figura 9 Formato de Lista de Inspección de Limpieza

Fuente Hirano (2009)

Elaboración propia

En la figura 10 se muestra un ejemplo de formato de 5 puntos de lista de verificación de normalización (Hirano, 2009).

5 Puntos Lista de Verificación de Normalizar		Nombre de la empresa		División:		
		Fecha:		Llenado por:	Página:	
No.	Proceso y Punto de Control	Arreglo Adecuado	Orden	Limpieza	Total	Total Anterior
1	Línea A: operación en el proceso 1				7	6
2	Línea A: operación en el proceso 2				8	6
3	Línea A: operación en el proceso 3				6	5
4	Línea A: operación en el proceso 4				7	7
5	Línea A: operación en el proceso 5				10	6
6	Línea A: operación en el proceso 6				12	8
	Línea A: en general (promedio general)				54	38

Figura 10 Lista de Verificación de Normalizar

Fuente Hirano (2009)

Elaboración propia

En la figura 11 se muestra un ejemplo de lista de verificación que ayuda a poder mantener los pasos anteriores (Hirano, 2009).

En la figura 12 se muestra las ventajas de la implementación de las 5S (Hirano, 2009).

Se recomienda empezar con esta herramienta si quiere implementar la gestión Lean Manufacturing (Thomas McCarty, 2004).

Empresa: Revisado por:		5S Lista de Verificación		Puntaje: 3= Muy bueno 1= Bien		2= Bueno 0= No bien		
				Año y Mes:				
Ubicación	Artículo a Revisar	Descripción de revisión	1	2	3	4	5	T
En el exterior (en general)	¿Hay algún artículo innecesario?	En el exterior (en general)	0	1	0	1	0	2
	¿Las áreas de almacenamiento están claramente determinadas?	Áreas para: parqueo, almacenamiento temporal de materiales, procesamiento de desperdicios, y cajas	0	2	0	2	0	4
	¿Los caminos han sido definidos claramente?	¿Han sido establecidos las líneas blanco y amarillo?	0	2	0	2	0	4
		¿Las señales de tránsito son usadas?	0	3	0	3	0	6
		¿Hay cables o tuberías expuestas?	1	3	1	3	1	9
	¿Las áreas exteriores se conservan limpias?	¿Los ceniceros, tachos de basuras, jardines, áreas de entrada están limpias?	1	3	1	3	1	9
	¿Hay algún artículo innecesario?	¿Hay algún artículo innecesario?	1	1	1	1	1	5
Oficinas (en general)	¿Hay áreas de almacenamiento temporal definidas?	¿Han sido establecidos equipos de emergencia y extintores de fuego?	2	3	2	3	2	12
	¿Las áreas de oficina están limpias?	¿Las paredes están limpias?	1	3	1	3	1	9
		¿Hay artículos innecesarios?	1	0	1	0	0	2
		¿Las mesas, escritorios y sillas tienen ubicaciones designadas?	1	1	1	1	1	5
		¿Las paredes tienen señales innecesarias?	2	2	2	2	2	10
		¿Los nombres de los participantes de la reuniones están mostrados correctamente?	1	3	1	3	1	9
		¿Hay artículos que no se utilizan?	1	0	1	0	0	2
	¿Los dispensadores de papel y jabón están llenados?	1	0	1	0	0	2	
	¿Están limpias las áreas de los pisos y lavatorios?	1	0	1	0	0	2	
	¿Hay inscripciones en los puestos de trabajo?	1	0	1	0	0	2	

Figura 11 Lista de Verificación

Fuente Hirano (2009)

Elaboración propia

7) **Kaizen.** -, Viene la palabra japonesa que significa mejora continua (Rüttimann, 2018). Esta herramienta tiene grandes beneficios, entre los cuales se consideran los siguientes (Dennis, 2015):

- Fortaleza a los miembros del equipo:
  - a. Trabajar como parte de un equipo.
  - b. Liderar un equipo.
  - c. Pensar con claridad y con lógica.
  - d. Solución de problemas.

- Construir grupos de trabajo confiables.
- Atacar los problemas críticos con muchas manos.

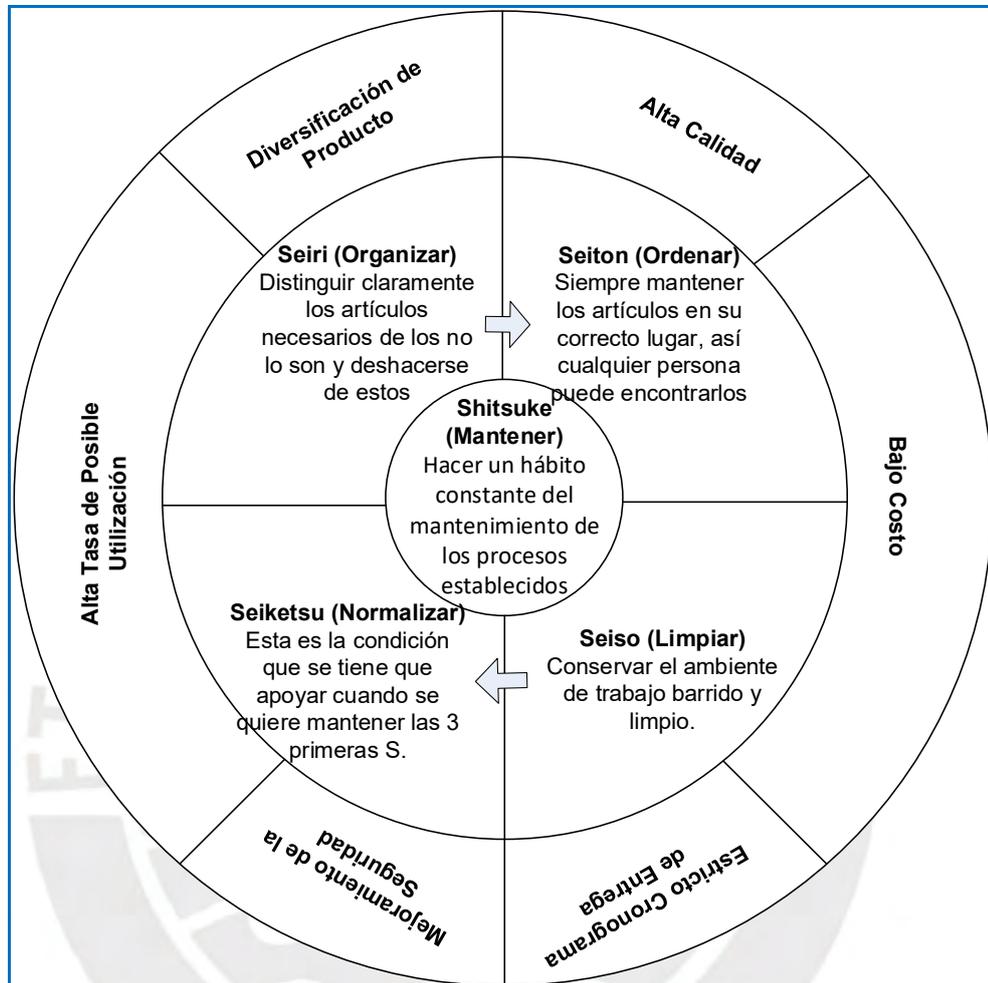


Figura 12 Ventajas de las 5S

Fuente Hirano (2009)

Elaboración propia

El Kaizen está muy relacionado a una forma circular, y al ciclo de mejora continua (Stern, 2017). En la figura 13 se muestran los elementos del ciclo de mejora continua.

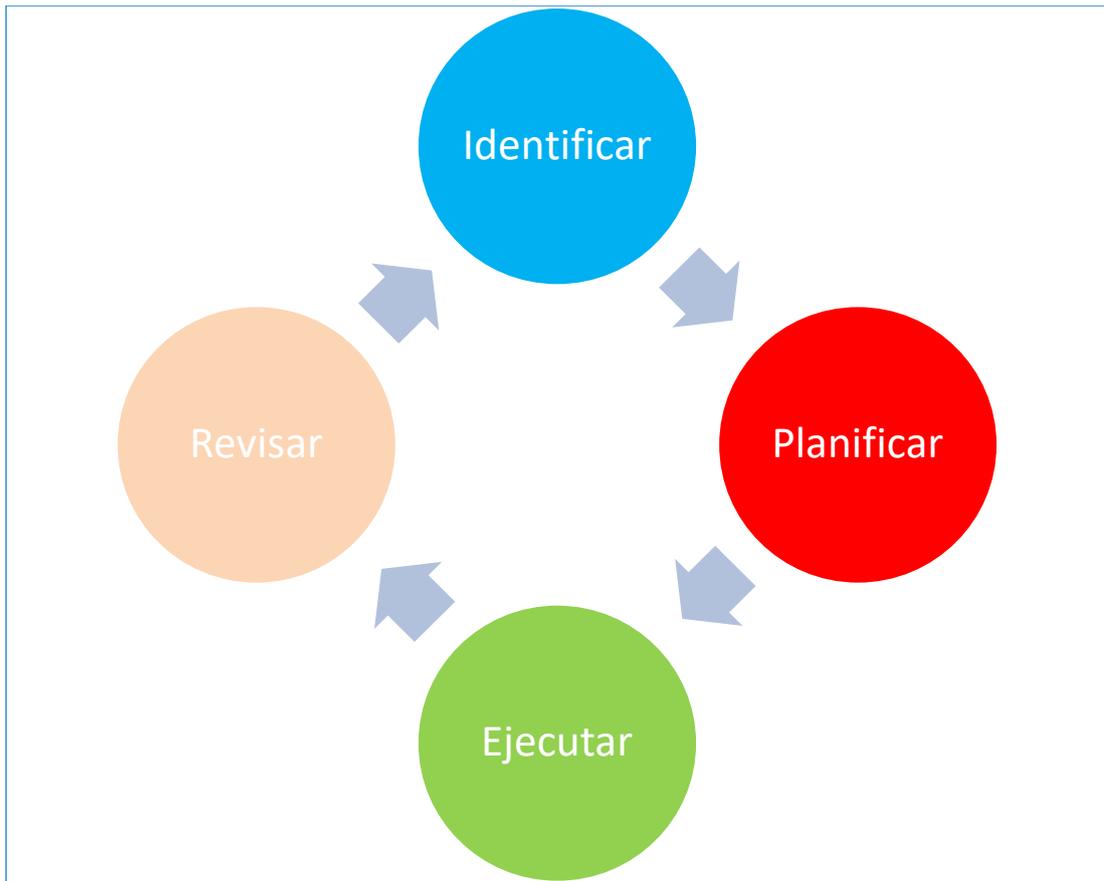


Figura 13 Elementos del Mejora Continua

A continuación, se describirá cada uno de los elementos:

- **Identificar:** las oportunidades para mejorar.
- **Planificar:** mejoras mediante propuestas claras de trabajo.
- **Ejecutar:** los cambios que sean necesarios.
- **Revisar:** lo realizado mediante indicadores concretos.

Esta herramienta permite que los miembros comprometidos se puedan apoyar entre sí para poder realizar las actividades necesarias para poder mejorar los procesos.

Es recomendable que los miembros que utilizan Kaizen, puedan ser entrenados en:

- Habilidades Administrativas: como dirigir y participar en las reuniones.
- Tormenta de Ideas.
- Solución de Problemas.

- Habilidades de Presentación: como presentar los hallazgos encontrados.

Es muy importante que tanto los supervisores y los gerentes estén muy comprometidos con esta herramienta, para que sus colaboradores puedan sentirse apoyados en poder desarrollar hábitos de mejora. Gerentes y supervisores tienen que promover la cultura de la mejora continua con mucho entusiasmo y confianza.

- 8) **VSM (Value Stream Mapping).** -, Significa el mapeo del flujo de valor. Es una herramienta que ayuda a poder identificar las condiciones actuales e identificar las oportunidades de mejora (Locher, 2008). Para poder construir este mapa, es necesario poder conocer los elementos que tiene (Poling, 2008).

Para poder construir un Mapa de Flujo de Valor se deben seguir los siguientes pasos:

1. Calcular el TAKT TIME.
2. Se puede construir usando una computadora o utilizando papel y lápiz.
3. Recorrer el proceso desde el principio hasta el final.
4. Escribir información detallada del cliente.
5. Ir hasta el final.
6. Enfocarse en el Flujo del Material
7. Agregar el inventario.
8. Agregar Tiempo de Espera.
9. Dibujar la información.
10. Agregar la línea de tiempo.

En la figura 14 se muestran los elementos del VSM (Dennis, 2015).

Para poder entender la ubicación de cada elemento, se muestra la figura 15 como ejemplo de un mapeo de flujo de valor de un proceso (Dennis, 2015).

Se puede concluir que el mapeo de flujo de valor, es una herramienta que ayuda a poder identificar las oportunidades Kaizen.

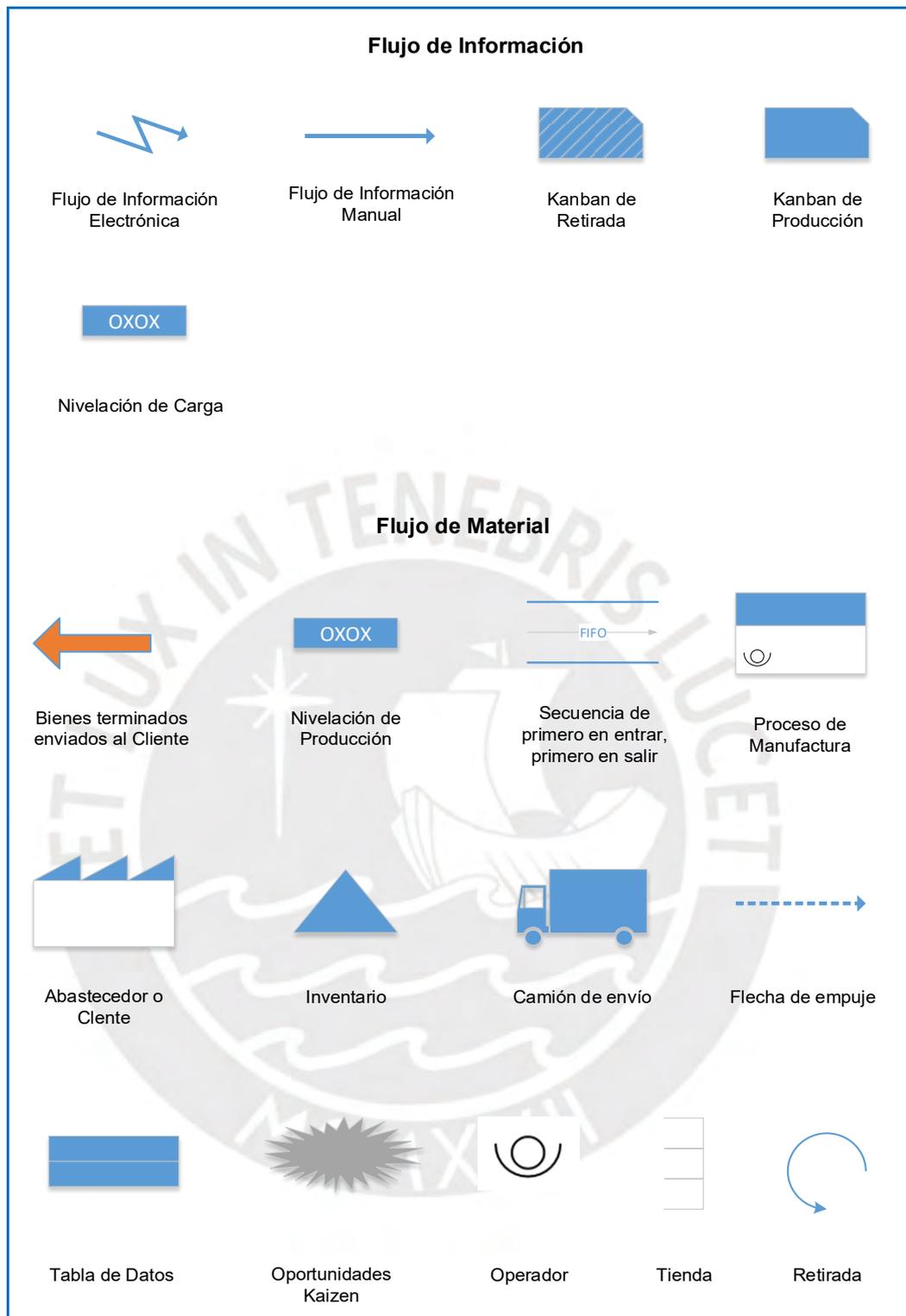


Figura 14 Elementos del VSP

Fuente: Dennis (2015)

Elaboración propia

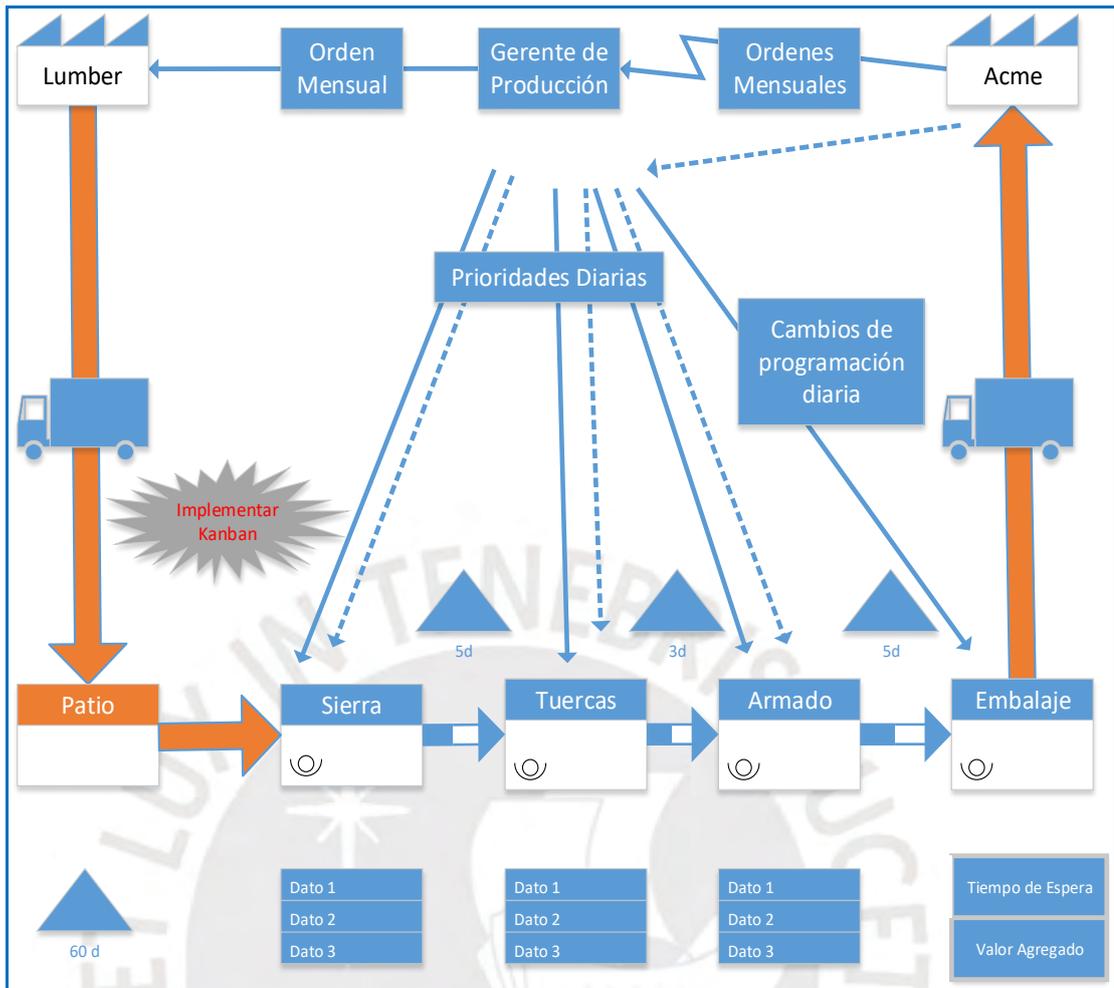


Figura 15 Ejemplo de Mapeo de Flujo de Valor

Fuente: Pascal (2015)

Elaboración propia

Como se mencionó, estas herramientas pueden trabajar integradas entre sí, asegurando su realización y eficiencia. Se ha mencionado las 8 herramientas principales del Lean Manufacturing, pero la realidad de cada proceso dentro de las empresas puede llevar a poder utilizar otras herramientas y dejar otras. Para poder determinar que herramientas se pueden utilizar, es necesario tener un equipo de trabajo definido para que puedan ayudar a tomar las decisiones en un ambiente de diálogo y confianza. Dentro de este grupo de trabajo, tiene que existir un líder, que pueda ayudar a los demás miembros del grupo a compartir opiniones, generando un ambiente adecuado para el trabajo, pero también, es el encargado de tomar la última decisión frente a los trabajos propuestos.

Es muy recomendable que el equipo de trabajo utilice las herramientas Lean, pueda mostrar sus trabajos y avances de manera transparente a todos los miembros

de la empresa, así todos los colaboradores se sentirán parte de un cambio positivo, generando un buen clima laboral interno.

#### **1.1.4. Las Cuatro Estrategias para poder implementar Lean**

Para poder implementar el sistema de gestión Lean, es necesario implementar 4 estrategias que están relacionadas con la sincronización de abastecimiento y producción, la creación de flujo y establecer los sistemas de demanda. A continuación, se describirán cada estrategia (Wilson, 2010).

**a) Estrategia 1: Sincronizar la oferta para el cliente de manera externa.** – La empresa necesita poder satisfacer la demanda del cliente, pero lo tiene que hacer sin caer en la baja producción o en la sobreproducción de sus productos. Para poder responder a la demanda del cliente de manera externa, es necesaria la utilización de herramientas que se describirán a continuación (Wilson, 2010)..

- **El cálculo del TAKT**, es el tiempo promedio entre la fabricación de una unidad y la fabricación de la siguiente unidad. Con este cálculo se podrá saber cuánto demanda una determinada cantidad a producir para poder satisfacer la demanda del cliente.
- **Ciclo, Amortiguador e Inventario de Seguridad**, estas herramientas están relacionadas con el inventario que se tiene de los productos en el almacén. El ciclo es poder conocer el movimiento del producto de acuerdo a las necesidades del cliente que puede variar en diferentes meses del año. El amortiguador es la cantidad de productos que se puede tener en el almacén para poder administrar la variación de la demanda por parte del cliente. El inventario de seguridad es la cantidad de producto que se tiene en el almacén frente a cualquier situación de emergencia que se pueda presentar en el mercado.
- **Nivelación de Mezclas de Modelos o de Productos**, esta herramienta es utilizada cuando uno o más productos son realizado en una línea de producción. El objetivo de esta herramienta es poder evitar hacer lotes de un producto por separado y de manera secuencial, lo que se debe hacer es tratar de hacer diferentes tipos de productos de manera simultánea de acuerdo a los procesos de producción lo permita y sobre todo de acuerdo a la demanda del mercado.

En la Estrategia 1, es muy importante poder reducir los desperdicios, de manera específica los relacionados con la sobreproducción. Evitar la sobreproducción que genera consumo de recursos innecesarios los cuales están relacionados con sus respectivos costos asociados. Esto permitirá que los procesos sean más responsables y flexibles.

**b) Estrategia 2: Sincronizar la Producción Internamente.** - Esta estrategia está relacionada con los procesos productivos dentro de la empresa. Se enfoca en la observación de cada proceso, paso a paso. Las herramientas a utilizar son el balance y el trabajo normalizado (Wilson, 2010)..

- **Balance**, para poder realizar esta herramienta es necesario tomar en cuenta el estudio de tiempos de las actividades que forman parte del proceso productivo, así también como el buen diseño de los puestos de trabajo. Tomando en cuenta estos dos aspectos, se podrá tener puestos de trabajo sincronizados con el correcto objetivo del proceso productivo.
- **Trabajo Normalizado**, esta herramienta está relacionada con el mapeo de procesos, poder analizar la eficiencia de los puestos de trabajo, ciclos de trabajo y células de producción. Teniendo claro los objetivos a alcanzar y teniéndolos de manera tangible, se podrá llegar a tener una producción sincronizada.

En esta estrategia es muy importante poder reducir los desperdicios relacionados a movimientos innecesarios por parte de los trabajadores y máquinas asociadas al proceso productivo. Es en esta estrategia donde se tiene que ubicar a las actividades que generan o pueden generar cuellos de botella.

**c) Estrategia 3: Crear Flujo.** - El concepto de flujo está relacionado con algo que no puede detenerse y que tiene que ser continuo, sin fin. El flujo en el proceso de producción es poder crear productos utilizando los tiempos de producción de manera eficiente. La medida del flujo es tiempo de espera, ante esto, si se reduce el tiempo de ciclo, se reducirá el tiempo de espera. Los obstáculos que tiene el flujo son los siguientes (Wilson, 2010).:

- Inventario
- Lotes y lotes procesados
- Distancia
- Cualquier defecto que surja en los procesos

- Variación
- Etapas de procesos con ciclos de tiempo errados
- Sobre cambios
- Etapas de trabajo con valores mal agregados

Ante esto, las estrategias recomendadas para poder hacer frente a los obstáculos mencionados son las siguientes:

- Balance de velocidad de todas etapas en el flujo de valor desde el cliente hasta las materias primas.
- Eliminación de inventario
- Reducción de las distancias entre estaciones de trabajo
- Eliminación de defectos, los cuales se les puede llamar jidoka
- Eliminación de los trabajos que no agregan valor al proceso productivo.

Las herramientas a utilizar para poder tener un buen flujo son las siguientes:

- **Lote de Tamaño Mínimo**, con el ideal del flujo de una sola pieza.
- **Células**, y otra técnica para procesos de grupos cercanos para poder alcanzar distancias cortas de transporte en flujo de una sola pieza.
- **SMED (Single Minute Exchange of Dies)**, significa intercambio de matrices en un minuto, es la reducción de los tiempos de cambio de las herramientas en el proceso productivo y poder reducir el inventario innecesario para poder tener una producción sostenible.
- **Jidoka**, es una palabra japonesa que se puede traducir como la automatización con toque humano. El objetivo de esta herramienta es poder producir bien al primer intento, buscando la causa raíz del defecto para poder controlarlo.
- **Resolución de Problemas para todo**, para la eliminación de defectos y para poder alcanzar la mejora de los procesos. El objetivo debería poder tener una respuesta rápida de PDCA (Plan-Do-Check-Act), planear, hacer, revisar y actuar.
- **CIP (Continuos Improvement Philosophy) y Kaizen**, Filosofía del continuo mejoramiento y Kaizen para poder organizar las actividades resolución-problema. Kaizen es una palabra japonesa que significa cambio a mejora.

- **5 Porqués**, es una herramienta que sirve para poder llegar a la causa raíz de los problemas. Primero se empieza analizando un problema y se realiza la pregunta ¿Por qué?, a la respuesta se le aplica otra vez la pregunta ¿Por qué?, y así sucesivamente.
- **Reducción de la Variación**, es una herramienta muy importante para poder reducir los inventarios.
- **OEE (Overall Equipment Effectiveness)**, Efectividad Total de los Equipos es un indicador importante para poder priorizar si el rendimiento de la calidad, disponibilidad, o la eficiencia del ciclo de tiempo podría ser dirigido para poder alcanzar e incrementar las proporciones de flujo.
- **Disponibilidad**, mejoramiento través del uso del TPM (Total Productive Maintenance), mantenimiento de productividad total de los equipos del proceso productivo.

d) **Estrategia 4: Establecer el Sistema Tirar de la Demanda.** - El sistema de tirar tiene dos características. La primera es que los inventarios tienen que estar arreglados, así el ciclo de inventario, más el amortiguador y el inventario de seguridad deben ser determinados con claridad. Segundo, estos elementos son activados cuando el producto es removido o cambiado, esto da señal río arriba que los procesos deben producir, sin esta señal no se debe producir. Las herramientas necesarias para esta estrategia son Kanban y JIT, las cuales se describirán brevemente a continuación (Wilson, 2010).:

- **Kanban**, es una palabra japonesa que significa tarjetas visuales, es una herramienta para poder controlar de manera armónica la fabricación de productos en el proceso productivo. Esta herramienta es muy importante en la creación del sistema tira. Es muy importante que los colaboradores entiendan el concepto de producción de tirar.
- **JIT (Just in Time)**, Justo a tiempo, es poder producir en el momento y en la cantidad exacta de acuerdo a los requerimientos del cliente o mercado.

Para esta estrategia, la reducción de desperdicios está relacionada con la reducción de la sobreproducción y la reducción de inventarios.

Es importante mencionar que las estrategias son secuenciales, es decir que se tiene que desarrollar en orden. Una estrategia tiene sus objetivos claros, con sus

respectivas herramientas, las cuales servirán de apoyo y refuerzo para la siguiente estrategia.

Como se ha mencionado en cada estrategia, la reducción o eliminación de los desperdicios, es uno de los objetivos fundamentales de cada estrategia y sobre todo de toda la gestión Lean Manufacturing (Shuker, 2003).



## **CAPÍTULO 2: CASOS DE ÉXITO DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y MODELACIÓN MATEMÁTICA**

En el presente capítulo se describirán dos casos de éxito de la implementación de las herramientas lean manufacturing y un caso de modelación matemática aplicada a los efectos del lean manufacturing.

### **2.1 Implementación de Lean Manufacturing en la Industria Electrónica (Venkat, 2020)**

El presente caso basa su análisis en el artículo, el cual consiste en la implementación de lean manufacturing en una empresa de la industria electrónica.

#### **Problema**

Para poder definir los problemas que tiene la empresa, se ha utilizado una técnica que ha ayudado a poder conocer las causas de estos. La técnica utilizada es DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control), por sus siglas en ingles que significa: Define, Mide, Analiza, Mejora y Controla. Esta técnica forma parte integral de la iniciativa de Six Sigma. Los problemas encontrados fueron:

- Baja disciplina por parte de los trabajadores.
- Residuos y cuellos de botella.
- Variación y causa raíz desconocida.
- Causa raíz de problema desconocido.
- Tiempo constante.

Para poder encontrar las causas raíces de los problemas encontrados, se utilizó el diagrama de Ishikawa.

#### **Herramienta**

Para poder dar solución a los problemas mencionados, se utilizaron las siguientes herramientas:

- Seguridad y Salud Ocupacional para baja disciplina.
- Teoría de las Restricciones para desperdicios y cuellos de botella.
- DMAIC para la variación y causa raíz desconocida.
- Project Management y PDCA para los tiempos constantes.

En la figura 16 se muestra el diagrama de las causas encontradas.

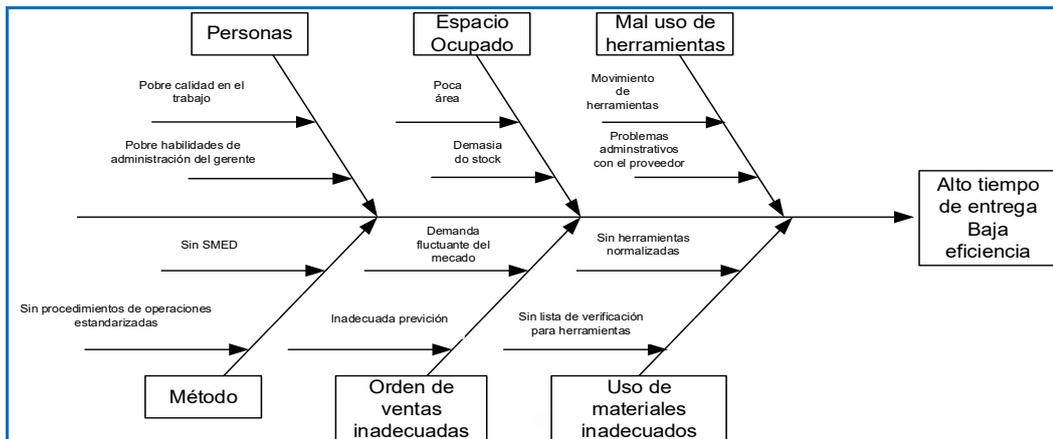


Figura 16 Diagrama de las causas raíces de los problemas del caso 1

Fuente: Venkat (2020)

Elaboración propia

En la figura 17 se muestra el VSM inicial de la industria. Como se puede observar, se considera desde la fábrica que provee de los insumos necesarios, hasta el cliente final, pasando por los procesos involucrados dentro de la empresa. El valor agregado es de 16 minutos y el tiempo de espera es de 51 minutos, representando un 31.4% del tiempo total.

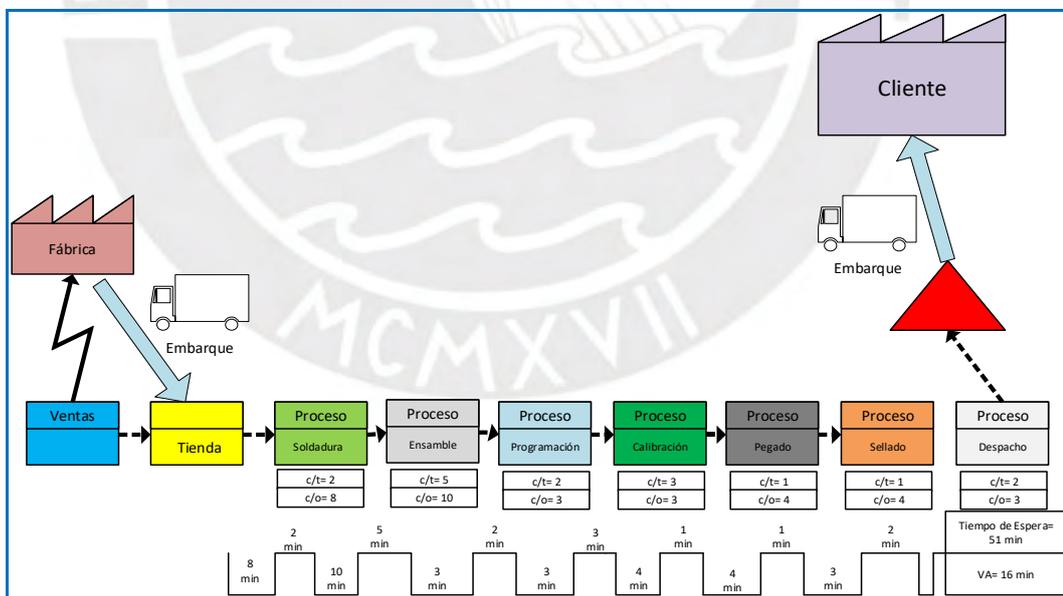


Figura 17 Patrón previo de la industria del caso 1

Fuente: Venkat (2020)

Elaboración propia

## Resultado

Al aplicar las herramientas mencionadas, estas llevaron a un mejoramiento de los patrones de la industria, llevando a una reducción del tiempo de espera de 51 a 34 minutos y una reducción del valor agregado de 16 a 12 minutos. En la figura 18 se muestra el nuevo patrón para la empresa.

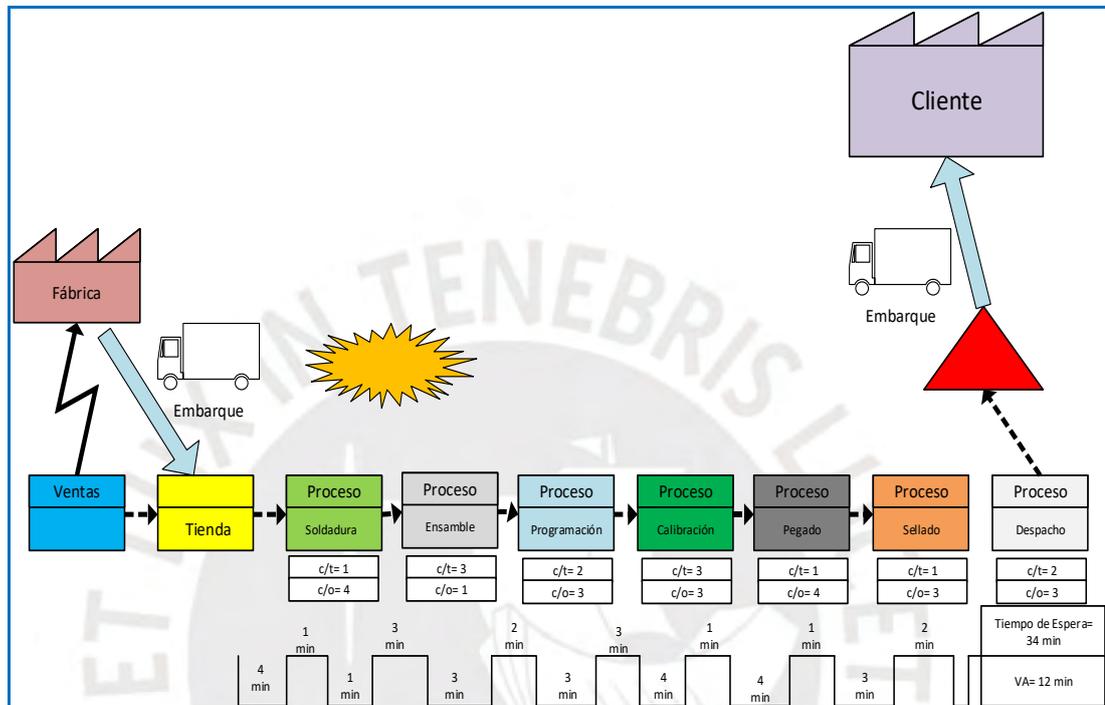


Figura 18 Patrón modificado de la industria del caso 1

Fuente: Venkat (2020)

Elaboración propia

## 2.2 Implementación de Lean Manufacturing en la Pequeña y Mediana Empresa en la India – un Caso de Estudio (Ramakrishnan, 2019)

El presente caso basa su análisis en el artículo el cual describe la implementación de lean manufacturing en varias empresas de pequeño y mediano tamaño en la India.

### Problema

El gobierno de la India promovió la implementación de la metodología de lean manufacturing para las pequeñas y medias empresas para que puedan ser más competitivas. El problema común que tiene todas estas empresas esta mostrada en la figura 19 que es el mapeo de flujo de valor.

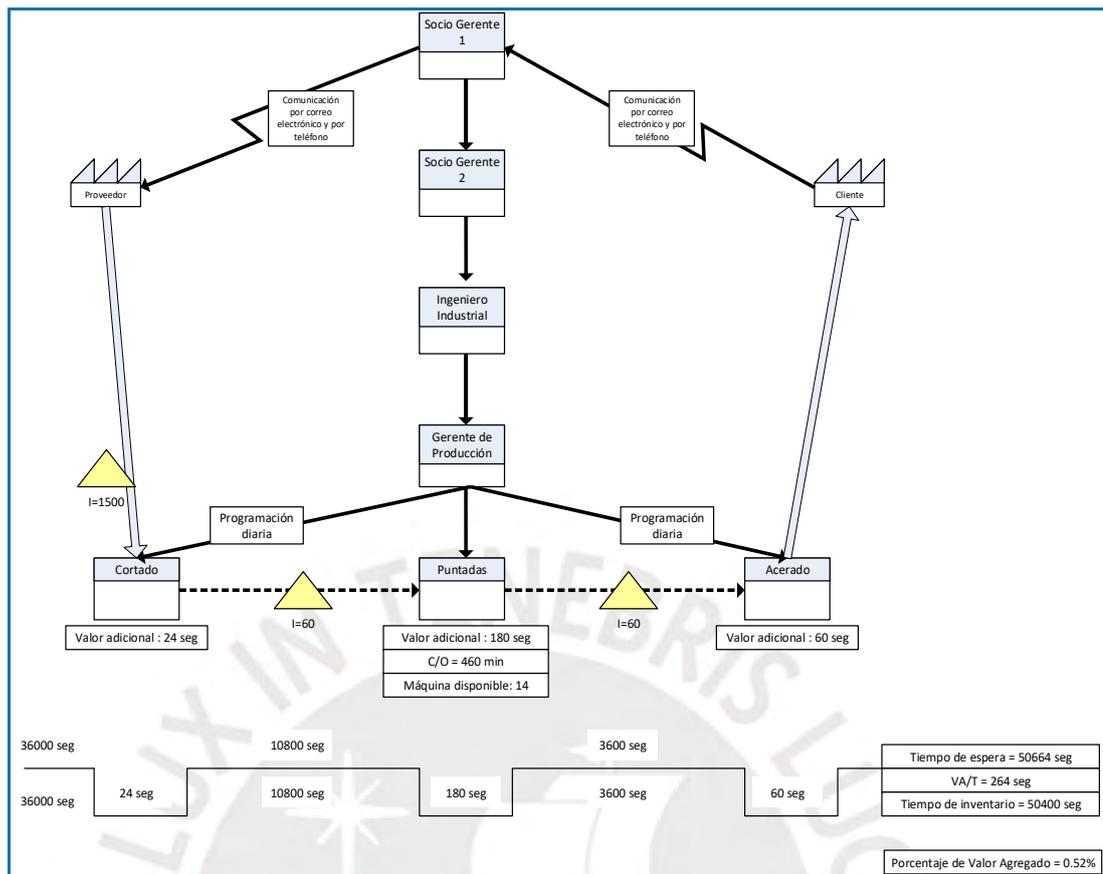


Figura 19 Mapeo del Flujo de Valor de la pequeña y media empresa de la India del caso 2

Fuente: Ramakrishnan (2019)

Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior, existe un cuello de botella en los procesos de producción.

### Hacia la implementación del lean

La implementación de las prácticas lean fueron realizadas en las nueve unidades de la figura 16, estas unidades son Proveedor, Cortado, Puntadas, Acerado, Cliente, Socio Gerente 1, Socio Gerente 2, Ingeniero Industrial y Gerente de Producción. Esta implementación fue la siguiente:

- Diagnóstico actual de los niveles de las esas unidades – capturando las condiciones actuales y niveles de adherencia a los principios lean usando herramientas de evaluación lean.
- Selección de los objetivos / hitos – incluye tanto unidades específicas y proyectos comunes a ser atacados.

- Lista detallada de los proyectos basados en los objetivos para todas las unidades de cada fase de actividades.
- Plan amplio de acción para las fases siguientes – después de la fase de Diagnóstico para los cuatro hitos que fueron planeados.
- Formulación de los mecanismos de revisión para monitorear progresivamente y para ubicar hitos.

Algunos de los proyectos emprendidos fueron:

- Mejoramiento de la calidad de los productos – reducción de partes por millón.
- Logro de la programación de entrega – mejoramiento de la eficiencia de entrega.
- Mejoramiento de la productividad – eliminación de los tiempos de inactividad.
- Reducción del tiempo de ajuste – eliminación de las actividades adicionales que no agregan valor.
- Puntaje de las 5 S – mejoramiento de la organización de los puestos de trabajo.
- Kaizen – mejoramiento de la cultura de participación de los trabajadores.

### **Resultado**

Los proyectos implementados dieron buenos resultados. Los resultados fueron los siguientes:

- a) Mejoramiento de la productividad en más del 22%.
- b) Reducción de las partes por millón en 57%.
- c) Incremento de eficiencia de entrega en más de 53%.
- d) Incremento de los puntajes de 5S en más de 156%.

### **2.3 Simulación basada en la Evaluación de Lean y Green Estrategias en los Sistemas de Manufactura (Greinachera, 2015)**

El presente caso basa su análisis en el artículo el cual se describe la implementación de la modelación matemática para evaluar las estrategias lean y green lean en un sistema de manufactura.

## Problema

En la tabla 1 se mencionan las fuentes potenciales de desperdicio en energía y materiales. Las fuentes de desperdicio están categorizadas en cinco fuentes principales de desperdicio. Las fuentes reales de desperdicio han sido consideradas en lugar del impacto del desperdicio lean en los recursos consumidos.

## Objetivo de la investigación

El objetivo de la investigación fue evaluar las emisiones del CO<sub>2</sub> de los materiales y energías de entrada del proceso. El uso de la metodología Lean se enfocó en la evaluación de los costos y en los tiempos de procesamiento, así como en los equipos de manufactura de la entrada y en los productos de salida y en los residuos que se toman en cuenta.

## Análisis

El análisis se concentró en toda la zona de manufactura de la empresa. Para la evaluación green de los materiales, de la energía de entrada y de las emisiones de CO<sub>2</sub>, la evaluación se enfocó en los costos, en los tiempos de producción; por lo tanto, se consideró las entradas de los equipos de manufactura y para las salidas se consideró los productos y los desechos. Para evaluar los valores de consumo de energía eléctrica de toda la zona de manufactura de la empresa, se utilizó la siguiente fórmula:

$$CONS_{m,elec} = \sum_{estado} t_{m,estado} \times P_{m,estado}$$

Donde:

$m$  = máquina

$t_{m, estado}$  = tiempo de operación en un cierto estado de operación

$P_m$  = poder eléctrico

Tabla 1 Problemas Identificados de acuerdo a la metodología Lean caso 3

<b>Desperdicio lean</b>	<b>Principal fuente de desperdicio</b>	<b>Estado del flujo de valor</b>	<b>Fuente de desperdicio de energía</b>	<b>Fuente de desperdicio de material</b>
-	a) energía inapropiada y adquisición de material	obtención	fuentes de energía inapropiada, diseño de contrato	material inapropiado, diseño de contrato
sobre proceso	b) ineficiente equipo de manufactura y desperdicio relacionado al proceso	procesamiento, transformación	transformación, nivel de eficiencia de máquina	insuficiente estabilidad del proceso, insuficiente utilización de material
transporte	c) transporte y almacenaje de energía y material	distribución	largas distancias de transporte	transporte dañado, influencia externa
sobreproducción	b) ineficiente equipo de manufactura y desperdicio relacionado al proceso	procesamiento, transformación	sobredimensionamiento	-
inventario	c) transporte y almacenaje de energía y material	distribución, procesamiento	sincronización ineficiente de la demanda de energía y fuente	datos limitado de expiración, influencia externa
movimiento innecesario	d) programación de la producción ineficiente y modo de operación	procesamiento	modo de operación ineficiente, sin conceptos de control	alteraciones en máquinas, pérdidas en calibración y puesta en marcha
defectos	e) recuperación perdida y reciclado	disposición, reclamación, reciclado	recuperación perdida (disipación)	reciclaje interno perdido / reproceso / reuso
espera	d) programación de la producción ineficiente y modo de operación	procesamiento	modo intacto	-

Fuente: Greinachera (2015)

Elaboración propia

## Simulación

Debido a la complejidad dinámica del sistema de manufactura y la interdependencia estocástica, se ha utilizado la simulación para eventos discretos. El modelo de simulación consiste en la combinación de cuatro módulos genéricos. El programa de producción y la realización de las órdenes para la manufactura es generada por el módulo de planeamiento y control de producción. El equipo de manufactura de proceso principal, el cual opera en diferentes etapas. El módulo de abastecimiento representa a los sistemas periféricos. La integración simplificada de los servicios del edificio es usada por el módulo indirecto.

Cada módulo está vinculado con uno o más procesos de entrada o de salida, suministrándoles la energía que necesitan. El cálculo de las emisiones es realizado en cada proceso y de acuerdo a sus módulos indirectos.

Los procesos específicos evaluados están indicados en la figura 20.

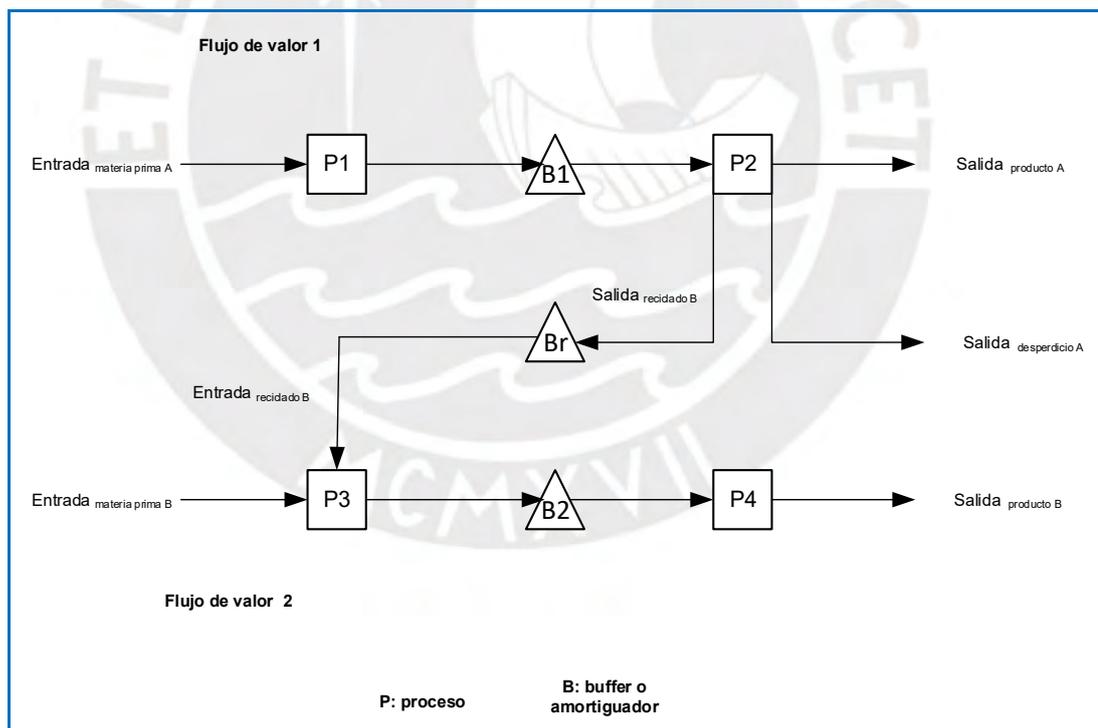


Figura 20 Procesos evaluados del caso 3

Fuente: Greinachera (2015)

Elaboración propia

## Resultado

Los resultados fueron de las simulaciones indican una mejora en las estrategias relacionadas con gestión green y lean.

La relación entre costo – tiempo mejoró de la siguiente manera para los acumulados en cada proceso:

- Proceso 1: aumentó de 30% a 40%
- Proceso 2: aumentó de 40% a 45%
- Proceso 3: aumentó de 45% a 50%
- Proceso 4: aumentó de 50% a 58%
- Proceso 5: aumentó de 58% a 70%

La relación entre CO2 – costo aumentó que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Relación entre CO2 - Costo del caso 3

	<b>Acumulación de emisiones de CO2 en %</b>	<b>Acumulación de costos específicos de productos en %</b>
<b>Proceso 1</b>	15	10
<b>Proceso 2</b>	5	5
<b>Proceso 3</b>	0	5
<b>Proceso 4</b>	15	10
<b>Proceso 5</b>	40	11

Fuente: Greinachera (2015)

Elaboración propia

Los resultados obtenidos que están relacionados con las estrategias green llevan a la conclusión que estas estrategias tienen que ser reestructuradas de acuerdo a su funcionalidad de acuerdo a estas categorías: separar, enlazar, paralizar, reestructurar, sustituir, reusar, instalar, eliminar, encapsular, dimensionar, sensibilización y modo de funcionamiento.

## CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En el presente capítulo, se desarrollará la descripción de la empresa ABC que pertenece al sector de orfebrería.

### 3.1 La Empresa

La empresa ABC donde se desarrolla la presente investigación inició sus operaciones en 1990. La empresa se dedica a la fabricación de ornamentos litúrgicos. Estos objetos litúrgicos tienen como finalidad contribuir a la piedad entre los fieles de acuerdo a los lineamientos y tradición de la Iglesia Católica. La empresa pertenece al sector de Otras Industrias manufactureras (CIIU 3211 Fabricación de Joyas y Artículos Conexos). Las ventas en el 2019 fueron de S/. 1, 321,215. Las ventas acumuladas entre el 2015 al 2018 se muestran en la ilustración 1.

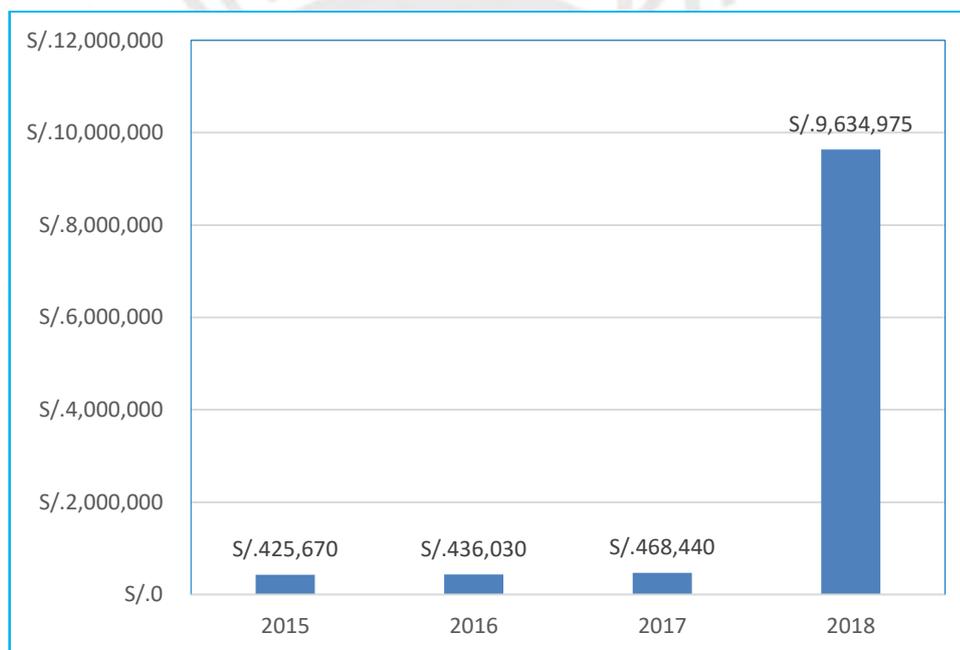


Ilustración 1 Ventas Acumuladas entre los años 2015 al 2018

Como se puede observar, hubo un pico en las ventas en el año 2018, específicamente en enero, esto se debió a la venida del Papa Francisco al Perú, donde hubo una gran demanda de productos litúrgicos.

En las siguientes figuras se muestran fotos de algunos trabajadores laborando en sus puestos de trabajo.

En la figura 21 se muestra a un colaborador realizando el proceso de armado y soldado. Como se puede observar el colaborador no está utilizando el equipo de

protección personal adecuado, ya que no tienen gafas adecuadas y la máscara no es la adecuada. Así también no hay un extractor de gases para la operación de soldado, generando un ambiente contaminante y con concentración de calor.



Figura 21 Proceso de Armado y Soldado

Fuente: Empresa ABC (2020)

En la figura 22 se muestra el proceso de acabado. Como se puede observar el colaborador está tallando de manera manual con la ayuda de un cincel y un martillo los detalles requeridos por el cliente. El tallado es una operación previa al pulido, ambas operaciones pertenecen al proceso de acabado.



Figura 22 Operación de Tallado del Proceso de Acabado

Fuente: Empresa ABC (2020)

En la figura 23 se muestra la operación del pulido que pertenece al proceso del acabado. Esta operación es la última en la fabricación de los productos que produce la empresa. Como se puede observar el colaborador está utilizando correctamente

el equipo de protección personal necesario. Así también se puede observar que hay guarda de protección que se ha colocado de manera provisional, pudiendo genera un posible accidente.



Figura 23 Operación de Pulido del Proceso de Acabado  
Fuente: Empresa ABC (2020)

En la figura 24 se puede observar al colaborador haciendo la operación del pulido, esta operación también pertenece al proceso final de acabado. En esta figura, el colaborador está utilizando una máscara con filtros muy sucios que necesitan cambio, así también no tiene una protección para su cabeza, que pudiera ser un casco.



Figura 24 Operación de Pulido del Proceso de Acabado  
Fuente: Empresa ABC (2020)

## Productos Principales

Los productos que fabrica la empresa son: el cáliz, el copón, la patena y la custodia. A continuación, se describirá brevemente cada producto.

El cáliz de oro es el principal producto que fabrica y vende la empresa. El material base del cáliz es la plancha de bronce. Se fabrica en 2 partes: la primera parte es la que contendrá el líquido y la segunda parte es la base. Luego del acabado se puede agregar adornos de acuerdo a la solicitud del cliente. Las medidas son: 10 cm de diámetro y 20 cm de largo total. En la figura 25 se muestra el cáliz de oro.



Figura 25 Cáliz

Fuente: Empresa ABC (2020)

El copón es el recipiente donde se colocan las hostias, tiene un diseño muy similar al cáliz, pero tiene una tapa. Este puede ser bañando en oro o en plata. Al igual que el cáliz, se fabrica en 2 partes: la base y la parte que contiene a las hostias. Tanto para el copón como su tapa utilizan como material base la plancha de bronce de la misma calidad que se utiliza para la fabricación del cáliz. Las dimensiones del copón son: 15 cm de diámetro y 20 cm de largo total. En la figura 26 se muestra el copón



Figura 26 Copón

Fuente: Empresa ABC (2020)

La patena de oro es el elemento donde se pone la hostia durante la misa. Por lo general es de oro y utiliza como material base la misma calidad de plancha de bronce para la fabricación del cáliz y del copón. Sus dimensiones son: 20 cm de diámetro y 2 cm de largo total. En la figura 27 se muestra la patena de oro.



Figura 27 Patena

Fuente: Empresa ABC (2020)

La custodia es el elemento en el que se coloca la hostia para celebraciones importantes. Este producto que tiene más detalles y materiales en su fabricación. Por lo general se fabrican de oro, pero al igual que los productos anteriores, utiliza la plancha de bronce como material base. Se fabrica en 3 partes: la primera es la base, la segunda es pedestal y la tercera parte es donde se colocará la hostia. Las

dimensiones suelen ser: 40 cm de ancho y 60 cm de alto. En la figura 28 se muestra la custodia.



Figura 28 Custodia

Fuente: Empresa ABC (2020)

### **Políticas de la Empresa**

La Empresa tiene políticas relacionadas con las ventas de los productos, que son las siguientes:

- Se toman los pedidos con sola firma del cliente como compromiso de pago.
- El cliente debe cancelar el importe total al final del proceso de fabricación del producto.
- El cliente puede cancelar el importe del producto de las siguientes maneras: efectivo, depósito bancario o con tarjeta de crédito.
- Los plazos de entrega se pactan al inicio del contrato.
- Una vez que el producto esté listo, el vendedor avisará al cliente para que pueda recogerlo. El vendedor puede entregar el producto con un recargo por concepto de transporte y embalaje.

### **Principales Clientes**

Los principales clientes de la Empresa ABC son las capillas, parroquias, iglesias del Perú. También hacen trabajos para algunas iglesias en el extranjero como Chile, Brasil, Colombia, Ecuador y Argentina.

### **3.2 Plan Estratégico**

#### **Misión**

Crear arte litúrgico a través del despliegue profesional de nuestros integrantes, viviendo el espíritu de trabajo y entrega de San José, en su taller en Nazaret.

#### **Visión**

Servir a la Iglesia elaborando exclusivos ornamentos litúrgicos que promuevan reverencia, ayuden a generar una verdadera devoción y enriquezcan con su belleza la liturgia.

#### **Valores Empresariales**

- Pasión por nuestra labor
- Honestidad
- Calidad
- Compromiso

### **3.3 Organigrama**

#### **Esquema del Organigrama**

El organigrama de la empresa se muestra en la figura 29.

#### **Personal**

La empresa cuenta actualmente con 15 empleados distribuidos en seis áreas:

- Supervisión; 1 trabajador.
- Almacén; 1 trabajador.
- Corte; 3 trabajadores.
- Armado y Soldado; 3 trabajadores.
- Baño Químico; 4 trabajadores.
- Acabado; 3 trabajadores.

Es importante señalar que todos los trabajadores están en planilla, con todos sus beneficios sociales. El horario de trabajo es de lunes a viernes de 8:00 am a 5:00 pm, teniendo 1 hora de refrigerio de 12:00 pm a 1:00 pm.

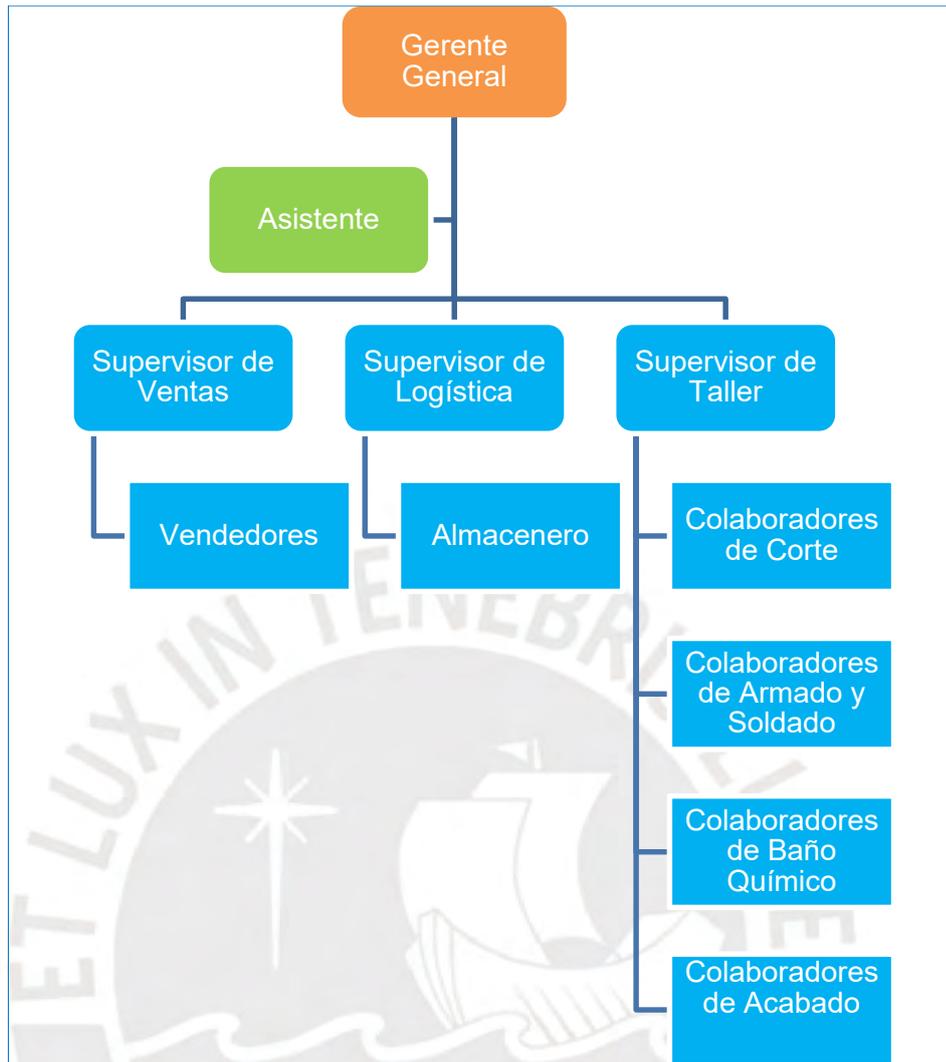


Figura 29 Organigrama de la Empresa ABC

## CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se describirá el diagnóstico de la empresa perteneciente al sector de orfebrería.

### 4.1 Nivel Macro

La orfebrería es el trabajo que utiliza metales preciosos, o piedras preciosas para obtener productos muy atractivos para el mercado. Esta actividad empezó en la edad de los metales, manteniéndose a lo largo de la historia de la humanidad y se ha realizado en varias partes del mundo.

A nivel mundial, en los últimos 15 años, la demanda de los productos de orfebrería ha sido muy alta, experimentado ligeras caídas en las ventas, siendo Los Estados Unidos el principal mercado consumidor, seguido de los países de la Unión Europea. Por otro lado, los países que exportan más productos de orfebrería en oro son Italia e India con valores de 5 y 4 miles de millones US\$ respectivamente. No obstante, debido a la pandemia mundial del COVID 19 que estamos viviendo desde finales del 2019, estos valores han caído bruscamente, pero se espera que progresivamente los mercados puedan recuperarse. (Mincetur 2019). En la ilustración 2 se muestra las importaciones de joyería de plata en el mundo y en los Estados Unidos.

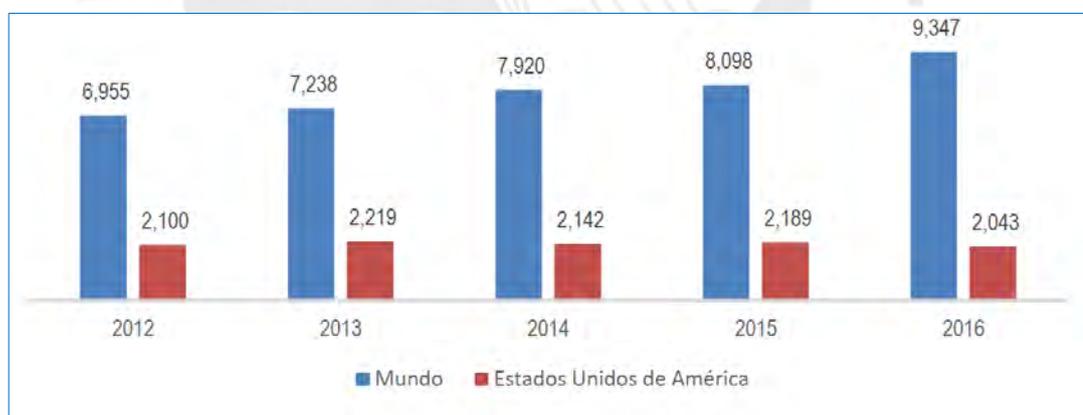


Ilustración 2 Importaciones de Joyería de Plata: Mundo y EEUU en US\$ miles de Millones

Fuente: PROMPERÚ (2017)

### 4.2 Nivel País

El Perú produce productos de orfebrería de gran calidad, muchos de estos productos tienen gran acogida en los mercados internacionales. Desde los últimos 5 años, las exportaciones en orfebrería han incrementado en un 73%. En el 2018, las exportaciones que realizó el Perú solo en orfebrería tuvieron un incremento del 11%,

siendo Los Estados Unidos, el país que más ha consumido estos productos, específicamente los relacionados con el oro. (Adex 2018). En la ilustración 3 se muestra la proyección de ventas de línea de Joyería en los Estados Unidos.

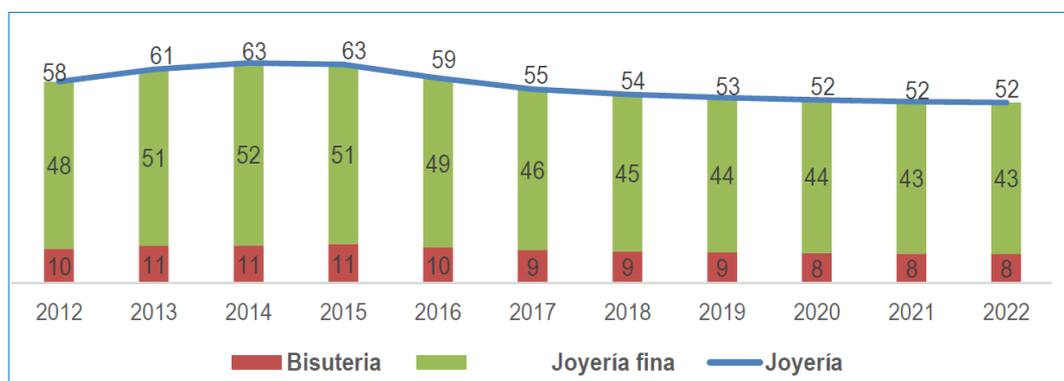


Ilustración 3 Proyecciones de Ventas de la línea de Joyería en EEUU en US\$ miles de Millones (2012-2022)

Fuente: PROMPERÚ (2017)

Los principales insumos de la orfebrería son el oro y la plata, estos metales provienen de la actividad minera. En el Perú, la minería tiene sectores formales e informales, de las cuales, son pocas las empresas mineras que son formales, siendo de gran tamaño; por el contrario, las empresas informales son muchas, pero son pequeñas. En general, las empresas de orfebrería formales compra insumos en distribuidores que trabajan con la minería formal; por otro lado, las orfebrerías informales compran sus insumos en lugares que están relacionados con la minería informal. Como consecuencia, la orfebrería promueve en pequeña escala la actividad minera, sea formal o informal.

Muchas de las empresas que se dedican a la orfebrería son formales, generando puestos de trabajo, ante esto, estas empresas tienen el apoyo del Ministerio de la Producción del Perú para poder ofertar y exportar sus productos en los mercados y en ferias internacionales.

Por el contrario, las empresas de orfebrería promueven la minería informal, esto es, el consumo desproporcionado de los recursos naturales, la contaminación ambiental, la explotación laboral de las personas, entre otros.

La crisis sanitaria que estamos viviendo, también está afectando al Perú en varios sectores, siendo el sector de exportación uno de los más golpeados, pero se espera

con mucho entusiasmo que las exportaciones de orfebrería puedan volver a satisfacer a los mercados más exigentes.

### **4.3 La Empresa ABC**

Por lo mencionado, la presente investigación se centra en mejorar la competitividad de una empresa dedicada a la orfebrería en el arte litúrgico, mediante el uso de la herramienta Lean Manufacturing.

#### **4.3.1. Macro Proceso**

El producto principal de la empresa ABC es la fabricación de cáliz. A continuación, se detallará este macro proceso.

##### **El Cliente:**

El cliente se comunica con el área de ventas de la empresa para hacer el pedido. El cliente tiene que firmar el compromiso de pago para la fabricación.

##### **Área de Ventas:**

Uno de los vendedores toma el pedido y solicita la información necesaria para la fabricación del cáliz. Solicita la firma del cliente como compromiso de pago. Esta información es enviada a Gerencia General para su autorización. Una vez terminado el producto, el vendedor se comunica con el cliente para coordinar el pago y la entrega respectiva.

##### **Área de Producción:**

El supervisor recibe la orden de fabricación con el visto bueno de Gerencia General para poder fabricar el cáliz. Pide los materiales necesarios al área de logística. Con todos materiales necesarios, procede a ordenar la fabricación. Una vez terminada la fabricación, producción entrega el producto a logística para su despacho.

##### **Área de Logística:**

Recibe la orden del supervisor de producción para poder entregar los materiales necesarios para la fabricación. Una vez que producción entrega el cáliz terminado a logística, el supervisor de esta área se comunica con ventas para coordinar entrega del producto.

El diagrama de este macro proceso se muestra en la figura 30.

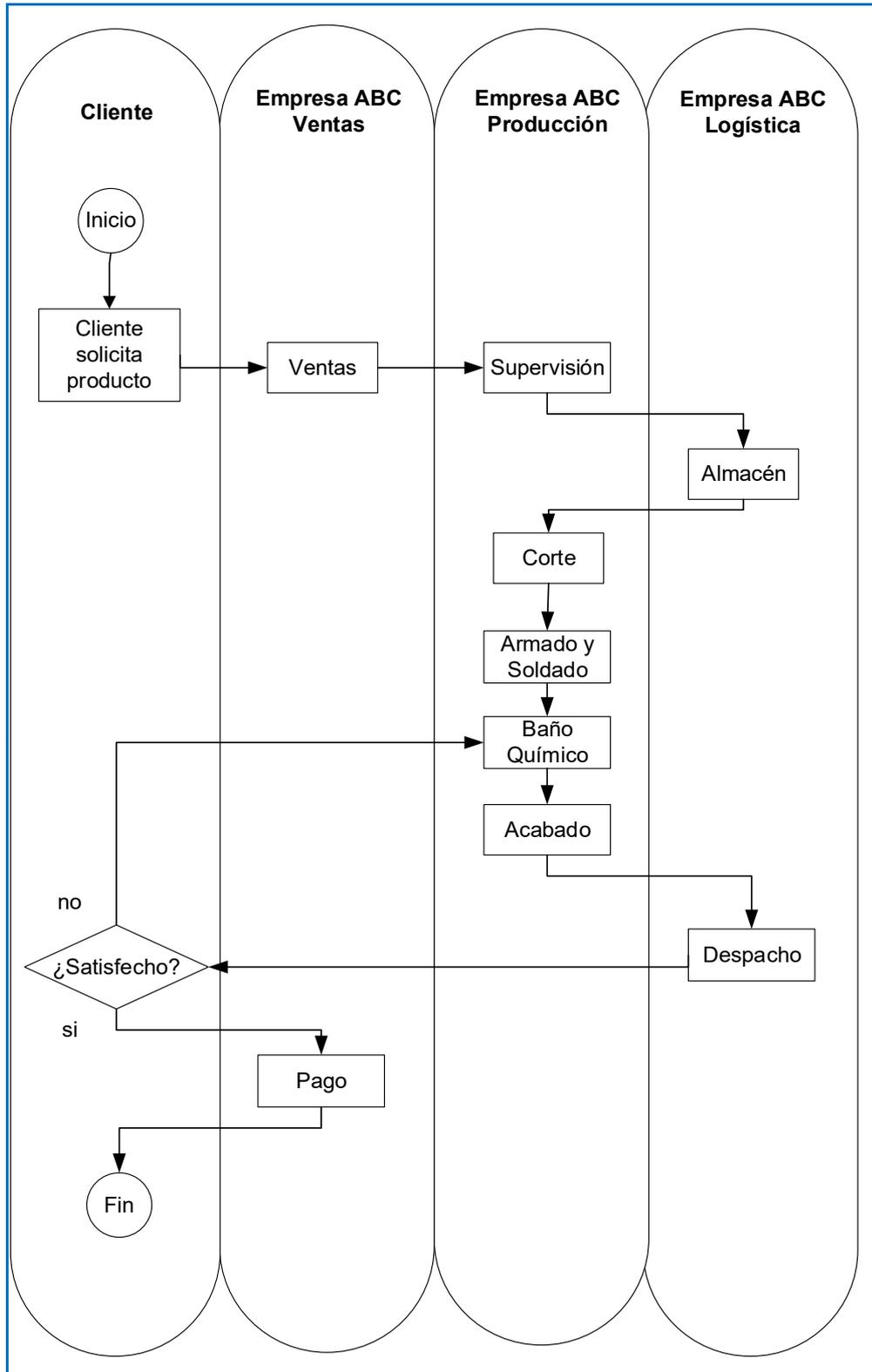


Figura 30 Diagrama del Macro Proceso de la Fabricación de 1 Caliz

#### **4.3.2. Micro Procesos**

##### **a) Descripción del Proceso de Ventas**

###### **Vendedor:**

El vendedor recibe el pedido del cliente, solicita la información necesaria para la fabricación del cáliz y la firma del cliente como compromiso de pago. Esta información es enviada al supervisor de ventas, para su visto bueno. Una vez terminado el producto, el vendedor se comunica con el cliente para coordinar el pago y la entrega respectiva.

###### **Supervisor de Ventas:**

El supervisor de ventas envía este pedido a gerencia general para su autorización.

##### **b) Descripción del Proceso de Logística**

###### **Supervisor de Logística**

El supervisor de logística recibe la orden del supervisor de producción para poder entregar los materiales necesarios para la fabricación. De no tener los materiales necesarios, comprará los materiales faltantes en los proveedores. Avisa a ventas cuando el cáliz está terminado.

###### **Almacenero:**

Entrega todos los materiales necesarios para la fabricación del cáliz al supervisor de producción. Recibe el cáliz terminado de producción y coloca en el estante de productos terminados.

##### **c) Descripción del Proceso de Logística**

###### **Supervisor de Logística**

El supervisor de logística recibe la orden del supervisor de producción para poder entregar los materiales necesarios para la fabricación. De no tener los materiales necesarios, comprará los materiales faltantes en los proveedores. Avisa a ventas cuando el cáliz está terminado.

###### **Almacenero:**

Entrega todos los materiales necesarios para la fabricación del cáliz al supervisor de producción. Recibe el cáliz terminado de producción y coloca en el estante de productos terminados.

#### **d) Descripción del Proceso de producción**

##### **Supervisión:**

El supervisor de taller recibe la orden de servicio de parte de Gerencia General para la elaboración del trabajo. El supervisor, en coordinación con la Gerencia General realizaran el planeamiento de las labores a realizar.

##### **Almacén:**

El supervisor de taller indica a almacén, el tipo y la cantidad de material a trabajar. El almacenero registra la salida de los materiales e insumos necesarios.

##### **Corte:**

En el proceso de corte, se realiza el trazado y el corte en la plancha de bronce, según la orden de servicio. Para realizar el trazado se cuenta con rayadores y punzones. Para realizar el corte, se utiliza tijeras industriales y una cizalla manual. Los sobrantes del corte, son almacenados como materiales de apoyo para las labores de armado y soldado.

##### **Armado y Soldado:**

El armado y soldado se realiza con la ayuda de las máquinas de soldadura oxiacetilénica. Una vez armado el cáliz, se procede a realizar el tallado. Para realizar esta labor, primero se debe preparar un molde en plomo fundido, siendo altamente tóxico. La pieza es esmerilada ligeramente para poder preparar las superficies para el baño químico. En esta parte del proceso, se realiza una verificación de lo realizado.

##### **Baño Químico:**

La pieza es limpiada químicamente, es sumergida en un baño de níquel, se enjuaga, y es sumergida en la tina con el metal a obtener, que puede ser oro o plata. Estas operaciones duran cerca de dos horas. Las tinas de baño químico están en una zona al aire libre, no teniendo una ventilación adecuada, porque existe una concentración de gases que no son liberados adecuadamente.

**Acabado:**

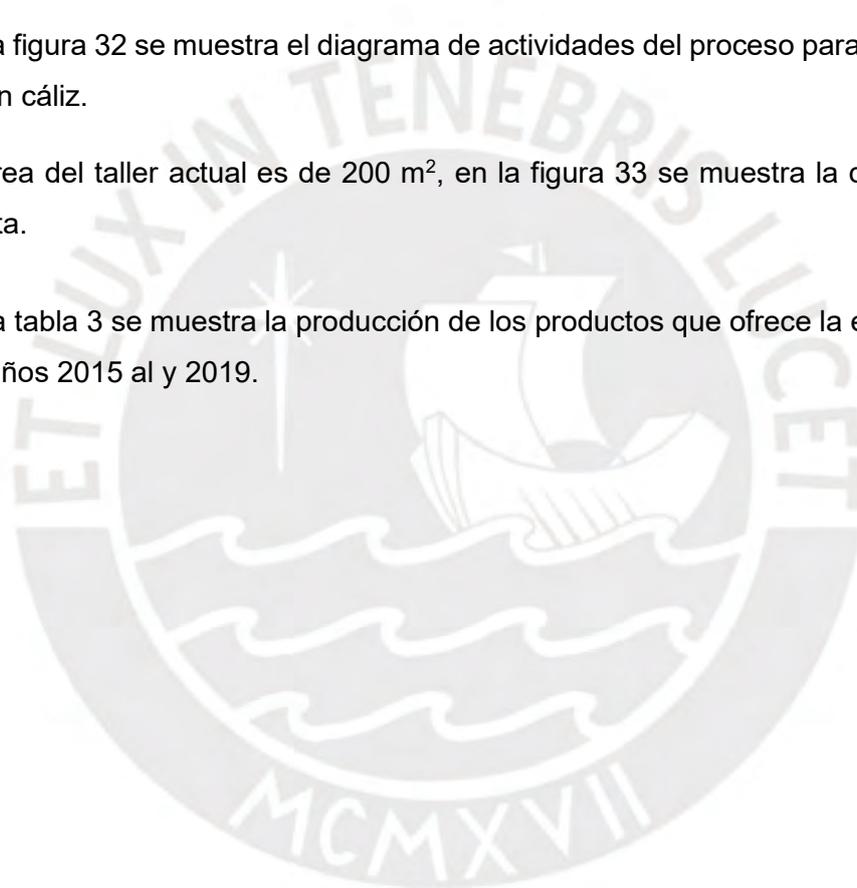
Luego del baño químico, la pieza es pulida, cerca de una hora, luego se procede a la verificación respectiva. A pesar de que cada pulidora tiene su extractor, el ambiente se contamina con las partículas que son extraídas por el proceso. Así también, no hay una buena ventilación ni iluminación. Luego del acabado, la pieza es almacenada en un estante de productos terminados.

En la figura 31 se muestra el diagrama de operación del proceso de fabricación de un cáliz.

En la figura 32 se muestra el diagrama de actividades del proceso para la fabricación de un cáliz.

El área del taller actual es de 200 m<sup>2</sup>, en la figura 33 se muestra la distribución de planta.

En la tabla 3 se muestra la producción de los productos que ofrece la empresa entre los años 2015 al y 2019.



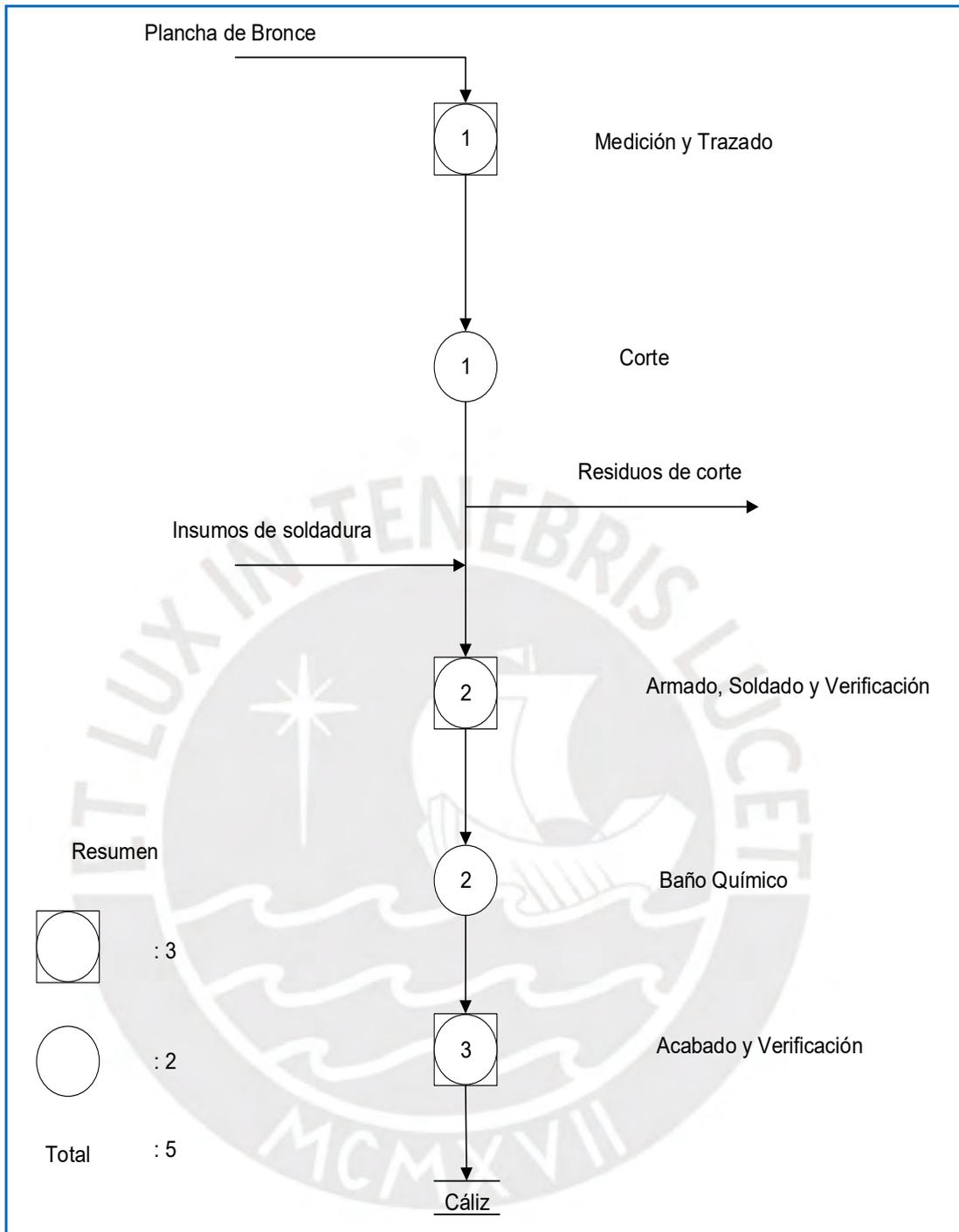


Figura 31 Diagrama de Operación del Proceso (DOP) Fabricación de 1 Cáliz

Material		Resumen		Símbolo				
		Actividad	Actual					
Proceso:	Fabricacion de Caliz	Operación	10	○	➔	◐	◻	▽
Lugar:	Empresa ABC	Transporte	5					
		Demora	0					
		Inspección	4					
		Almacenamiento	2					
Actividad								
1	Recojer plancha de bronce del almacén							
2	Medición	○						
3	Trazado en plancha	○						
4	Verificación							○
5	Corte	○						
6	Verificación							○
7	Ir a armado							○
8	Armado	○						
9	Soldado	○						
10	Verificación							○
11	Fundición de molde en plomo para tallado	○						
12	Tallado	○						
13	Ir a esmerilado							○
14	Esmerilado para baño químico	○						
15	Ir a baño químico							○
16	Baño químico	○						
17	Ir a Acabado							○
18	Acabado	○						
19	Verificación							○
20	Ir a almacenado							○
21	Almacenado							○
Total		10	5	0	4	2		

Figura 32 Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) Material para la Fabricación de Cáliz

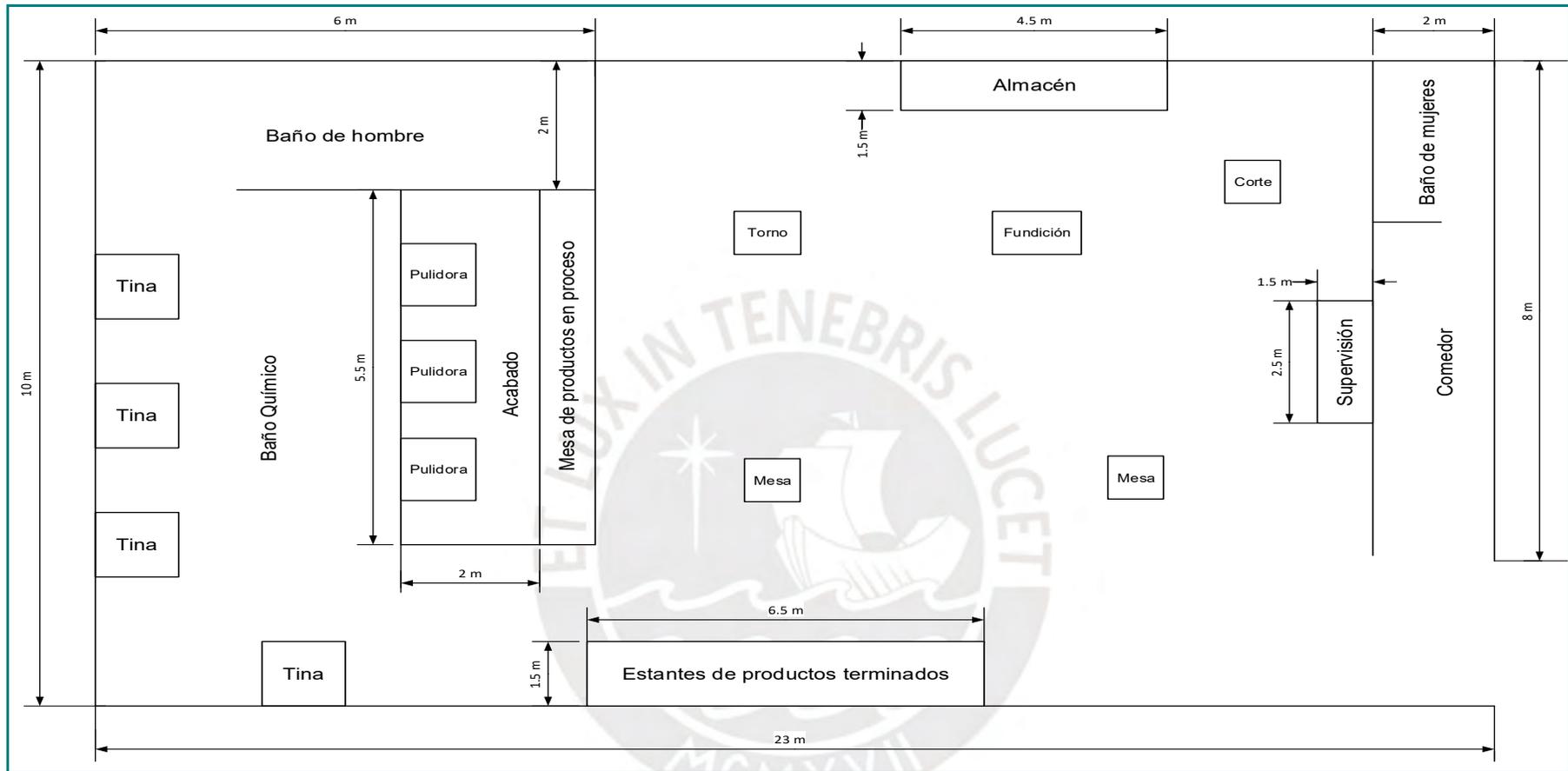


Figura 33 Distribución de Planta Actual

Tabla 3 Producción de los Principales Productos

	2015											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cáliz	30	25	20	15	10	8	11	12	11	8	15	15
Copón	25	20	20	12	10	8	10	10	10	7	15	18
Patena	20	20	19	11	8	7	10	10	7	6	15	16
Custodia	10	1	10	5	3	1	3	1	4	2	14	3
	2016											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cáliz	32	25	21	16	11	9	12	13	12	9	16	16
Copón	27	21	21	13	11	9	11	11	11	7	16	19
Patena	21	21	20	12	8	8	11	11	8	6	16	19
Custodia	10	1	11	5	3	2	3	2	3	2	10	1
	2017											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cáliz	33	26	22	17	12	10	13	14	13	10	17	17
Copón	28	22	22	14	12	10	12	12	12	8	17	20
Patena	22	22	21	13	9	9	12	12	9	7	17	20
Custodia	8	1	12	6	3	3	3	3	3	3	11	2
	2018											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cáliz	5000	80	79	200	68	52	47	39	81	93	49	101
Copón	5000	70	60	51	10	40	30	16	10	15	18	20
Patena	5000	10	20	10	8	20	30	20	18	50	17	22
Custodia	100	0	1	2	4	0	3	1	4	2	2	0
	2019											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cáliz	80	100	70	75	90	160	320	160	80	60	55	105
Copón	70	30	40	31	22	10	15	20	22	18	15	18
Patena	33	31	20	19	9	24	25	22	15	30	13	17
Custodia	10	1	1	0	3	0	2	0	4	1	5	3

### 4.3.3. Áreas de Mejora

A continuación, se describirá la gestión y medición de indicadores de las áreas de ventas, logística y producción. Así también se hace el análisis de los 5 porqués, evaluación SCOR de las mismas áreas mencionadas.

#### Gestión de Indicadores

##### a) Área de Ventas

El área de ventas de la empresa está encargada de conseguir nuevos clientes y mantener a los clientes con los ya adquieren los productos de la empresa. Tomando en cuenta esta misión, el área de ventas es una de las principales, porque gracias a ella se consigue trabajos que ayudan a incrementar los ingresos monetarios a la empresa. Ventas tiene un indicador que ayuda a medir si está realizando una buena labor, este indicador es la eficiencia de ventas, el cual es determinado de la siguiente manera:

- Eficiencia de ventas = venta efectiva/cotización realizada

##### b) Área de Logística

El área de logística está encargada de gestionar la adquisición de todos los materiales necesarios para la fabricación de los productos ofrecidos por la empresa. Para poder medir el desempeño del área, se cuenta con el indicador de nivel de compras, el cual se mide de la siguiente manera:

- Nivel de compras = la cantidad de compras que hace durante el año.

##### c) Área de Producción

Producción tiene la responsabilidad de fabricar los productos ofrecidos por la empresa. Es el área más grande por contar con la gran mayoría de colaboradores de la empresa. Para poder conocer el desempeño de esta área, se cuenta con 3 indicadores que son los siguientes:

- Eficiencia de horas = horas promedio de fabricación/horas de trabajo
- Porcentaje de reprocesos = cantidad de reprocesos / orden de pedido
- Eficiencia de consumo de plancha de bronce = metros<sup>2</sup>promedio/ metros<sup>2</sup> consumidos por orden de trabajo.

#### Medición de Indicadores

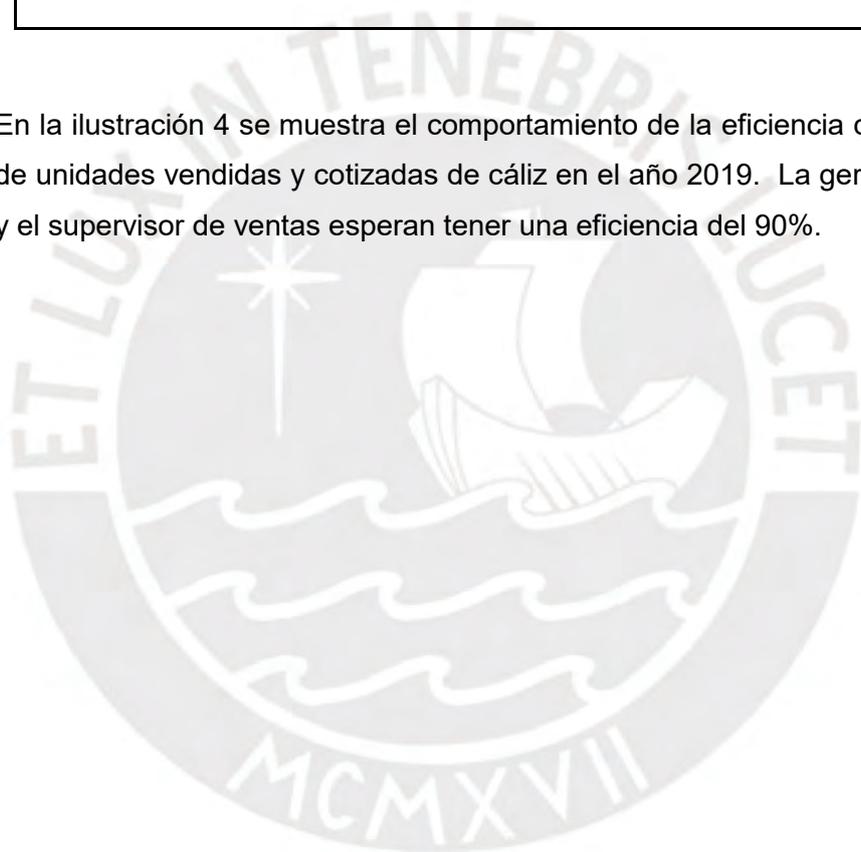
##### a) Área de Ventas

La eficiencia de ventas para el año 2019 fue del 83%, el supervisor de ventas y el Gerente General consideran que este es un buen indicador. El detalle de este indicador se muestra en la tabla 4 expresado en unidades de cáliz.

Tabla 4 Eficiencia de Venta de unidades de Cáliz

	2019												Σ
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Venta Efectiva	80	100	70	75	90	160	320	160	80	60	55	105	1355
Cotización Realizada	111	125	101	100	113	180	358	172	94	89	68	115	1626
Eficiencia Mensual	72%	80%	69%	75%	80%	89%	89%	93%	85%	67%	81%	91%	
<p>Eficiencia de Venta = <math>\frac{\text{venta efectiva}}{\text{cotización realizada}} = 1355/1626 = 83\%</math></p>													

En la ilustración 4 se muestra el comportamiento de la eficiencia de la cantidad de unidades vendidas y cotizadas de cáliz en el año 2019. La gerencia general y el supervisor de ventas esperan tener una eficiencia del 90%.



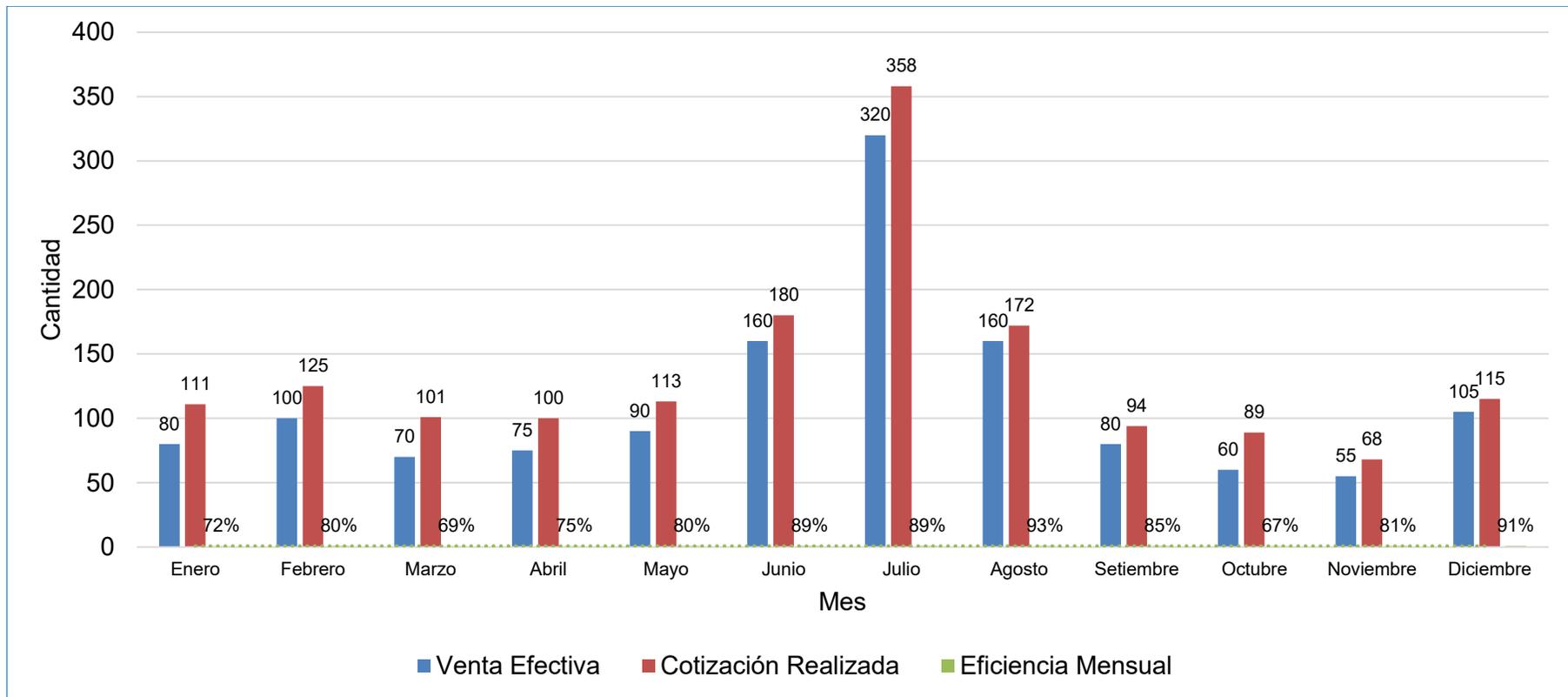


Ilustración 4 Eficiencia de Ventas en Cantidad de Cáliz 2019

**b) Área de Logística**

El principal producto de la empresa es el cáliz de oro. Las compras realizadas durante el año 2019 de los materiales necesarios para su fabricación se muestran en la tabla 5 expresada en nuevos soles. Los valores mostrados consideran las compras por reprocesos, que impacta negativamente al valor de las compras en un 20% de manera anual, como se muestra en tabla 6.

**c) Área de Producción**

La eficiencia de horas para el año 2019 fue de 75%, tomando en cuenta que fabricar 1 cáliz demora 6 horas y se trabaja 8 horas al día.

El porcentaje de reprocesos para la fabricación de cáliz durante el 2019 fue del 20%, el supervisor de producción considera un alto porcentaje que se puede mejorar. En la tabla 6 se muestra la cantidad de reprocesos por cada mes.

En la ilustración 5 se puede observar el comportamiento de los reprocesos en la fabricación del cáliz durante el año 2019.

El supervisor de producción espera tener un porcentaje de reprocesos del 5%.

Los tipos de reprocesos se muestran en la tabla 7.

En la ilustración 6 se muestra los tipos de reproceso en cada mes. El supervisor desea que todos los reprocesos se puedan reducir o eliminar.

El promedio en metros cuadrados de plancha de bronce para la fabricación de un cáliz es 0.25. La eficiencia de consumo para el año 2019 fue del 82%. El detalle se muestra en la tabla 8.

El supervisor de producción considera que la eficiencia obtenida para el consumo de plancha de bronce no es la mejor y se puede mejorar. Considera poder llegar a tener una eficiencia del 95%, siendo el principal material para la fabricación. En la ilustración 7 se muestra el detalle del comportamiento de la eficiencia del consumo de plancha de bronce para la fabricación de cáliz.

Se realizó toma de tiempos para la fabricación de un cáliz, que se muestran en la tabla 9.

Tabla 5 Compras de materiales para la fabricación de Cáliz

	2019												Σ
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Plancha de bronce m2	0	0	0	500	0	0	0	1250	0	0	0	500	S/. 2,250
Plomo kg	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	S/. 60
Botellas de Oxígeno unidad	750	0	0	0	0	1250	0	0	0	750	0	0	S/. 2,750
Botellas de Acetileno unidad	300	0	0	0	0	450	0	0	0	300	0	0	S/. 1,050
Lijas banda unidad	400	500	300	400	400	800	1500	700	400	300	300	400	S/. 6,400
Disco abrasivo unidad	450	600	450	450	500	1100	2250	1000	500	400	350	650	S/. 8,700
Níquel líquido gl	30	35	30	30	35	70	135	60	30	25	20	40	S/. 540
Oro gr	900	1200	900	900	1000	2200	4200	2000	900	700	700	3400	S/. 19,000
Piedras decorativas unidad	400	200	100	240	420	440	1600	340	0	0	100	240	S/. 4,080
													S/. 44,830

Tabla 6 Cantidad de Reprocesos de Cáliz

	2019												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Σ
Cantidad de Reprocesos	8	11	11	12	9	51	100	30	9	8	7	12	268
Orden de Pedido	80	100	70	75	90	160	320	160	80	60	55	105	1355
	10%	11%	16%	16%	10%	32%	31%	19%	11%	13%	13%	11%	

Porcentaje de Reprocesos =  $\frac{\text{cantidad de reprocesos}}{\text{orden de pedido}} = \frac{268}{1355} = 20\%$

Tabla 7 Tipos de Reprocesos en la Fabricación de Cáliz

	2019												Σ
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Corte defectuoso de plancha	6	9	11	7	5	38	89	21	3	4	3	6	202
Soldadura defectuosa	1	2	0	3	3	10	5	5	3	3	0	3	38
Acabado defectuoso	1	0	0	2	1	3	6	4	3	1	4	3	28
Sub Total	8	11	11	12	9	51	100	30	9	8	7	12	<b>268</b>

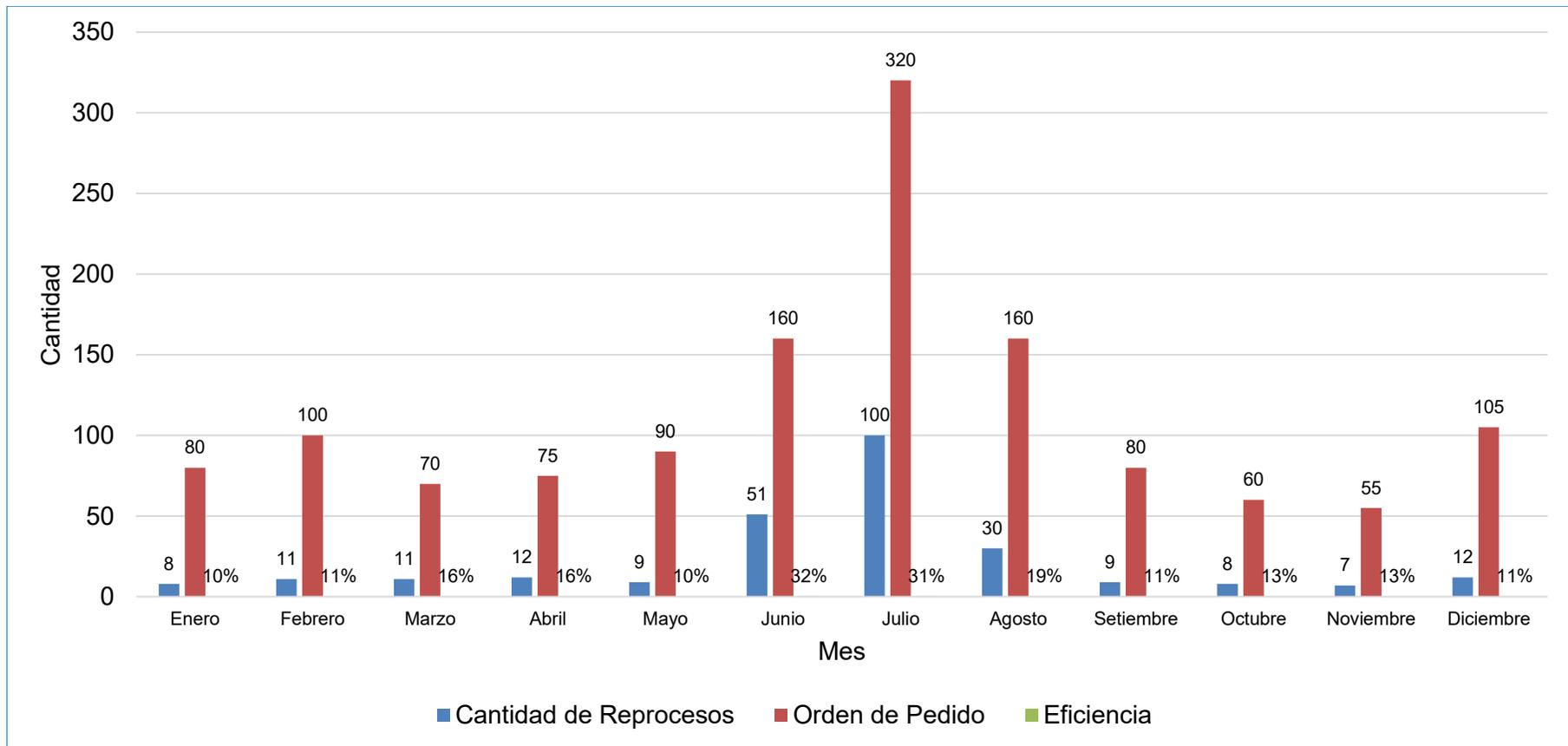


Ilustración 5 Cantidad de Reprocesos en la Fabricación de Cáliz 2019

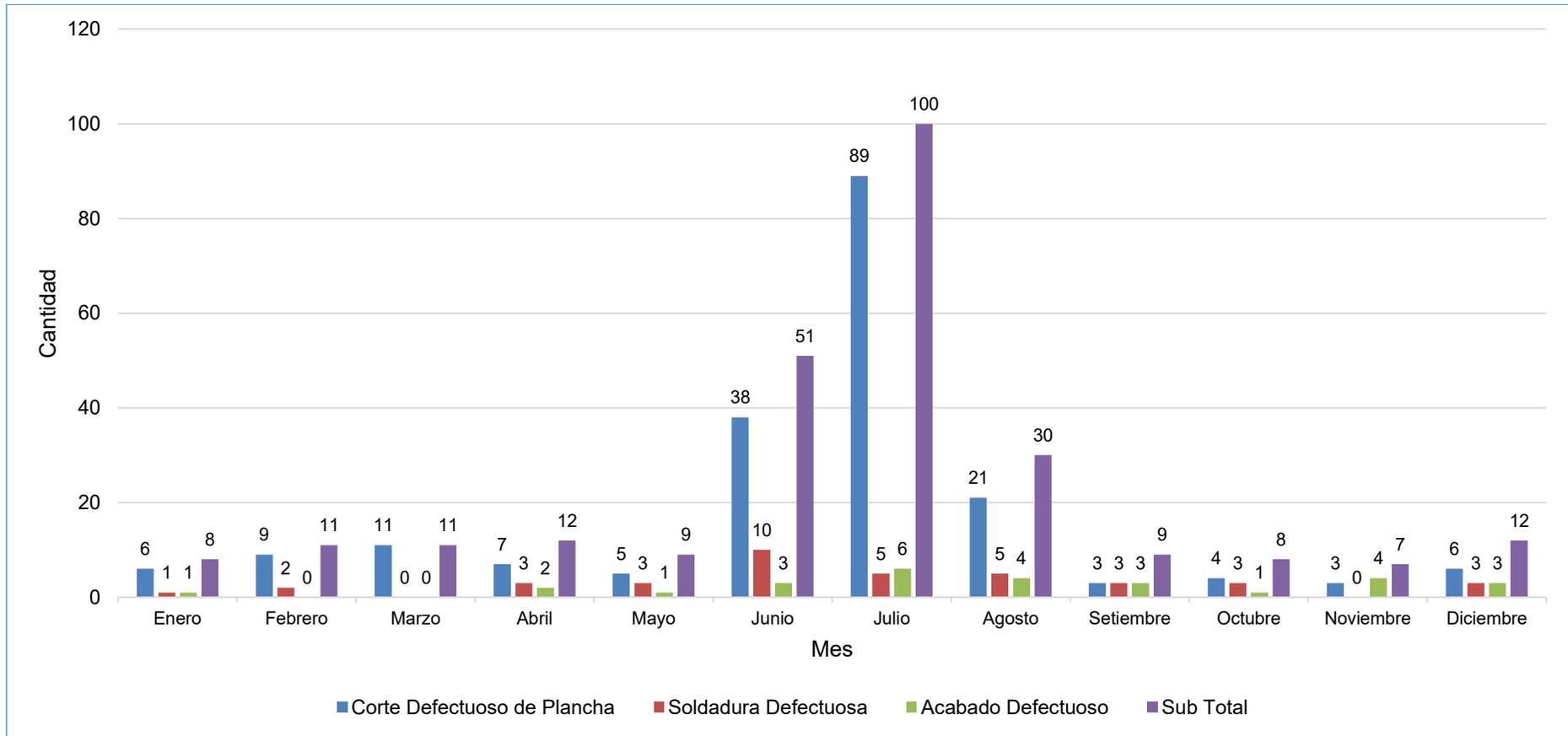


Ilustración 6 Tipos de Reprocesos en Fabricación de Cáliz 2019

Tabla 8 Eficiencia de consumo de plancha de bronce para cáliz

	2019												Σ
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Metros2 Promedio	20	25	18	19	23	40	80	40	20	15	14	27	341
Metros2 Consumidos	25	30	21	22	27	53	96	48	23	19	19	32	415
Eficiencia mensual	80%	83%	86%	86%	85%	75%	83%	83%	87%	79%	74%	84%	
Eficiencia de consumo de plancha de bronce=	$\frac{\text{metros2 promedio}}{\text{metros2 consumidos}} = \frac{341}{415} = 82\%$												

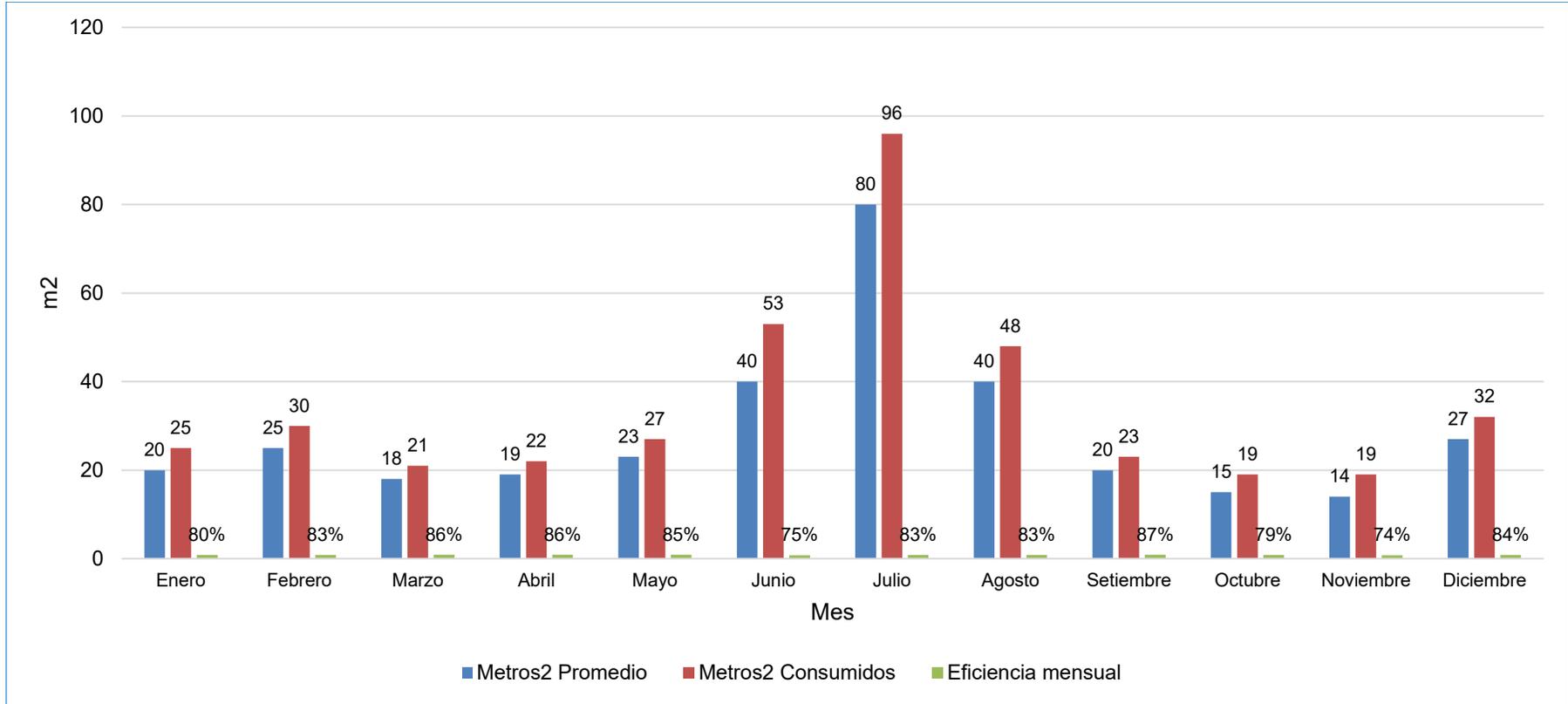


Ilustración 7 Consumo de Plancha de Bronce en la Fabricación de Cáliz 2019

Tabla 9 Tiempos de Producción para la Fabricación de 1 Cáliz

No.	Actividades	Tiempo										PROM.
		Minutos										
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
1	almacén	9	10	12	8	10	11	12	12	12	11	<b>10.70</b>
2	viaje	6	6	5	5.5	6	6	5.5	6	6.5	6	<b>5.85</b>
3	corte	31	26	27	28	26	27	27	28	29	30	<b>27.90</b>
4	viaje	6	5	5	4.5	6	7	5	5	6	7	<b>5.65</b>
5	armado y soldado	60	57	60	57	58	61	62	59	57	58	<b>58.90</b>
6	viaje	11	8	9	10	11	10	9	10	11	12	<b>10.10</b>
7	baño químico	121	116	119	116	121	119	120	121	122	119	<b>119.40</b>
8	viaje	16	14	15	14	15	16	16	15	15	14	<b>15.00</b>
9	acabado	61	59	56	58	59	56	59	61	62	63	<b>59.40</b>
10	viaje	15	15	14	14	15	14	15	15	16	14	<b>14.70</b>
$\Sigma$											<b>327.60</b>	min.

Con los tiempos de producción se procedió a la elaboración del diagrama de VSM del proceso actual para la fabricación del producto principal que es el cáliz que se muestran en la figura 34. Las nubes en amarillo indican los problemas encontrados en las áreas de corte, armado y soldado y en acabado; así también, como los problemas que se encuentran en todas las áreas. Los triángulos indican el inventario que hay durante el proceso.

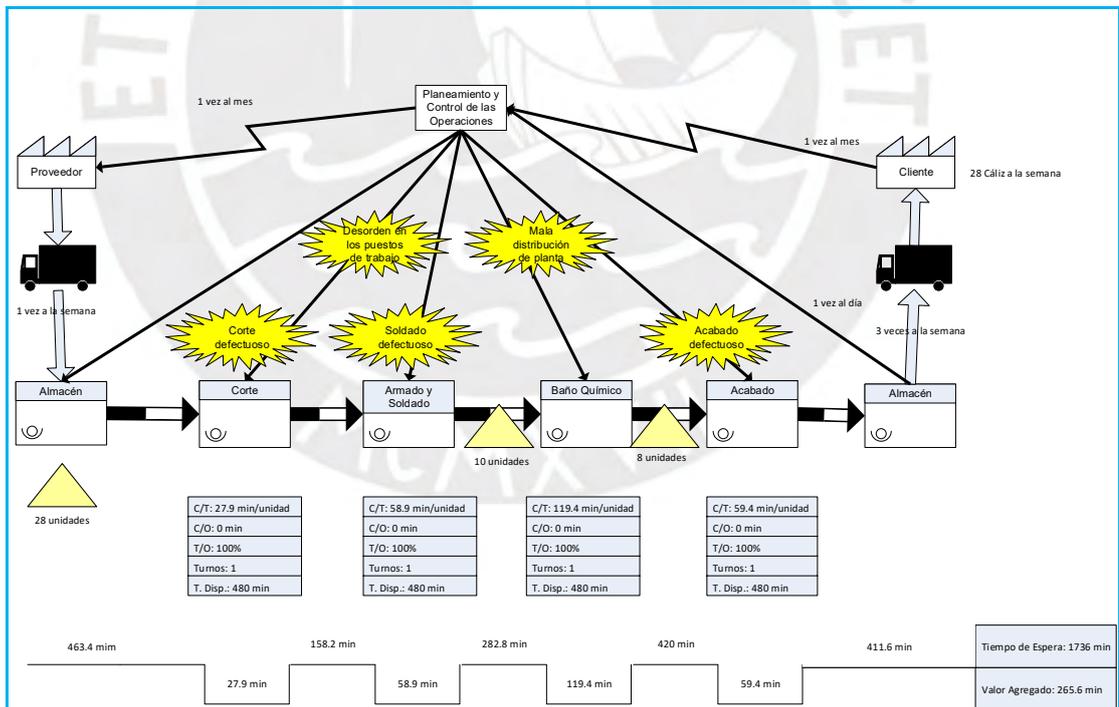


Figura 34 VSM del Proceso Actual para la Fabricación de 28 Cáliz

## Análisis de los 5 Porqués

Se realizará el análisis de los 5 Porqués a las áreas de ventas, logística y producción, siendo las áreas críticas de la empresa tomando en cuenta los resultados obtenidos en los respectivos indicadores y en los problemas detectado en la elaboración del VSM. Realizar estos análisis ayudará a poder conocer las causas raíces de los problemas en cada área.

### a) Área de Ventas

De acuerdo a los datos obtenidos para el año 2019 se realizó el análisis de los 5 porqués para la baja eficiencia de ventas los cuales se muestran en la figura 35.

### b) Área de Logística

En la figura 36 se muestra el análisis realizado de los 5 porqués para el problema que tiene el área de logística al comprar los materiales necesario para la fabricación del cáliz.

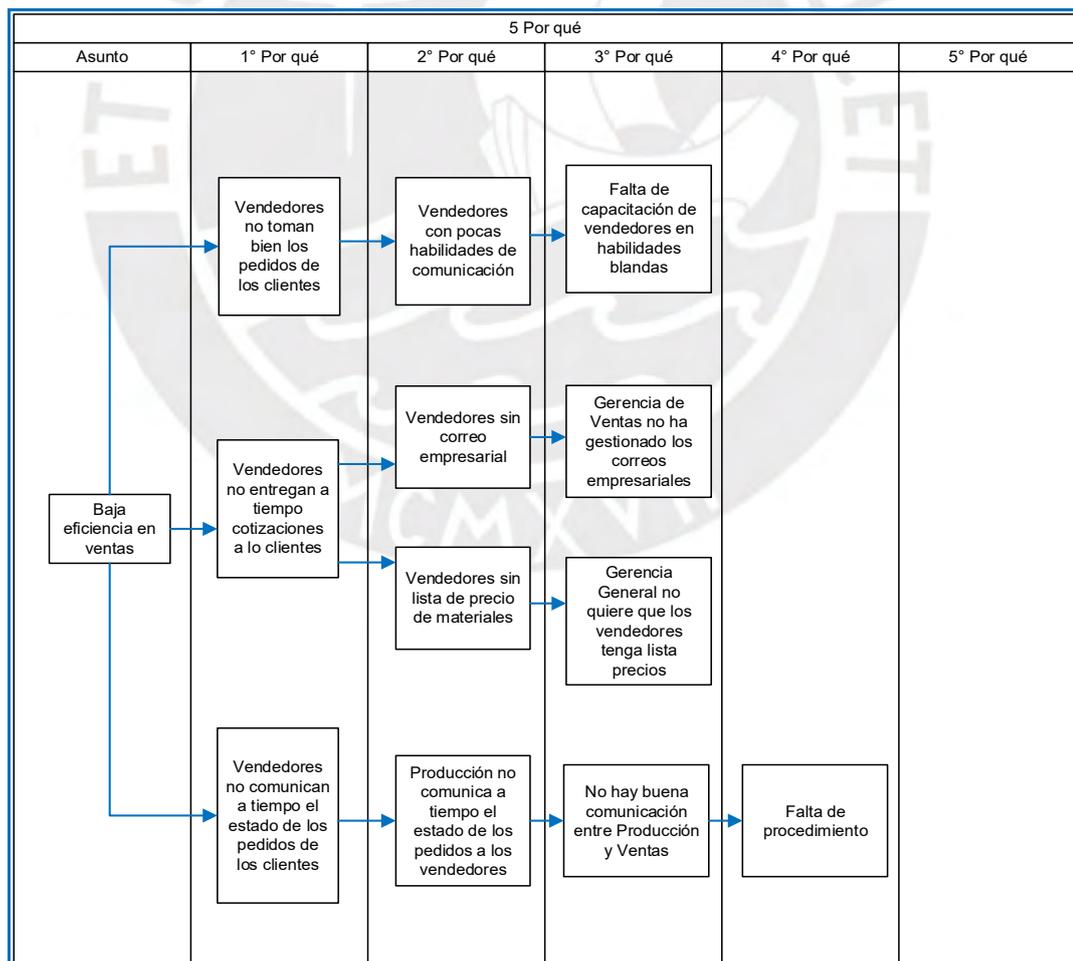


Figura 35 Análisis de los 5 porqués para la Baja Eficiencia en ventas

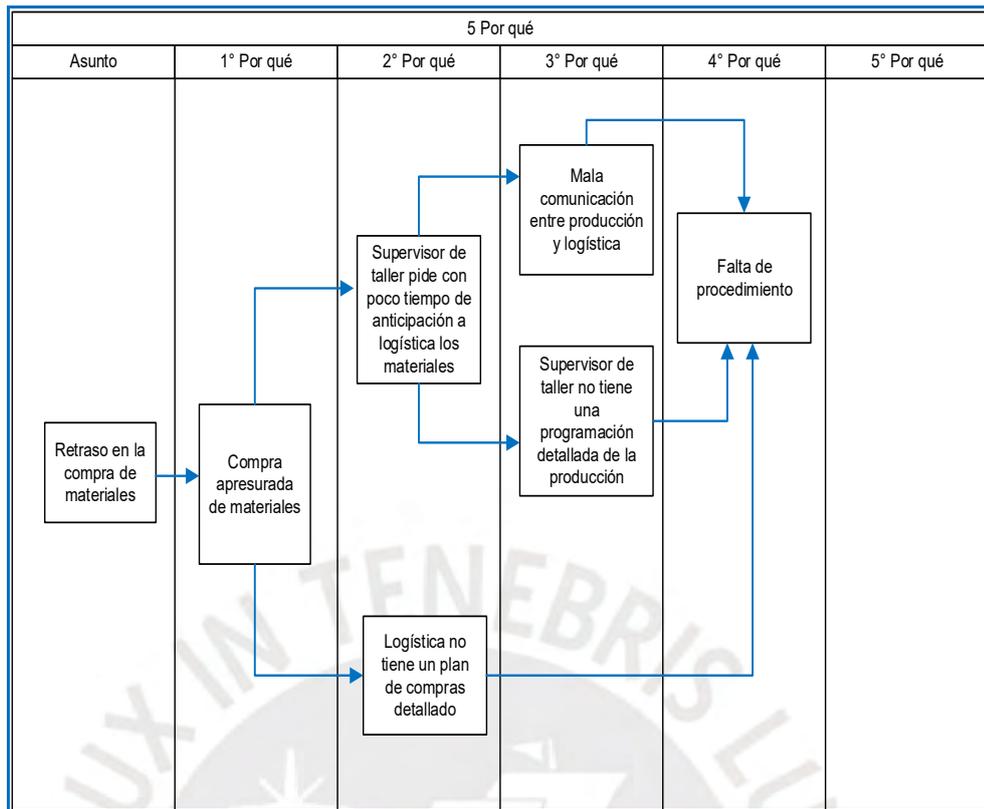


Figura 36 Análisis de los 5 porqués para el Retraso en la compra de materiales

### c) Área de Producción

En la figura 37 se muestra el análisis realizado de los 5 porqués para los tiempos de producción.

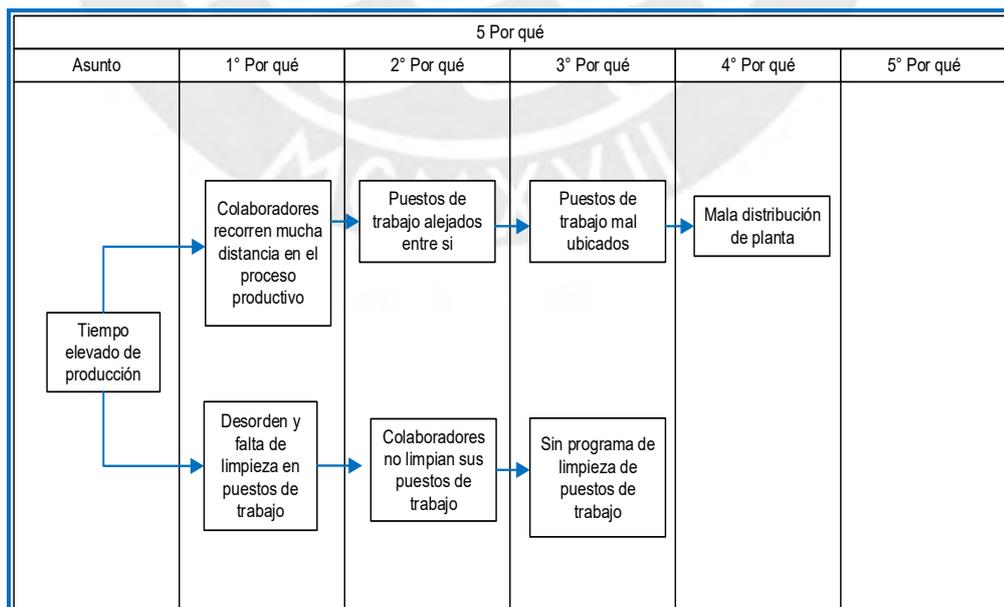


Figura 37 Análisis de los 5 porqués para el Tiempo elevado de producción

La eficiencia del consumo de plancha de bronce está directamente relacionada con el corte defectuoso de plancha. Ante esto se realizó el mismo análisis para los tipos de reprocesos que se muestran en la figura 38.

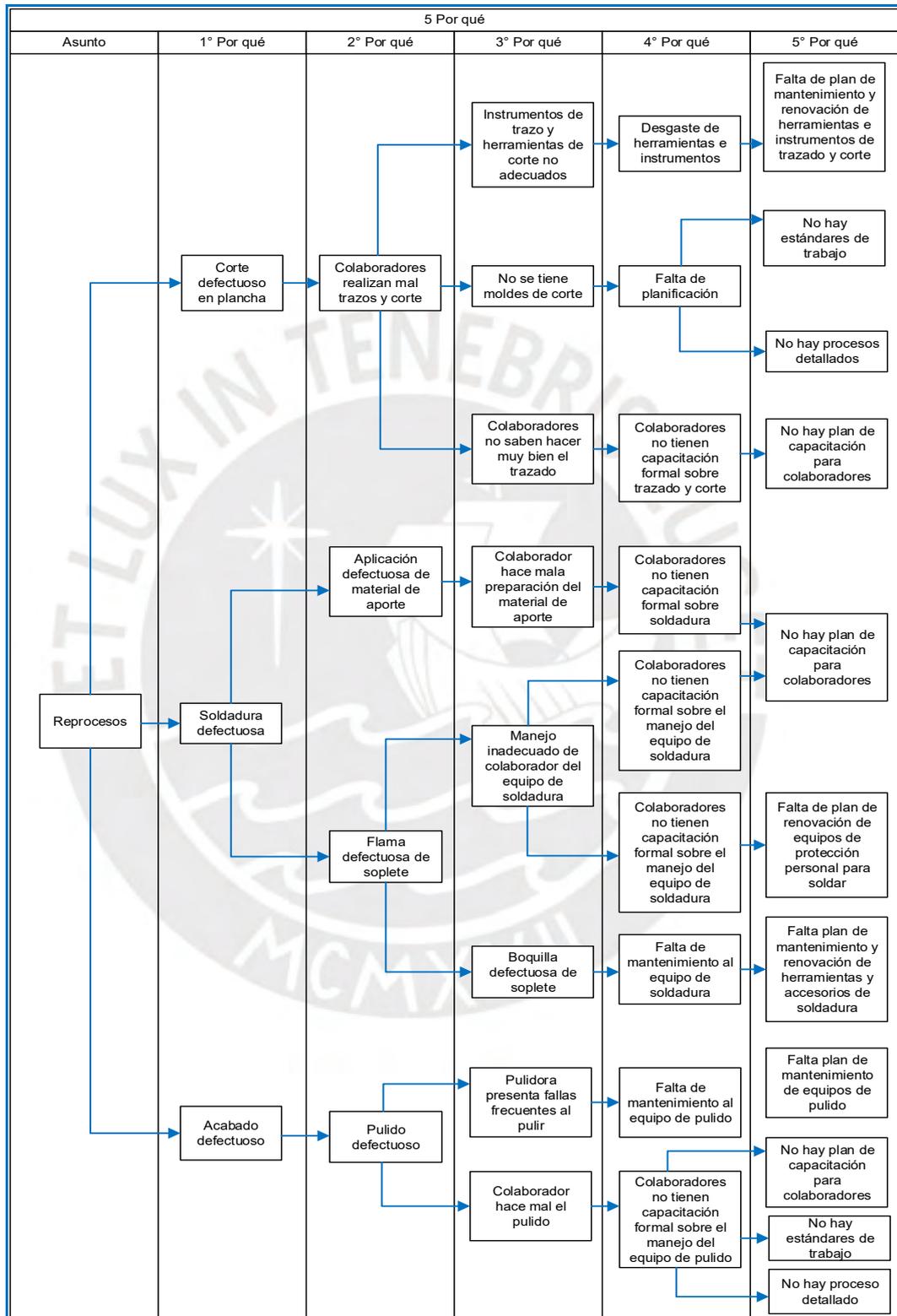


Figura 38 Análisis de los 5 porqués para los Reprocesos

## **Evaluación SCOR**

La herramienta SCOR (Supply Chain Operations Reference), referencia de las operaciones de la cadena de suministro, sirve para poder evaluar los procesos relacionados a la cadena de suministro. Para la evaluación se utilizó los siguientes valores que se muestran en la tabla 10.

Tabla 10 Valores para Puntuación SCOR

LEYENDA	PUNTAJE ASIGANDO
SI/NO PARA MÍNIMO RECOMENDADO	2.5
SI PARA MÍNIMO RECOMENDADO	4
NO PARA MÍNIMO RECOMENDADO	1
NO PARA MÍNIMO RECOMENDADO S/OBS.	0
SI/NO PARA MEJOR PRÁCTICA	3
SI PARA MEJOR PRÁCTICA	5
NO PARA MEJOR PRÁCTICA	1.5
NO PARA MEJOR PRÁCTICA S/OBS.	0

En las tablas 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 se muestran las evaluaciones realizadas a la Estrategia de Aprovisionamiento para análisis de costos, estrategia de compras, gestión de contrato de compras, criterio y selección de proveedores, consolidación de proveedores, hacer o comprar y compras en grupo. Se analizaron estos puntos ya que fueron considerados para poder tener una visión total del estado de la cadena de suministro de la empresa. En la ilustración 8 se muestra el resumen de la evaluación.

Tabla 11 Evaluación SCOR a Análisis de Costos

<b>ANÁLISIS DE COSTOS</b>				
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
<b>Mínimo Recomendado</b>				<b>0.4</b>
La calidad y el precio son considerados como los componentes claves del costo, pero también se consideran otras variables tales como: el ciclo de tiempo del proveedor y su variabilidad, el grado de aseguramiento de la fuente de suministro, entre otros.	SI/NO	Además del precio y calidad, se considera variables como: ciclo de tiempo (en función a la marca del proveedor, son variables de decisión, se guían del histórico del proveedor).	2.5	
El análisis de precio considera los costos logísticos por proveedor, incluyendo los costos de manejar inventarios.	NO		0	
<b>Mejor Práctica</b>				
Se analiza permanentemente toda la cadena de suministro para buscar optimizar el costo total de adquisición a través de todos los procesos relacionados.	NO		0	
En todas las iniciativas de reducción de costos en la compra se realiza un análisis completo del impacto en el costo total del proveedor incluyendo: costo unitario, rotura de stock, ciclos de tiempo y variabilidad, costo operativo recepción, devoluciones	NO		0	
Se considera el impacto en el costo total del proveedor en servicios tales como la consignación y cuando el inventario es manejado por el proveedor.	NO		0	
Se analiza la condición y estabilidad financiera del proveedor.	NO		0	

Tabla 12 Evaluación SCOR a Estrategia de Compras

<b>ESTRATEGÍA DE COMPRAS</b>					
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>	
<b>Mínimo Recomendado</b>					
Los costos de interrupción del suministro (quiebres de stock) son compartidos con el proveedor para identificar las oportunidades de reducir costos.	NO		0	<b>0.9</b>	
Cuando los incrementos de precios son justificables, se aplican solo a la porción específica de costos (material, labor logística, etc.) que sustentan el incremento.	SI	Se ha dado pocas veces y en todas se le ha comunicado a los clientes oportunamente.	4		
Los procesos y aplicaciones son compartidos con el proveedor para tomar ventaja de su experiencia.	NO		0		
<b>Mejor Práctica</b>					
Realizan reuniones con los proveedores para canalizar iniciativas de mejoramiento de reducción de costos.	NO		0		
Tienen acuerdos de servicios con los proveedores donde definen los niveles de flexibilidad o recursos adicionales disponibles dentro de los ciclos de tiempo acordados.	SI/NO	Si se tienen, pero no está definido.	3		
Usan subastas para los materiales indirectos y materiales commodities.	NA		0		
Utilizan métodos de suministros automatizados y modelos de planeamiento para evaluar alternativas durante la fase de desarrollo del producto o servicio.	NA		0		
Se apoyan en el sistema de inteligencia de mercados y en una evaluación crítica del proveedor para determinar la estrategia más efectiva y crear la máxima tensión competitiva entre proveedores.	NA		0		

Tabla 13 Evaluación SCOR a Gestión de Compras

<b>GESTIÓN DE COMPRAS</b>				
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
<b>Mínimo Recomendado</b>				<b>0.0</b>
Los contratos con proveedores a largo plazo están basados en el costo total de adquisición.	NO		0	
Los contratos con proveedores obligan a reducir costos de mejora en el tiempo mediante el lenguaje de "mejora continua".	NO		0	
Tienen acuerdos a largo plazo de manera que permitan contratos u órdenes de compra anual o multi-anual y reducción en el costo total de ordenar.	NO		0	
<b>Mejor Práctica</b>				
Tienen contratos con proveedores estratégicos, basados en el costo total de adquisición y para compartir beneficios de mejoramiento de procesos.	NO		0	
Cuentan con contratos estandarizados con proveedores segmentados por categorías para asegurar su consistencia.	NO		0	
Tienen estándares de desempeño sobre mediciones claves por proveedor y comprador incluidos en los contratos.	NO		0	
Tienen acuerdos de compra anual o multi-anual dentro del planeamiento de órdenes de compra, de manera que permitan a los proveedores compartir riesgos y visibilidad hacia delante dentro del programa maestro de abastecimiento.	NO		0	
Durante la ejecución de los contratos usan documentos electrónicos con margen de beneficio e intercambio de capacidades.	N/A		0	

Tabla 14 Evaluación SCOR a Criterio y Selección de Proveedores

CRITERIO Y SELECCIÓN DE PROVEEDORES				
Estándar Modelo SCOR	Cumple / No Cumple	Observaciones	Puntaje	Calificación
<b>Mínimo Recomendado</b>				0.6
Los criterios de selección son definidos previamente para los procesos de Requerimiento para Información y los Requerimientos para Propuestas (RFI/RFP)	NO		0	
Tienen programas obligatorios de certificación de proveedores.	NO		0	
Como parte del proceso de selección se establece una asociación o relación a largo plazo con el proveedor para asegurar suministro a bajo costo.	NO		0	
Se realizan análisis de la capacidad del proveedor en áreas específicas de habilidad.(Certificaciones de línea)	N/A		0	
<b>Mejor Práctica</b>				
Los criterios de selección son compartidos con proveedores potenciales durante los procesos de Requerimientos para Información y Requerimientos para Propuestas (RFI/RFP), con el entendimiento de que ellos formarán la base de para la certificación de proveedores y la gestión del desempeño actual.	NO		0	
Los procesos de selección de proveedores consideran el soporte actual y futuro de ventaja competitiva que puede brindar el proveedor en todos los niveles de la organización. (Compras con valor agregado)	NO		0	
La evaluación de la calificación de las pre-ofertas están basados en criterios de valor específico de la compañía, como por ejemplo: calidad, seguridad, estabilidad financiera, entre otros.	SI	En base a la credibilidad del proveedor.	4	
En el proceso de certificación de proveedores están involucrados equipos multi-funcionales.	N/A		0	

Tabla 15 Evaluación SCOR a Consolidación de Proveedores

<b>CONSOLIDACIÓN DE PROVEEDORES</b>					
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>	
<b>Mínimo Recomendado</b>					
Tienen una única fuente obligada de suministro de materiales pero solo hasta el límite de la capacidad del proveedor.	SI/NO	Se tiene pocos proveedores	2.5	<b>2.3</b>	
Cuentan con proveedores alternativos de fuentes de suministro de materiales identificados y cuantificados.	SI	Se tiene proveedores alternativos en caso de incumplimiento y/o falta de abastecimiento de proveedores.	4		
<b>Mejor Práctica</b>					
Tienen una única fuente de suministro para cualquier material pero fuentes de suministro duplicadas con similares capacidades para estos materiales.	SI	Se tiene solo proveedor por insumos y/o material.	4		
Cuentan con fuentes alternativas de suministro de materiales identificadas, cuantificadas y calificadas.	SI/NO	Se tiene fuentes alternativas identificadas, pero no están calificadas.	3		
Se considera requerimientos geográficos dentro de las iniciativas de consolidación de proveedores.	NO		0		
Usan evaluación de riesgos y planeamiento de contingencias para manejar posibles interrupciones de la cadena de suministro.	NO		0		

Tabla 16 Evaluación SCOR a Hacer o Comprar

<b>HACER O COMPRAR</b>				
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
<b>Mínimo Recomendado</b>				<b>1.3</b>
Realizan revisiones anuales del costo total de productos vendidos para los productos fabricados internamente y costo total de adquisición para productos suministrados por proveedores.	SI/NO	Se tiene costeo de algunos años.	2.5	
Realizan análisis del margen de contribución para el análisis de hacer o comprar.	SI/NO	Se realizó en algunos años.	2.5	
<b>Mejor Práctica</b>				
Realizan revisiones anuales usando costos basados en actividades y análisis marginal para productos fabricados internamente y costo total de adquisición más la estabilidad de largo plazo del costo y del suministro para productos comprados.	NO		0	
Están incluidos en el análisis la utilización de la capacidad interna y el impacto de los costos indirectos fijos	NO		0	

Tabla 17 Evaluación SCOR a Compras en Grupo

<b>COMPRAS EN GRUPO</b>				
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
<b>Mínimo Recomendado</b>				<b>0.4</b>
Tienen acuerdos de compras en grupo para materiales estratégicos y/o de alto valor.	NO		0	
Equipos de múltiples organizaciones e instalaciones compran internamente commodities para ganar apalancamiento.	NA		0	
Utilizan outsourcing (contratistas) para las aplicaciones no estratégicas.	NA		0	
Se utilizan subastas, intercambios de información y marketplaces donde sea práctico.	NA		0	
<b>Mínimo Recomendado</b>				

Se realizan compras bien coordinadas de todos los materiales directos, componentes y suministros de repuestos haciendo uso al máximo de sinergias para apalancar el desempeño del proveedor.	SI/NO	Se realiza compras no tan bien coordinadas.	3
Tienen divisiones internas o unidades de negocios colaborando para lograr apalancamiento máximo y optimizar resultados.	NA		0
Se utilizan equipos multi-funcionales para incluir a clientes internos y externos clave, a fin de asegurar resultados de procesos de compras grandes.	NO		0
Utilizan colaboración y cooperación externa, marketplaces, redes de colaboración, entre otros, para apalancar economías de escala y sinergias.	NA		0

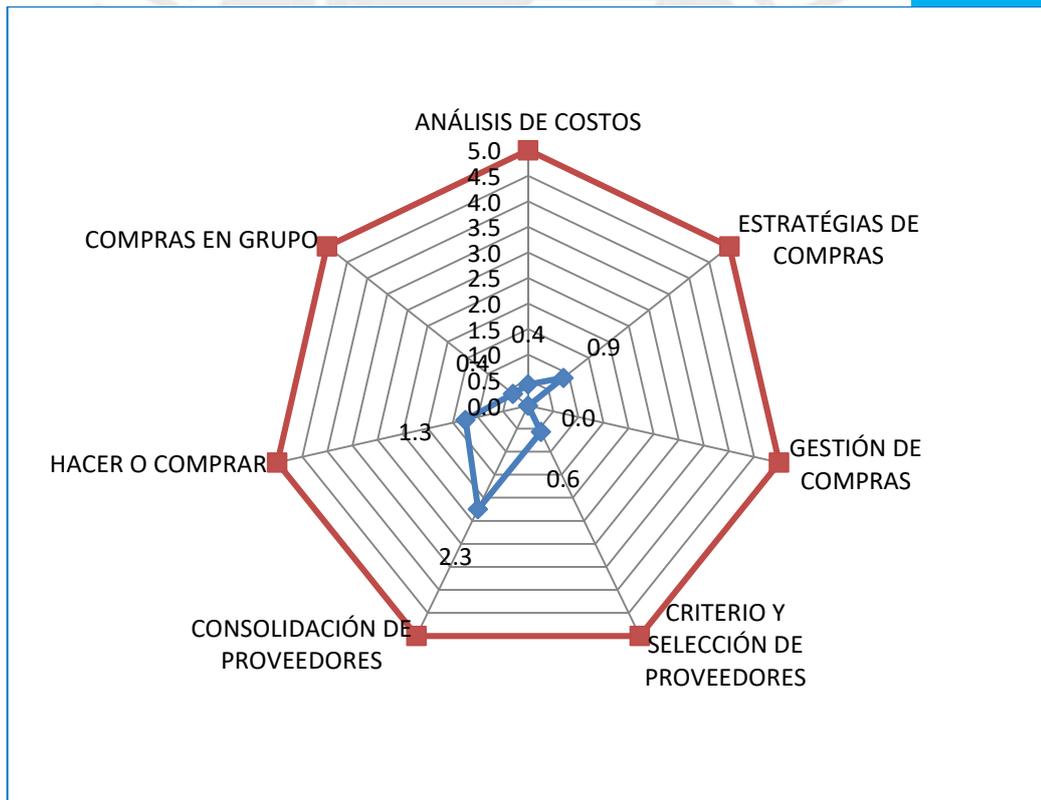


Ilustración 8 Resumen de Evaluación a Estrategia de Aprovisionamiento

En las tablas 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24 se muestran las evaluaciones realizadas a la Gestión de Proveedores para tácticas para proveedores, Involucramiento de

proveedores, evaluación de proveedores, desempeño de proveedores, relaciones con los proveedores, parámetros de trabajo y auditoría del proveedor. En la ilustración 9 se muestra el resumen de la evaluación.

Tabla 18 Evaluación SCOR a Tácticas para Proveedores

<b>TÁCTICAS PARA PROVEEDORES</b>				
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
<b>Mínimo Recomendado</b>				<b>0.0</b>
Miden a los proveedores contra objetivos publicados de desempeño.	NO		0	
Realizan un benchmark entre los proveedores para evaluar pérdidas de procesos y apalancar oportunidades.	NO		0	
Realizan ratings de proveedores vinculados a acuerdos de niveles de servicio, en los que se incluye disponibilidad, calidad y otros criterios.	NO		0	
<b>Mejor Práctica</b>				
Los proveedores están desarrollados para cumplir roles claves en las cadenas de valor y de suministro.	N/A		0	
Tienen acuerdos referidos a gestión de inventario manejados por el proveedor para permitirles visibilidad en el reabastecimiento y manejo del inventario al menor costo posible para ambas partes.	NO		0	
Los acuerdos de gestión de inventario manejados por el proveedor incluye compartir pronósticos y datos de demanda.	NO		0	
Tienen acuerdos de consignación como parte de los acuerdos de inventario manejado por el proveedor, de manera que se reduzcan activos y ciclos de tiempo mientras incrementan la disponibilidad de materiales críticos.	NO		0	

Tabla 19 Evaluación SCOR a Involucramiento de Proveedores

INVOLUCRAMIENTO DE PROVEEDORES				
Estándar Modelo SCOR	Cumple / No Cumple	Observaciones	Puntaje	Calificación
<b>Mínimo Recomendado</b>				<b>1.1</b>
Tienen iniciativas de mejoramiento conjunto con los proveedores más importantes, para mejorar el desempeño del suministro contra objetivos previamente definidos.	NO		0	
Los proveedores más importantes están involucrados pro-activamente, incluyendo el desarrollo conjunto de nuevos productos.	NO		0	
<b>Mejor Práctica</b>				
Reconocen las habilidades de los proveedores y los recompensan apropiadamente.	NO		0	
Todos los proveedores claves o importantes son responsables de la satisfacción del cliente interno.	SI	Son responsables directos de los clientes internos.	5	
Los proveedores más importantes están involucrados pro-activamente, incluyendo el desarrollo conjunto de nuevos productos y el soporte a lo largo de toda la cadena de suministro.	NO		0	
La efectividad de las relaciones con los proveedores puede ser medidos por sus contribuciones en la innovación de productos.	NO		0	
Tienen proveedores importantes con presencia en las operaciones, completamente integrados dentro de las actividades de la cadena de suministro, incluyendo el planeamiento estratégico, reuniones de comunicación y revisiones regulares de desempeño.	SI/NO	No están totalmente integrados.	3	

Tabla 20 Evaluación SCOR a Evaluación de Proveedores

<b>EVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>				
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
<b>Mínimo Recomendado</b>				<b>0.5</b>
Se realizan reuniones regulares (revisión trimestral de negocios) para evaluar usando conjuntamente determinados criterios de costo y servicio.	NO		0	
La información sobre requerimientos está establecida y entendida por todas las partes.	SI		4	
Las medidas de desempeño son determinadas, controlados y comunicados	NO		0	
<b>Mejor Práctica</b>				
Los proveedores se autoevalúan basados en el costo total de adquisición y el nivel de servicio total.	NO		0	
Las revisiones trimestrales están concentradas en oportunidades conjuntas para mejoramiento potencial por ambas partes.	NO		0	
Las medidas de desempeño se actualizan en tiempo real y son de acceso mutuo.	NO		0	
La definición de las medidas de desempeño se realiza en forma compartida.	NO		0	
Los tableros de comando incluyen primas no lineales sobre medidas de desempeño críticas.	NA		0	

Tabla 21 Evaluación SCOR a Evaluación Desempeño de Proveedores

<b>DESEMPEÑO DE PROVEEDORES</b>				
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
<b>Mínimo Recomendado</b>				<b>0.4</b>
Los embarques tardes o incompletos, y/o con defectos están incluidas de las medidas de desempeño.	NO		0	
La gerencia del producto trabaja con el proveedor para establecer las causas raíces de los defectos y determinar la apropiada solución al problema.	NO		0	
La calidad del proveedor está asegurando efectivamente los procedimientos en el lugar de operaciones.	SI	Los proveedores ofrecen productos de buena calidad.	4	
Las medidas de desempeño incluyen la calidad, costo, tiempo y servicio.	NO		0	
<b>Mejor Práctica</b>				
La gerencia del producto trabaja con el proveedor para establecer las causas raíces de los defectos y determinar la apropiada solución y asegurar un desempeño con cero defectos.	NO		0	
El despacho completo, en tiempo y libre de defectos tiene un nivel de 99.9%.	NO		0	
Las razones de las deducciones de facturas están codificadas para que sean utilizadas como fuente de datos para procesos de mejoramiento de desempeño.	NO		0	
En forma conjunta con los proveedores principales se identifican y persiguen oportunidades de compartir ahorros en costo a través de mejoramientos continuos.	NO		0	
Se han establecidos compromisos de productividad mínima con posibles beneficios compartidos si se incrementa dicha productividad.	NO		0	

Tabla 22 Evaluación SCOR a Relación con los Proveedores

<b>RELACIONES CON LOS PROVEEDORES</b>					
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>	
<b>Mínimo Recomendado</b>					
Mantienen una relación positiva usando la filosofía ganar – ganar.	NO		0	<b>1.8</b>	
La relación con los proveedores están diferenciados sobre la base de su valor estratégico.	SI	Se le da mayor credibilidad a los proveedores estratégicos.	4		
La calidad y habilidad del proveedor en los procesos son utilizadas cuando ocurren los problemas.	NO		0		
Mantienen contacto en todos los niveles con visitas regulares a la compañía y fábricas de los proveedores.	NO		0		
<b>Mejor Práctica</b>					
El proveedor mantiene disponible su habilidad mediante permanencia constante en el lugar de operación.	NO		0		
Tienen un programa establecido de visitas y planes estructurados de mejoramiento en el lugar de operación, el cual incluye la realización de reuniones estructuradas que promueva el intercambio positivo de ideas.	NO		0		
La gestión de proveedores se realiza de acuerdo a la importancia crítica de cada proveedor.	SI	Se da de acuerdo a la incidencia de los insumos y/o materiales de importancia para la empresa.	5		
Las alianzas estratégicas establecidas con los proveedores involucran participantes al nivel de la gerencia general y de la gerencia financiera para guiar la relación.	SI	Se da participación a nivel gerencial, quién dirige las relaciones con los proveedores.	5		

Tabla 23 Evaluación SCOR a Parámetros de Trabajo

PARÁMETROS DE TRABAJO				
Estándar Modelo SCOR	Cumple / No Cumple	Observaciones	Puntaje	Calificación
<b>Mínimo Recomendado</b>				0.8
Los Parámetros Estándares de Trabajo – SOW, son utilizados solo para clientes más importantes.	NO		0	
Los Parámetros de Trabajo creados localmente son normalmente utilizados.	NO		0	
<b>Mejor Práctica</b>				
Los Parámetros Estándares de Trabajo – SOW, son utilizados solo para clientes más importantes.	SI/NO	Se cumplen los procedimientos y parámetros establecidos por compras, pero no se comunica al resto de la empresa, en su totalidad	3	
Los Parámetros de Trabajo creados localmente son normalmente utilizados.	NO		0	

Tabla 24 Evaluación SCOR a Auditoría del Proveedor

AUDITORÍA DEL PROVEEDOR				
Estándar Modelo SCOR	Cumple / No Cumple	Observaciones	Puntaje	Calificación
<b>Mínimo Recomendado</b>				0.0
Se realizan auditorías de desempeño de los proveedores con personas que no son parte de la negociación del proveedor ni del proceso de aprobación.	NO		0	
Los problemas encontrados durante los procesos de auditoría son usualmente dirigidos y arreglados cuando estos ocurren.	NO		0	
<b>Mejor Práctica</b>				
Se han establecidos requerimientos para que los proveedores claves estén totalmente certificados y sujetos a continuas auditorías y revisión de procesos.	NO		0	
Se utilizan auditores de operadores logísticos para reforzar la capacidad de auditoría y mejorar el proceso completo.	NA		0	
Se ha establecido un proceso estructurado para validar rutinariamente la estructura, los procesos y herramientas de la auditoría.	NA		0	

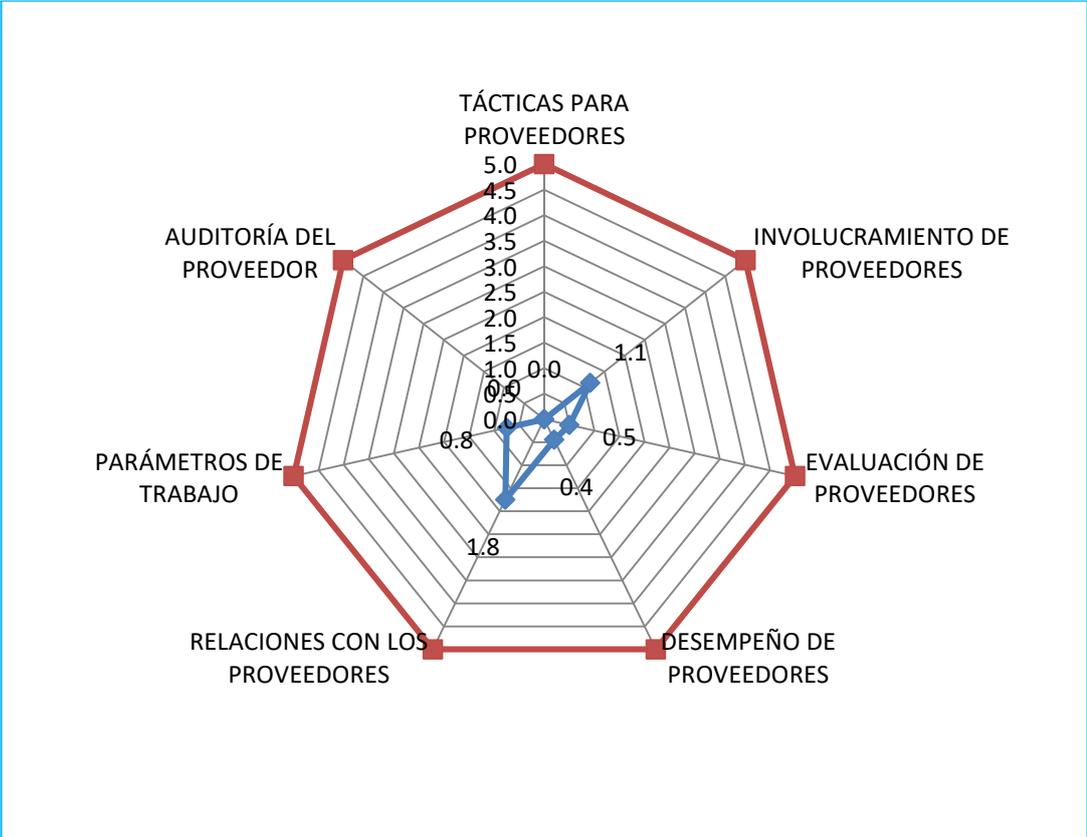


Ilustración 9 Resumen de Evaluación a Gestión de Proveedores

En las tablas 25, 26, 27 y 28 se muestran las evaluaciones realizadas a Compras para compras repetitivas de materiales directos e indirectos, autorización para compras eventuales, efectividad de la función de compras y sistemas de pagos. En la ilustración 10 se muestra el resumen de la evaluación.

Tabla 25 Evaluación SCOR a Compras Repetitivas de Materiales Directos e Indirectos

<b>COMPRAS REPETITIVAS DE MATERIALES DIRECTOS E INDIRECTOS</b>					
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>	
<b>Mínimo Recomendado</b>					
Manejan órdenes de compra abierta para cubrir requerimientos del periodo.	NO		0	<b>0.3</b>	
Se cancelan órdenes de compra contra órdenes de compra abiertas, las cuales son generadas automáticamente y están basadas en la demanda periódica.	NO		0		
Tienen un claro entendimiento de la capacidad del proveedor el cual está reflejado en el ciclo de tiempo y las restricciones de volumen del sistema de compras.	SI/NO	Se tiene claro la capacidad del proveedor, pero sin embargo se dan incumplimientos en cuanto a tiempo de entrega de insumos y/o materiales.	2.5		
<b>Mejor Práctica</b>					
Las compras diarias están automatizadas a través del sistema de negocios (KanBan, entre otros) para que la tasa reabastecimiento esté vinculada a la tasa de consumo.	NO		0		
Las órdenes de compra emitidas por el sistema de información evitan requerimientos para generar y revisar requisiciones de compra.	NO		0		
Se han establecido procesos para eliminar la necesidad de hacer seguimiento a órdenes vencidas o atrasadas.	NO		0		
Se tienen procesos para compartir los programas de producción, MRP, y de mantenimiento son compartidos con los proveedores para mejorar la exactitud del reabastecimiento.	NA		0		
Los catálogos de materiales de los proveedores y sus precios estándares son completamente visibles para los compradores repetitivos.	NA		0		

Tabla 26 Evaluación SCOR a Autorización para Compras Eventuales

<b>AUTORIZACIÓN PARA COMPRAS EVENTUALES</b>				
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
<b>Mínimo Recomendado</b>				<b>1.0</b>
Los procedimientos definidos para compras eventuales permiten compras a ser autorizadas por individuos, compradores o gerentes dependiendo del costo.	NO	Todas las compras son autorizadas por la Gerencia General.	0	
La autorización de compras eventuales está basada en un conjunto formal de reglas de negocios.	NO		0	
<b>Mejor Práctica</b>				
Tienen un sistema definido de parámetros o reglas de negocios para autorización de las compras eventuales.	SI	Todas las compras son hechas por logística.	5	
Tienen implementado un sistema de tarjetas de compra usadas para las compras eventuales.	NA		0	
Tienen autorización automática de compras eventuales por sistema, hasta un nivel predeterminado.	NA		0	

Tabla 27 Evaluación SCOR a Efectividad de la Función de Compras

<b>EFFECTIVIDAD DE LA FUNCIÓN DE COMPRAS</b>				
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
<b>Mínimo Recomendado</b>				<b>2.8</b>
Están involucrados equipos multi-funcionales en la decisión de suministro con contratos de negociación de compra.	NO		0	
El comprador tiene la responsabilidad para re-evaluar la fuente de suministro, como también la administración de las órdenes de compra.	SI		4	
<b>Mejor Práctica</b>				
Los compradores están enfocados en los suministros estratégicos e involucrados en la introducción y modificación de productos y procesos.	SI		5	
Los compradores están significativamente involucrados en la innovación de productos, el desarrollo de nuevos productos y el diseño de servicio.	SI		5	

La productividad total de la función de compras está expresada como un porcentaje del costo variable total, del costo fijo total y de los costos totales.	NO		0	
---	----	--	---	--

Tabla 28 Evaluación SCOR a Sistema de Pago

<b>SISTEMA DE PAGO</b>					
<b>Estándar Modelo SCOR</b>	<b>Cumple / No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>	
<b>Mínimo Recomendado</b>					
La facturación consolida mensualmente facturas contra órdenes de compra abiertas.	SI		4	<b>1.8</b>	
Pago contra recibo de materiales y auto facturas para un número seleccionado de proveedores con muchas transacciones.	NO		0		
<b>Mejor Práctica</b>					
Se utiliza apropiadamente la generación de auto factura, la estabilización de precios, pagos en línea y transferencia de fondos electrónicos.	NO		0		
Los pagos a los proveedores se realizan según el consumo de los materiales en el punto de uso.	SI/NO	se da pagos según el uso de materiales, como también se tiene plazo de pagos con ciertos proveedores.	3		

En las tablas 29, 30, 31 y 32 se muestran las evaluaciones realizadas a la Gestión de Materiales en la Logística de Entrada para intercambio de información e intercambio electrónico, programas sincronizados de reabastecimiento, tamaño de lote y ciclos de tiempo y coordinación de la distribución.

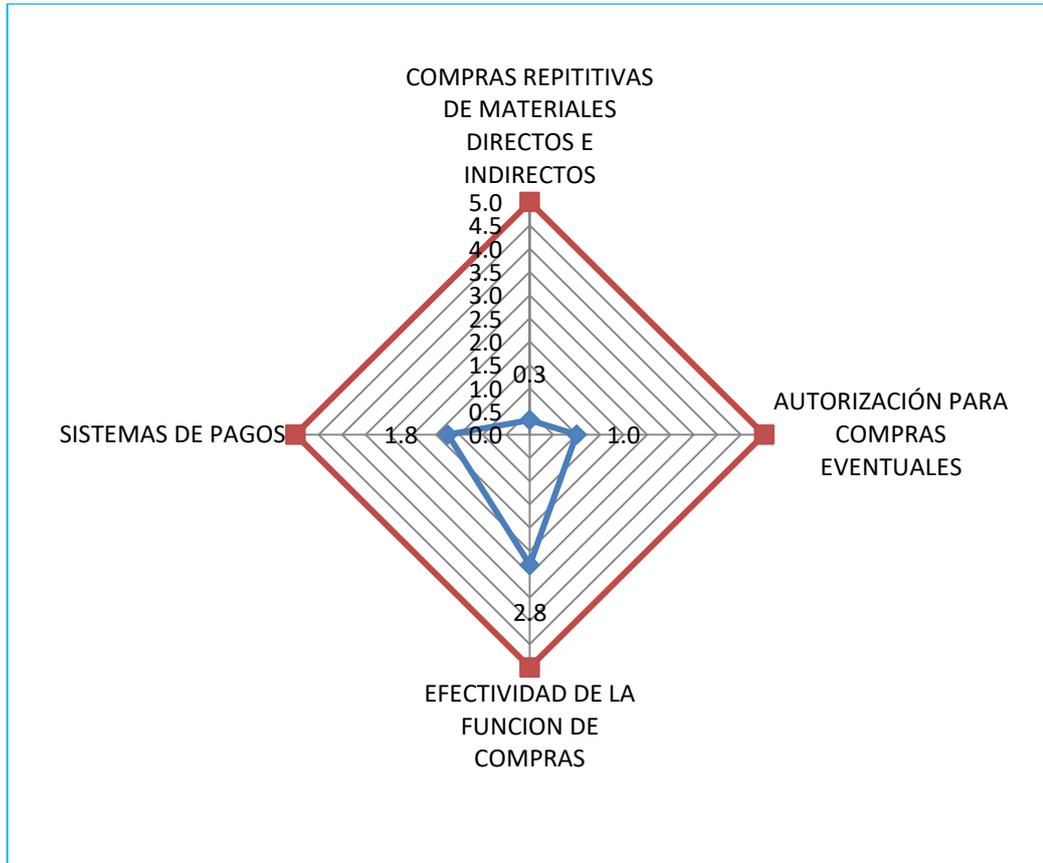


Ilustración 10 Resumen de Evaluación a Compras

Tabla 29 Evaluación SCOR a Intercambio de Información e Intercambio Electrónico

INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN E INTERCAMBIO ELECTRÓNICO					
Estándar Modelo SCOR	Cumple / No Cumple	Observaciones	Puntaje	Calificación	
<b>Mínimo Recomendado</b>					
El intercambio de información está debidamente automatizado vía interfaces electrónicas.	NO		0	<b>0.6</b>	
En la industria se intercambia información de forma estandarizada.	NO		0		
<b>Mejor Práctica</b>					
El intercambio de información está completamente automatizado vía Internet.	SI/NO	Hay información que se recibe en físico.	3		
Los estándares y sistemas utilizados para el intercambio de información están basados en el estándar XML.	NA		0		
Los sistemas de códigos de barras y los sistemas de identificación por radio frecuencia–RFID son sistemas compatibles con los formatos de datos y el sistema de etiquetado.	NA		0		

Tabla 30 Evaluación SCOR a Programas Sincronizados de Reabastecimiento

PROGRAMAS SINCRONIZADOS DE REABASTECIMIENTO					
Estándar Modelo SCOR	Cumple / No Cumple	Observaciones	Puntaje	Calificación	
<b>Mínimo Recomendado</b>					
El despacho con cross-docking esta debidamente programado sobre la base de tiempos pre-determinados.	NA		0	<b>2.0</b>	
Los despachos se realizan directamente a la línea de producción, al final del cambio del turno, antes de ser usados.	NO		0		
<b>Mejor Práctica</b>					
Tienen proveedores que despachan sus materiales directamente al inventario para los ítems no incluidos en las órdenes de fabricación a la medida.	SI	Todos los proveedores traen los materiales comprados.	5		
Los despachos de materiales están sincronizados y debidamente secuenciados en orden de su uso, de manera que los primeros materiales a ser usados sean los que primeros sean descargados del camión o de los pallets correspondientes.	SI/NO	No se tiene un orden claro establecido.	3		

Tabla 31 Evaluación SCOR a Tamaño de Lote y Ciclos de Tiempo

TAMAÑO DE LOTE Y CICLOS DE TIEMPO				
Estándar Modelo SCOR	Cumple / No Cumple	Observaciones	Puntaje	Calificación
<b>Mínimo Recomendado</b>				
Los tamaños de lote y los ciclos de tiempo son optimizados tomando en cuenta el espacio de almacén y la eficiencia del transporte.	SI/NO	No hay un claro orden establecido	2.5	<b>1.3</b>
<b>Mejor Práctica</b>				
Los costos de inventario, espacio, transporte, empaque y embalaje son optimizados entre la compañía y el proveedor, basados en restricciones y capacidades mutuas.	NO		0	

Tabla 32 Evaluación SCOR a Coordinación de la Distribución Total

COORDINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN TOTAL					
Estándar Modelo SCOR	Cumple / No Cumple	Observaciones	Puntaje	Calificación	
<b>Mínimo Recomendado</b>					
Los despachos de los proveedores están conformes a lo acordado en: tiempo, tamaño de lote, embalaje, condiciones de ventas, modo de transporte y un adecuado transportador.	SI	Se cumple con lo acordado con el proveedor.	5	<b>2.0</b>	
<b>Mejor Práctica</b>					
Los despachos de los proveedores a los puntos de uso están sincronizados con la producción para reducir el inventario y la manipulación de material.	SI/NO		3		
Los proveedores están alineados con los procesos de la compañía, minimizando los costos de la cadena de suministro para ambos.	NO		0		
Desagregar el flete del material de la logística de entrada en proveedores clave y control de las decisiones de ruta de ingreso.	NA		0		

En la ilustración 11 se muestra el resumen de la evaluación.

En la ilustración 12 se muestra el resumen del resultado final de la evaluación SCOR.

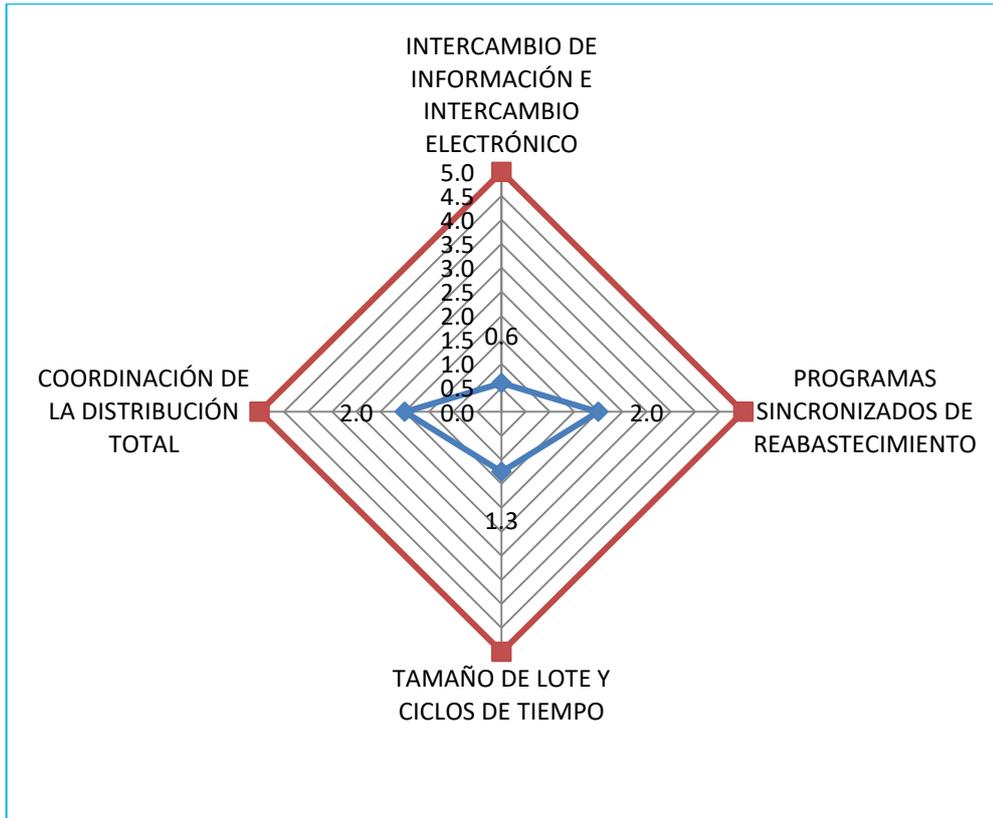


Ilustración 11 Resumen de Gestión de Materiales en la Logística de Entrada



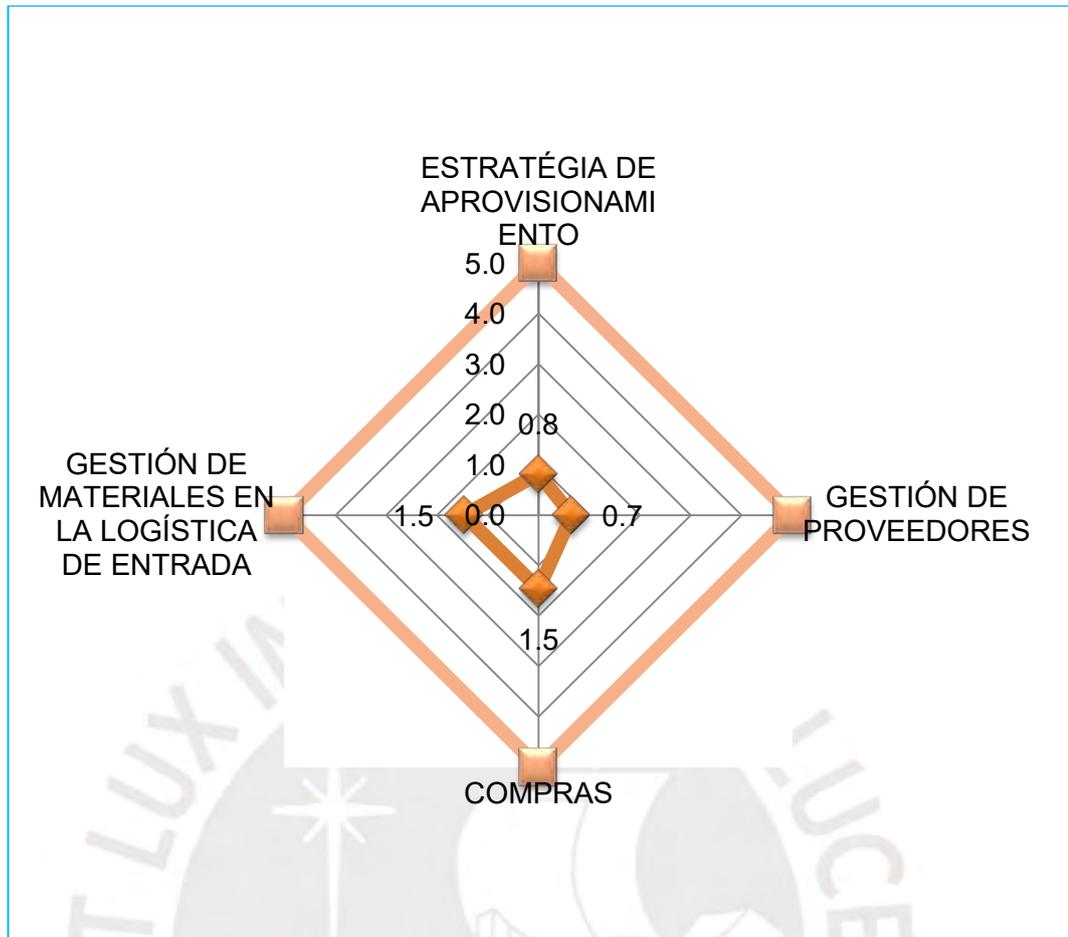


Ilustración 12 Resumen de Resultados Finales SCOR

Como se puede observar en la ilustración 12, todos los aspectos tienen valores muy bajos, esto se debe a la falta de gestión en el área de logística. Las respectivas medidas correctivas se desarrollarán en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORA

En el presente capítulo se desarrollará la propuesta de mejora de los problemas detectados en el capítulo anterior.

Para los problemas detectados en el Área de Ventas, tener un procedimiento claro ayudará a poder elevar la eficiencia de las ventas.

Los problemas encontrados en Logística se podrán solucionar con la aplicación de la herramienta de las 5S y las medidas correctivas respectivas para los problemas encontrados con la herramienta SCOR.

Para Producción, se utilizará las 5S, una nueva distribución de planta y optimización del flujo de producción.

A continuación, se utilizarán las 5S, las Medidas Correctivas a SCOR, Distribución de Planta y la Optimización del Flujo de Producción que ayudarán a poder dar solución a los problemas encontrados. En cada herramienta propuesta, se indica el equipo de trabajo para la respectiva implementación.

El tiempo de trabajo propuesto es de 5 meses y se detalla en la tabla 33.

Tabla 33 Cronograma de Implementación

Herramienta	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5
Procedimiento de Ventas					
5S					
SCOR					
Distribución de Planta					

### 5.1 5S

El equipo de trabajo para la implementación de las 5S es de 12 personas que se detalla en la tabla 34.

En las tablas 35, 36, 37, 38, 39 y 40 se muestran la aplicación de la herramienta de las 5S para supervisión, almacén, corte, armado y soldado, baño químico y acabado.

Tabla 34 Equipo de trabajo para la Implementación de las 5S

Área	Personal	
Supervisión	Supervisor	1
	Colaborador	1
Almacén	Supervisor	1
	Colaborador	1
Corte	Supervisor	1
	Colaborador	1
Armado y Soldado	Supervisor	1
	Colaborador	1
Baño Químico	Supervisor	1
	Colaborador	1
Acabado	Supervisor	1
	Colaborador	1

12

En la tabla 35 se muestra la aplicación de las 5S al Área de Supervisión que pertenece a producción, considerando la situación actual y propuesta de mejora.

Tabla 35 Aplicación 5S a Supervisión

Categoría 5 s	Situación Actual	Propuesta de Mejora
Organizar	<p>Documentos sin archivar, hay sobrantes de material de producción que están en el camino hacia la salida.</p> 	<p>Identificar y separar documentos que son necesarios de los innecesarios. Los materiales sobrantes no deben estar en la oficina de supervisión.</p>
Ordenar	<p>Hay varios tipos de documentos que están sin ordenar ni clasificar.</p> 	<p>Los documentos que necesitan ser archivados se pueden clasificar por fechas, clientes y por producto</p>
Limpiar	<p>Hay mucha suciedad en el suelo, escritorio, paredes de la oficina de supervisión</p>	<p>Establecer un plan de limpieza con el personal asignado.</p>
Normalizar	<p>No hay una manera actual para normalizar</p>	<p>Hacer un procedimiento escrito para poder organizar, ordenar y limpiar</p>

Mantener	No hay una forma actual para mantener	Hacer revisiones periódicas sobre lo que se ha conformado en la normalización
----------	---------------------------------------	---

En la tabla 36 se muestra la aplicación de las 5S al Área de Almacén que pertenece a logística, considerando la situación actual y propuesta de mejora.

Tabla 36 Aplicación 5S a Almacén

<b>Categoría 5 s</b>	<b>Situación Actual</b>	<b>Propuesta de Mejora</b>
Organizar	<p>Materiales sin organizar, mezclados entre sí, hay materiales en mal estado. Documentos de almacén sin organizar</p> 	Clasificar a los materiales por tipos y solo conservar los que están en buen estado.
Ordenar	<p>Materia prima desordenada, principales insumos almacenados sin clasificar</p> 	Ordenar los materiales e insumos por tipos. Poner nombre a los espacios donde se guardan. Tener un inventario electrónico
Limpiar	Pisos y estantes con polvo. Materiales con oxido	Limpiar periódicamente pisos y estantes. Utilizar deshumecedores eléctricos para reducir el óxido de los materiales.
Normalizar	No hay ninguna normalización	Hacer un procedimiento escrito para poder organizar, ordenar y limpiar
Mantener	No hay una forma actual para mantener	Hacer revisiones periódicas sobre lo que se ha conformado en la normalización

En la tabla 37 se muestra la aplicación de las 5S al Área de Corte que pertenece a producción, considerando la situación actual y propuesta de mejora.

Tabla 37 Aplicación 5S a Corte

Categoría 5 s	Situación Actual	Propuesta de Mejora
Organizar	<p>Las herramientas de corte están desorganizadas en la mesa de trabajo. Hay herramientas en mal estado.</p> 	<p>Separar las herramientas en buen estado y desechar las de mal estado. Organizar las herramientas por tipos.</p>
Ordenar	<p>Área de trabajo con herramientas y materiales desordenados</p> 	<p>Ordenar la zona de trabajo separando las herramientas de los materiales a trabajar</p>
Limpiar	<p>Mesa de trabajo con polvo y con restos de materiales residuales. Pisos sucios</p>	<p>Limpiar mesa y piso luego de cada trabajo.</p>
Normalizar	<p>No existe normalización alguna</p>	<p>Hacer un procedimiento escrito para poder organizar, ordenar y limpiar. Tener un plan de mantenimiento para las herramientas de corte</p>
Mantener	<p>No hay una forma actual para mantener</p>	<p>Hacer revisiones periódicas sobre lo que se ha conformado en la normalización</p>

En la tabla 38 se muestra la aplicación de las 5S al Área de Armado y Soldado que pertenece a producción, considerando la situación actual y propuesta de mejora.

Tabla 38 Aplicación 5S a Armado y Soldado

Categoría 5 s	Situación Actual	Propuesta de Mejora
Organizar	<p>El equipo de soldadura estorba el paso de los colaboradores. Herramientas de armado están desorganizadas</p> 	<p>Mejor ubicación del equipo de soldadura. Organizar herramientas por tipos</p>
Ordenar	<p>Zona de trabajo de soldadura desordenada luego de realizar trabajos</p> 	<p>Ordenar zona de trabajo, colocar las herramientas en su respectivo lugar.</p>
Limpiar	<p>Hay restos de escoria de soldadura en la mesa y en el piso. Equipo de soldadura con polvo</p>	<p>Limpiar mesa y piso luego de cada trabajo. Limpiar equipo soldadura periódicamente.</p>
Normalizar	<p>No existe normalización alguna</p>	<p>Hacer un procedimiento escrito para poder organizar, ordenar y limpiar. Tener un plan de mantenimiento para las herramientas y equipo de soldadura.</p>
Mantener	<p>No hay una forma actual para mantener</p>	<p>Hacer revisiones periódicas sobre lo que se ha conformado en la normalización</p>

En la tabla 39 se muestra la aplicación de las 5S al Área de Baño Químico que pertenece a producción, considerando la situación actual y propuesta de mejora.

Tabla 39 Aplicación 5S a Baño Químico

Categoría 5 s	Situación Actual	Propuesta de Mejora
Organizar	Utilajes, herramientas y documentos desorganizados 	Organizar y separar utilajes, herramientas y documentos de los que sirven y de los que no.
Ordenar	Herramientas y utilajes no están en el sitio correspondiente. Documentos maltratados y desordenados.	Colocar las herramientas y utilajes en su sitio correspondiente luego de cada trabajo. Ordenar cronológicamente los documentos de trabajo.
Limpiar	Mesa de trabajo, piso, herramientas y utilajes sucios	Limpiar mesa de trabajo, piso y utilajes luego de cada trabajo
Normalizar	No existe normalización alguna	Hacer un procedimiento escrito para poder organizar, ordenar y limpiar. Tener un plan de mantenimiento para las herramientas y utilajes.
Mantener	No hay una forma actual para mantener	Hacer revisiones periódicas sobre lo que se ha conformado en la normalización

En la tabla 40 se muestra la aplicación de las 5S al Área de Acabado que pertenece a producción, considerando la situación actual y propuesta de mejora.

Tabla 40 Aplicación 5S a Acabado

Categoría 5 s	Situación Actual	Propuesta de Mejora
Organizar	Herramientas, insumos desorganizados y mangas de pulido desorganizadas	Seleccionar herramientas e insumos de los que sirven y de los que no. Organizar las mangas de pulido adecuadamente
Ordenar	Mesa de trabajo desordenada con herramientas e insumos de trabajos anteriores. 	Ordenar la mesa de trabajo después de cada trabajo.
Limpiar	Mesa de trabajo, piso y pulidoras sucias.	Limpieza de mesa, piso y pulidoras luego de cada trabajo.
Normalizar	No existe normalización alguna	Hacer un procedimiento escrito para poder organizar, ordenar y limpiar. Tener un plan de mantenimiento para las herramientas y pulidoras.
Mantener	No hay una forma actual para mantener	Hacer revisiones periódicas sobre lo que se ha conformado en la normalización

## 5.2 Medidas Correctivas a SCOR

El equipo de trabajo para la implementación del SCOR es el supervisor de logística. En las tablas 41, 42, 43, 44, 45 y 46 se muestran las medidas correctivas para el Área de Logística.

En la tabla 41 y 42 se muestran las medidas correctivas para aprovisionamiento.

Tabla 41 Medidas Correctivas para Aprovisionamiento parte 1

Aprovisionamiento	Medidas Correctivas
<b>ANÁLISIS DE COSTOS</b>	Tener histórico de los precios de los principales insumos para poder hacer análisis
	Mapear y analizar la cadena de suministro para optimizar los costos de producción
	Análisis de costo de compra para poder conocer el impacto total en el proveedor
	Considerar el impacto en el costo total del proveedor en servicios tales como la consignación y cuando el inventario son manejado por el proveedor.
	Analizar la condición y estabilidad financiera del proveedor
<b>ESTRATÉGIA DE COMPRAS</b>	Los costos de interrupción del suministro deben ser compartidos con el proveedor para identificar las oportunidades de reducir costos.
	Comunicación oportuna al cliente cuando hay incrementos inesperados de los materiales
	Compartir los procesos y aplicaciones con el proveedor para tomar ventaja de su experiencia.
	Realizan reuniones con los proveedores para canalizar iniciativas de mejoramiento de reducción de costos.
	Tener acuerdos de servicios definidos con los proveedores donde definen los niveles de flexibilidad o recursos adicionales disponibles dentro de los ciclos de tiempo acordados.
<b>GESTIÓN DE COMPRAS</b>	Los contratos con proveedores a largo plazo deben estar basados en el costo total de adquisición.
	Los contratos con proveedores deben obligar a reducir costos de mejora en el tiempo mediante el lenguaje de “mejora continua”.
	Se debe tener acuerdos a largo plazo de manera que permitan contratos u órdenes de compra anual o multi-anual y reducción en el costo total de ordenar.
	Se debe tener contratos con proveedores estratégicos, basados en el costo total de adquisición y para compartir beneficios de mejoramiento de procesos.
	Se debe contar con contratos estandarizados con proveedores segmentados por categorías para asegurar su consistencia.
	Se debe tener estándares de desempeño sobre mediciones claves por proveedor y comprador incluidos en los contratos.
	Se debe tener acuerdos de compra anual o multianual dentro del planeamiento de órdenes de compra, de manera que permitan a los proveedores compartir riesgos y visibilidad hacia delante dentro del programa maestro de abastecimiento.

Tabla 42 Medidas Correctivas para Aprovisionamiento parte 2

Aprovisionamiento	Medidas Correctivas
<b>CRITERIO Y SELECCIÓN DE PROVEEDORES</b>	Los criterios de selección debe ser definidos previamente para los procesos de Requerimiento para Información y los Requerimientos para Propuestas (RFI/RFP)
	Se debe tener programas obligatorios de certificación de proveedores.
	Como parte del proceso de selección se debe establecer una asociación o relación a largo plazo con el proveedor para asegurar suministro a bajo costo.
	Los criterios de selección deben ser compartidos con proveedores potenciales durante los procesos de Requerimientos para Información y Requerimientos para Propuestas (RFI/RFP), con el entendimiento de que ellos formarán la base de para la certificación de proveedores y la gestión del desempeño actual.
	Los procesos de selección de proveedores deben considerar el soporte actual y futuro de ventaja competitiva que puede brindar el proveedor en todos los niveles de la organización. (Compras con valor agregado)
	La evaluación de la calificación de las pre-ofertas debe estar basados en criterios de valor específico de la compañía, como por ejemplo: calidad, seguridad, estabilidad financiera, entre otros.
<b>CONSOLIDACIÓN DE PROVEEDORES</b>	Se debe tener un listado de proveedores
	Se debe contar con fuentes alternativas de suministro de materiales identificadas, cuantificadas y calificados.
	Se debe considerar requerimientos geográficos dentro de las iniciativas de consolidación de proveedores.
	Se debe hacer una evaluación de riesgos y planeamiento de contingencias para manejar posibles interrupciones de la cadena de suministro.
<b>HACER O COMPRAR</b>	Realizan revisiones anuales del costo total de productos vendidos para los productos fabricados internamente y costo total de adquisición para productos suministrados por proveedores.
	Realizan análisis del margen de contribución para el análisis de hacer o comprar.
	Se debe realizar revisiones anuales usando costos basados en actividades y análisis marginal para productos fabricados internamente y costo total de adquisición más la estabilidad de largo plazo del costo y del suministro para productos comprados.
	Se debe incluir en el análisis la utilización de la capacidad interna y el impacto de los costos indirectos fijos
<b>COMPRAS EN GRUPO</b>	Se debe tener acuerdos de compras en grupo para materiales estratégicos y/o de alto valor.
	Se debe realizar compras bien coordinadas de todos los materiales directos, componentes y suministros de repuestos haciendo uso al máximo de sinergias para apalancar el desempeño del proveedor.
	Se debe utilizar equipos multifuncionales para incluir a clientes internos y externos clave, a fin de asegurar resultados de procesos de compras grandes.

En la tabla 43 y 44 se muestran las medidas correctivas para gestión de proveedores.

Tabla 43 Medidas Correctivas para Gestión de Proveedores parte 1

Gestión de Proveedores	Medidas Correctivas
<b>TÁCTICAS PARA PROVEEDORES</b>	<p>Se deben medir a los proveedores contra objetivos publicados de desempeño.</p> <p>Se debe realizar un benchmarking entre los proveedores para evaluar pérdidas de procesos y apalancar oportunidades.</p> <p>Se debe realizar ratings de proveedores vinculados a acuerdos de niveles de servicio, en los que se incluye disponibilidad, calidad y otros criterios.</p> <p>Se debe tener acuerdos referidos a gestión de inventario manejados por el proveedor para permitirles visibilidad en el reabastecimiento y manejo del inventario al menor costo posible para ambas partes.</p> <p>Los acuerdos de gestión de inventario se deben manejar por el proveedor incluye compartir pronósticos y datos de demanda.</p> <p>Se debe tener acuerdos de consignación como parte de los acuerdos de inventario manejado por el proveedor, de manera que se reduzcan activos y ciclos de tiempo mientras incrementan la disponibilidad de materiales críticos.</p>
<b>INVOLUCRAMIENTO DE PROVEEDORES</b>	<p>Se debe tener iniciativas de mejoramiento conjunto con los proveedores más importantes, para mejorar el desempeño del suministro contra objetivos previamente definidos.</p> <p>Los proveedores más importantes deben estar involucrados proactivamente, incluyendo el desarrollo conjunto de nuevos productos.</p> <p>Se deben reconocer las habilidades de los proveedores y los recompensan apropiadamente.</p> <p>Los proveedores más importantes deben estar involucrados proactivamente, incluyendo el desarrollo conjunto de nuevos productos y el soporte a lo largo de toda la cadena de suministro.</p> <p>La efectividad de las relaciones con los proveedores se puede medir por sus contribuciones en la innovación de productos.</p> <p>Se debe tener proveedores importantes con presencia en las operaciones, completamente integrados dentro de las actividades de la cadena de suministro, incluyendo el planeamiento estratégico, reuniones de comunicación y revisiones regulares de desempeño.</p>
<b>EVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>	<p>Se deben realizar reuniones regulares (revisión trimestral de negocios) para evaluar usando conjuntamente determinados criterios de costo y servicio.</p> <p>La información sobre requerimientos debe estar establecida y entendida por todas las partes.</p> <p>Las medidas de desempeño deben ser determinados, controlados y comunicados</p> <p>Los proveedores se deben autoevaluar basados en el costo total de adquisición y el nivel de servicio total.</p> <p>Se debe tener revisiones trimestrales que estén concentradas en oportunidades conjuntas para mejoramiento potencial por ambas partes.</p> <p>Las medidas de desempeño se deben actualizar en tiempo real y son de acceso mutuo.</p> <p>La definición de las medidas de desempeño se debe realizar en forma compartida.</p>

Tabla 44 Medidas Correctivas para Gestión de Proveedores parte 2

Gestión de Proveedores	Medidas Correctivas
<b>DESEMPEÑO DE PROVEEDORES</b>	Los embarques tardes o incompletos, y/o con defectos deben estar incluidas de las medidas de desempeño.
	La gerencia del producto debe trabajar con el proveedor para establecer las causas raíces de los defectos y determinar la apropiada solución al problema.
	Las medidas de desempeño deben incluir la calidad, costo, tiempo y servicio.
	La gerencia del producto debe trabajar con el proveedor para establecer las causas raíces de los defectos y determinar la apropiada solución y asegurar un desempeño con cero defectos.
	El despacho completo, en tiempo y libre de defectos debe tener un nivel de 99.9%.
	Las razones de las deducciones de facturas deben estar codificadas para que sean utilizadas como fuente de datos para procesos de mejoramiento de desempeño.
	En forma conjunta con los proveedores principales se deben identificar y perseguir oportunidades de compartir ahorros en costo a través de mejoramientos continuos.
	Se deben establecer compromisos de productividad mínima con posibles beneficios compartidos si se incrementa dicha productividad.
<b>RELACIONES CON LOS PROVEEDORES</b>	Se deben mantener una relación positiva usando la filosofía ganar – ganar.
	La calidad y habilidad del proveedor en los procesos se debe utilizar cuando ocurren los problemas.
	Se debe mantener contacto en todos los niveles con visitas regulares a la compañía y fábricas de los proveedores.
	El proveedor debe mantener disponible su habilidad mediante permanencia constante en el lugar de operación.
<b>PARÁMETROS DE TRABAJO</b>	Los Parámetros Estándares de Trabajo – SOW, se deben utilizar solo para clientes más importantes.
	Los Parámetros de Trabajo se deben crear localmente son normalmente utilizados.
	Los Parámetros Estándares de Trabajo – SOW, se deben utilizar solo para clientes más importantes.
	Los Parámetros de Trabajo deben ser creados localmente son normalmente utilizados.
<b>AUDITORÍA DEL PROVEEDOR</b>	Se deben realizar auditorías de desempeño de los proveedores con personas que no son parte de la negociación del proveedor ni del proceso de aprobación.
	Los problemas encontrados durante los procesos de auditoria se deben dirigir y arreglar cuando estos ocurran.
	Se deben establecer requerimientos para que los proveedores claves estén totalmente certificados y sujetos a continuas auditorias y revisión de procesos.

En la tabla 45 se muestran las medidas correctivas para compras.

Tabla 45 Medidas Correctivas para Compras

Compras	Medidas Correctivas
<b>COMPRAS REPETITIVAS DE MATERIALES DIRECTOS E INDIRECTOS</b>	Se deben manejar órdenes de compra abierta para cubrir requerimientos del periodo.
	Se deben cancelar órdenes de compra contra órdenes de compra abiertas, las cuales son generadas automáticamente y están basadas en la demanda periódica.
	Se debe tener un claro entendimiento de la capacidad del proveedor el cual está reflejado en el ciclo de tiempo y las restricciones de volumen del sistema de compras.
	Las compras diarias deben estar automatizadas a través del sistema de negocios (KanBan, entre otros) para que la tasa reabastecimiento esté vinculada a la tasa de consumo.
	Las órdenes de compra emitidas por el sistema de información deben evitar requerimientos para generar y revisar requisiciones de compra.
	Se debe establecer procesos para eliminar la necesidad de hacer seguimiento a órdenes vencidas o atrasadas.
<b>AUTORIZACIÓN PARA COMPRAS EVENTUALES</b>	Se debe tener procedimientos definidos para compras eventuales permiten compras a ser autorizadas por individuos, compradores o gerentes dependiendo del costo.
	Se debe tener la autorización de compras eventuales está basada en un conjunto formal de reglas de negocios.
<b>EFFECTIVIDAD DE LA FUNCIÓN DE COMPRAS</b>	Debe estar involucrados equipos multifuncionales en la decisión de suministro con contratos de negociación de compra.
	La productividad total de la función de compras debe estar expresada como un porcentaje del costo variable total, del costo fijo total y de los costos totales.
<b>SISTEMA DE PAGO</b>	Se debe tener pago contra recibo de materiales y auto facturas para un número seleccionado de proveedores con muchas transacciones.
	Se debe utilizar apropiadamente la generación de auto factura, la estabilización de precios, pagos en línea y transferencia de fondos electrónicos.
	Los pagos a los proveedores se deben realizar según el consumo de los materiales en el punto de uso.

En la tabla 46 se muestran las medidas correctivas para gestión de materiales en la logística de entrada.

Tabla 46 Medidas Correctivas para Gestión de Materiales en la Logística de Entrada

GESTIÓN DE MATERIALES EN LA LOGÍSTICA DE ENTRADA	Medidas Correctivas
<b>INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN E INTERCAMBIO ELECTRÓNICO</b>	El intercambio de información está debidamente automatizado vía interfaces electrónicas.
	En la industria se intercambia información de forma estandarizada.
	El intercambio de información debe estar completamente automatizado vía Internet.
<b>PROGRAMAS SINCRONIZADOS DE REABASTECIMIENTO</b>	Los despachos se deben realizar directamente a la línea de producción, al final del cambio del turno, antes de ser usados.
	Los despachos de materiales deben estar sincronizados y debidamente secuenciados en orden de su uso, de manera que los primeros materiales a ser usados sean los que primeros sean descargados del camión o de los pallets correspondientes.
<b>TAMAÑO DE LOTE Y CICLOS DE TIEMPO</b>	Los tamaños de lote y los ciclos de tiempo deben ser optimizados tomando en cuenta el espacio de almacén y la eficiencia del transporte.
	Los costos de inventario, espacio, transporte, empaque y embalaje deben ser optimizados entre la compañía y el proveedor, basados en restricciones y capacidades mutuas.

<b>COORDINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN TOTAL</b>	Los despachos de los proveedores a los puntos de uso deben estar sincronizados con la producción para reducir el inventario y la manipulación de material.
	Los proveedores deben estar alineados con los procesos de la compañía, minimizando los costos de la cadena de suministro para ambos.

### 5.3 Distribución de Planta

Para aumentar la eficiencia de producción es necesaria una nueva distribución de planta. El equipo de trabajo será una empresa constructora que realizará las obras civiles.

Para poder determinar las nuevas propuestas de distribuciones se realizó lo siguiente:

- a) Se determinó la relación de actividades entre sí con el diagrama relacional de actividades.
- b) Se realizó el cálculo de área requerida, se utilizó 3 métodos: Cálculo, Conversión y Guerchet.
- c) Con estas informaciones se dibujó 1 propuesta de nueva distribución de planta.

En la figura 39 se muestra el diagrama relacional de actividades.

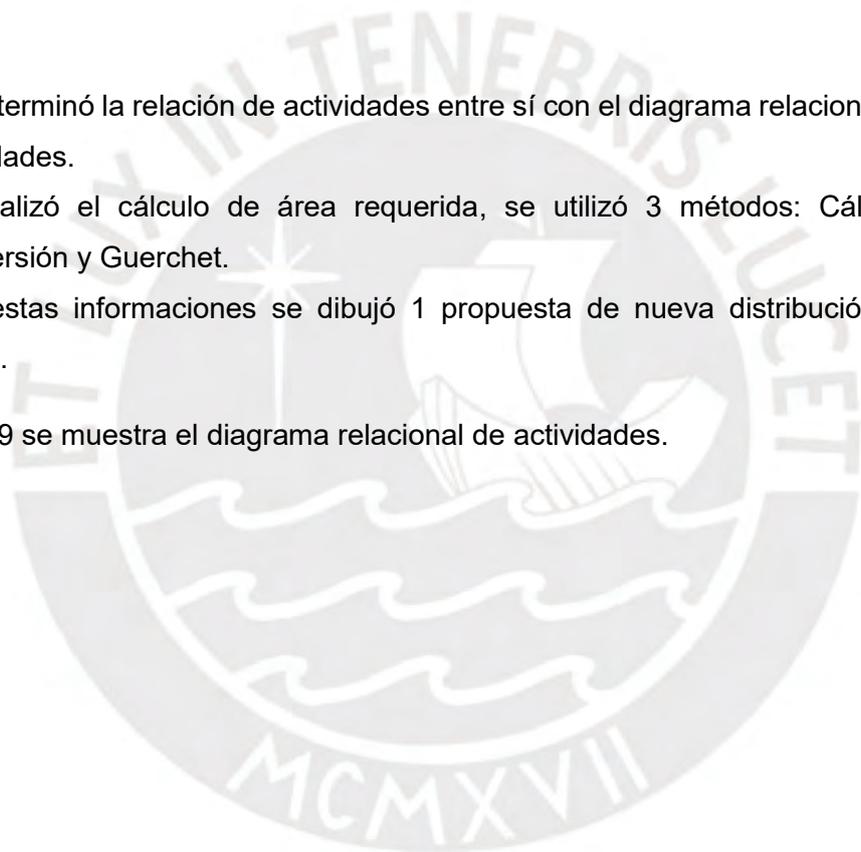




Tabla 47 Método de Cálculo en m2

Área	Largo	Ancho	Requerido en m2
Supervisión	3	2	6
Almacén	3	3	9
Corte	2	2	4
Armado y Soldado	2	2.5	5
Baño Químico	7.5	3	22.5
Acabado	5.5	3	16.5
Productos Terminados	2	1	2
			<b>65.00</b>

En la tabla 48 se muestra el método de Conversión realizado.

Tabla 48 Método de Conversión en m<sup>2</sup>

Área	Superficie Ocupada Actualmente m <sup>2</sup>	Reajuste m <sup>2</sup>	Ahora debería ser m <sup>2</sup>	Aumento o disminución %	Superficie Necesaria m <sup>2</sup>	Superficie Previstas m <sup>2</sup>	Aumento o disminución %	Superficie Necesaria m <sup>2</sup>	Superficie Prevista m <sup>2</sup>
Supervisión	3.75	2.0	5.75	53%	5.78	5.00	-14%	5	5
Almacén	6.75	2.0	8.75	30%	8.78	10.00	14%	10	10
Corte	8.76	0.0	8.76	0%	8.76	9.00	3%	9	9
Armado y Soldado	21.00	-10.0	11.00	-48%	10.95	11.00	0%	11	11
Baño Químico	16.88	2.0	18.88	12%	18.90	19.00	1%	19	19
Acabado	11.00	3.0	14.00	27%	14.04	14.00	0%	14	14
Productos Terminados	9.75	-5.0	4.75	-51%	4.73	3.00	-37%	3	3
	77.89	-6.00	71.89	23%	71.93	71.00	-33%	71.00	71.00

En la tabla 49 y 50 se muestra el método Guerchet utilizado para el cálculo de las áreas de producción.

Tabla 49 Método Guerchet parte 1

<b>Área de Supervisión</b>										
<b>Elementos Estáticos</b>										
<b>Máquinas</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Escritorio	1	3	1.3	1	0.75	0.5	1.3	3.9	2.6	7.8
<b>Elementos Móviles</b>										
<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Supervisor	1	0	0	0	1.65	0.5	0	0	0	0
Total										<b>7.8</b>
<b>Área de Almacén</b>										
<b>Elementos Estáticos</b>										
<b>Máquinas</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Escritorio	1	3	1.3	1	0.75	0.29	1.3	3.9	1.53	6.73
Estante	1	3	3	0.5	1.8	0.71	1.5	4.5	4.24	10.24
1.28										<b>16.96</b>
<b>Elementos Móviles</b>										
<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Supervisor	1	0	0	0	1.65	0.5	0	0	0	0
Total										<b>16.96</b>
<b>Área de Corte</b>										
<b>Elementos Estáticos</b>										
<b>Máquinas</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Mesa	1	4	1.3	1	1	0.5	1.3	5.2	3.25	9.75
Cizalla	1	3	0.5	0.5	1	0.5	0.25	0.75	0.5	1.5
1										<b>11.25</b>
<b>Elementos Móviles</b>										
<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Colaborador	3	0	0	0	1.65	0.5	0	0	0	0
Total										<b>11.25</b>
<b>Área de Armado y Soldado</b>										
<b>Elementos Estáticos</b>										
<b>Máquinas</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Esmeril	2	3	0.5	0.5	1	0.38	0.25	0.75	0.38	2.75
Taladrado	1	3	0.5	1	1.8	0.68	0.50	1.50	1.36	3.36
Torno	1	2	1	0.5	1.5	0.57	0.50	1.00	0.85	2.35
Oxiacetileno	1	1	0.5	0.5	1	0.38	0.25	0.25	0.19	0.69
1.33										<b>9.15</b>
<b>Elementos Móviles</b>										
<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Colaborador	3	0	0	0	1.65	0.5	0	0	0	0
Total										<b>9.15</b>

Tabla 50 Método Guerchet parte 2

<b>Área de Baño Químico</b>										
<b>Elementos Estáticos</b>										
<b>Máquinas</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Tina	4	3	1	1	0.5	0.5	1	3	2	24
										24
<b>Elementos Móviles</b>										
<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Colaborador	4	0	0	0	1.65	0.5	0	0	0	0
										Total <b>24</b>
<b>Área de Acabado</b>										
<b>Elementos Estáticos</b>										
<b>Máquinas</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Pulidoras	3	3	1	1	1.5	0.5	1	3	2	18
										18
<b>Elementos Móviles</b>										
<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Colaborador	3	0	0	0	1.65	0.5	0	0	0	0
										Total <b>18</b>
<b>Área de Productos Terminados</b>										
<b>Elementos Estáticos</b>										
<b>Máquinas</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>L(m)</b>	<b>a(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>K</b>	<b>Ss</b>	<b>Sg</b>	<b>Se</b>	<b>St</b>
Estante	1	1	6.5	1.5	1.5	0.5	9.75	9.75	9.75	29.25
										29.25
										Total <b>29.25</b>

En la tabla 51 se muestra el resumen de los métodos utilizados para el cálculo de las áreas de producción y se indica las medidas a utilizar para las 2 propuestas de distribución de planta.

Tomando en cuenta el diagrama de distribución de actividades y las medidas a utilizar, se dibujó 1 propuesta de distribución de planta. La propuesta se muestra en las figuras 40.

Tabla 51 Resumen de Métodos Utilizados en m2

Área	Actual	Métodos			Máximo	Mínimo	Promedio	A Considerar	A Utilizar
		Cálculo	Conversión	Guerchet					
Supervisión	3,75	6,00	5,00	7,80	7,80	3,75	5,64	3,75	4,00
Almacén	6,75	9,00	10,00	16,96	16,96	6,75	10,68	9,00	9,00
Corte	8,76	4,00	9,00	11,25	11,25	4,00	8,25	4,00	4,00
Armado y Soldado	21,00	5,00	11,00	9,15	21,00	5,00	11,54	5,00	5,00
Baño Químico	16,88	22,50	19,00	24,00	24,00	16,88	20,59	20,59	21,00
Acabado	11,00	16,50	14,00	18,00	18,00	11,00	14,88	18,00	18,00
Productos Terminados	9,75	2,00	3,00	29,25	29,25	2,00	11,00	2,00	2,00
	77,89	65,00	71,00	116,42	128,26	49,38	82,58	62,34	63,00

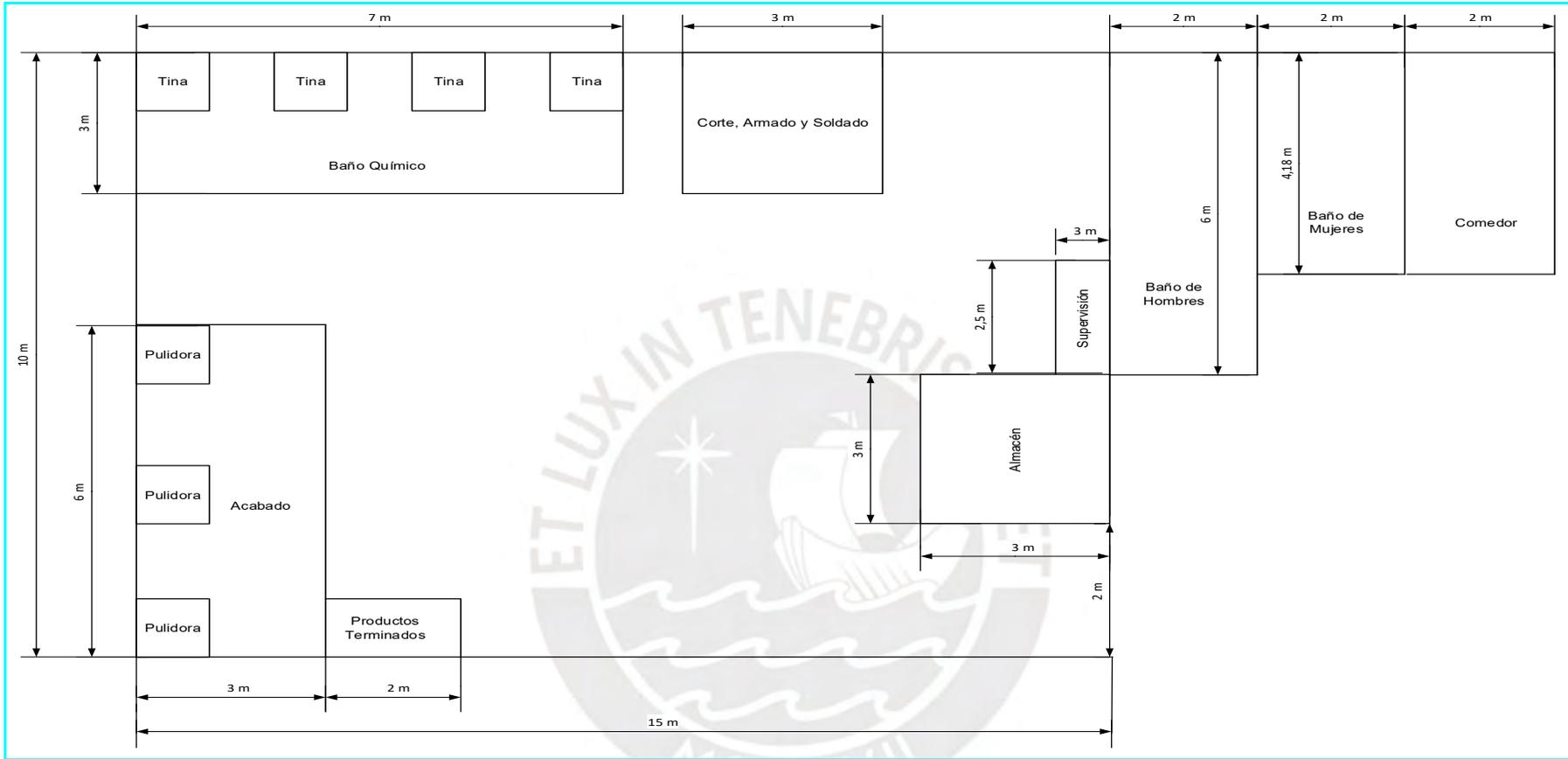


Figura 40 Propuesta de Distribución de Planta

## 5.4 Optimización del Flujo de Producción

De acuerdo a la nueva distribución de planta se tiene un nuevo diagrama de VSM para la fabricación del producto principal que es el cáliz que se muestra en la figura 41.

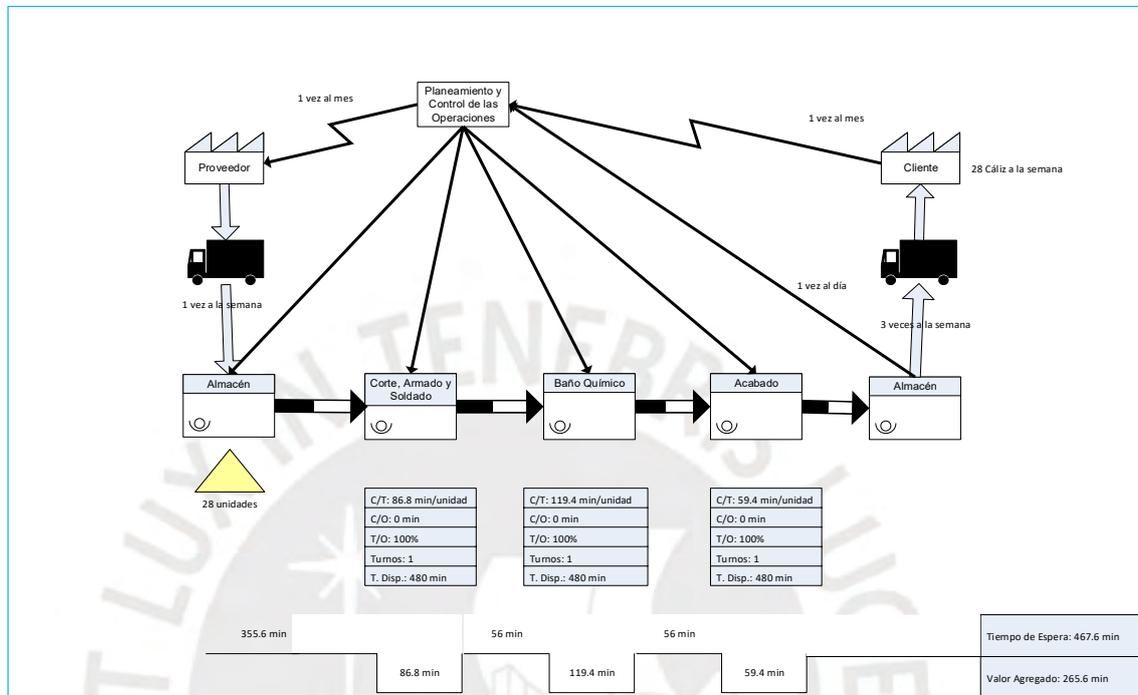


Figura 41 VSM del Proceso Futuro para la Fabricación de 28 Cáliz

El equipo de trabajo para la optimización del flujo de producción será el supervisor de taller con la ayuda de los colaboradores del taller.

En la figura 42 se muestra el proceso productivo para los 4 principales productos. Para poder optimizar el flujo de producción, no se considera la demanda porque se quiere maximizar la utilidad de cada producto terminado, es decir, se quiere saber qué producto es rentable fabricar, se utilizará la programación lineal.

Las variables de decisión son las siguientes:

- Xca: cantidad de cáliz a fabricar
- Xco: cantidad de copones a fabricar
- Xpa: cantidad de patenas a fabricar
- Xcu: cantidad de custodias a fabricar
- Xbca: cantidad de bronce para cáliz
- Xoca: cantidad de oro para cáliz
- Xnca: cantidad de níquel para cáliz

- $X_{pca}$ : cantidad de plomo para cáliz
- $X_{lca}$ : cantidad de lija para cáliz
- $X_{bco}$ : cantidad de bronce para copón
- $X_{oco}$ : cantidad de oro para copón
- $X_{nco}$ : cantidad de níquel para copón
- $X_{pco}$ : cantidad de plomo para copón
- $X_{lco}$ : cantidad de lija para copón
- $X_{bpa}$ : cantidad de bronce para patena
- $X_{opa}$ : cantidad de oro para patena
- $X_{npa}$ : cantidad de níquel para patena
- $X_{lpa}$ : cantidad de lija para patena
- $X_{bcu}$ : cantidad de bronce para custodia
- $X_{ocu}$ : cantidad de oro para custodia
- $X_{ncu}$ : cantidad de níquel para custodia
- $X_{pcu}$ : cantidad de patena para custodia
- $X_{lpa}$ : cantidad de lija para custodia

La función de maximización de la utilidad es la siguiente:

$$\max 200 X_{ca} + 250 X_{co} + 30 X_{pa} + 700 X_{cu} - (X_{bca}/ 0.25 + X_{oca}/ 0.5 + X_{nca}/10 + X_{pca}/ 10 + X_{lca}/3 + X_{bco}/ 0.30 + X_{oco}/ 0.6 + X_{nco}/12.5 + X_{pco}/ 12.5 + X_{lco}/4 + X_{bpa}/ 0.04 + X_{opa}/ 0.08 + X_{npa}/ 1.5 + X_{lpa}/ 1 + X_{bcu}/ 0.88 + X_{ocu}/ 1.75 + X_{ncu}/ 35 + X_{pcu}/ 35 + X_{lpa}/ 11)$$

Las restricciones son las siguientes:

- $X_{bca}/ 0.25 = X_{ca}$  cantidad de plancha de bronce para cáliz
- $X_{oca}/ 0.5 = X_{ca}$  cantidad de oro para cáliz
- $X_{nca}/10 = X_{ca}$  cantidad de níquel para cáliz
- $X_{pca}/ 10 = X_{ca}$  cantidad de plomo para cáliz
- $X_{lca}/3 = X_{ca}$  cantidad de lija para cáliz
- $X_{bco}/ 0.30 = X_{co}$  cantidad de plancha de bronce para copón

- $X_{oco}/0.6 = X_{co}$  cantidad de oro para copón
- $X_{nco}/12.5 = X_{co}$  cantidad de níquel para copón
- $X_{pcu}/12.5 = X_{co}$  cantidad de plomo para copón
- $X_{lco}/4 = X_{co}$  cantidad de lija para copón
- $X_{bpa}/0.04 = X_{pa}$  cantidad de plancha de bronce para patena
- $X_{opa}/0.08 = X_{pa}$  cantidad de oro para patena
- $X_{npa}/1.5 = X_{pa}$  cantidad de níquel para patena
- $X_{lpa}/1 = X_{pa}$  cantidad de níquel para patena
- $X_{bcu}/0.88 = X_{cu}$  cantidad de plancha de bronce para custodia
- $X_{ocu}/1.75 = X_{cu}$  cantidad de oro para custodia
- $X_{ncu}/35 = X_{cu}$  cantidad de níquel para custodia
- $X_{pcu}/35 = X_{cu}$  cantidad de plomo para custodia
- $X_{lpa}/11 = X_{cu}$  cantidad de lija para custodia
- $86.8X_{ca} + 108.5X_{co} + 13X_{pa} + 303.8X_{cu} \leq 57600$  tiempo disponible al mes para corte, armado y soldado
- $119.4X_{ca} + 149.3X_{co} + 17.9X_{pa} + 417.9X_{cu} \leq 38400$  tiempo disponible al mes para baño químico
- $59.4X_{ca} + 74.3X_{co} + 8.9X_{pa} + 207.9X_{cu} \leq 28800$  tiempo disponible al mes para acabado
- $62X_{ca} + 77.5X_{co} + 9.3X_{pa} + 217X_{cu} \leq 9600$  tiempo disponible al mes para viaje.

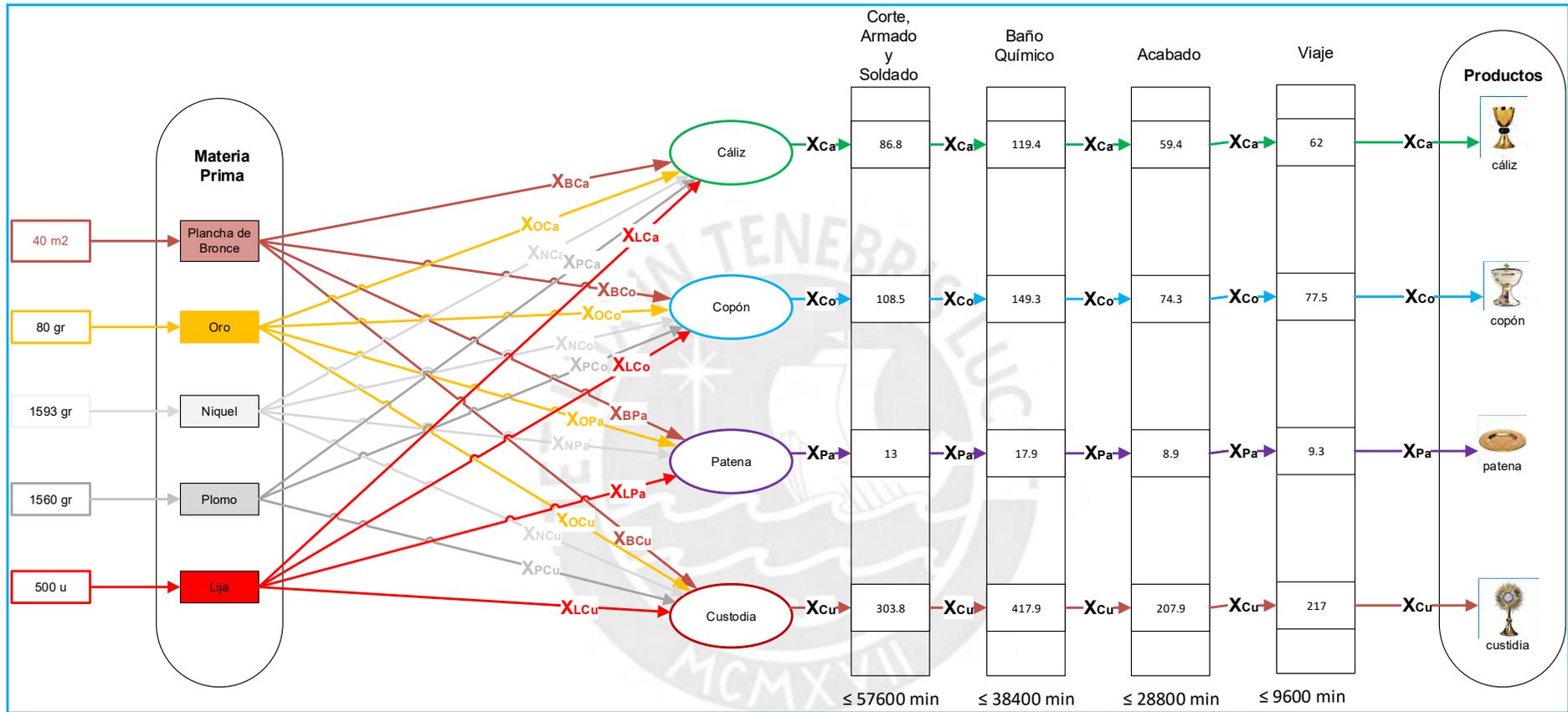


Figura 42 Proceso Productivo de los 4 productos

Se ingresó la programación lineal al programa Lindo de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \max & 200X_{ca} + 250X_{co} + 30X_{pa} + 700X_{cu} - 4X_{bca} - 2X_{oca} - 0.10X_{nca} - 0.10X_{pca} - \\ & 0.33X_{lca} - 3.33X_{bco} - 1.67X_{oco} - 0.08X_{nco} - 0.08X_{pco} - 0.25X_{lco} - 25X_{bpa} - \\ & 12.5X_{opa} - 0.67X_{npa} - 1X_{lpa} - 1.14X_{bcu} - 0.57X_{ocu} - 0.03X_{ncu} - 0.03X_{pcu} - \\ & 0.09X_{lcu} \end{aligned}$$

subject to

$$X_{bca} - 4X_{ca} = 0$$

$$X_{oca} - 2X_{ca} = 0$$

$$X_{nca} - 10X_{ca} = 0$$

$$X_{pca} - 10X_{ca} = 0$$

$$X_{bco} - 333.3 X_{co} = 0$$

$$X_{oco} - 166.6 X_{co} = 0$$

$$X_{nco} - 8 X_{co} = 0$$

$$X_{pco} - 8 X_{co} = 0$$

$$X_{lco} - 25 X_{co} = 0$$

$$X_{bpa} - 2500X_{pa} = 0$$

$$X_{opa} - 1250 X_{pa} = 0$$

$$X_{npa} - 66.6 X_{pa} = 0$$

$$X_{lpa} - X_{pa} = 0$$

$$X_{bcu} - 113.63X_{cu} = 0$$

$$X_{ocu} - 57.142 X_{cu} = 0$$

$$X_{ncu} - 2.857 X_{cu} = 0$$

$$X_{pcu} - 2.857 X_{cu} = 0$$

$$X_{lcu} - 9.09 X_{cu} = 0$$

$$86.8X_{ca} + 108.5X_{co} + 13X_{pa} + 303.8X_{cu} \leq 57600$$

$$119.4X_{ca} + 149.3X_{co} + 17.9X_{pa} + 417.9X_{cu} \leq 38400$$

$$59.4X_{ca} + 74.3X_{co} + 8.9X_{pa} + 207.9X_{cu} \leq 28800$$

$$62X_{ca} + 77.5X_{co} + 9.3X_{pa} + 217X_{cu} \leq 9600$$

Dando como resultado el siguiente reporte:

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      2
      OBJECTIVE FUNCTION VALUE
    1)      27561.29
VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
   XCA      154.838715      0.000000
   XCO      0.000000      1368.140991
   XPA      0.000000      78167.320312
   XCU      0.000000      0.000000
  XBCA      619.354858      0.000000
  XOCA      309.677429      0.000000
  XNCA      1548.387085      0.000000
  XPCA      1548.387085      0.000000
  XLCA      0.000000      0.330000
  XBCO      0.000000      0.000000
  XOCO      0.000000      0.000000
  XNCO      0.000000      0.000000
  XPCO      0.000000      0.000000
  XLCO      0.000000      0.000000
  XBPA      0.000000      0.000000
  XOPA      0.000000      0.000000
  XNPA      0.000000      0.000000
  XLPA      0.000000      0.000000
  XBCU      0.000000      0.000000
  XOCU      0.000000      0.000000
  XNCU      0.000000      0.000000
  XPCU      0.000000      0.000000
  XLCU      0.000000      9.471800

      ROW      SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
    2)      0.000000      -4.000000
    3)      0.000000      -2.000000
    4)      0.000000      -0.100000
    5)      0.000000      -0.100000
    6)      0.000000      -3.330000
    7)      0.000000      -1.670000
    8)      0.000000      -0.080000
    9)      0.000000      -0.080000
   10)      0.000000      -0.250000
   11)      0.000000      -25.000000
   12)      0.000000      -12.500000
   13)      0.000000      -0.670000
   14)      0.000000      -1.000000
   15)      0.000000      -1.140000
   16)      0.000000      -0.570000

```

17)	0.000000	-0.030000
18)	0.000000	-0.030000
19)	0.000000	9.381800
20)	44160.000000	0.000000
21)	19912.257812	0.000000
22)	19602.580078	0.000000
23)	0.000000	2.870968

NO. ITERATIONS= 2

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE COEF	ALLOWABLE INCREASE
DECREASE			
XCA	200.000000	INFINITY	24.599617
XCO	250.000000	1368.140869	INFINITY
XPA	30.000000	78167.320312	INFINITY
XCU	700.000000	86.098656	INFINITY
XBCA	-4.000000	INFINITY	6.149904
XOCA	-2.000000	INFINITY	12.299809
XNCA	-0.100000	INFINITY	2.459962
XPCA	-0.100000	INFINITY	2.459962
XLCA	-0.330000	0.330000	INFINITY
XBCO	-3.330000	4.104834	INFINITY
XOCO	-1.670000	8.212131	INFINITY
XNCO	-0.080000	171.017624	INFINITY
XPCO	-0.080000	171.017624	INFINITY
XLCO	-0.250000	54.725639	INFINITY
XBPA	-25.000000	31.266932	INFINITY
XOPA	-12.500000	62.533863	INFINITY
XNPA	-0.670000	1173.683594	INFINITY
XLPA	-1.000000	78167.328125	INFINITY
XBCU	-1.140000	0.757711	INFINITY
XOCU	-0.570000	1.506749	INFINITY
XNCU	-0.030000	30.136038	INFINITY
XPCU	-0.030000	30.136038	INFINITY
XLCU	-0.090000	9.471800	INFINITY

ROW	CURRENT	RIGHTHAND SIDE RANGES		
		RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	0.000000	INFINITY	619.354858	
3	0.000000	INFINITY	309.677429	
4	0.000000	INFINITY	1548.387085	
5	0.000000	INFINITY	1548.387085	
6	0.000000	INFINITY	0.000000	
7	0.000000	INFINITY	0.000000	
8	0.000000	INFINITY	0.000000	
9	0.000000	INFINITY	0.000000	
10	0.000000	INFINITY	0.000000	
11	0.000000	INFINITY	0.000000	
12	0.000000	INFINITY	0.000000	
13	0.000000	INFINITY	0.000000	
14	0.000000	INFINITY	0.000000	
15	0.000000	INFINITY	0.000000	
16	0.000000	INFINITY	0.000000	

17	0.000000	INFINITY	0.000000
18	0.000000	INFINITY	0.000000
19	0.000000	0.000000	402.138245
20	57600.000000	INFINITY	44160.000000
21	38400.000000	INFINITY	19912.257812
22	28800.000000	INFINITY	19602.580078
23	9600.000000	10339.698242	9600.000000

Para la modelación no se consideró el sueldo de los trabajadores, por ser un valor constante, solo se consideró los valores variables.

En la figura 43 se muestra la solución del modelo de proceso productivo solo para 1 producto que es el cáliz, los demás productos no se recomiendan fabricar porque representan pérdidas para la empresa. A manera de fidelizar clientes, se podría aceptar fabricar los demás productos, pero en poca cantidad por con la condición que adquieran el producto principal que es el cáliz.



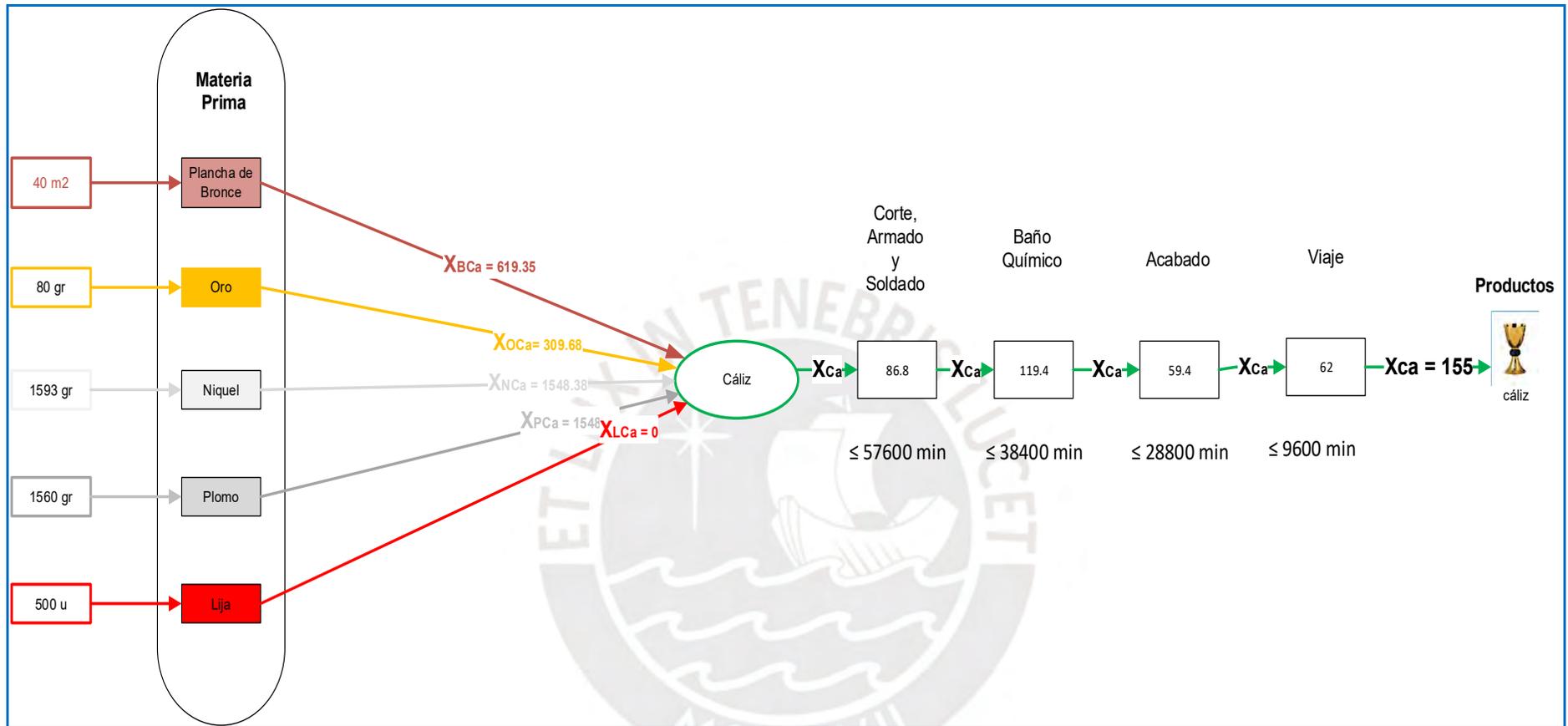


Figura 43 Proceso Productivo Solución solo para 1 Producto

## CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo se desarrollará la inversión monetaria y el tiempo necesario para la implementación descrita en el capítulo 5.

### 6.1. Inversión Económica

En este punto se desarrollará el costo de la inversión de la implementación de las siguientes herramientas: 5S, SCOR Y Distribución de Planta.

En la tabla 52 se muestra la inversión necesaria para la implementación de las 5S.

Tabla 52 Inversión para las 5S

Área	Actividad	Costo
Supervisión	Curso de 5S	S/. 3,000.00
	Organizar	S/. 75.63
	Ordenar	S/. 37.50
	Limpiar	S/. 9.38
	Normalizar	S/. 75.00
	Mantener	S/. 9.38
Almacén	Organizar	S/. 55.00
	Ordenar	S/. 110.00
	Limpiar	S/. 25.00
	Normalizar	S/. 60.00
	Mantener	S/. 7.50
Corte	Organizar	S/. 23.44
	Ordenar	S/. 17.19
	Limpiar	S/. 18.75
	Normalizar	S/. 50.00
	Mantener	S/. 6.25
Armado y Soldado	Organizar	S/. 23.44
	Ordenar	S/. 17.19
	Limpiar	S/. 18.75
	Normalizar	S/. 50.00
	Mantener	S/. 6.25
Baño Químico	Organizar	S/. 23.44
	Ordenar	S/. 17.19
	Limpiar	S/. 18.75
	Normalizar	S/. 50.00
	Mantener	S/. 6.25
Acabado	Organizar	S/. 17.19
	Ordenar	S/. 17.19
	Limpiar	S/. 18.75
	Normalizar	S/. 50.00
	Mantener	S/. 6.25
		<b>S/. 3,920.63</b>

En la tabla 53 se muestra la inversión para la implementación del SCOR, estos costos solo pertenecen a la empresa ABC, no se considera la inversión que tienen que hacer los respectivos proveedores en sus empresas.

Tabla 53 Implementación del SCOR

<b>Aspecto</b>	<b>Concepto</b>	<b>Costo</b>
	Curso SCOR	S/. 5,000.00
Aprovisionamiento	ANÁLISIS DE COSTOS	S/. 30.00
	ESTRATÉGIA DE COMPRAS	S/. 37.50
	GESTIÓN DE COMPRAS	S/. 52.50
	CRITERIO Y SELECCIÓN DE PROVEEDORES	S/. 45.00
	CONSOLIDACIÓN DE PROVEEDORES	S/. 30.00
	HACER O COMPRAR	S/. 30.00
	COMPRAS EN GRUPO	S/. 22.50
Gestión de Proveedores	TÁCTICAS PARA PROVEEDORES	S/. 45.00
	INVOLUCRAMIENTO DE PROVEEDORES	S/. 45.00
	EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	S/. 52.50
	DESEMPEÑO DE PROVEEDORES	S/. 60.00
	RELACIONES CON LOS PROVEEDORES	S/. 37.50
	PARÁMETROS DE TRABAJO	S/. 30.00
	AUDITORÍA DEL PROVEEDOR	S/. 22.50
Compras	COMPRAS REPETITIVAS DE MATERIALES DIRECTOS E INDIRECTOS	S/. 45.00
	AUTORIZACIÓN PARA COMPRAS EVENTUALES	S/. 15.00
	EFFECTIVIDAD DE LA FUNCIÓN DE COMPRAS	S/. 15.00
	SISTEMA DE PAGO	S/. 22.50
Gestión de Materiales en la Logística de Entrada	INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN E INTERCAMBIO ELECTRÓNICO	S/. 22.50
	PROGRAMAS SINCRONIZADOS DE REABASTECIMIENTO	S/. 15.00
	TAMAÑO DE LOTE Y CICLOS DE TIEMPO	S/. 15.00
	COORDINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN TOTAL	S/. 15.00
		<b>S/. 5,705.00</b>

En la tabla 54 se muestra los costos relacionados con la implementación de la nueva distribución de planta.

Tabla 54 Implementación de la nueva Distribución de Planta

Área	Concepto	Costo
Supervisión	Obras Civiles	S/. 1,929.64
Almacén	Obras Civiles	S/. 6,939.09
	Deshumecedor	S/. 1,700.00
Corte	Obras Civiles	S/. 0.00
Armado y Soldado	Obras Civiles	S/. 0.00
	Extractor de gases	S/. 500.00
Baño Químico	Obras Civiles	S/. 14,647.71
	Extractor de gases	S/. 500.00
Acabado	Obras Civiles	S/. 11,028.06
	Extractor de gases	S/. 500.00
	Guardas para pulidoras	S/. 240.00
Productos Terminados	Obras Civiles	S/. 0.00
	Deshumecedor	S/. 1,700.00
Baño de hombres	Obras Civiles	S/. 9,025.80
Baño de mujeres	Obras Civiles	S/. 6,287.97
Comedor	Obras Civiles	S/. 5,811.62
		<b>S/. 60,809.90</b>

En la tabla 55 se muestra el resumen de la inversión total

Tabla 55 Resumen de Inversión

Implementación	Costo
5S	S/. 3,920.63
SCOR	S/. 5,705.00
Distribución de Planta	S/. 60,809.90
<b>S/. 70,435.52</b>	

## 6.2. Flujo de Caja de la Implementación

Tomando en cuenta la inversión total, se realizó un flujo de caja para 5 años. Los ingresos se obtuvieron de acuerdo a los datos históricos y a los pronósticos de ventas. En la tabla 56 se muestra el flujo de caja para 5 años la inversión propuesta.

Tabla 56 Flujo de Caja para 5 Años

	<b>0</b>	<b>A 1</b>	<b>A 2</b>	<b>A 3</b>	<b>A 4</b>	<b>A 5</b>
Ventas		948,500.00	952,000.00	980,000.00	987,000.00	994,000.00
Costos		-565,018.29	-567,103.23	-583,782.73	-587,952.61	-592,122.49
Ganancias antes de intereses e impuestos		383,481.71	384,896.77	396,217.27	399,047.39	401,877.51
30%		-115,044.51	-115,469.03	-118,865.18	-119,714.22	-120,563.25
Flujo Efectivo de Operación		S/. 268,437.20	S/. 269,427.74	S/. 277,352.09	S/. 279,333.17	S/. 281,314.26
inversión	S/.	-70,435.52				
Flujo de Caja de Libre Disponibilidad	S/.	-70,435.52	S/. 268,437.20	S/. 269,427.74	S/. 277,352.09	S/. 281,314.26
<b>VAN</b>	<b>S/.</b>	<b>666,874.18</b>				
<b>TIR</b>		<b>382%</b>				

Como se puede observar el Valor Actual Neto tiene un valor muy favorable. Para el cálculo de la Tasa Interna de Retorno se consideró un porcentaje de 24.90 %. Los valores del VAN y de la TIR son muy favorables porque la inversión inicial tiene un valor muy bajo a comparación de los ingresos anuales.



## CAPÍTULO 7: RESULTADOS ESPERADOS

En el presente capítulo se analizará los resultados esperados de acuerdo a las propuestas de mejora desarrolladas en el capítulo anterior.

### 7.1 5S

Los beneficios esperados de la aplicación de las 5S se muestran en la tabla 57 para las áreas de Supervisión, Almacén y Corte; y en la tabla 58 se muestran para las áreas de Armado y Soldado, Baño Químico y Acabado.

Tabla 57 Beneficios esperados de la aplicación de las 5S en Supervisión, Almacén y Corte

Categoría 5 s	Áreas		
	Supervisión	Almacén	Corte
Organizar	<p>Se dispondrá de mayor espacio en la oficina de supervisión y se tendrá mayor orden en el escritorio</p> 	<p>Mejor utilización de espacios de los espacios destinados. Reducción de tiempo en la búsqueda de materiales</p> 	<p>Se sabrá con que herramientas se dispone.</p> 
Ordenar	<p>Se dispondrá de mayor facilidad para consultar los diferentes documentos que se puedan archivar.</p> 	<p>Utilización efectiva de los espacios para cada tipo de material. Reducción de tiempos en la entrega de material. Con el inventario se sabrá de que materiales se dispone.</p> 	<p>Se podrá tener mejor utilización de la zona de trabajo, evitando posibles accidentes con elementos cortantes.</p> 
Limpiar	<p>Se evitará que se acumule más suciedad y futuras enfermedades. Se tendrá mejor aspecto de la oficina.</p>	<p>Se evitará posibles enfermedades relacionadas con la suciedad. Mayor conservación de los materiales.</p>	<p>Se tendrá un área de trabajo limpia para poder trabajar mejor los siguientes trabajos y se evitará posibles accidentes.</p>
Normalizar	<p>Se tendrá por escrito como hacer los 3 pasos anteriores: organizar, ordenar y limpiar.</p>	<p>Se tendrá por escrito como hacer los 3 pasos anteriores: organizar, ordenar y limpiar.</p>	<p>Se tendrá por escrito como hacer los 3 pasos anteriores: organizar, ordenar y limpiar. Se podrá controlar mejor el estado de las herramientas y zona de trabajo.</p>
Mantener	<p>Se podrá asegurar y mantener los pasos anteriores realizados.</p>	<p>Se podrá asegurar y mantener los pasos anteriores realizados.</p>	<p>Se podrá asegurar y mantener los pasos anteriores realizados.</p>

Tabla 58 Beneficios esperados de la aplicación de las 5S en Armado y Soldado, Baño Químico y Acabado

Categoría 5 s	Áreas		
	Armado y Soldado	Baño Químico	Acabado
Organizar	<p>Mejor aprovechamiento de los espacios de trabajo.</p> 	<p>Se podrá disponer solo de los utilajes, herramientas y documentos que son necesarios y en buen estado, esto ayudará en la eficiencia de los trabajos.</p> 	<p>Se conservaran solo las herramientas en buen estado y las mangas de pulido estarán mejor organizadas.</p>
Ordenar	<p>Orden en la zona de trabajo para poder elevar la eficiencia.</p> 	<p>Mejor utilización de las herramientas y utilajes. Solo se utilizará documentos de trabajo actuales</p>	<p>Se tendrá mejor utilización de la mesa de trabajo.</p> 
Limpiar	<p>Teniendo la zona de trabajo limpia se podrá realizar mejor los respectivos trabajos. La limpieza del equipo de soldadura evitará futuros accidentes.</p>	<p>Se podrá preparar mas rápido los trabajos y se conservará mejor las herramientas, utilajes y se evitarán futuros accidentes.</p>	<p>Mejor cuidado de la zona de trabajo y de las pulidoras</p>
Normalizar	<p>Se tendrá por escrito como hacer los 3 pasos anteriores: organizar, ordenar y limpiar. Se podrá controlar mejor el estado de las herramientas, equipo y zona de trabajo.</p>	<p>Se tendrá por escrito como hacer los 3 pasos anteriores: organizar, ordenar y limpiar. Se podrá controlar mejor el estado de las herramientas, utilajes y zona de trabajo.</p>	<p>Se tendrá por escrito como hacer los 3 pasos anteriores: organizar, ordenar y limpiar. Se podrá controlar mejor el estado de las herramientas, pulidoras y zona de trabajo.</p>
Mantener	<p>Se podrá asegurar y mantener los pasos anteriores realizados.</p>	<p>Se podrá asegurar y mantener los pasos anteriores realizados.</p>	<p>Se podrá asegurar y mantener los pasos anteriores realizados.</p>

## 7.2 SCOR

Con la aplicación de las medidas correctivas al SCOR (Supply Chain Operations Reference) en el punto 5.2 del capítulo anterior, se espera tener mejores resultados, los que se muestran en la ilustración 13.

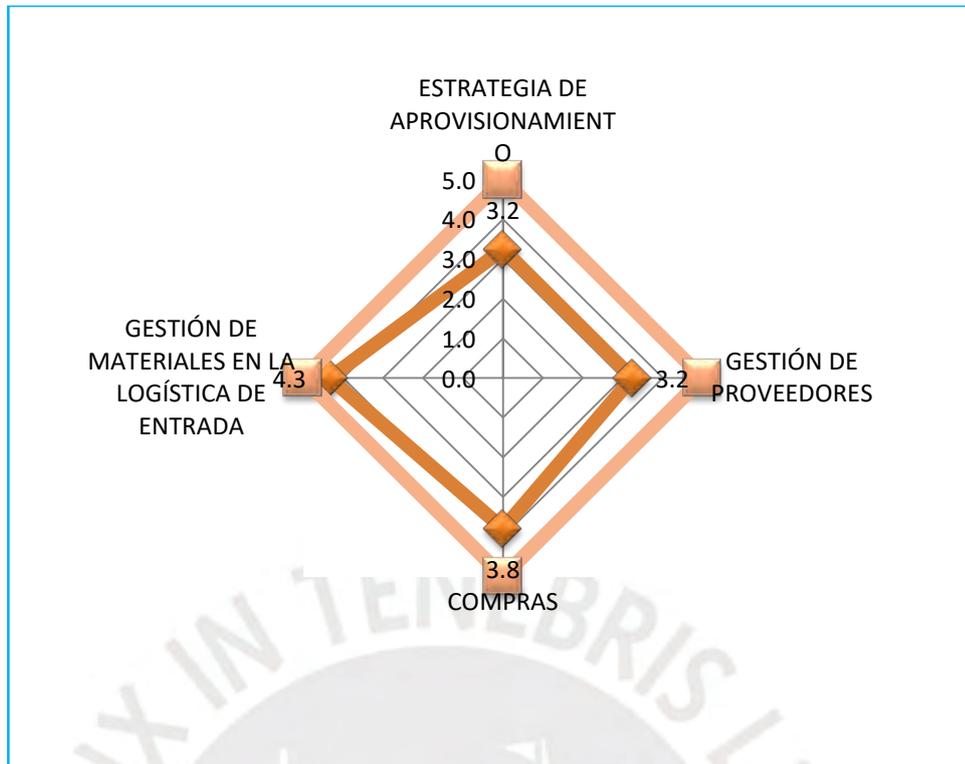


Ilustración 13 Resumen de Resultados Esperados SCOR

Los resultados esperados tienen mejores puntuaciones que los resultados actuales. En la tabla 59 se muestra el comparativo de estos resultados.

Tabla 59 Comparación de Resultados Actuales y Esperados SCOR

Aspectos Evaluados	Actual	Esperado	Incremento
Estrategia de Aprovisionamiento	0.8	3.2	296%
Gestión de Proveedores	0.7	3.2	394%
Compras	1.5	3.8	159%
Gestión de Materiales en la Logística de Entrada	1.5	4.3	197%

Como se puede observar, se espera tener mejores puntuaciones en los aspectos evaluados, estos impactaran directamente con la reducción en los tiempos de espera de reposición de materiales y poder evitar la rotura de stock de los principales materiales de producción como son las planchas de bronce y el níquel.

### **7.3 Distribución de Planta:**

Con la nueva distribución de planta se podrá tener una mejor utilización de los espacios de trabajo y espacios comunes. Así también, la reducción de posibles accidentes.

Los tiempos de recorrido o espera semanal se pueden reducir de 1736min a 467.6min, esto es una reducción del 73.06%, los 1268.4 min de esta reducción se pueden utilizar para poder fabricar más cáliz, siendo el producto estrella. Si se divide este tiempo disponible entre el tiempo que se fabrica el cáliz, se tiene lo siguiente:  $1268.4 \text{ min} / 282.3 \text{ min (nuevo tiempo)} = 4.5$  unidades a la semana; pero si se multiplica por 4 semanas, esto da 18 unidades de cáliz al mes lo que representaría:  $18 \times 200 = 3,600$  dólares al mes de ingreso por ventas.

### **7.4 Optimización del Flujo de Producción**

Para la optimización del flujo de producción se consideró los resultados esperados anteriormente desarrollados. De acuerdo a la modelación matemática realizada en el capítulo anterior, se recomienda fabricar solo el cáliz, los demás productos no representan ganancias si se desea maximizar la utilidad.

Si se desea fabricar copones, representarían pérdidas de \$ 1,368.14; fabricar patenas representarían pérdidas de \$ 78,167.32. Para el caso de la custodia no representa ninguna ganancia.

Para poder maximizar la utilidad se tendría que fabricar 154 unidades de cáliz al mes para poder tener ingresos de 30,800 dólares para tener una utilidad de 27,561.29 dólares.

## CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Conclusiones

- a) Con la aplicación de los 5 porqués se pudo determinar todos los problemas raíces de las áreas de producción, pero solo se pudo atacar los más significativos que están relacionados con los siguientes aspectos: el orden y limpieza de los puestos trabajo en planta, el abastecimiento de materiales, la distribución de planta y la planificación de la producción.
- b) Con la aplicación de las 5S se podrá tener en mejores condiciones y aprovechamiento de los espacios comunes, puestos de trabajo, evitando accidentes laborales.
- c) Para el cálculo de los m<sup>2</sup> necesarios para las áreas de producción se utilizaron los siguientes métodos: Cálculo, Conversión y Guerchet. Estos sirvieron de ayuda para considerar los m<sup>2</sup> finales a considerar.
- d) Con una buena distribución de planta los colaboradores pueden reducir el tiempo que utilizan en desplazarse dentro del proceso productivo. Se espera que esta reducción de tiempo sea como mínimo del 73%.
- e) Una buena distribución de planta ayuda a poder realizar mejor las actividades de los procesos productivos pudiendo aumentar la producción de 112 unidades de cáliz a 130 al mes, que representaría un aumento en las utilidades del 16%.
- f) Con la modelación matemática que considera las 5S, SCOR y la nueva distribución de planta propuesta, se pudo determinar que solo es necesario producir solo 1 tipo de producto por ser el más rentable, que es el cáliz. Al mes es recomendable producir 154 unidades para poder obtener una utilidad de 27,561.29, lo que representa un aumento del 94%. Fabricar los otros productos representan pérdidas para la empresa.

### 8.2 Recomendaciones

- a) Los 5 porqués y las 5S coinciden en las que tener procedimientos es muy importante. Si se tuvieran procedimientos detallados en los procesos productivos se podrían evitar muchos problemas como reprocesos y capacitación ante la rotación de personal. Así también, los procedimientos son muy recomendables para poder mantener las acciones esperadas en la aplicación de las 5S, por lo tanto, se recomienda hacer procedimientos de todos los procesos productivos.

- b) No se recomienda producir los productos: copón, patena y custodia por ser no rentables para la empresa impactando con la utilidad. Se podría aceptar fabricarlos a manera de fidelización de clientes, pero siempre y cuando se fabrique el producto estrella junto con estos pedidos.
- c) Se recomienda hacer una programación de la producción en Excel, de fácil manejo para que pueden administrar tiempos de producción y los respectivos materiales para mejorar la productividad.
- d) La empresa se encuentra en un distrito residencial y debería estar en una zona industrial. Se recomienda su mudanza para que pueda estar en un distrito adecuado, reduciendo el consumo de energía eléctrica.
- e) Se recomienda que la empresa deba brindar y renovar periódicamente equipos de protección personal a los colaboradores de producción.



## BIBLIOGRAFÍA

- Baysan S, K. O. (2018). A simulation-based methodology for the analysis of the effect of lean tools on energy efficiency: An application in power distribution industry. *ScienceDirect*.
- Bhasin, S. (2015). *Lean Management Beyond Manufacturing a Holistic Approach*. Switzerland.
- Cirjaliu, B. (2016). Ergonomic Issue in Lean Manufacturing. *ScienceDirect*.
- Davim, J. P. (2018). *Progress in Lean Manufacturing*.
- Dennis, P. (2015). *Lean Production Simplified*. Florida, USA: CRC Press.
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing Tools, Techinques, and How To Use Them*.
- García-Alcaraz, J. L. (2014). *Lean Manufacturing in the Developing World Methodology, Case Studies and Trends from Latin America*. USA: Springer.
- Greinachera, M. E. (2015). Simulation based assessment of lean and green strategies in manufacturing systems. *ScienceDirect*.
- Hernández, J. C. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. España: Escuela de Organización Industrial.
- Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual*.
- Krajewski, L. (2008). *Administración de Operaciones*.
- Locher, D. A. (2008). *Value Stream Mapping Value Stream Mapping A How-To Guide for Streamlining Time to Market*. CRC Press.
- McLean, T. (2015). *Grow your Factory, Grow your Profits Lean for Small and Medium-Sized Manufacturing Enterprises*. USA: CRC Press.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. USA: CRC Press.
- Poling, M. A. (2008). *Mapping The Total Value Stream A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes*. USA: CRC Press.

- Ramakrishnan, J. J. (2019). Implementation of Lean Manufacturing in Indian SMEs- A case study. *ScienceDirect*.
- Roser, C. (2017). *"Faster, Better, Cheaper" in the History of Manufacturing From the Stone Age to Lean Manufacturing and Beyond*. USA.
- Rüttimann, B. G. (2018). *Lean Compendium Introduction to Modern Manufacturing Theory*. Switzerland: Springer.
- Schonberger, R. J. (2019). *Flow Manufacturing – What Went Right, What Went Wrong 101 Mini-Case Studies that Reveal Lean’s Successes and Failures*. USA.
- Shuker, D. T. (2003). *Value Stream Management for the Lean Office Eight Steps to Planning, Mapping, and Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas*. USA: CRC Press.
- Stern, T. V. (2017). *Lean and Agile Project Management How to Make Any Project Better, Faster, and More Cost Effective*. USA: CRC Press.
- Thomas McCarty, M. B. (2004). *The Six Sigma Black Belt Handbook*. USA: McGraw-Hill.
- Venkat, P. P. (2020). Implementation of lean manufacturing in electronics industry. *ScienceDirect*.
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. USA: McGraw Hill.
- Womack, J. &. (2003). *Lean Thinking banish waste an create wealth in your corporation*.