

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN APLICANDO HERRAMIENTAS DE
MANUFACTURA ESBELTA PARA INCREMENTAR
LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA DE
FABRICACIÓN DE POSTES, TRUJILLO, 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Jeremy Becerra Leon

Asesor:

Mg. Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramirez

<https://orcid.org/0000-0002-0657-4596>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales	41458690
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ing. Luis Alfredo Mantilla Rodríguez	18066188
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Carlos Enrique Mendoza Ocaña	17806063
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD



DEDICATORIA

A mis padres, mi hermana Arianna Becerra Leon, mi hermano Cristhian Fernandez Leon y a toda mi familia a los cuales dedico esta tesis y sea un motivo más para que se sientan orgullosos de mi persona y ser una imagen de que con perseverancia y compromiso las cosas más difíciles se vuelven fáciles.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fortaleza, la salud, la sabiduría de elegir el camino correcto en la vida rutinaria y profesional. A mis padres y hermana, por el apoyo constante y por los valores que me inculcaron a ser mejor persona y profesional y a toda mi familia por el apoyo motivacional constante en mi vida.

Así mismo, a nuestros profesores por brindarnos conocimientos y sus experiencias profesionales.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
Tabla de contenido	6
Índice de tablas.....	9
Índice de figuras	11
RESUMEN.....	13
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	14
1.1 Realidad problemática	14
1.2 Antecedentes	18
1.3 Bases teóricas.....	24
1.3.1 Procesos	24
1.3.2 Producción	25
1.3.3 Productividad.....	26
1.3.4 FODA	28
1.3.5 Layout	29
1.3.6 Mapa de procesos.....	30
1.3.7 SIPOC.....	31
1.3.8 Diagrama de operaciones de procesos	32
1.3.9 Diagrama de análisis de procesos	33
1.3.10 Mapa de flujo de valor	35
1.3.11 Ishikawa	36
1.3.12 Diagrama de Pareto	36
1.3.13 Lean Manufacturing.....	38
1.3.14 JIDOKA.....	41
1.3.15 Metodología 5S's	43
1.3.16 Mantenimiento productivo total	44
1.4 Formulación del problema.....	45
1.5 Objetivos	45
1.5.1 Objetivo General.....	45

1.5.2	Objetivos Específicos.....	45
1.6	Hipótesis	46
1.7	Variables.....	46
1.8	Justificación.....	46
1.9	Aspectos éticos	47
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....		48
2.1	Tipo de investigación	48
2.2	Población y muestra.....	49
2.3	Técnicas e instrumentos	49
2.3.1	Observación directa	50
2.3.2	Entrevista	50
2.3.3	Análisis de la información	52
2.4	Matriz de consistencia	53
2.5	Descripción de la empresa	54
2.5.1	Misión	54
2.5.2	Visión.....	54
2.5.3	Valores	55
2.5.4	Organigrama	55
2.5.5	Productos.....	57
2.5.6	Entorno de la Empresa.....	58
2.5.7	Máquinas	59
2.6	Matriz de análisis FODA	59
2.7	Layout	61
2.8	Mapa de procesos.....	62
2.9	SIPOC.....	63
2.10	Diagrama de operaciones del proceso.....	64
2.11	Diagrama de Análisis del Proceso	65
2.12	Resumen del análisis del DAP	66
2.13	Análisis actual de procesos	66
2.14	Análisis del VSM actual	69
2.15	Análisis actual de la productividad.....	71
2.16	VSM Actual.....	74
2.17	Matriz de operacionalización de las variables	75

2.18	Matriz de indicadores	76
2.19	Análisis de la situación actual	77
2.19.1	Priorización de problemas en la empresa de fabricación de postes CA.C	77
2.19.2	Diagrama de Pareto	78
CAPÍTULO III: RESULTADOS		79
3.1	Propuesta para CR5, CR9 y CR4.....	79
3.2	Propuesta para CR3.....	88
3.3	Propuesta para CR6.....	95
3.4	Resultados esperados	99
3.5	Análisis VSM Mejorado	102
3.6	Análisis mejorado de la productividad.....	103
3.7	VSM Mejorado	105
3.8	Comparación de la situación actual vs la mejorada	106
3.9	Evaluación económica.....	108
3.9.1	Inversión del proyecto	108
3.9.2	Flujo de caja	111
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		112
4.1	Discusiones.....	112
4.2	Conclusiones	114
REFERENCIAS		116
ANEXOS		118

Índice de tablas

Tabla 1 Técnicas e instrumentos	49
Tabla 2 Matriz de consistencia.....	53
Tabla 3 Resumen del DAP	66
Tabla 4 Datos de la disponibilidad	69
Tabla 5 Calculo del valor agregado	70
Tabla 6 Calculo de tiempo de almacenes	71
Tabla 7 Cycle Time vs Takt Time	72
Tabla 8 Número de postes defectuosos	72
Tabla 9 Producción diaria vs producción esperada.....	73
Tabla 10 Matriz de operacionalización de la variable.....	75
Tabla 11 Matriz de indicadores.....	76
Tabla 12 Escalas de priorización.....	77
Tabla 13 Matriz de priorización	77
Tabla 14 Pareto	78
Tabla 15 Monetización de pérdidas CR5 CR9 CR4	79
Tabla 16 Cálculo del valor actual CR5 CR9 CR4	80
Tabla 17 Monetización de perdidas	88
Tabla 18 Cálculo del valor actual CR3	89
Tabla 19 Monetización de perdidas CR6	95
Tabla 20 Cálculo del valor actual CR6	95
Tabla 21 Resultados de pérdidas CR5 CR9 CR4	99
Tabla 22 Resultado valor meta CR5 CR9 CR4.....	99
Tabla 23 Resultados de pérdidas CR3	100
Tabla 24 Resultado valor meta CR3	100

Tabla 25 Resultados de pérdidas CR6	101
Tabla 26 Resultado valor meta CR6	101
Tabla 27 Valor no agregado	102
Tabla 28 Valor agregado	102
Tabla 29 Cycle Time mejorado VS Takt Time	103
Tabla 30 Mejora del número de postes defectuosos	104
Tabla 31 Producción real mejorada vs producción esperada	104
Tabla 32 Resumen de resultados de pérdidas	106
Tabla 33 Resumen de valor de desperdicios	107
Tabla 34 Inversión de la mano de obra del proyecto	108
Tabla 35 Inversión de materiales para las 5'S	109
Tabla 36 Inversión de materiales para el TPM	109
Tabla 37 Inversión de materiales para el Jidoka	109
Tabla 38 Resumen total de inversión del proyecto	110
Tabla 39 Cálculo del beneficio costo, VAN y TIR	111

Índice de figuras

Figura 1 Ishikawa.....	17
Figura 2 Ciclo de Proceso	25
Figura 3 Ciclo productivo	26
Figura 4 Matriz FODA	28
Figura 5 Layout	29
Figura 6 Mapa de procesos.....	31
Figura 7 SIPOC	32
Figura 8 Diagrama de operaciones de procesos	33
Figura 9 Diagrama de análisis de procesos	34
Figura 10 Mapa de flujo de valor.....	35
Figura 11 Ishikawa.....	36
Figura 12 Diagrama de pareto	37
Figura 13 JIDOKA.....	42
Figura 14 Metodología 5S.....	43
Figura 15 Mantenimiento productivo total.....	44
Figura 16 Organigrama de áreas	55
Figura 17 Organigrama de funciones.....	56
Figura 18 Postes CAC	57
Figura 19 FODA	60
Figura 20 Layout.....	61
Figura 21 Mapa de procesos.....	62
Figura 22 SIPOC.....	63
Figura 23 Diagrama de proceso AS-IS	64
Figura 24 Diagrama de análisis de proceso	65

Figura 25 VSM	74
Figura 26 Diagrama ABC	78
Figura 27 Cronograma de actividades 5's	80
Figura 28 Matriz de cuestionario	81
Figura 29 Tarjeta Roja	82
Figura 30 Ubicación según su frecuencia de uso de elementos	83
Figura 31 Actividades de limpieza	84
Figura 32 Formato de control de limpieza	84
Figura 33 Cronograma de capacitación	86
Figura 34 Formato de auditoría interna 5S	87
Figura 35 Cronograma de actividades TPM	89
Figura 36 Formato de inventario de máquinas y equipos	90
Figura 37 Formato de reporte de mantenimiento correctivo	91
Figura 38 Lista de actividades del mantenimiento	92
Figura 39 Mantenimiento preventivo	93
Figura 40 Control de auditoría de mantenimiento Autónomo	94
Figura 41 Cronograma de JIDOKA	96
Figura 42 Diseño de canaleta	97
Figura 43 Diseño de sujeta	98
Figura 44 Diseño Poka-Yoke	98
Figura 45 VSM mejorado	105
Figura 46 Comparación de pérdidas	106
Figura 47 Comparación de valor de desperdicios	107

RESUMEN

La presente tesis se realizó en una empresa de fabricación de postes C.A.C., el cual tuvo como objetivo principal determinar el efecto que genera la propuesta de mejora en la productividad mediante la aplicación de herramientas de la manufactura esbelta en el área de producción.

Para ello, se realizó el diagnóstico de la situación actual de la productividad donde se encontró las oportunidades de mejoras priorizadas por el equipo de trabajo de la organización como la estandarización de procesos, orden y limpieza, capacitación del personal y una gestión de mantenimiento y calidad, donde aplicando las herramientas de manufactura esbelta: 5S, TPM y Jidoka se obtuvo un resultado que permitió disminuir el número de máquinas no inspeccionadas de un 83,33% a un 16,67%, en el tiempo perdido por poste de un 78,33% a un 43,33%, en el tiempo de ciclo de 30 minutos a 18 minutos por poste y 5,73% de postes defectuosos al mes a un 1,56% para así aumentar la producción real de 16 postes por día a 26 postes frente a la demanda esperada de 24 postes diarios generando la satisfacción del cliente. Posteriormente, en la evaluación económica se obtuvo un beneficio costo de 1.30, un VAN de S/. 84.588,68 y un TIR de 75,10% siendo mayor que el COK 26% lo cual significa que la propuesta es rentable para la organización.

PALABRAS CLAVES: Herramientas de manufactura esbelta y productividad.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Actualmente, en el mundo la energía eléctrica es vital para el progreso de las sociedades, ya que el crecimiento de la población y las empresas requieren la requieren. Por ello, el crecimiento de la demanda de postes de concreto de luz incrementó a nivel mundial según su tipo y tamaño. Una muestra de ello es que los hogares que cuentan con el servicio de energía eléctrica por la red pública se incrementaron en 11,6 puntos porcentuales, pasando de 82,5% en el año 2011 al 94.1% en el año 2021 (INEI, 2021).

En el Perú, los postes de concreto armado y centrifugado (CA.C.) y sus accesorios son utilizados principalmente para la distribución de energía eléctrica, líneas telefónicas o cableados en general. La demanda del producto de postes CA.C. se incrementó con la expansión urbana, la cual es cubierta por las empresas de producción de postes de concreto. Una muestra de ello es la empresa ESCARSA que tiene una gran participación en la demanda de postes de concreto (Rebaza M., 2018).

La empresa en la cual se realizó esta investigación inició sus labores en enero 2021, con la primera planta ubicada en la Libertad ofreciendo Postes de concreto armado y Centrifugado (CA.C.) de diferentes tamaños y accesorios de estos. Se cuentan con 21 trabajadores en la Planta, 1 administrativo y un gerente.

En el diagnóstico de la situación actual del área de producción, se obtuvo como resultado una baja productividad por diferentes causas, es por ello que se propone la implementación de herramientas de manufactura esbelta para la mejora de su productividad.

Al realizar las observaciones en la empresa, se determina en la figura N°1 las causas que por efecto está generando una baja productividad, las cuales se explican a continuación:

A) Material

- Existencia de retrasos en la entrega de materiales al área de producción lo cual genera cuellos de botella al no tener una gestión de compras.
- Existencia de inventarios innecesarios generando pérdidas monetarias por falta de una gestión de almacén.

B) Maquina

- Existencia de fallas en máquinas y equipos ocasionando demoras en el proceso por falta de una gestión de mantenimiento.
- Existencia de incidentes y demoras al usar las máquinas y equipos ocasionando paradas en el proceso por falta de capacitación de estas.

C) Método

- Existencia de demoras en el proceso de producción por falta de estandarización de procesos.

- Existencia de fallas en el proceso ocasionando productos defectuosos y reprocesos por falta de una gestión de calidad.

D) Mano de obra

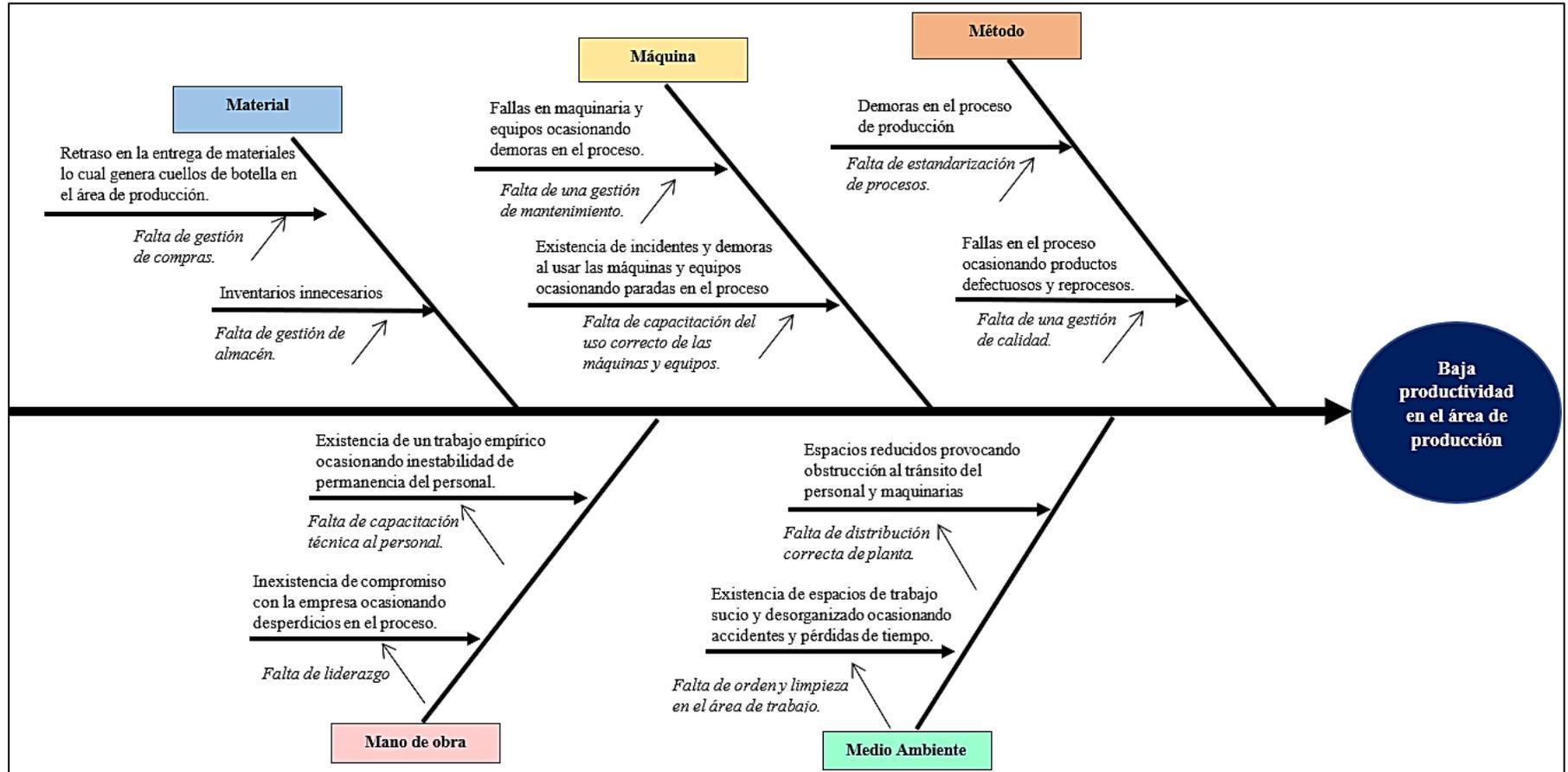
- Existencia de un trabajo empírico por ausencia de capacitación técnica del personal ocasionando una inestabilidad de permanencia del personal en la empresa.
- Inexistencia en el compromiso ocasionando desperdicios en el proceso por falta de liderazgo.

E) Medio Ambiente

- Existencia de espacios de trabajo sucio y desorganizado ocasionando accidentes y pérdidas de tiempo, por falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo.
- Existencia de espacios reducidos provocando obstrucción al tránsito del personal y maquinarias por falta de una distribución correcta de planta.

Los factores en mención son resueltos con la implementación de herramientas de la manufactura esbelta, donde el trabajo consiste en analizar la situación actual y proponer mejoras a su proceso productivo, con la finalidad de maximizar su efectividad, eficacia y eficiencia en la organización de fabricación de postes de concreto CA.C.

Figura 1
Ishikawa



Nota. Esta figura muestra el diagrama Ishikawa con las causas de la situación actual y su efecto en la organización

1.2 Antecedentes

Según Lázaro F. y Mesa, J. (2017) en su tesis: “Plan de mejoramiento del proceso productivo de postes de concretos prefabricados mediante herramientas de Lean Manufacturing en PRETECOR LTDAPLAN” tiene como objetivo general elaborar e implementar un plan de mejora para el proceso de producción de postes de Concreto Prefabricados mediante las herramientas propias de Lean Manufacturing. En primera medida se realiza una fase de diagnóstico utilizando herramientas de la ingeniería industrial que permiten identificar y determinar cualitativa y cuantitativamente los desperdicios presentes en el proceso, además facilita el conocimiento acerca del funcionamiento del proceso y de los recursos implicados en este. El diseño y análisis de alternativas de mejora se llevan a cabo basados en los resultados de la fase de diagnóstico y comprende periodos de prueba que permiten la verificación del aporte al sistema productivo. La fase de implementación se desarrolla involucrando a todo el personal de la empresa, mediante capacitaciones, entrevistas, y charlas que permitan involucrarlos dentro del desarrollo del proceso, además se encuentra soportada en un nuevo estudio de medición, similar al de la fase inicial, que permite evaluar el impacto de las alternativas de mejora implementadas. Finalmente, se ejecuta la fase de diseño y desarrollo de un sistema de control que se adapte a las necesidades de la organización y permita evaluar el funcionamiento del proceso y de todos los

recursos implicados. Por último, la implementación de alternativas de mejora logra disminuir el tiempo de ciclo del producto en un 14,48%.

Según Gacharná, V. y González, D. (2013) en su tesis: “Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing” tuvo como objeto general la elaboración de una propuesta de mejora en su sistema productivo aplicando las herramientas de Lean Manufacturing donde se hizo una matriz de asignación a partir de las 9 variables críticas donde se eligió aquellas herramientas con frecuencia mayor a 5, obteniendo como resultado: MPT, Manufactura Celular, 5’s, Kanban y Jidoka.

Al final, mediante la simulación realizada en la empresa bajo el experimento de tiempos, se ilustró en Promodel (situación actual y situación propuesta) que existía una disminución del tiempo de ciclo del 12%, lo cual tiene un efecto positivo a la mejora del indicador del takt time, donde se disminuyó en un 20% el tiempo de ensamble que abarcaba el cuello de botella que más repercutía al flujo de producción evidenciado anteriormente para la empresa.

Según Román Y. (2022) en su tesis: “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de fabricación de postes de concreto armado, usando herramientas de manufactura esbelta” tuvo como objeto principal implementar herramientas de Manufactura Esbelta que nos ayudaran a mitigar desperdicios y mejorar los procesos. En primer lugar, se describió el marco teórico y las

herramientas de manufactura esbelta lo cual permitió seleccionar y proponer cual y en qué área del proceso productivo será aplicada. Después, se realizó la descripción del sector, la empresa, los procesos principales, definimos y estudiamos el área de producción donde se evidencio las oportunidades de mejora y aplicación de las herramientas (5S, TPM, Jidoka). Consecuentemente se muestra la evaluación económica donde se cuantifica los costos, impactos financieros y no financieros de la propuesta en el área de proceso dada, en la cual se obtuvo opciones de implementación independiente por herramientas beneficiosas, pero lo ideal la implementación de las 3 herramientas de manufactura esbelta que tiene los óptimos valores de VPN (768,431), TIR (191%) y B/C (4.31).

Según Ortiz M. y Vera R. (2021) en su tesis: “Propuesta de mejora para la gestión y control de producción de postes y accesorios de concreto utilizando la metodología Lean Manufacturing en una empresa concretera” tiene como objetivo reducir los diversos problemas que presenta el sector de construcción, específicamente las empresas concreteras, quienes ofrecen al mercado productos en base de concreto armado. Estos problemas impactan directamente en la rentabilidad y competitividad a nivel nacional. Para ello, se propone la implementación de un modelo de mejora aplicando la filosofía Lean Manufacturing; cuya aplicación está enfocada a mejorar tres residuos principales en el sistema de producción: defectos, inventario y tiempo de

espera. Las propuestas del estudio generaron una reducción de 6.46% productos defectuosos, una reducción de 9.50% en el indicador de penalidades, un incremento de 21% en la OEE de las máquinas y una reducción del 35% en el tiempo de ciclo. Además, se evidenció la reducción de un 1.81% en sobrecostos operativos, lo cual impacta en \$30,199.

Según Arana, R. (2018) en su tesis: “Implementación de la metodología Lean Manufacturing en proceso productivo de fabricación de suelos de poliuretano para mejorar la rentabilidad de la empresa La Parisina S.A.C.” tiene como objeto determinar la mejora de la rentabilidad en la empresa mediante la implementación de la metodología lean Manufacturing la cual ha permitido la validación del modelo propuesto de mejora. Haciendo de este, un modelo consistente, eficiente y efectivo, con mayor producción, mejor flujo de materiales e información, entregas a tiempo y con un alto nivel de calidad y reducción de costos.

La conclusión de este estudio, con la implementación de esta metodología, es que se lograron los objetivos de la propuesta de mejora, destacando que se logró el 90% del objetivo de la producción diaria (448 docenas/día producción de 500 docenas/día de demanda), mejora en la calidad de productos terminados con una disminución de la tasa de devoluciones al 3%, ahorro de materia prima del orden del 8,1% (de 632,25 a 584,75kg por cada 100 docenas), además con una eficiencia económica es de S/ 0,87 y una eficiencia física de 92% con un

peso real de 225g por pieza. Por otro lado, se mejoró en 50% el tiempo de preparación de máquinas, se incrementó en 60% en rendimiento de pintura y 9,6% de disminución del consumo de energía eléctrica que resultó en un ahorro de S/ 0,29 en el costo variable unitario (de S/ 3,21 a S/ 2,92). Asimismo, como consecuencia de la redistribución de personal y cambio de maquinarias más eficientes, se mejoró el indicador OEE a 90% en el área de inyección, 86% en refilado, 83% en lavado y 79% en pintura. Y para validar la hipótesis de la presente investigación, se mejoró la rentabilidad económica de un 10,43% a 25,36% y la rentabilidad financiera de un 7,53% a 24,88% respectivamente.

Según Namuche, V. y Zare, R. (2016) en su tesis: “Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima den el área de producción de una empresa esparraguera para el año 2016” tiene como objeto de implementar técnicas del Lean Manufacturing para el incremento de la productividad en una empresa esparraguera, donde estuvo situado en el tipo de estudio aplicada, fundamentada en un diseño pre – experimental en la cual se utilizó una variedad de técnicas e instrumentos de recolección de datos, detalladamente en el análisis de información obtenida mediante la observación directa de los procesos productivos. El estudio inició, haciendo un diagnóstico a los subprocesos del área de producción para evidenciar los problemas que repercuten directamente a la productividad con el fin de determinar las herramientas a implementar; obteniendo resultados como, paradas de

máquinas, tiempos muertos en líneas de producción manual, sobre stock de producto terminado, entre las más sobresalientes.

La disminución de estos problemas se implementó herramientas de Lean Manufacturing iniciando con la metodología de 5s'. También se aplicó herramientas como TAKT TIME, OEE Y SMED. Ello se evidencia en el aumento de la productividad de un 5%, así como una reducción de paradas correctivas y preventivas, tiempo de ciclo, días de inventario, cajas defectuosas y tiempo improductivo.

1.3 Bases teóricas

1.3.1 Procesos

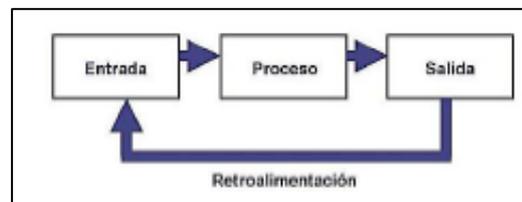
Según Maldonado, J. (2018) un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de materiales o información, dan lugar a una o varias salidas también de materiales o información con valor añadido. Los procesos deben estar correctamente gestionados empleando distintas herramientas de la gestión de procesos.

Todo proceso consta de tres elementos:

- A.** Un input (entrada principal). Es el producto con unas características objetivas que responde al estándar o criterio de aceptación definido. La existencia del input es lo que justifica la ejecución sistemática del proceso.
- B.** La secuencia de actividades. Aquellos factores, medios y recursos con determinados requisitos para ejecutar el proceso siempre bien a la primera. Algunos de estos factores del proceso son entradas laterales, es decir, inputs necesarios para la ejecución del proceso, pero cuya existencia no lo desencadena. Son productos que provienen de otros procesos con los que interactúa.

- C. Un output (salida). Es el producto con la calidad exigida por el estándar del proceso. La salida es un producto que va destinado a un usuario o cliente (externo o interno). El output final de los procesos de la cadena de valor es el input o una entrada para el proceso del cliente.

Figura 2
Ciclo de Proceso

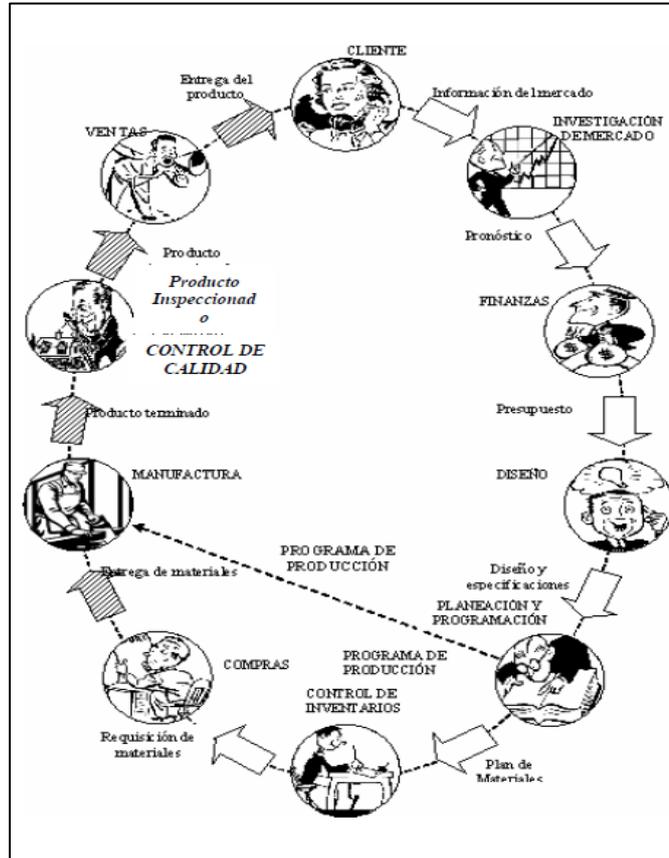


Nota. Esta figura muestra el flujo de actividades desde que inicia un proceso y su secuencia para lograr una salida.

1.3.2 Producción

Según Caba, N., Chamorro, O. y Fontalvo, T. (2006) la producción consta de una serie de operaciones que transforman los materiales realizando que pasen de una forma actual a otra que se desea conseguir. Asimismo, se entiende por el aumento de valor a un bien o servicio, por consecuencia de una transformación. Producir es extraer, transformar los bienes con el objetivo de volverlos aptos para compensar las necesidades.

Figura 3
Ciclo productivo



Nota. Esta figura muestra el ciclo productivo desde el requerimiento del cliente, llegada de MP y su transformación hasta la entrega del producto final.

1.3.3 Productividad

Según Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2013) la productividad se comprende como la relación en lo producido y los medios utilizados; por consiguiente, se mide a través del cociente de los resultados obtenidos entre recursos utilizados. Los resultados obtenidos pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o en utilidades.

Mediante que los recursos empleados se miden por el número de trabajadores, tiempo total empleado, horas-máquina, etc. Por ello mejorar la productividad es optimizar la utilización de los recursos y maximizar los resultados.

A. Eficiencia

Es la conexión entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados, se mejora ante todo optimizando la utilización de los recursos, lo que significa disminución de tiempos desperdiciados, paradas de equipo, ausencia de material, demoras, etc.

B. Eficacia

Es el nivel con el cual las actividades planificadas son efectuadas y logrando los resultados planificados. Por lo que ser eficaz es cumplir con objetivos y se mira mejorando los resultados de equipos, materiales y en todo el proceso.

C. Efectividad

Se refiere a que los objetivos planteados sean trascendentes y se alcancen. Esto es importante porque una empresa puede plantearse una serie de objetivos y ser eficaz y eficiente en su cumplimiento.

1.3.4 FODA

Según el UNIT, (2009) el análisis FODA, también conocido como análisis o matriz DAFO, es una herramienta analítica que permite trabajar con toda la información que se posea sobre una organización determinada. Se define en 2 partes interna (las fortalezas y las debilidades) y externa (las oportunidades y las amenazas) que se presentarán para un proyecto particular o para la organización en su totalidad en el momento de tratar de implantar los resultados de una programación la cual es una importante metodología para la formulación de cuatro tipos de estrategias: FO, DO, FA y DA.

Figura 4
 Matriz FODA

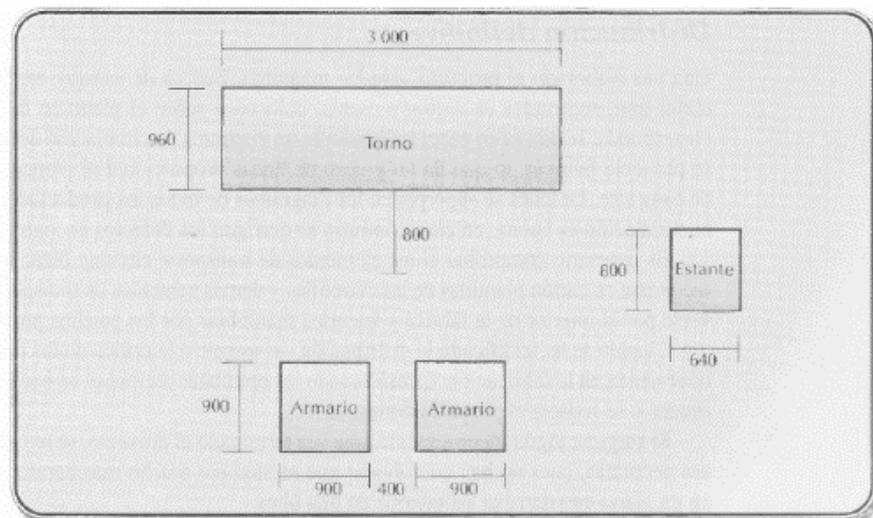
Contexto interno Contexto externo	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	(FO) Estrategias Ofensivas FÁCIL	(DO) Estrategias de Orientación DIFÍCIL
AMENAZAS	(FA) Estrategias Defensivas DESAFIANTE	(DA) Estrategias de Supervivencia IMPOSIBLE

Nota. Esta figura muestra la matriz FODA para el análisis de la organización obteniendo las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

1.3.5 Layout

Según García, R. (2005) es la ubicación física y ordenada de los de los medios industriales, como la maquinaria, equipo, trabajadores, espacios necesarios para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de mantener el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios terceros y los beneficios correspondientes.

Figura 5
Layout



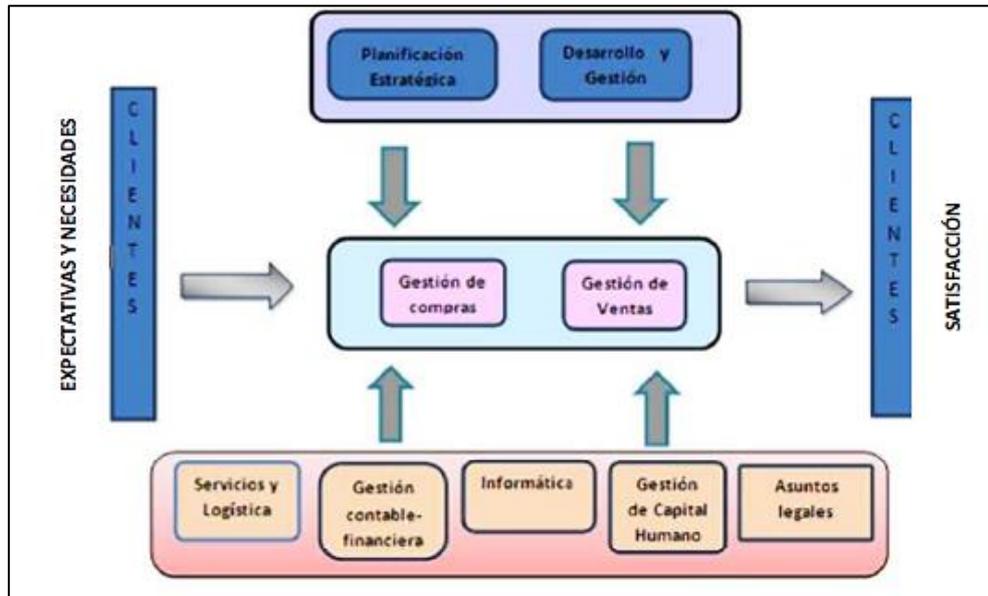
Nota. Esta figura muestra el Layout de una organización es decir un plano con su distribución.

1.3.6 Mapa de procesos

Según Maldonado, J. (2018) la definición de los mapas de procesos de una empresa u organización se contempla durante la elaboración de su plan estratégico corporativo, con el objetivo de conocer mejor y más profundamente el funcionamiento y el desempeño de los procesos y las actividades en los que se halla involucrada, prestando una atención especial a aquellos aspectos clave de estos.

El mapa de procesos de una empresa se define gráficamente, en lo que se conoce como diagramas de valor, combinando la perspectiva global de la compañía con las perspectivas locales del departamento respectivo en el que se inscribe cada proceso. Su desarrollo, por lo tanto, debe tratar de consensuar la posición local y el desempeño concreto de dichos procesos con los propósitos estratégicos corporativos, por lo que resulta imprescindible identificarlos y jerarquizarlos en función de su definición específica.

Figura 6
Mapa de procesos

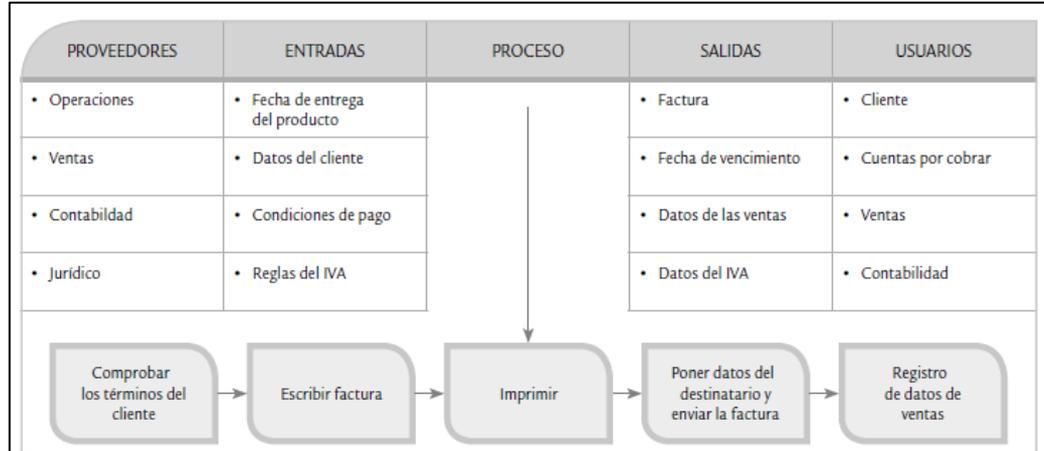


Nota. Esta figura muestra el funcionamiento de una organización y el progreso de sus procesos.

1.3.7 SIPOC

Según Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2013) Este diagrama tiene el objeto de analizar el proceso y su alrededor. Por ello se localizan los proveedores (P), las entradas (E), el proceso mismo (P), las salidas (S) y los usuarios (U).

Figura 7
SIPOC

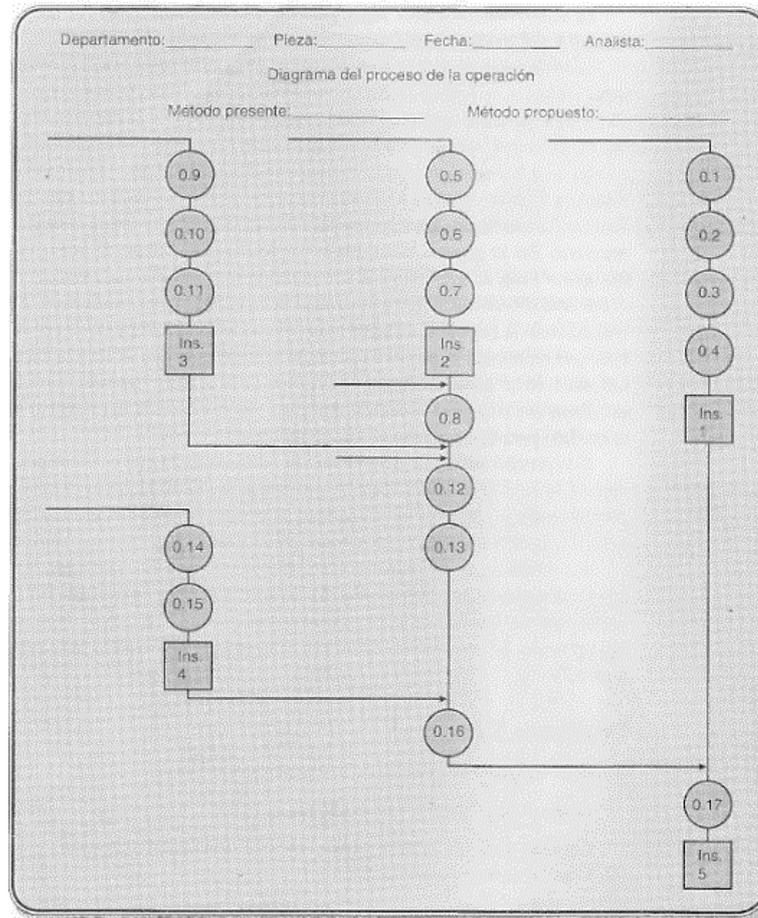


Nota. Esta figura muestra e identifica los proveedores, entradas, el proceso, las salidas y usuarios involucrados.

1.3.8 Diagrama de operaciones de procesos

Según García, R. (2005) es la representación gráfica de las actividades en los que se utilizan materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones menos las incluidas en la manipulación de los materiales; también, puede incluir cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis; tal como, el tiempo útil, el estado de cada paso o si los ciclos de fabricación son los correctos.

Figura 8
Diagrama de operaciones de procesos



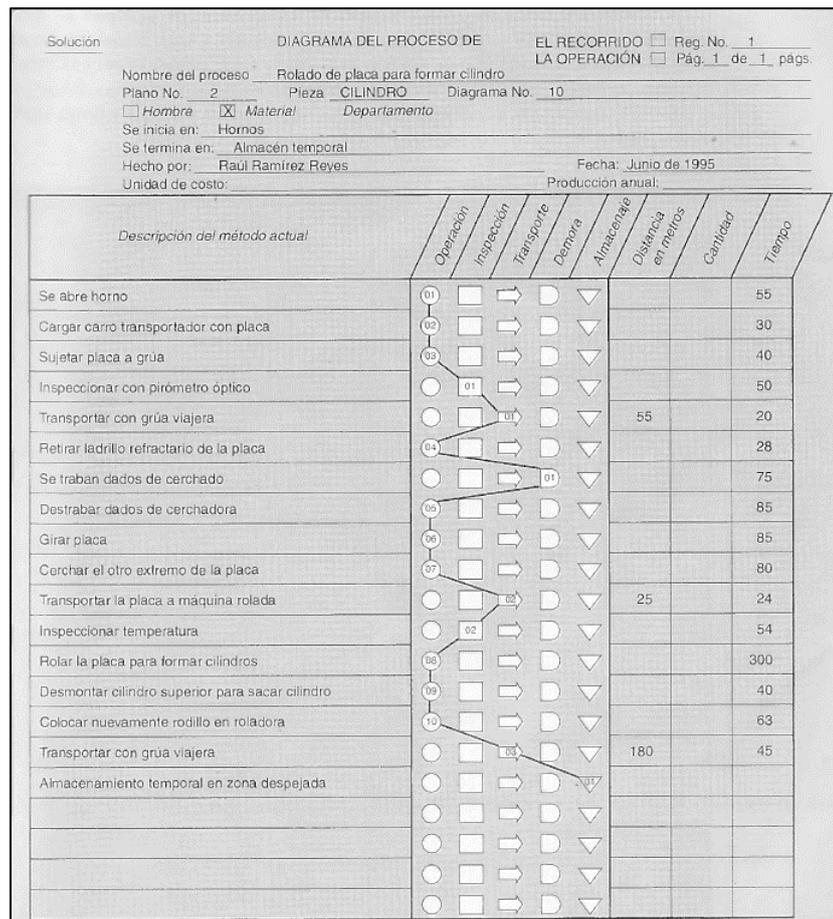
Nota. Esta figura muestra la secuencia de los tipos de actividades que se involucran en el proceso.

1.3.9 Diagrama de análisis de procesos

Según García, R. (2005) es una representación gráfica de la continuidad de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que suceden en medio de un proceso. Adicionalmente, también, la información que se cree deseable para el análisis; tal como, el tiempo

útil y la distancia recorrida. Se utiliza para representar el proceso de un producto, un operario, una pieza, etc.

Figura 9
Diagrama de análisis de procesos

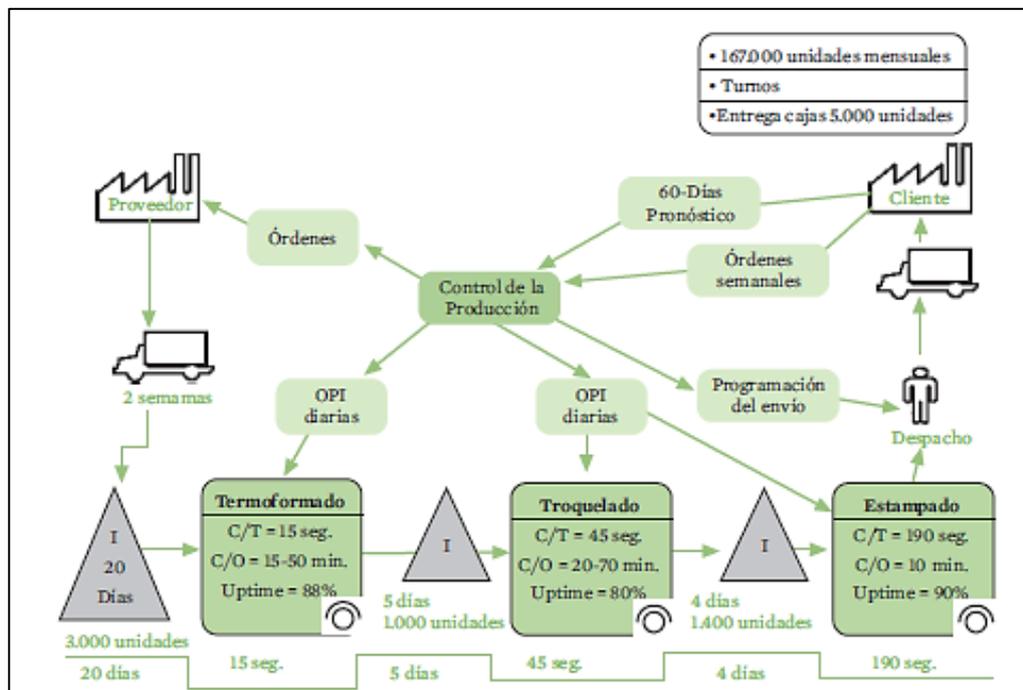


Nota. Esta figura muestra el análisis y la secuencia de las actividades que se involucran en el proceso.

1.3.10 Mapa de flujo de valor

Según Hernández, J., y Vizán, A. (2013) Es un modelo gráfico que interpreta la cadena de valor, evidenciando el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Por objeto tiene representar en un papel, de una manera fácil, todas las actividades productivas para evidenciar la cadena de valor y encontrar, a nivel general, donde se realizan los principales desperdicios del proceso. El VSM favorece, de forma visual, el reconocer las actividades que no generan valor añadido al negocio con el objetivo de mitigarlas y adquirir eficiencia.

Figura 10
Mapa de flujo de valor

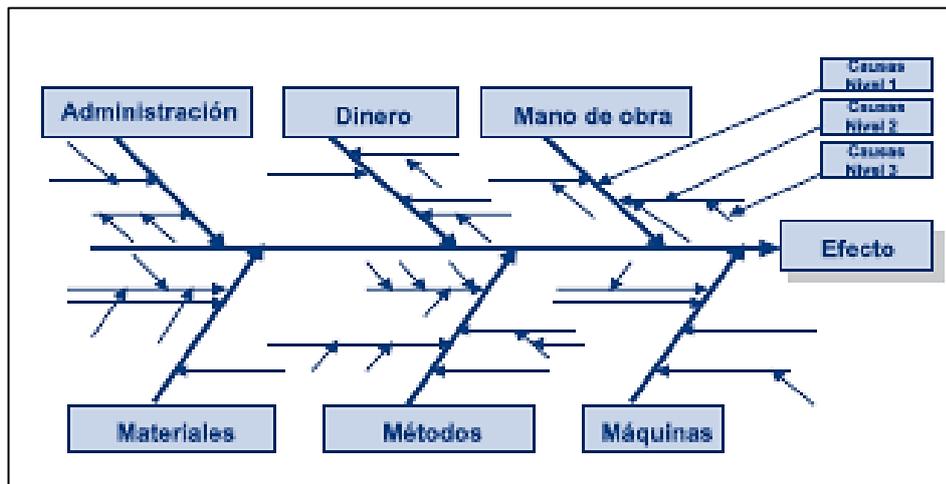


Nota. Esta figura muestra el flujo de materiales e información desde el proveedor hasta el cliente.

1.3.11 Ishikawa

Según el UNIT, (2009) el diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables. Se usa el diagrama de causas-efecto para analizar las relaciones causas-efecto y comunicar las relaciones causas-efecto y facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución.

Figura 11
Ishikawa



Nota. Esta figura muestra las posibles causas que provocan un efecto.

1.3.12 Diagrama de Pareto

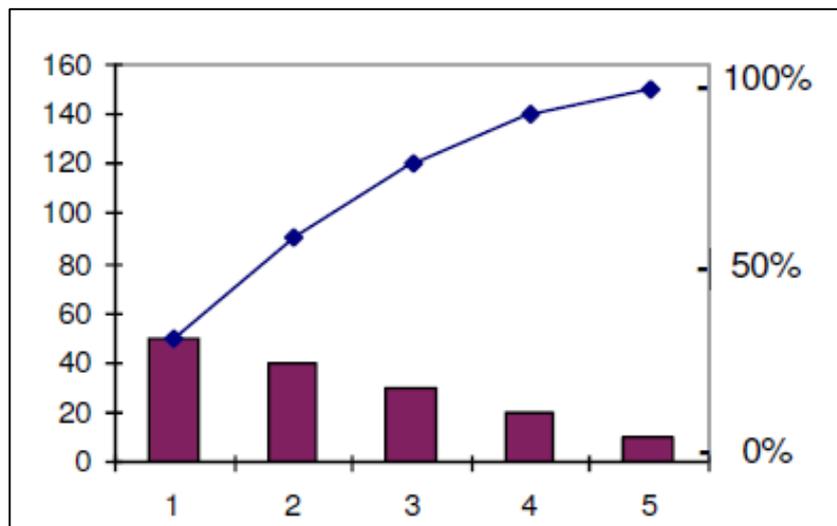
Según Maldonado J. (2018) su nombre de El Diagrama de Pareto se debe a Wilfredo Pareto es una gráfica que representa en forma ordenada el grado de importancia que tienen los diferentes factores en un

determinado problema, tomando en consideración la frecuencia con que ocurre cada uno de dichos factores.

Esta herramienta fue popularizada por Joseph Juran y Alan Lakelin; este último formuló la regla 80-20 basado en los estudios y principios de Pareto:

El objetivo del Diagrama de Pareto es el identificar los "pocos vitales" o ese 20% de tal manera que la acción correctiva que se tome se aplique dónde nos produzca un mayor beneficio. El Diagrama de Pareto, al catalogar los factores por orden de importancia. Priorización.

Figura 12
Diagrama de pareto



Nota. Esta figura muestra el análisis de las causas e identifica cuales son las más vitales para el efecto.

1.3.13 Lean Manufacturing

Según Maldonado J. (2018) es una filosofía de trabajo, inspirada en las personas, que detalla la forma de mejora y optimización de un sistema de producción centrándose en encontrar y mitigar todo tipo de desperdicios, definidos éstos como los procesos o actividades que utilizan más recursos de los rigurosamente necesarios. Encuentra distintos tipos de desperdicios que se visualizan en la producción: sobreproducción, demoras, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean observa lo que no se debe estar realizando porque no da valor al cliente y tiende a mitigarlo”.

Tipos de Desperdicios

Damos a entender como desperdicios todo aquel recurso que utilizamos de más frente a los necesarios para producir bienes o el dar un servicio.

Los MUDA, palabra japonesa que significa “inutilidad; ociosidad; superfluo; residuos; despilfarro”, son 8 conceptos que se utilizaron:

- **Sobreproducción**

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

a su vez provoca un incremento de los transportes y del nivel de los almacenes.

- **Tiempos de espera**

En términos fabriles estaríamos diciendo de los “cuellos de botella”, donde se produce una espera en el proceso productivo gracias a que una fase va más rápida que la siguiente, donde el material llega a la próxima etapa antes de que se pueda elaborar.

El presente desperdicio es el tiempo perdido como consecuencia de una serie de trabajos o un proceso ineficiente. Los procesos mal elaborados pueden ocasionar que unos operarios estén parados mientras otros están con mucho trabajo. Por lo tanto, es preciso estudiar conscientemente cómo disminuir o mitigar el tiempo perdido en medio del proceso de fabricación.

- **Transporte**

El presente desperdicio es la consecuencia de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cercano y los materiales deberían circular directamente desde una estación de trabajo a la próxima sin esperas en la cola de inventario. Aquí, es importante optimizar la utilización de las máquinas y los trayectos de los suministradores. Asimismo, cuantas más veces se movilen los artículos de un lado a otro mayor es la probabilidad de que resulten deteriorados.

- **Procesos inapropiados o reprocesos**

La optimización de los procesos y supervisión regular del mismo es primordial para disminuir fases que pueden ser innecesarias al mejorar el proceso. Realizar un trabajo adicional sobre un producto es un desperdicio que debemos mitigar, y que es uno de los difíciles de encontrar, por lo que varias veces el responsable del reproceso no sabe lo que hace. Como: limpiar varias veces, o solo, realizar un informe que nadie va a preguntar.

- **Exceso de inventario**

El despilfarro por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo. El mantenimiento de almacenes permite mantener los problemas ocultos, pero nunca los resuelve.

- **Movimientos innecesarios**

Todo movimiento innecesario de personas o equipamiento que no genere valor al producto es un desperdicio. Como a personas en la empresa moviendo documentos, buscando, eligiendo, agachándose, etc. Es más, caminar sin motivo alguno es un desperdicio. Estos hacen que una subida del cansancio del operario con las complicaciones dorsolumbares y otras dolencias, así como una reducción del tiempo empleado a utilizar en lo que real genera valor.

- **Defectos**

El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los defectos de producción y los errores de servicio no dan valor y producen un desperdicio gigantesco, ya que utilizamos materiales, mano de obra para reprocesar y/o dar las quejas, y principalmente puede generar insatisfacción en el cliente.

- **Desaprovechamiento del Talento Humano**

Últimamente se ha considerado el Desaprovechamiento del Talento Humano como el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios y por diferentes causas.

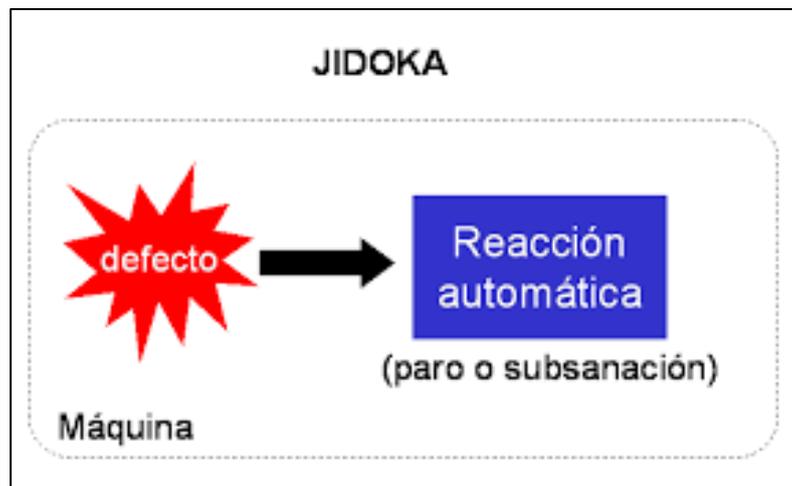
La creatividad e Inteligencia debe aprovecharse al máximo. Es importante hablar y escuchar a todas las personas en todos los niveles. Usar sus ideas y reconocerlas. Premiar sus contribuciones.

1.3.14 JIDOKA

Según Hernández, J., y Vizán, A. (2013) Jidoka es una palabra japonesa, que significa automatización con la esencia humana o autonomación. Esta no debe confundirse con automatización, lo cual explica el sistema de control

autónomo planteado por el Lean Manufacturing. Bajo el criterio Lean, el objetivo reside en que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, de tal manera que, si existe una irregularidad durante el proceso, este se pausará, fuese automática o manualmente por el operario, interceptando que las piezas defectuosas continúen en el proceso. Puesto que sólo se producirán piezas con cero defectos, se reduce el número de piezas defectuosas a remendar y la posibilidad de que continúen a futuras etapas del proceso.

Figura 13
JIDOKA



Nota. Esta figura muestra la herramienta Jidoka para la reacción automática ante los defectos y mantener la calidad.

1.3.15 Metodología 5S's

Según Hernández, J., y Vizán, A. (2013) la herramienta 5S se gestiona con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una modo menos formal y metodológica, ya estaban dentro de las definiciones clásicas de organización de los medios de producción. La abreviatura da a entender a las iniciales en japonés de las cinco palabras que las herramientas y cuya pronunciación empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

Figura 14
Metodología 5S

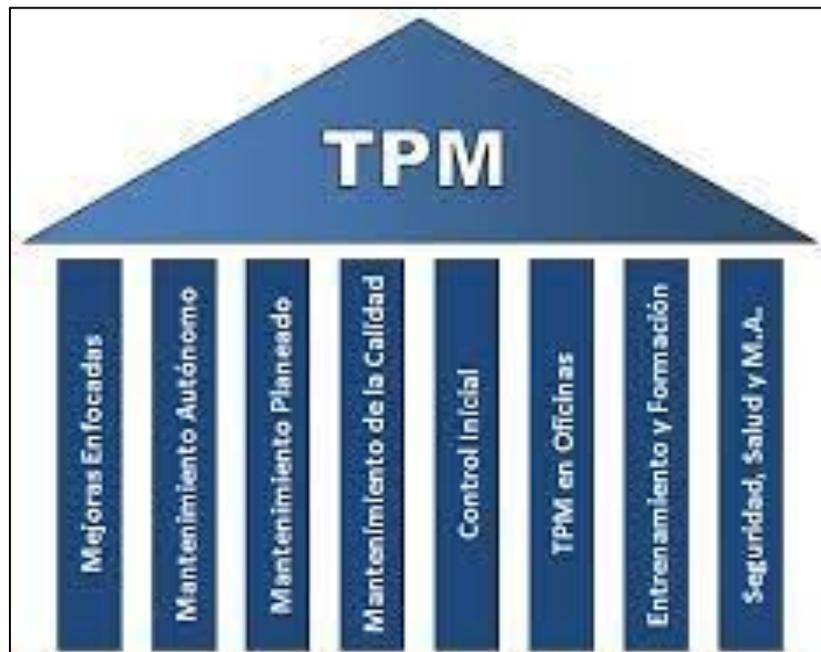


Nota. Esta figura muestra la metodología 5S que fomenta el orden y la limpieza creando hábitos de trabajo en las áreas de la organización.

1.3.16 Mantenimiento productivo total

Según Según Hernández, J., y Vizán, A. (2013) el Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios.

Figura 15
Mantenimiento productivo total



Nota. Esta figura muestra el efecto en una organización de la herramienta del mantenimiento productivo total orientada a eliminar averías.

1.4 Formulación del problema

¿Cómo influye la propuesta de mejora en el área de producción aplicando herramientas de manufactura esbelta en la productividad de una empresa de fabricación de postes, Trujillo, 2023?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Determinar cómo influye la propuesta de mejora en el área de producción aplicando herramientas de manufactura esbelta en la productividad de una empresa de fabricación de postes, Trujillo, 2023.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la productividad del área de producción de una empresa de fabricación de postes CA.C., 2023.
- Diseñar e implementar la propuesta de mejora en la productividad del área de producción de una empresa de fabricación de postes CA.C., 2023.
- Comparar la productividad entre la situación actual y la situación mejorada en el área de producción de una empresa de fabricación de postes CA.C., 2023.
- Evaluar económicamente la propuesta de mejora de la productividad mediante las herramientas de la manufactura esbelta en el área de producción de una empresa de fabricación de postes CA.C., 2023.

1.6 Hipótesis

La propuesta de mejora en el área de producción aplicando herramientas de manufactura esbelta incrementa la productividad de una empresa de fabricación, Trujillo, 2023.

1.7 Variables

Variable Independiente: Herramientas de manufactura esbelta.

Variable Dependiente: Productividad.

1.8 Justificación

- **Justificación teórica**

La presente investigación se diseña con el propósito de aportar conocimientos sobre el uso de herramientas de manufactura esbelta para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa de fabricación de postes CA.C.

- **Justificación práctica**

La presente investigación se diseña con el propósito de aumentar la productividad mediante la propuesta de mejora de herramientas de manufactura esbelta en el área de producción de una empresa de fabricación de postes CA.C.

- **Justificación académica**

La presente investigación tiene un efecto en la productividad con la implementación de herramientas de manufactura esbelta en el área de producción de una empresa de fabricación de postes CA.C, una vez demostrado su validez y confiabilidad, servirá y podrá ser utilizado en futuras investigaciones e instituciones educativas superiores.

1.9 Aspectos éticos

La presente investigación se exenta de duplicidad por lo que se cita a todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación, la empresa facilitó toda la información necesaria con el objeto de realizar la actual tesis, el cual traerá beneficios para ambas partes interesadas.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

Según Baena (2017) definen a la investigación aplicada también llamada utilitaria, donde se plantea problemas concretos que requieren soluciones inmediatas e iguales de específicas que tienen como objeto el estudio de un problema destinado a la acción.

La presente investigación es del tipo aplicada, por lo cual busca aplicar herramientas de manufactura esbelta, con el objeto de mejorar la productividad en el área de producción de una empresa de fabricación de postes CA.C.

El tipo de investigación: **Aplicada**

El diseño de investigación: **Propositiva**

G: O1 → X → O2

Donde:

G: Empresa de Fabricación de Postes CA.C.

O1: Medir la productividad de la empresa de fabricación de postes CA.C. antes de la propuesta de mejora mediante herramienta de la manufactura esbelta.

X: Área de producción

O2: Evaluar la productividad de la empresa de fabricación de postes CA.C. después de la propuesta de mejora mediante herramienta de la manufactura esbelta.

2.2 Población y muestra

- **Población**

Todos los procesos de las áreas de la empresa de fabricación de postes CA.C.

- **Muestra**

El proceso del área de producción de la Empresa de Fabricación de Postes CA.C.

2.3 Técnicas e instrumentos

En la presente tesis se utilizará técnicas e instrumentos para la determinación de la situación actual de la organización de postes CA.C como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 1
Técnicas e instrumentos

Técnica	Justificación	Instrumentos
Observación directa	Determinar la situación actual de la productividad del área de producción.	Guía de observación
Entrevista	Conocer los procesos actuales del área de producción	Cuestionario
Análisis de la información	Recolectar información de antecedentes históricos de los procesos	Microsoft Excel

Nota. Esta tabla muestra las técnicas e instrumentos para determinar la situación actual de

2.3.1 Observación directa

Objetivo

Identificar las oportunidades de mejora de la situación actual del proceso del área de producción de la empresa de fabricación de postes CA.C.

Procedimiento

1. Agendar y explicar el motivo de la grabación y fotografías del área de producción, a todos los trabajadores de la empresa según su disponibilidad.
2. Grabar y fotografiar el proceso del área de producción para identificar los puntos de dolor y así mejorarlas.
3. Registrar y almacenar las fotografías, grabaciones y oportunidades de mejora.

Instrumentos

- Guía de observación

2.3.2 Entrevista

Objetivo

Realizar el levantamiento de información de los procesos del área de producción para su diagnóstico de los flujos de fabricación de postes CA.C de la empresa.

Procedimiento

1. Agendar y explicar el motivo de las entrevistas para el relevamiento de los procesos actuales (AS-IS) a los involucrados según su disponibilidad.
2. Realizar la primera entrevista con una duración de 60 minutos según el horario brindado por cada uno de los stakeholder para el relevamiento de los procesos (AS-IS) en la oficina de la empresa.
3. Realizar la segunda entrevista con una duración de 30 minutos según el horario brindado por cada uno de los stakeholder para la validación de los procesos y levantando las observaciones brindadas por los mismos.
4. Realizar la tercera entrevista con una duración de 15 minutos según el horario brindado por cada uno de los stakeholder para la aprobación de los procesos.
5. Entregar y/o enviar el proceso AS-IS aprobado, por correo a cada uno de los stakeholder.
6. Archivar los resultados de la entrevista para su análisis.

Instrumentos

- Cuestionarios (anexo 1)

2.3.3 Análisis de la información

Objetivo

Identificar información histórica del área de producción de la empresa de fabricación de postes CA.C.

Procedimiento

1. Solicitud de la documentación utilizada en el proceso AS-IS vía correo a los involucrados de las diferentes áreas de la empresa.
2. Creación de base de datos de la información obtenida por los involucrados del proceso.
3. Analizar la información recepcionada para el desarrollo de la presente investigación.

Instrumentos

- Microsoft Excel

2.4 Matriz de consistencia

Tabla 2
Matriz de consistencia

FORMULACIÓN PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿Cómo influye la propuesta de mejora en el área de producción aplicando herramientas de manufactura esbelta en la productividad de una empresa de fabricación de postes, Trujillo, 2023?	1. General	La propuesta de mejora en el área de producción aplicando herramientas de manufactura esbelta incrementa la productividad de una empresa de fabricación, Trujillo, 2023.	Variable independiente Herramientas de manufactura esbelta	Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación: Pre experimental G: O1 → X → O2 Donde: G: Empresa de Fabricación de Postes C.A.C. O1: Medir la productividad de la Empresa de Fabricación de Postes C.A.C. antes de la propuesta de mejora usando las herramientas Lean. X: Área de producción O2: Evaluar la productividad de la Empresa de Fabricación de Postes C.A.C. después de la propuesta de mejora usando las herramientas Lean. Técnicas e instrumentos: Observación directa: Guía de observación Entrevista: Cuestionario Análisis de información: Microsoft Excel Método de análisis de datos: FODA, Ishikawa y Pareto Mapa de procesos, Layout y SIPOC DOP, DAP, VSM	Población Todos los procesos de las áreas de la empresa de fabricación de postes CA.C.
	2. Específicos				

Nota. Esta tabla muestra la problemática, objetivos, hipótesis, variables, metodología y población de la presente

2.5 Descripción de la empresa

La empresa dedicada a la fabricación y a las ventas de postes CA.C (Concreto Armado y centrifugado) y sus accesorios inició sus actividades el 04 de enero del año 2021, la planta se encuentra ubicada en el departamento de la Libertad.

Es una empresa familiar en crecimiento, contando en la actualidad con 20 operarios en planta, lo cual varía cuando crece la demanda y 2 empleados administrativos, las cuales trabajan 9 horas diarias en un turno con 1 hora de refrigerio.

La empresa logra producir 19 tipos de postes según medida entre 8,9,11,12 ,13 y 14 metros para ofertar a los clientes que brindan servicio de instalaciones eléctricas y obras públicas. Su producción destaca por ser de mayor resistencia, densidad y durabilidad, comprobados por el ensayo realizado en un banco de pruebas en la misma planta, además de poseer un acabado lizo y uniforme.

2.5.1 Misión

Producir productos de concreto con altos estándares de calidad a un precio competitivo que logren satisfacción de los clientes mediante la mejora continua.

2.5.2 Visión

Ser una empresa líder a nivel nacional en la comercialización de productos de concreto de calidad, implementando nuevas tecnologías cuidando el medio ambiente y a su vez la comunidad.

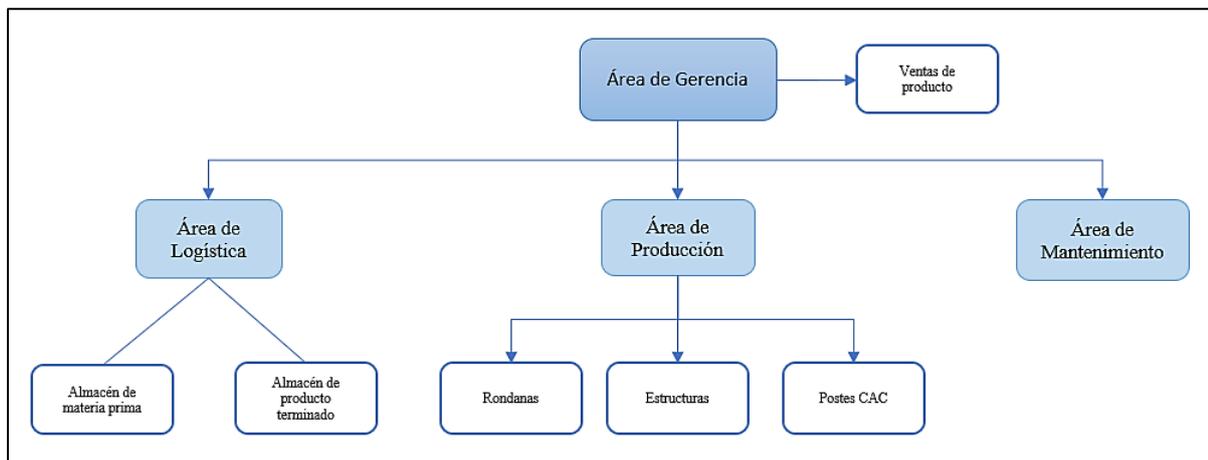
2.5.3 Valores

- Respeto
- Honestidad
- Compromiso
- Responsabilidad

2.5.4 Organigrama

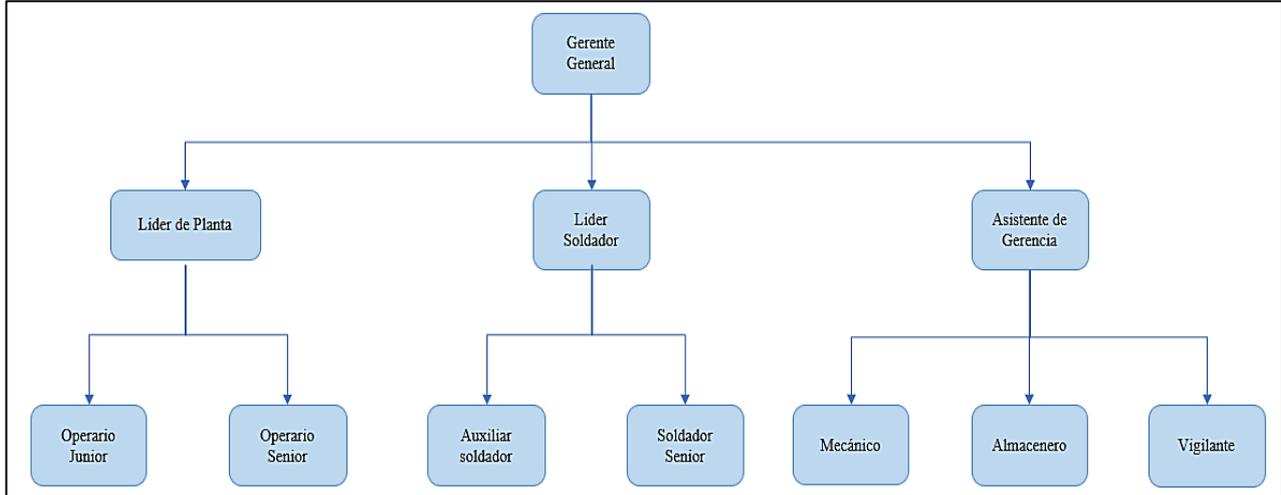
La empresa de fabricación de postes CA.C. está conformada por 22 trabajadores (20 operarios y 2 administrativos) los cuales se distribuyen en el Área de Gerencia, Logística, Producción y Mantenimiento como se puede visualizar en las siguientes figuras.

Figura 16
Organigrama de áreas



Nota. Esta figura muestra el organigrama por áreas y subáreas de la empresa

Figura 17
 Organigrama de funciones



Nota. Esta figura muestra el organigrama los puestos laborales en la empresa

Descripción de las áreas de trabajo

- **Área de Gerencia:** Es la encargada de las ventas, finanzas y en dar las ordenes de producción dando la aprobación a las solicitudes de las áreas de la empresa, dentro de esta área encontramos al gerente general.
- **Área de Producción:** Es la encargada de la producción de postes CA.C., estructuras y rondanas, entregando sus avances diarios, reportes de stock de productos terminados, entre otras funciones, dentro encontramos al Líder de planta, Líder soldador, al operario Junior y senior y al auxiliar soldador.
- **Área de Logística:** Es la encargada de abastecimiento de materia prima mediante la gestión de compras, de las planillas del personal y actividades

documentarias, dentro de esta área encontramos al asistente de gerencia, el cual tiene comunicación con el almacenero y el vigilante de la empresa.

- **Área de Mantenimiento:** Es la encargada de brindar el mantenimiento a las maquinarias de la empresa y otras funciones encomendadas por el asistente de gerencia.

2.5.5 Productos

- **Postes CA.C.**

La empresa de fabricación tiene como principal producto el Poste CA.C. (concreto, armado, centrifugado); varía según su metraje desde 8 hasta 14 metros, siendo la más demandada la de 9 metros.

Su composición se basa en rondanas colocadas en las estructuras de fierro, mezcla compuesta por arena gruesa, gravilla chancada, cemento y agua.

Figura 18
Postes CAC



Nota. Esta figura muestra el producto final del poste de concreto armado y centrifugado.

- **Accesorios**

Dentro de las variedades de fabricación la empresa también ofrece la fabricación de accesorios para los postes como Cruceta, Media Loza C.A., Block de concreto C.A., Caja pozo a tierra, Bases para Poste C.A., Ménsula, Palomilla. (Anexo 2)

2.5.6 Entorno de la Empresa

- **Proveedores**

Entre los principales abastecedores de materia prima tenemos SIDER PERÚ, INKA FERRO, ACG SAC, CASA DEL PERNO, CHASKY, ECOLUBE, ELC SAP, ERC, FORZAMAT, REJOBAC, SAN MARTIN, TECORITA EIRL, entre otros.

- **Clientes**

Entre los principales clientes tenemos al Ministerio de Energía y Minas, Hidrandina, Luz del Sur y Telefónica entre otros.

- **Competidores**

Nuestros principales competidores son Postes del Norte, Postes SA, Fabinco, Postes Sullana, entre otros.

2.5.7 Máquinas

Las maquinas a utilizar en el proceso de producción de postes CA.C son:

- **Prensadora:** se utiliza para dar la forma a la rondana, después de recibir la mezcla de concreto para la misma.
- **Roladora:** se utiliza para la fabricación de anillos de fierro que conformará la estructura.
- **Mezcladora:** se utiliza para la preparación de la mezcla para la fabricación de rondanas y del poste, funciona a una potencia de 15 HP.
- **Puente grúa:** es empleado para el transporte del poste en los diferentes espacios de la línea de producción.
- **Centrífuga:** es empleada para adherir el concreto al fierro, cuyo funcionamiento es hacer girar al molde a gran velocidad mediante un rotor.
- **Caldera:** se utiliza para el secado del poste con la ayuda del vapor que expulsa de las mangueras conectadas al extremo del poste.

2.6 Matriz de análisis FODA

Para el análisis de la situación actual se utilizó la matriz FODA para analizar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas y determinar las estrategias a utilizar en cada uno de los factores internos como externos.

Figura 19
FODA

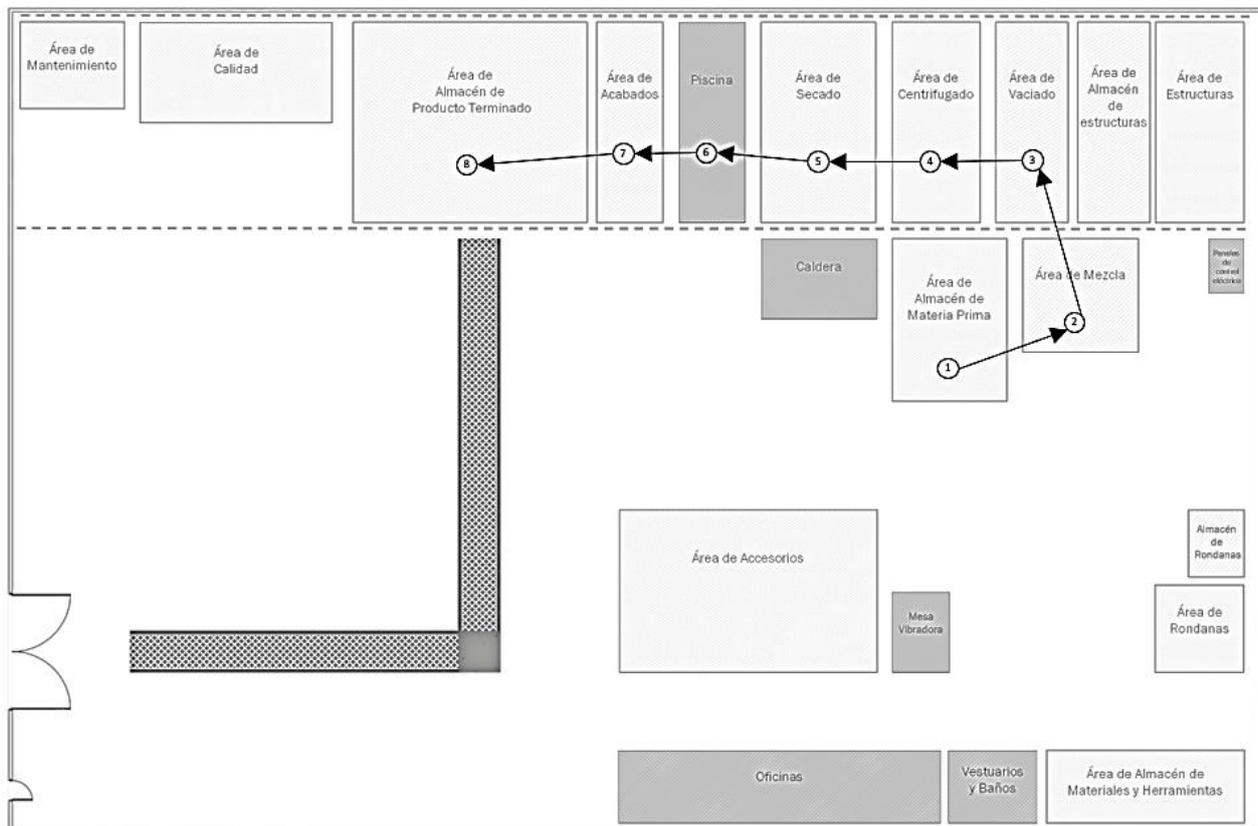
<p>Factores Internos</p> <p>Factores Externos</p>	<p>Fortalezas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Localización estratégica de la planta. 2 Zona de piscina de hidratación de postes. 3 Materia prima de calidad. 4 Marketing en redes sociales. 5 Personal estable con experiencia. 	<p>Debilidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Falta de estándares de procesos ocasionando una baja productividad, altos costos operativos y precios de producto elevados. 2 Personal resistente al cambio. 3 Maquinaria obsoleta ocasionando cuellos de botella. 4 Falta de servicio de transporte para las ventas.
	<p>Oportunidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Crecimiento demográfico y expansión urbana 2 Mayor demanda de obras eléctricas en ciertas localidades 3 Certificaciones internacionales de calidad 4 Alianzas estratégicas con el estado o empresas privadas 5 Nuevas tendencias tecnológicas 	<p>FO (Estrategias ofensivas)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Impulsar el marketing en redes sociales aprovechando el crecimiento demográfico, expansión urbana y mayor demanda de obras eléctricas. 2 Utilizar la localización estratégica para obtener alianzas estratégicas con el estado o empresas privadas. 3 Personal con experiencia, materia prima de calidad y zona de piscina de hidratación para obtener certificaciones internacionales.
<p>Amenazas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Crisis global ocasionando una altos precios de combustibles y alza de precios de materia prima 2 Crisis económica y política del país lo que ocasiono un aumento del dólar, disminución de ventas en cierta 3 Alta competitividad con mayor experiencia, bajos precios y posicionadas en el mercado. 	<p>FA (Estrategias defensivas)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Utilizar la localización estratégica para minimizar la crisis política del país buscando clientes a sus alrededores. 2 Usar la zona de piscina de hidratación de postes como valor agregado frente a la alta competitividad. 3 Personal con experiencia en el proceso ahorrando en la materia prima y el combustible en la disminución de las mermas. 	<p>DA (Estrategias de supervivencia)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Uso de las maquinarias obsoletas para reducir costos y competir con otras empresas 2 Negociación con las ventas en que el transporte sea por parte del cliente al estar en una crisis en el país por los paros y nivel global por el combustible.

Nota. Esta figura muestra el análisis de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la organización para así establecer estrategias ofensivas, de reorientación, defensivas y de supervivencia.

2.7 Layout

En el Layout de la fabricación de los Postes CAC, se evidencia el transporte que realizan los operarios durante el proceso, observando que hay muchas paradas innecesarias por el desconocimiento de sus funciones.

Figura 20
Layout

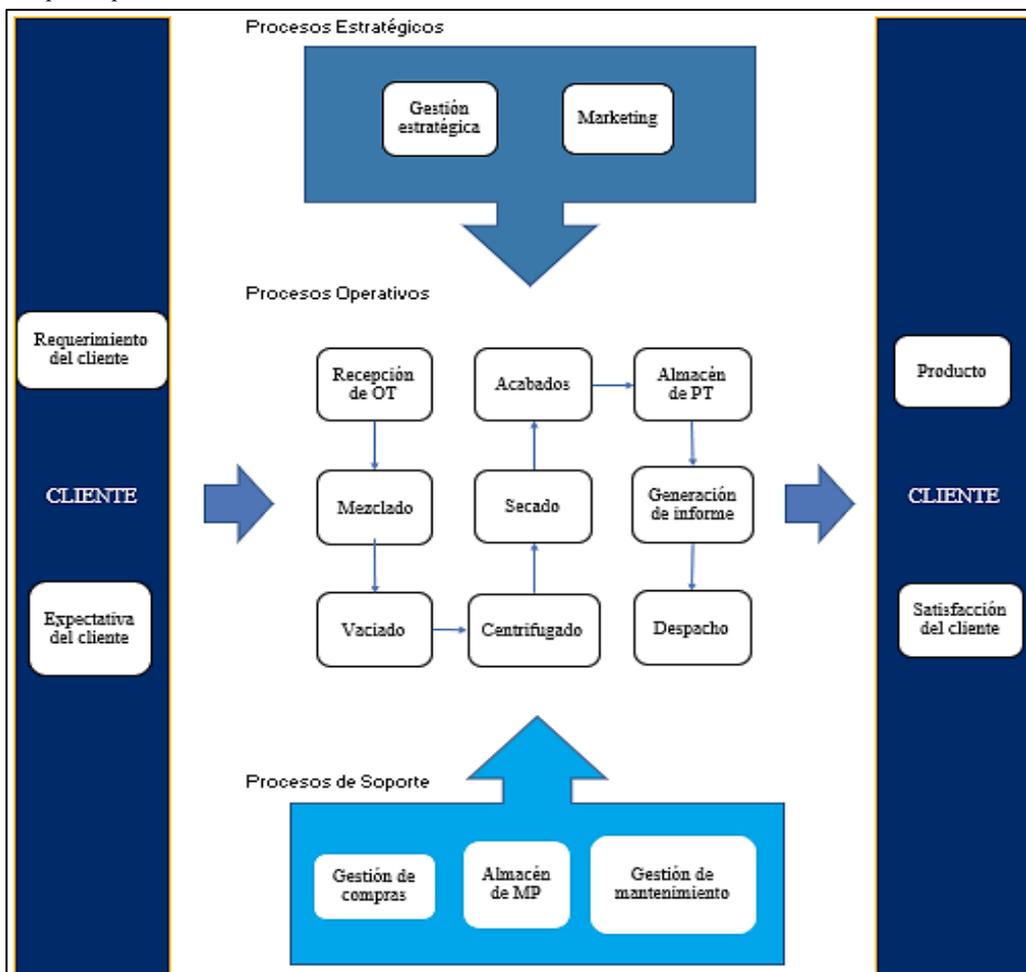


Nota. Esta figura muestra la disposición de espacios en la planta de producción de postes, así como inicio y fin de recorrido.

2.8 Mapa de procesos

La empresa se incorporó en el mercado de postes de concreto rápidamente, gracias a su gestión de marketing y estratégica, utilizando como soporte la gestión de compras en la comunicación con el almacén de MP y el mantenimiento de las maquinarias para cumplir con los requerimientos y expectativa de los clientes con la empresa.

Figura 21
Mapa de procesos

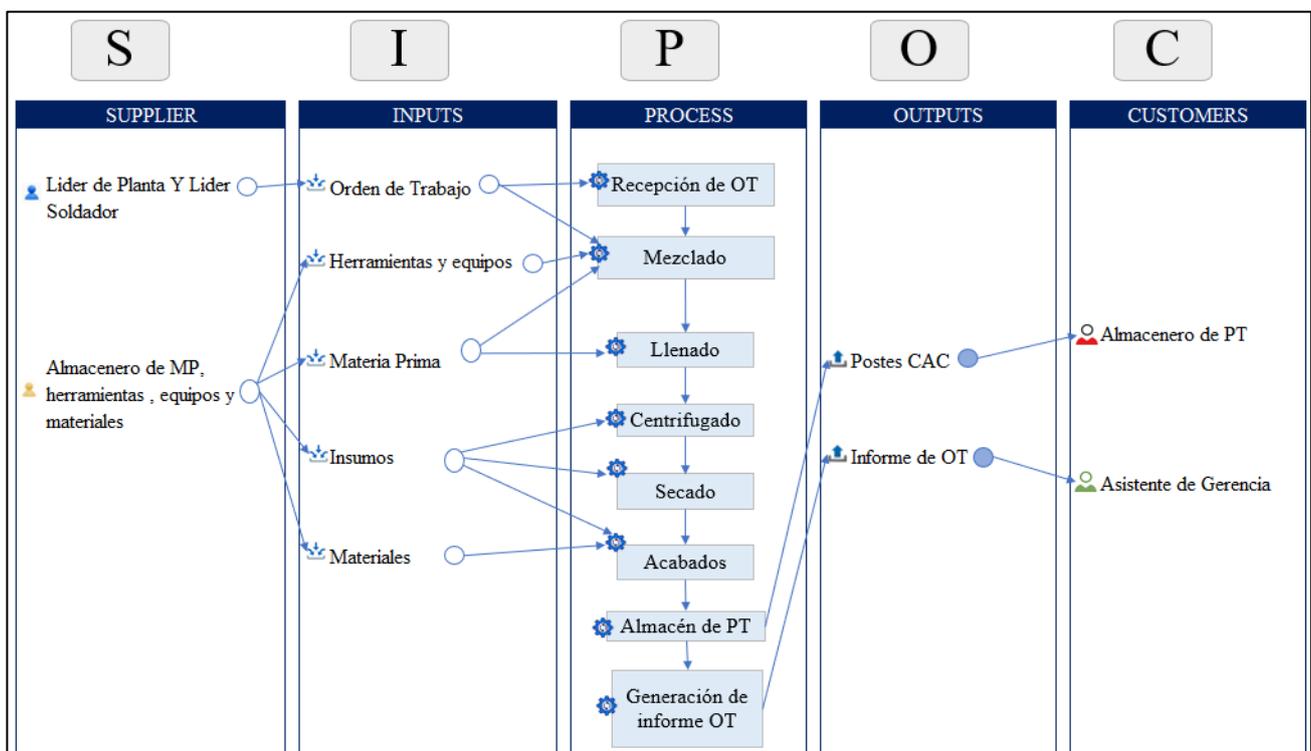


Nota. Esta figura muestra los procesos estratégicos y de soporte para el proceso operativo de producción de postes CA.C. según los requerimientos del cliente y sus resultados.

2.9 SIPOC

En la herramienta SIPOC, se visualiza los proveedores internos los cuales utilizan las diferentes entradas para el proceso de producción de postes CA.C. donde se obtienen las salidas y así ser entregadas a los clientes internos.

Figura 22
SIPOC



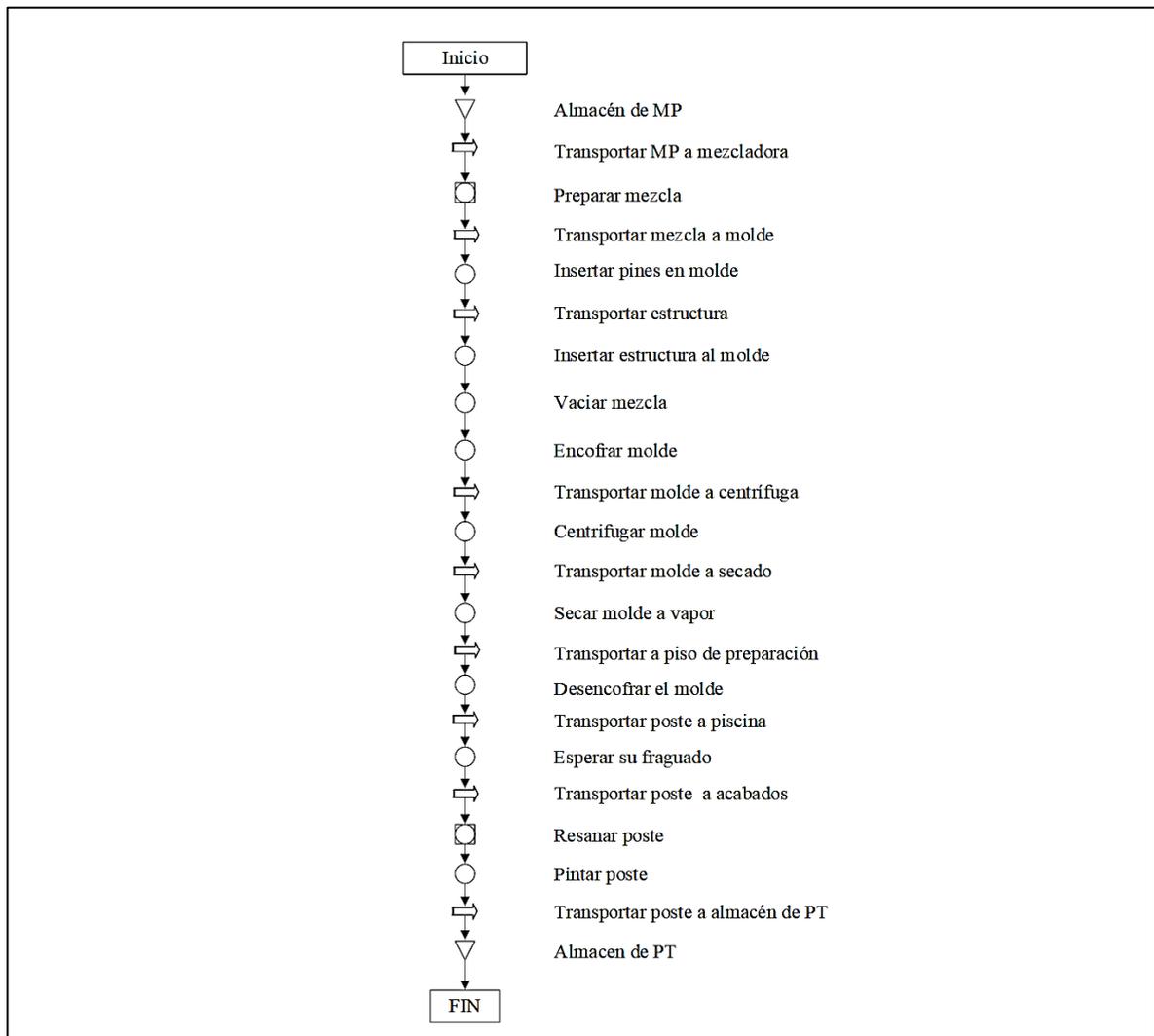
Nota. Esta figura muestra los proveedores internos de la producción de postes C.A.C. con sus entradas para el proceso y las salidas que se obtienen para los clientes internos de la organización.

2.10 Diagrama de operaciones del proceso

Esta herramienta nos permitió mostrar las actividades en como fluye la producción de postes desde la recepción de la materia prima y su transformación en la secuencia de las actividades de operaciones, inspección, mixta, transporte y de espera hasta el almacén del producto terminado.

Figura 23

Diagrama de proceso AS-IS



Nota. Esta figura muestra las actividades del proceso de producción de postes CAC según su tipo sea de operación, inspección, mixta, demora, transporte y almacén.

2.11 Diagrama de Análisis del Proceso

Luego de tener las actividades mapeadas en el DOP, se analizó utilizando el diagrama de análisis del proceso, determinando los tiempos y la cantidad de estas.

Figura 24
 Diagrama de análisis de proceso

Diagrama de Análisis de Procesos									
Proceso: Producción de Poste de Concreto (9 m)									Año: 2023
Nº	ACTIVIDADES	Operación	Inspección	Operación / Inspección	Transporte	Espera	Almacen	Tiempos (min)	Observaciones
1	Almacen MP	○	□	◻	⇒	D	▽	-	-
2	Transportar MP a mezcladora	○	□	◻	⇒	D	▽	4,8	Carretilla
3	Preparar mezcla	○	□	◻	⇒	D	▽	6,7	Arena Gruesa, Gravilla, Agua
4	Transportar mezcla al molde	○	□	◻	⇒	D	▽	6,8	Carretilla
5	Insertar pines en molde	●	□	◻	⇒	D	▽	1,2	Manual
6	Transportar estructura al llenado	○	□	◻	⇒	D	▽	0,3	Carretilla
7	Insertar estructura al molde	●	□	◻	⇒	D	▽	0,5	Manual
8	Vaciar mezcla para formar concreto armado (C.A.)	●	□	◻	⇒	D	▽	5,4	Carretilla
9	Encofrar molde	●	□	◻	⇒	D	▽	1,5	Manual
10	Transportar a la centrifuga	○	□	◻	⇒	D	▽	1,5	Puente grua
11	Centrifugar Molde	●	□	◻	⇒	D	▽	10,5	Centrifuga
12	Transportar molde a secado	○	□	◻	⇒	D	▽	2,1	Puente grua
13	Secar a vapor	●	□	◻	⇒	D	▽	30	Caldera
14	Transportar a piso de preparación	○	□	◻	⇒	D	▽	1,5	Puente grua
15	Desencofrar el molde	●	□	◻	⇒	D	▽	1,2	Manual
16	Transportar a piscina poste CAC	○	□	◻	⇒	D	▽	0,5	Puente grua
17	Esperar su fraguado	○	□	◻	⇒	D	▽	17,8	Piscina
18	Transportar poste a acabados	○	□	◻	⇒	D	▽	1,2	Puente grua
19	Resanar poste	○	□	◻	⇒	D	▽	3,8	Manual
20	Pintar Poste	●	□	◻	⇒	D	▽	4,4	Manual
21	Transportar a almacén de PT	○	□	◻	⇒	D	▽	1,7	Puente grua
22	Almacen Poste CAC	○	□	◻	⇒	D	▽	-	-

Nota. Esta tabla muestra la secuencia de las actividades para la producción de postes de concreto C.A.C. según tu tiempo y tipo de actividad.

2.12 Resumen del análisis del DAP

Del análisis del DAP en la figura 24 se realizó un resumen para determinar el total de la cantidad del tipo de actividades y su respectivo tiempo donde se obtuvo un total de 103,4 minutos en 22 actividades del proceso.

Tabla 3
Resumen del DAP

Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	8	54,7
	Inspección	0	0
	Mixta	2	10,5
	Transporte	9	20,4
	Espera	1	17,8
	Almacén	2	0
Total		22	103,4

Nota. Esta tabla muestra el resumen cantidad, tiempo y tipo de actividades del DAP.

2.13 Análisis actual de procesos

- **Actividades Productivas**

Se analizó el 1° indicador de la dimensión de procesos de la matriz de operacionalización, obteniendo como resultado el porcentaje de actividades productivas que generan valor al cliente, donde se sumó las actividades (operación, inspección y mixta) sobre la suma de todas las actividades

(operación, inspección, mixta, transporte, espera y almacén) como se muestra a continuación:

Ecuación 1: Actividades productivas

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{8+0+2}{8+0+2+9+1+2} \times 100 = \frac{10}{22} \times 100 = 45.45 \%$$

Obteniendo como resultado que el 45.45 % de todo el proceso de producción de postes CAC compete a las actividades productivas, las cuales mediante la propuesta de la presente tesis se puede mejorar.

- **Actividades Improductivas**

Se analizó el 2° indicador de la dimensión de procesos de la matriz de operacionalización, obteniendo como resultado el porcentaje de actividades improductivas que no generan valor al cliente, donde se sumó las actividades improductivas (transporte, espera y almacén) sobre la suma de todas las actividades (operación, inspección, mixta, transporte, espera y almacén) como se muestra a continuación:

Ecuación 2: Actividades improductivas

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{9+1+2}{8+0+2+9+1+2} \times 100 = \frac{12}{22} \times 100 = 54.55 \%$$

Obteniendo como resultado que el 54.55 % de todo el proceso de producción de postes CAC compete a las actividades improductivas, las cuales mediante la propuesta de la presente tesis se puede mejorar.

- **Tiempo Productivo**

Se analizó el 3° indicador de la dimensión de procesos de la matriz de operacionalización, obteniendo como resultado el porcentaje de tiempo productivo en el proceso de las actividades que generan valor al cliente, donde se sumó los tiempos de las actividades (operación, inspección y mixta) sobre la suma de todos los tiempos de las actividades (operación, inspección, mixta, transporte, espera y almacén) como se muestra a continuación:

Ecuación 3: Tiempo de actividades productivas

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{54.7+0+10.5}{54.7+0+10.5+20.4+17.8+0} \times 100 = \frac{65.20 \text{ min}}{103.40 \text{ min}} \times 100 = 63.06 \%$$

Obteniendo como resultado que el 63.06% que compete a las actividades de productividad, es decir que representa el 65.2 min de todo el tiempo del proceso de producción de postes CA.C, las cuales mediante la propuesta de la presente tesis se puede mejorar.

- **Tiempo Improductivo**

Se analizó el 4° indicador de la dimensión de procesos de la matriz de operacionalización, obteniendo como resultado el porcentaje de tiempo improductivo en el proceso de las actividades que no generan valor al cliente, donde se sumó los tiempos de las actividades (operación, inspección y mixta) sobre la suma de todos los tiempos de las actividades (operación, inspección, mixta, transporte, espera y almacén) como se muestra a continuación:

Ecuación 4: Tiempo de actividades improductivas

$$\% \text{ de actividades improductivas} = \frac{20.4+17.8}{54.7+0+10.5+20.4+17.8+0} \times 100 = \frac{38.20}{103.40} \times 100 = 36.94 \%$$

Obteniendo como resultado que el 36.94 % que compete a las actividades de improductividad es decir el 38.2 min todo el tiempo del proceso de producción de postes CAC, las cuales mediante la propuesta de la presente tesis se puede mejorar.

2.14 Análisis del VSM actual

- **Takt Time**

Se determinó que el promedio de la demanda mensual del cliente es de 540 postes mensuales de 9 metros, obteniendo como resultado el porcentaje de Takt Time que se define como el tiempo esperado de producción para cumplir con la necesidad del cliente, para ello se analizó el análisis de información de sus ventas lo cual determinó el Takt time:

Tabla 4

Datos de la disponibilidad

Demanda del Cliente mensual	540	postes/mes
Mes	24	Días
Demanda de Cliente diaria	23	postes/día
Día	1	Turno
Turno	9	Horas
Tiempo total x día	540	min/día
Descanso	60	min/día
Disponibilidad	480	min/día

Nota. Esta tabla muestra la demanda diaria del cliente y la disponibilidad del día en minutos.

Ecuación 5: Takt Time

$$Takt\ Time = \frac{Disponibilidad}{Demanda\ del\ cliente} = \frac{480 \frac{min}{día}}{23 \frac{poste}{día}} = 21 \frac{min}{poste}$$

Obteniendo como resultado que para producir un 1 poste se necesita emplear un tiempo de 21 minutos para poder cumplir con la demanda de 540 postes mensuales de 9m CA.C del cliente.

- **Valor agregado**

Se analizó el 5° indicador de la dimensión de procesos obteniendo como resultado el porcentaje de valor agregado, para ello se determinó la suma de los tiempos de cada uno de los procesos de la producción de postes CA.C de 9m y se dividió sobre el Lead Time del proceso.

Tabla 5
Calculo del valor agregado

VA	PROCESOS					
	Mezclado	Llenado	Centrifugado	Secado	Hidratado	Acabados
min/und	6,7	8,6	10,5	30	17,8	8,2
Días	0,01	0,02	0,02	0,06	0,04	0,02

Nota. Esta tabla muestra el tiempo de ciclo por cada una de las

Los resultados de la suma de tiempos del VA es de 81.80 min que son 0.17 día.

- **Valor No Agregado**

Se analizó el 6° indicador de la dimensión de procesos obteniendo como resultado el porcentaje de valor no agregado, para ello se determinó la suma de

los tiempos de almacenaje de la producción de postes CA.C de 9m y se dividió sobre el Lead Time.

Tabla 6
Calculo de tiempo de almacenes

NVA	Almacén MP	ALMACENES						Almacén PT
		Mezclado	Llenado	Centrifugado	Secado	Hidratado	Acabados	
Inventario	MP	1	1	1	1	1	1	4
Días	3,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,19

Nota. Esta tabla muestra el tiempo de ciclo por cada uno de los almacenes.

Los resultados de la suma de tiempos del NVA es de 1.668,57 min que son 3.48 día. Siendo el Lead Time la suma del NVA y VA, obteniendo un resultado de 1.750,37 min. A partir de ello, se calculó los porcentajes del NVA y VA dando como resultado de 4.67% para VA y 95.33 % para NVA.

2.15 Análisis actual de la productividad

También se analizó la productividad teniendo en cuenta sus dimensiones:

- Eficiencia

Al realizar el VSM se pudo determinar que el Cycle Time de secado vendría a ser nuestro cuello de botella, en la cual se determinó un tiempo de 30min/poste y también se determinó el Takt Time lo cual fue de 21min/poste dando como resultado que el Cycle Time es mayor que el Takt Time, es por ello que para la mejora se propuso la implementación de las herramientas de manufactura esbelta.

Tabla 7
Cycle Time vs Takt Time

Cycle Time	30 min/poste
Takt Time	21 min/poste

Nota. Esta tabla muestra el tiempo de ciclo de producción de un poste vs el tiempo esperado de producción.

- Eficacia

En el área de calidad se realiza las pruebas a los lotes de postes con la supervisión del Líder de Producción y el apoyo del operador Senior, con ello se determinó el % de postes defectuosos; tomando una muestra del lote donde se coloca entre dos muros para la prueba de calidad y se va haciendo flexión midiendo con un dinamómetro, lo cual si se rompe el poste se procede a realizar un reproceso de producción. Utilizando el indicador para poder calcular el porcentaje de postes defectuosos del ensayo, todas del mes de junio del 2022.

Tabla 8
Número de postes defectuosos

# DE POSTES DE JUNIO 2022	# DE POSTES DEFECTUOSOS
384	22

Nota. Esta tabla muestra la demanda de postes del mes de junio del año 2022 y los postes defectuosos que se evidencio.

Ecuación 6:

$$\% = \frac{\# \text{ de postes defectuosos}}{\# \text{ de producción total del mes}} = \frac{22 \frac{\text{postes}}{\text{mes}}}{384 \frac{\text{poste}}{\text{Mes}}} = 5,73\%$$

Obteniendo como resultado que el % de postes defectuosos es del 5,73%, lo cual se pretende mejorar con la propuesta de la presente tesis.

- Efectividad

La producción real en la planta es de 384 postes mensuales, de los cuales encontramos una merma en la producción por postes defectuosos teniendo como resultado 362 postes mensuales efectivos concluyendo que la producción real es de 16 postes diarios donde 15 son efectivos y la producción esperada se determinó con la información del promedio de la demanda de postes diarios que es de 23.

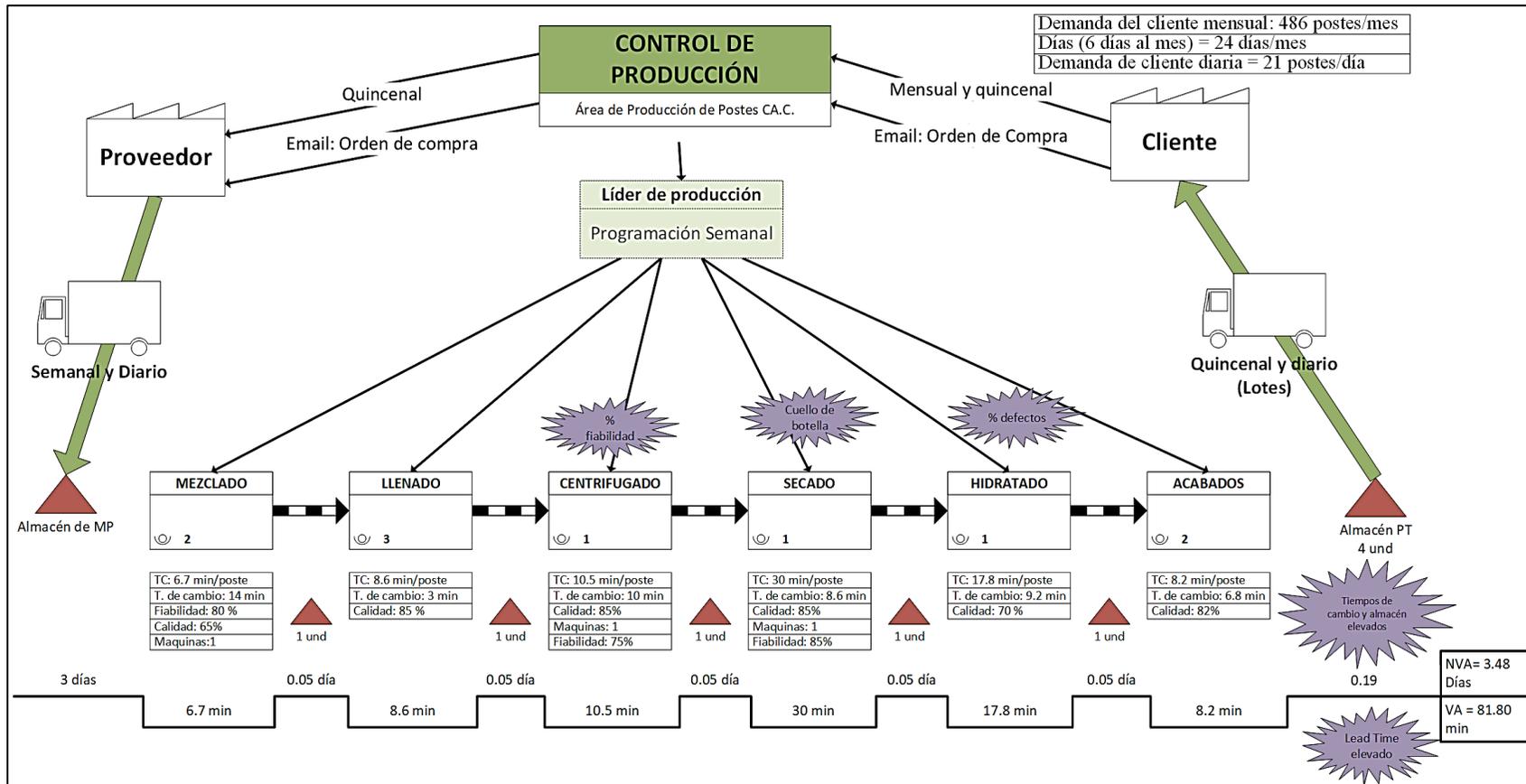
Tabla 9
Producción diaria vs producción esperada

Producción Real efectiva	15 postes/día
Producción Esperada	23 postes/día

Nota. Esta tabla muestra la producción real y esperada por día de postes CAC

2.16 VSM Actual

Figura 25
VSM



Nota. Esta figura muestra el mapa de flujo de valor del proceso de producción de postes C.A.C.

2.17 Matriz de operacionalización de las variables

Tabla 10

Matriz de operacionalización de la variable

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Independiente					
Herramientas de manufactura esbelta	Según Maldonado J. (2018) es una filosofía de trabajo, inspirada en las personas, que detalla la forma de mejora y optimización de un sistema de producción centrándose en encontrar y mitigar todo tipo de desperdicios, definidos éstos como los procesos o actividades que utilizan más recursos de los rigurosamente necesarios. Encuentra distintos tipos de desperdicios que se visualizan en la producción: sobreproducción, demoras, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos.	La presente investigación preexperimental se realizará en base a entrevistas, recolección y análisis de data en la empresa de fabricación de postes C.A.C. donde las herramientas de manufactura esbelta permiten llevar un control y mejoras en la producción.	Control de Producción	Actividades productivas Actividades improductivas Tiempo productivo Tiempo improductivo Valor Agregado Valor No Agregado	% % % % %
Dependiente					
Productividad	Según Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2013) la productividad se comprende como la relación en lo producido y los medios utilizados; por consiguiente, se mide a través del cociente de los resultados obtenidos entre recursos utilizados. Los resultados obtenidos pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o en utilidades. Mediante que los recursos empleados se miden por el número de trabajadores, tiempo total empleado, horas-máquina, etc. Por ello mejorar la productividad es optimizar la utilización de los recursos y maximizar los resultados.	Para la medición de la productividad en la empresa de fabricación de postes C.A.C. deberá contar con información confidencial y asertiva, y el uso correcto de los indicadores	Eficiencia Eficacia Efectividad	Cycle time VS Takt time # de productos defectuosos / # de producción total Producción real VS Producción esperada	Razón % Razón

Nota. Esta tabla muestra la matriz de operacionalización de las variables de la empresa.

2.18 Matriz de indicadores

Tabla 11
Matriz de indicadores

CAUSA RAÍZ	DETALLE	INDICADOR	FÓRMULA	PERDIDA ACTUAL	VALOR ACTUAL	PERDIDA META	VALOR META	BENEFICIO	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR 5	Falta de estandarización de procesos	% tiempo improductivo	(Tiempo perdido / Tiempo total) * 100	S/ 88.520,00	78,33%	S/ 47.160,00	43,33%	S/ 37.360,00	5S
CR 9	Falta de orden y limpieza en el área de trabajo								
CR 4	Falta de capacitación al personal								
CR 3	Falta de una gestión de mantenimiento	% Equipos no inspeccionados	(Equipos no inspeccionados / Equipos totales) * 100	S/ 30.210,00	83,33%	S/ 4.050,00	16,67%	S/ 26.160,00	TPM
CR 6	Falta de una gestión de calidad	% productos defectuosos	(# productos defectuosos / # producción total) * 100	S/ 84.480,00	5,73%	S/ 20.160,00	1,56%	S/ 64.320,00	JIDOKA

Nota. Esta tabla muestra la matriz indicadores por causa raíz y su herramienta de mejora para la meta.

2.19 Análisis de la situación actual

2.19.1 Priorización de problemas en la empresa de fabricación de postes CA.C

Se realizó una encuesta a los involucrados del proceso de la empresa de fabricación de postes CA.C, dando un puntaje siendo el más alto 3 y más bajo 1 como se podrá apreciar en la siguiente tabla y sus resultados:

Tabla 12

Escalas de priorización

Empresa:	Empresa de Fabricación de postes C.A.C.
Área:	Producción de Postes C.A.C.
Problema:	Baja productividad
Escalas	Puntaje
Bastante	3
Medio	2
Poco	1

Nota. Esta tabla muestra la valorización de la priorización.

Tabla 13

Matriz de priorización

Encuestado/Causa Raíz	Falta de una correcta gestión de compras	Falta de una eficiente gestión de almacén	Falta de una efectiva gestión de mantenimiento	Falta de capacitación al personal	Falta de estándares de procesos	Falta de una gestión de calidad	Falta de habilidades de liderazgo	Falta de una correcta distribución de espacios	Falta de orden y limpieza en el área de trabajo
	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9
Gerente General	2	2	3	3	3	3	2	1	3
Asistente de producción	1	2	2	3	3	3	1	2	3
Líder de producción 1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Líder de producción 2	2	2	3	3	3	3	1	2	3
Líder Soldador 1	2	2	3	2	3	2	1	1	3
Líder Soldador 2	2	1	3	3	3	3	1	1	3
Calificación total	12	12	17	17	18	17	9	10	18

Nota. Esta tabla muestra los resultados de la priorización con una puntuación del 1 considerado bajo y 3 alto de los involucrados en el proceso.

2.19.2 Diagrama de Pareto

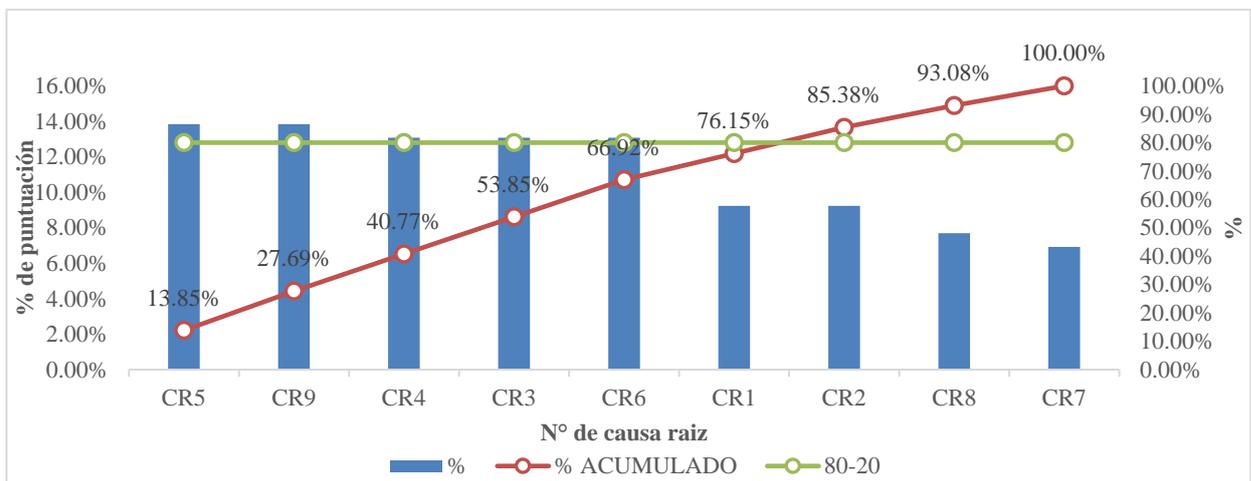
A continuación, se realizó el diagrama de Pareto teniendo en cuenta la regla del 80-20 para tener una mayor visualización de los resultados de la puntuación.

Tabla 14
Pareto

ITEM	CAUSA	PUNTUACIÓN	%	% ACUMULADO
CR5	Falta de estándares de procesos	18	13,85%	13,85%
CR9	Falta de orden y limpieza en el área de trabajo	18	13,85%	27,69%
CR4	Falta de capacitación al personal	17	13,08%	40,77%
CR3	Falta de una efectiva gestión de mantenimiento	17	13,08%	53,85%
CR6	Falta de una gestión de calidad	17	13,08%	66,92%
CR1	Falta de una correcta gestión de compras	12	9,23%	76,15%
CR2	Falta de eficiente gestión de almacén	12	9,23%	85,38%
CR8	Falta de una correcta distribución de espacios	10	7,69%	93,08%
CR7	Falta de habilidades de liderazgo	9	6,92%	100,00%

Nota. Esta tabla muestra las causas priorizadas según el 80-20.

Figura 26
Diagrama ABC



Nota. Esta figura muestra el diagrama ABC priorizando con la regla del 80-20 las causas identificadas en el Ishikawa.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Propuesta para CR5, CR9 y CR4

a) Monetización de pérdidas

En la empresa de fabricación de postes CA.C. se determinó la monetización de pérdidas debido al tiempo perdido de mano de obra por poste fabricado donde mediante la observación directa apreciamos que el líder de producción pierde 5 minutos, el del operario senior 6.3 minutos y el del operario junior 12 minutos por poste, por falta de orden y limpieza obstruyendo el paso al personal y falta de capacitación trayendo como consecuencia un trabajo empírico no estandarizado en el proceso de producción.

Tabla 15
Monetización de pérdidas CR5 CR9 CR4

	Líder de producción	Operario Senior	Operario Junior	
Cantidad	2	7	9	
<i>Sueldo del personal</i>				
Pago mes	S/ 1.800,00	S/ 1.400,00	S/ 1.200,00	
Pago por día	S/ 75,00	S/ 58,33	S/ 50,00	
Pago por hora	S/ 9,38	S/ 7,29	S/ 6,25	
Pago por minutos	S/ 0,16	S/ 0,12	S/ 0,10	
Tiempo perdido por poste (min)	5	6.3	12	
Costeo de tiempo perdido por poste	S/ 0,78	S/ 0,79	S/ 1,25	
Postes por día		16		
Perdida actual (día)	S/ 25,00	S/ 88,47	S/ 180,00	S/ 293,47
Perdida actual (mes)	S/ 600,00	S/ 2.123,33	S/ 4.320,00	S/ 7.043,33
Perdida actual (año)	S/ 7.200,00	S/ 25.480,00	S/ 51.840,00	S/ 84.520,00

Nota. Esta tabla muestra el costo de las causas 5,9 y 14 en la cual se evidencia el tiempo y costo perdido por poste.

Tabla 16
 Cálculo del valor actual CR5 CR9

Total, de tiempo perdido x poste (min)	23,5
Producción diaria (postes)	16
Tiempo perdido al día (min)	376
Disponibilidad al día (min)	480
Valor Actual	78,33%

Nota. Esta tabla muestra el tiempo perdido total por las causas 5, 9 y 4, donde se calcula el valor actual.

b) Solución del problema

- Cronograma de actividades de las 5S

La siguiente figura contiene las actividades de la propuesta de solución del problema CR5, CR9 Y CR4, las cual se realizará en 12 semanas con el apoyo de todo el equipo de fabricación de postes CA.C.

Figura 27
 Cronograma de actividades 5's

5S	N°	Actividades	Responsable	Semanas													
				27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
Identificación y eliminación de desperdicios	1S	Clasificar (Seiri)		█	█												
	1.1	Seleccionar y separar los elementos esenciales y no esenciales	👤👤👤👤	█													
	1.2	Eliminar elementos no esenciales	👤👤👤👤		█												
	2S	Organizar (Seiton)				█	█	█									
	2.1	Definir ubicación optima de elementos esenciales	👤👤👤👤			█	█	█									
	2.2	Colocar elementos esenciales en la ubicación definida	👤👤👤👤			█	█	█									
	3S	Limpiar (Seiso)								█	█	█	█				
	3.1	Establecer el proceso de limpieza	👤👤👤👤							█	█	█	█				
	3.2	Control de limpieza	👤👤👤👤							█	█	█	█				
Mejora Continua	4S	Estandarizar (Seiketsu)				█	█	█	█	█	█	█	█	█			
	4.1	Implementar señalizaciones	👤👤👤👤			█	█	█	█	█	█	█	█	█			
	4.2	Implementar código de colores	👤👤👤👤						█	█	█	█	█	█			
	4.3	Implementar tablero kanban	👤👤👤👤							█	█	█	█	█			
	5S	Autodisciplinar (Shitsuke)		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	5.1	Implementar plan de capacitación	👤👤👤👤	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
5.2	Implementar sistema de auditoría de las 5S	👤👤	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	

Leyenda: 👤 Gerente General 👤 Asistente de Producción 👤 Líder de Producción 👤 Líder soldador 👤 Operarios y auxiliar soldador

Nota. Esta figura muestra el cronograma de actividades a seguir en la propuesta de las 5'S.

- Descripción de actividades de las 5S

1° S (Seiri)

El objetivo de la 1° S es clasificar (seleccionar y separar) los elementos no esenciales de los esenciales para poder tomar una decisión con el fin de eliminar desperdicios y aprovechar los espacios en las áreas; a continuación, se explicará los pasos:

- Inventariar separando los elementos esenciales y no esenciales
- Realizar un cuestionario simple a las personas involucradas del elemento según la siguiente matriz:

Figura 28
 Matriz de cuestionario

Clasificación		Necesario	Innecesario
Operativo		Ordenar	Vender Transferir
Inoperativo	Reparable	Reparar y ordenar	Reparar y vender Reparar y Transferir
	No reparable	Reemplazar y ordenar	Desechar o vender

Nota. Esta figura muestra el cuestionario simple para la clasificación de los elementos innecesarios.

- Rotular con tarjeta roja a elementos innecesarios, tomando las decisiones óptimas.

Figura 29
Tarjeta Roja

<i>Tarjeta Roja</i>	
Fecha:	_____
Elemento:	_____
Ubicación:	_____
Categoría:	
	1 Maquinaria y equipos <input type="checkbox"/>
	2 Accesorios <input type="checkbox"/>
	3 Materia Prima <input type="checkbox"/>
	4 Producto en proceso <input type="checkbox"/>
	5 Producto Terminado <input type="checkbox"/>
	6 Herramientas y materiales <input type="checkbox"/>
Cantidad:	_____
Estado:	
	Operativo <input type="checkbox"/>
	Reparable <input type="checkbox"/>
	No reparable <input type="checkbox"/>
Solución:	
	1 Reparar <input type="checkbox"/>
	2 Transferir <input type="checkbox"/>
	3 Desechar <input type="checkbox"/>
	4 Vender <input type="checkbox"/>
Elaborado por:	_____
Area:	_____
Fecha desecho:	_____

Nota. Esta figura muestra una tarjeta para rotular los elementos innecesarios.

2° S (*Seiton*)

El objetivo de la 2° S es organizar los elementos en la mejor ubicación con el fin de reducir los tiempos de cambio y desperdicios; a continuación, se explicará los pasos:

- Definir la ubicación adecuada para los elementos esenciales con el fin de mejorar el trabajo en la seguridad para evitar accidentes e incidentes, en calidad y eficacia para evitar que se deterioren y optimizar el tiempo.

- Para colocar los elementos esenciales de uso frecuente deberán estar cerca del punto de uso, si son poco frecuentes deberán estar a cierta distancia del espacio de trabajo y si no son usadas deberán ser almacenadas con su respectiva etiqueta.

Figura 30

Ubicación según su frecuencia de uso de elementos



Nota. Esta figura muestra una guía para la ubicación según su frecuencia de uso de los elementos esenciales.

3° S (Seiso)

El objetivo de la 3° S es tener una limpieza efectiva de las áreas de trabajo con la finalidad de aumentar la eficiencia, la mejora de la seguridad, la aplicación de estándares de trabajo, disciplina y hábitos de limpieza; a continuación, se explicará los pasos:

- Aprovisionar materiales y equipos de limpieza adecuados para limpiar todas las superficies y rincones ocultos.
- Crear metas de trabajo para la implementación de Seiso.

- Crear un proceso de limpieza, definiendo a los responsables de las actividades.

Figura 31
 Actividades de limpieza

Nº	Actividad	Responsable
1	Limpiar areas de trabajo	
2	Identificar causa de suciedad	
3	Mitigar o aislar causas	
4	Establecer una limpieza periódica a causas aisladas	
5	Control de limpieza	
6	Redatar informe	

Leyenda:  Lider de Producción  Lider soldador  Operarios y auxiliar soldador  Mecánico

Nota. Esta figura muestra las actividades de limpieza a realizar por el equipo de producción de postes CA.C.

Figura 32
 Formato de control de limpieza

CONTROL DE LIMPIEZA (SEISO)															
Area		Responsable												Fecha	
Criterios de limpieza		Días de Limpieza													
		DIA:		DIA:		DIA:		DIA:		DIA:		DIA:			
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
EXTERIOR	Limpieza de Paredes														
	Limpieza de Corredores														
	Limpieza Puerta de ingreso														
INTERIOR	Piso														
	Paredes														
	Equipos														
	Maquinarias														
KIT DE DESINFECCIÓN	Espacios confinados														
	Jabon para manos														
	Alcohol desinfectante														
ELEMENTOS DE BIOSEGURIDAD	Escobas, cepillo, trapero y valde														
	El personal usa tapabocas														
	El personal usa guantes de nitrilo														
	El personal usa Protección visual														
Hora de Limpieza		HORA:		HORA:		HORA:		HORA:		HORA:		HORA:		HORA:	
Firma del supervisor															
Comentarios															

Nota. Esta figura muestra el formato de control a utilizar en las actividades de limpieza de las áreas de la planta de producción de postes CA.C.

4° S (Seiketsu)

El objetivo de la 4° S es para definir parámetros y estándares de trabajo de las 3 primeras S con el fin de crear rutinas o hábitos de trabajo, sostener las mejoras realizadas y no volver a caer en malas prácticas.

- Hacer visual
 - ✓ Para sostener el cambio, señalar los espacios de trabajo, etiquetar y sombrear los espacios definidos para cada uno de los elementos esenciales.
 - ✓ Diseñar un código de colores en tacho de reciclaje donde el rojo será para los desechos peligrosos, el azul para los plásticos y el verde para desechos en general.
 - ✓ Para conocer con claridad el progreso de los procesos se utilizará el tablero Kanban y se pegará en las áreas de trabajo con el fin de limitar los procesos en curso y maximizar la eficiencia.
 - ✓ Para conocer con claridad las actividades que ejecutarán los trabajadores se realizará una diagramación de las 3 primeras S (AS-IS) y se estandarizará con mejoras en un TO-BE, las cuales se pegarán y difundirán en las áreas de trabajo.

Figura 34
 Formato de auditoría interna

Formato de Auditoría Interna								
5S	Criterios	Áreas auditadas						Observaciones
		Llenado	Centrifugado	Secado	Hidratado	Acabados	Almacenes	
Seiri	Correcto uso de tarjetas rojas							
Seiton	Ubicación óptima de elementos							
Seiso	Limpieza efectiva en las áreas de trabajo							
Seiketsu	Cumplimiento de estándares de trabajo							
Shitsuke	Existencia de disciplina KAIZEN							
<i>Puntaje del 1 - 10</i>								
Fecha de auditoría:								
Auditor:								
Firma								

Nota. Esta figura muestra un formato de auditoría interna para tener un control de mejora continua en las 5'S.

3.2 Propuesta para CR3

a) Monetización de pérdidas

En la empresa de fabricación de postes C.A.C. se determinó la monetización de pérdidas por la cantidad de máquinas no inspeccionadas, lo cual ocasiona paradas, defectos y demoras en la producción. Mediante el análisis de información se determinó que el número de paradas por cada mes del año es de 39, para lo cual se tuvo que contratar una empresa tercera para su mantenimiento correctivo donde generó costos extras y la reducción de la producción real.

Tabla 17
Monetización de pérdidas

Mes	# De paradas producidas en el área de producción	Costo perdido por mantenimiento tercero	Postes no producidos	Costo perdido por poste no producido	Pérdida total actual
Enero	2	S/ 500,00	7	S/ 2.240,00	S/ 2.740,00
Febrero	2	S/ 500,00	8	S/ 2.560,00	S/ 3.060,00
Marzo	5	S/ 900,00	6	S/ 1920,00	S/ 3.120,00
Abril	3	S/ 300,00	5	S/ 1600,00	S/ 1.900,00
Mayo	3	S/ 400,00	3	S/ 960,00	S/ 1.360,00
Junio	4	S/ 800,00	5	S/ 1600,00	S/ 2.400,00
Julio	5	S/ 900,00	6	S/ 1920,00	S/ 3.120,00
Agosto	5	S/ 550,00	6	S/ 1920,00	S/ 2.470,00
Septiembre	2	S/ 500,00	6	S/ 1920,00	S/ 2.420,00
Octubre	1	S/ 300,00	6	S/ 1920,00	S/ 2.220,00
Noviembre	3	S/ 400,00	7	S/ 2.240,00	S/ 2.640,00
Diciembre	4	S/ 800,00	8	S/ 2560,00	S/ 3.360,00
Total	39	S/ 6.850,00	73	S/ 23.600,00	S/ 30.810,00

Nota. Esta tabla muestra la pérdida total actual de la causa raíz 3 según los postes no producidos por las paradas en planta de las maquinarias y/o equipos.

Tabla 18
Cálculo del valor actual CR3

Maquinas no inspeccionadas	5
Total, de maquinas	6
Valor Actual	83,33%

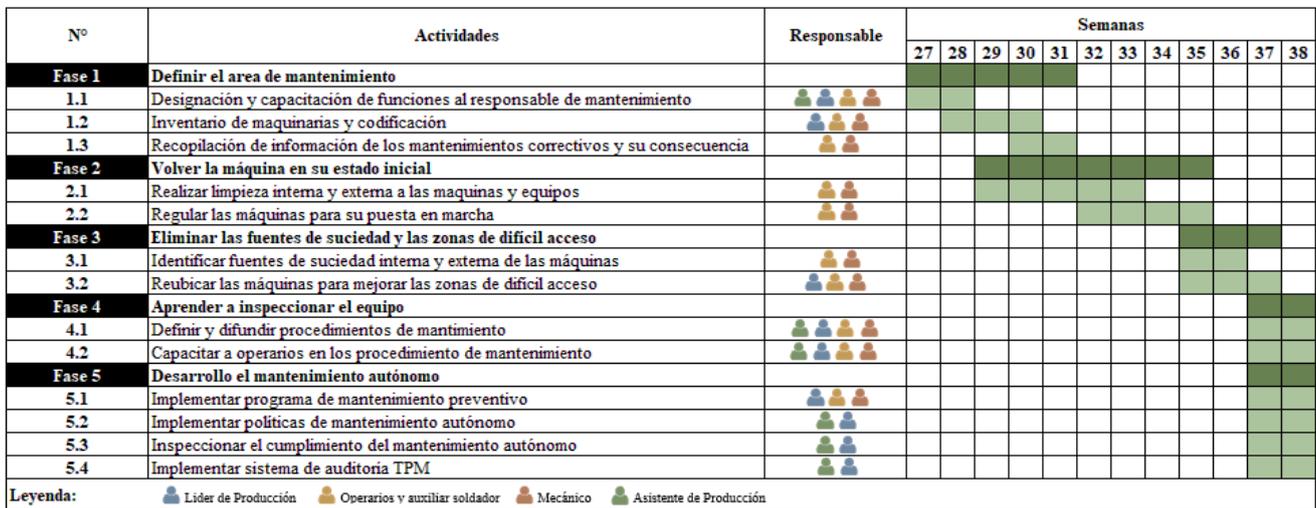
Nota. Esta tabla muestra el % de máquinas no inspeccionadas.

b) Solución del problema

- **Cronograma para la implementación del TPM**

La siguiente figura contiene las actividades de la propuesta de solución del problema CR3, las cual se realizará en 12 semanas con el apoyo de todo el equipo de fabricación de postes C.A.C.

Figura 35
Cronograma de actividades TPM



Nota. Esta figura muestra el cronograma de actividades a seguir en la propuesta del TPM

- **Descripción de las fases del TPM**

- **Fase 1**

En la presente fase se designará al responsable del mantenimiento y sus funciones a realizar, el cuál será capacitado según el cronograma de capacitación de las 5'S, posteriormente se realizará un inventario y codificación de todas las máquinas y equipos con el siguiente formato:

Figura 36

Formato de inventario de máquinas y equipos

Código:		Fecha:	
Inventario de maquinaria y equipos			
Area			
Responsable			
Máquina o equipo			
Tipo			
Marca			
Modelo			
Serie			
Año de fabricación			
Dimensiones:			
Ancho			
Largo			
Estado			
Foto			

Nota. Esta figura muestra el formato para hacer inventario de las máquinas y equipos en la organización.

Codificación de máquinas y equipos:

AAA – BBB – CCC

A: Iniciales del área

B: Tipo de máquina

C: Número correlativo

Además, se realizará una recopilación de cada mantenimiento correctivo, para realizar el análisis y detectar los motivos de la existencia de paradas de producción, por lo cual se utilizará el siguiente formato:

Figura 37

Formato de reporte de mantenimiento correctivo

Código:		Fecha:	
Reporte del Mantenimiento Correctivo			
Área			
Responsable			
Máquina o equipo			
Estado			
	Urgente		
	Normal		
Descripción de actividades a realizar			
	1		
	2		
	..		
Condición:			
Materiales y herramientas			
	Nº	Cant	Descripción
Revisado por			
Autorizado por			
Firma:			

Nota. Esta figura muestra el formato para el reporte de mantenimiento correctivo que se realizan en la organización, lo cual es archivado.

○ **Fase 2**

En la presente fase, se llevará a su estado original las máquinas y equipos identificados y codificados en la primera fase para realizar su puesta en marcha por lo cual se realizará las siguientes actividades:

Figura 38
 Lista de actividades del mantenimiento

Actividades a realizar	Responsable
Limpia internamente y externamente la maquinaria	 
Ajuste de pernos, poleas, etc	 
Verificar estado de componentes	 
Regular velocidad	 
Cambios de componentes deteriorados	 
Verificar estado de componentes electricos	 
Verificar motor	 
Medir corrientes de consumo	 
Regular componentes	 
Lubricación a componentes	 
Revisión de nivel de aceite	 
Engrasar componentes	 
Leyenda:  Operarios y auxiliar soldador  Mecánico	

Nota. Esta figura muestra las actividades que se realizará en el mantenimiento de las maquinarias y equipos.

○ **Fase 3**

En la presente fase se va a identificar las fuentes de suciedad interna y externa de las máquinas con el objetivo de mitigarlas, además se reubicará con el propósito de no obstruir el paso del personal, ello se realizará según las actividades de las 5'S.

○ **Fase 4**

En la presente fase se relevará la información del proceso inicial del mantenimiento donde estandarizará mediante manuales de procedimientos operacionales, el cual servirá para capacitar a los operarios y difundir en las áreas vecinas mediante charlas, paneles visuales, etc. para así incentivar al mantenimiento autónomo.

○ **Fase 5**

En la presente fase se realizará el mantenimiento preventivo para cada una de las maquinarias la cual será implementado en sus actividades teniendo en cuenta la fase 2 del TPM, además se implementará una auditoría para mantener e inspeccionar el mantenimiento autónomo.

Figura 39
Mantenimiento preventivo

Mantenimiento Preventivo para Máquinas				
Código:				
Maquina:				
Fecha:				
Nº	Actividad	Frecuencia	Tiempo (min)	Observaciones
1	Limpiar internamente y externamente la maquinaria	Semanal	30	
2	Ajuste de pernos, poleas, etc	Semanal	20	
3	Verificar estado de componentes	Semanal	60	
4	Regular velocidad	Quincenal	20	
5	Cambios de componentes deteriorados	Trimestral	30	
6	Verificar estado de componentes electricos	Semanal	60	
7	Verificar motor	Quincenal	90	
8	Medir corrientes de consumo	Quincenal	50	
9	Regular componentes	Quincenal	30	
10	Lubricación a componentes	Quincenal	90	
11	Revisión de nivel de aceite	Semanal	50	
12	Engrasar componentes	Quincenal	60	

Nota. Esta figura muestra el mantenimiento preventivo para cada una de las maquinarias de la organización

Figura 40
Control de auditoría de mantenimiento Autónomo

Control de auditoría de Mantenimiento Autónomo							
Código:							
Área:							
Maquina:							
Fecha:							
Día	Limpieza	Lubricar	Ajustar	Inspección	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento Preventivo	Observaciones
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
Auditor							
Firma							

Nota. Esta figura muestra el control de auditoría para el mantenimiento autónomo de la organización en sus actividades.

3.3 Propuesta para CR6

a) Monetización de pérdidas

En la empresa de fabricación de postes CA.C. se determinó la monetización de pérdidas de la causa raíz la cual se multiplico el número de postes defectuosos por su costo, obteniendo el total de 84.480,00 soles en el año de perdida, ello se pudo detectar mediante el análisis de información de los registros históricos, lo cual ocasionaba pérdidas de tiempo, reprocesos entre otros desperdicios.

Tabla 19
Monetización de perdidas CR6

Mes	# de postes defectuosos	Costo por postes defectuosos
Enero	25	S/ 8.000,00
Febrero	24	S/ 7.680,00
Marzo	18	S/ 5.760,00
Abril	20	S/ 6.400,00
Mayo	16	S/ 5.120,00
Junio	27	S/ 8.640,00
Julio	21	S/ 6.720,00
Agosto	18	S/ 5.760,00
Septiembre	23	S/ 7.360,00
Octubre	22	S/ 7.040,00
Noviembre	24	S/ 7.680,00
Diciembre	26	S/ 8.320,00
Total	264	S/ 84.480,00

Nota. Esta tabla muestra el número de postes defectuosos en el año y su costo de pérdida.

Tabla 20
Cálculo del valor actual CR6

# de postes defectuosos	22
Producción total	384
Valor Actual	5,73%

Nota. Esta tabla muestra el valor actual de los postes defectuosos.

b) Solución del problema

- **Cronograma para la implementación del JIDOKA**

La siguiente figura contiene las actividades de la propuesta de solución del problema CR6, la cual se realizará en 12 semanas con el apoyo de todo el equipo de fabricación de postes C.A.C.

Figura 41
Cronograma de JIDOKA

Nº	Actividades	Responsable	Semanas														
			27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38			
Fase 1	Autonomación del proceso																
1.1	Identificar las actividades reemplazables por equipos																
1.2	Diseñar equipos del proceso a reemplazar																
1.3	Comprar materiales y equipos para reemplazar																
1.4	Creación de instructivo de uso de equipo																
1.5	Capacitar al personal en el uso del equipo																
1.6	Implementar el equipo																
1.7	Difundir los beneficios de la implementación del Jidoka																
Fase 2	Autonomación de sujetas																
2.1	Identificar las actividades reemplazables por equipos																
2.2	Diseñar equipos sujetas a reemplazar																
2.3	Comprar materiales y equipos para reemplazar																
2.4	Creación de instructivo de uso de equipo																
2.5	Capacitar al personal en el uso del equipo																
2.6	Implementar el equipo																
2.7	Difundir los beneficios de la implementación del Jidoka																
Fase 3	Mecanismos antierror (Poka-Yoke)																
3.1	Identificar las actividades reemplazables por equipos																
3.2	Diseñar equipos poka-yoke a reemplazar																
3.3	Comprar materiales y equipos para reemplazar																
3.4	Creación de instructivo de uso de equipo																
3.5	Capacitar al personal en el uso del equipo																
3.6	Implementar el equipo																
3.7	Difundir los beneficios de la implementación del Jidoka																

Leyenda: Líder de Producción Operarios v auxiliar soldador Mecánico Asistente de Producción

Nota. Esta figura muestra las actividades a realizar en la implementación del Jidoka con sus responsables por cada fase.

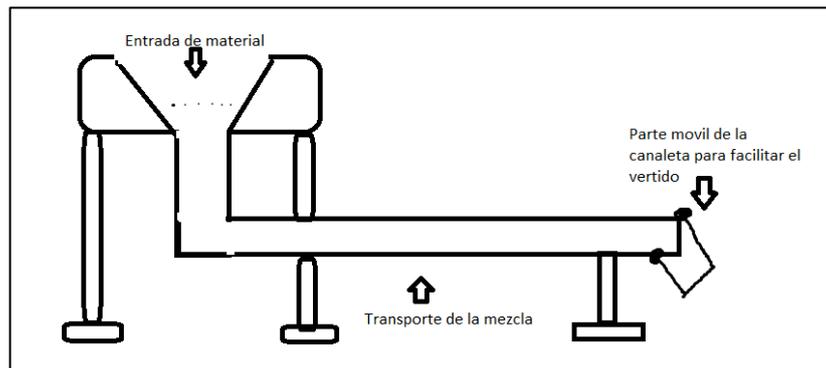
- **Descripción de las fases del JIDOKA**

- *Fase 1: Autonomación del proceso*

Para la autonomación del proceso se identificará las actividades reemplazables que en este caso es el transporte de la mezcla hacia los moldes, diseñando una canaleta para que reemplace el trabajo de transporte manual por carretillas y reduzca los tiempos y distancia,

posteriormente se creará el instructivo del uso de la canaleta y así evitar demoras en su uso, el cual será difundido y se utilizará para la capacitación del personal.

Figura 42
Diseño de canaleta

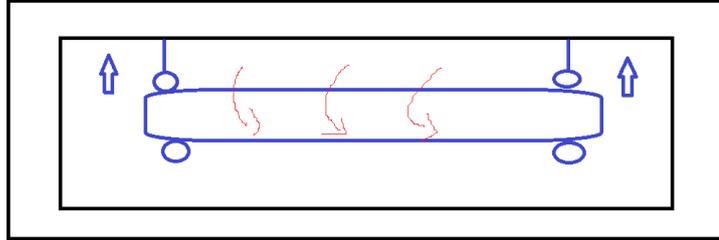


Nota. Esta figura muestra el diseño de una canaleta para reemplazar la actividad de vaciado y el transporte de la mezcla.

○ *Fase 2: Autonomación de sujetas*

Para la autonomación de sujetas se identificará las actividades reemplazables que en este caso es en la actividad del resane del poste, diseñando una mesa de trabajo con topes en ambos lados de tal manera que cuando se haga la actividad no se utilice la grúa para girar el poste, evitando así accidentes, demoras y asegurando la calidad del poste, posteriormente se creará el instructivo del uso de los topes y la forma de rodar en la mesa para así evitar demoras en su uso, el cual será difundido y se utilizará para la capacitación del personal.

Figura 43
Diseño de sujeta

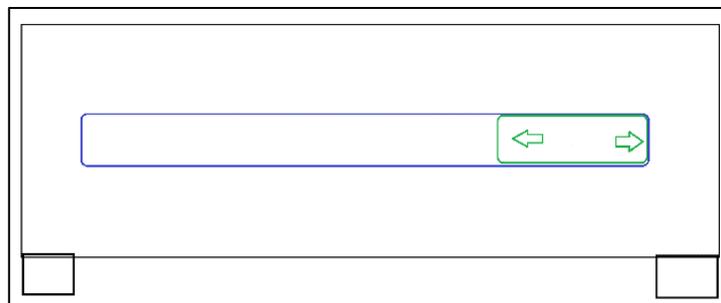


Nota. Esta figura muestra el diseño de sujeta para la actividad de resane reemplazando el uso del puente grúa en girar el poste.

○ *Fase 3: Implementar mecanismos anti-error "poka yoke"*

Para la implementación de mecanismos anti-error (Poka-Yoke) se identificará las actividades reemplazables que en este caso es en el cambio del molde, diseñando un embone con medida de longitud exacta según requerimiento del cliente para reducir tiempos en traslado de moldes y accidentes en la actividad, posteriormente se creará el instructivo del uso del embone y la forma usarlo para así evitar demoras en su uso, el cual será difundido y se utilizará para la capacitación del personal.

Figura 44
Diseño Poka-Yoke



Nota. Esta figura muestra el diseño Poka-yoke para el uso del molde variando su longitud según la demanda.

3.4 Resultados esperados

Después de la implementación se obtuvo los siguientes resultados, teniendo un efecto positivo en la productividad y reducción de pérdidas y desperdicios en la organización como se presenta a continuación:

Tabla 21
Resultados de pérdidas CR5 CR9 CR4

	Líder de producción	Operario Senior	Operario Junior	
Cantidad	2	7	9	
Sueldo del personal				
Pago mes	S/ 1.800,00	S/ 1.400,00	S/ 1.200,00	
Pago por día	S/ 75,00	S/ 58,33	S/ 50,00	
Pago por hora	S/ 9,38	S/ 7,29	S/ 6,25	
Pago por minutos	S/ 0,16	S/ 0,12	S/ 0,10	
Tiempo perdido por poste (min)	2,5	4,5	6	
Costeo de tiempo perdido por poste	S/ 0,39	S/ 0,55	S/ 0,63	
Postes por día		16		
Perdida actual (día)	S/ 12,50	S/ 61,25	S/ 90,00	S/ 163,75
Perdida actual (mes)	S/ 300,00	S/ 1.470,00	S/ 2.160,00	S/ 3.930,00
Perdida actual (año)	S/ 3.600,00	S/ 17.640,00	S/ 25.920,00	S/ 47.160,00

Nota. Esta tabla muestra la perdida esperada total después de la implementación donde disminuyo el tiempo perdido por poste

Tabla 22
Resultado valor meta CR5 CR9 CR4

Total, de tiempo perdido x poste (min)	13
Producción diaria (postes)	16
Tiempo perdido al día (min)	208
Disponibilidad al día (min)	480
Valor Meta	43,33%

Nota. Esta tabla muestra la mejora de la productividad en la reducción del tiempo perdido por día.

Tabla 23
Resultados de pérdidas CR3

Mes	# De paradas producidas en el área de producción	Costo perdido por mantenimiento tercero	Postes no producidos	Costo perdido por poste no producido	Pérdida total actual
Enero	1	S/ 100,00	1	S/ 320,00	S/ 420,00
Febrero	2	S/ 200,00	1	S/ 320,00	S/ 520,00
Marzo	1	S/ 180,00	1	S/ 320,00	S/ 500,00
Abril	1	S/ 100,00	1	S/ 320,00	S/ 420,00
Mayo	0	S/ -	0	S/ -	S/ -
Junio	0	S/ -	0	S/ -	S/ -
Julio	1	S/ 150,00	1	S/ 320,00	S/ 470,00
Agosto	1	S/ 100,00	1	S/ 320,00	S/ 420,00
Septiembre	1	S/ 120,00	1	S/ 320,00	S/ 440,00
Octubre	1	S/ 120,00	1	S/ 320,00	S/ 440,00
Noviembre	0	S/ -	0	S/ -	S/ -
Diciembre	1	S/ 100,00	1	S/ 320,00	S/ 420,00
Total	10	S/ 1.170,00	5	S/ 2.880,00	S/ 4.050,00

Nota. Esta tabla muestra la pérdida total después de la implementación reduciendo el número de paradas y postes no producidos.

Tabla 24
Resultado valor meta CR3

Maquinas no inspeccionadas	1
Total, de maquinas	6
Valor Meta	16,67%

Nota. Esta tabla muestra el valor obtenido después de la implementación reduciendo el total de máquinas no inspeccionadas y así aumentar la productividad.

Tabla 25
Resultados de pérdidas CR6

Mes	# de postes defectuosos	Costo por postes defectuosos
Enero	5	S/ 1.600,00
Febrero	4	S/ 1.280,00
Marzo	6	S/ 1.920,00
Abril	7	S/ 2.240,00
Mayo	5	S/ 1.600,00
Junio	4	S/ 1.280,00
Julio	8	S/ 2.560,00
Agosto	6	S/ 1.920,00
Septiembre	5	S/ 1.600,00
Octubre	4	S/ 1.280,00
Noviembre	6	S/ 1.920,00
Diciembre	3	S/ 960,00
Total	63	S/ 20.160,00

Nota. Esta tabla muestra el número de postes defectuosos después de la implementación.

Tabla 26
Resultado valor meta CR6

# de productos defectuosos	6
Producción total	384
Valor Meta	1,56%

Nota. Esta tabla muestra valor obtenido después de la implementación reduciendo el número de postes defectuosos y reduciendo así los reprocesos.

3.5 Análisis VSM Mejorado

- **Valor no agregado**

En la implementación de las herramientas de manufactura esbelta se pudo mejorar la cantidad y tiempo del producto en almacén por cada una de las áreas.

Tabla 27

Valor no agregado

NVA	Almacén MP	ALMACENES						Almacén PT
		Mezclado	Llenado	Centrifugado	Secado	Hidratado	Acabados	
Inventario	MP	0	0	1	1	1	0	4
Días	3,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,00	0,19

Nota. Esta tabla muestra el inventario y el tiempo mejorado en el proceso de producción de postes C.A.

- **Valor agregado**

En la implementación de las herramientas de manufactura esbelta se pudo mejorar la cantidad y tiempo de ciclo de cada uno de los procesos para la producción de postes C.A.C.

Tabla 28

Valor agregado

VA	PROCESOS					
	Mezclado	Llenado	Centrifugado	Secado	Hidratado	Acabados
min/und	4,3	5,2	10,5	18	17,8	8,2
Días	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,02

Nota. Esta tabla muestra el tiempo de ciclo por cada uno de los procesos que pasa la materia prima hasta el producto final.

3.6 Análisis mejorado de la productividad

Se analizó la productividad después de la propuesta de implementación obteniendo como resultado:

- Eficiencia

Al realizar el VSM mejorado se pudo determinar que el Cycle Time disminuyó el cual es menor que el Takt Time lo cual significa que llegará a la satisfacción positiva del cliente cumpliendo con la demanda.

Tabla 29
Cycle Time mejorado VS Takt Time

Cycle Time mejorado	18 min/poste
---------------------	--------------

Takt Time	21 min/poste
-----------	--------------

Nota. Esta tabla muestra el tiempo de ciclo mejorado y el tiempo esperado por poste

- Eficacia

Al realizar las pruebas a los lotes de postes en conjunto con el Líder de Producción y Operador Senior de la empresa, se determinó el % de postes defectuosos después de la implementación de las herramientas de la manufactura esbelta lo cual fue positivo en la productividad donde se redujo el número de postes defectuosos.

Tabla 30
Mejora del número de postes defectuosos

# De postes defectuoso (Antes)	22 postes/ mes
# De postes defectuoso (Después)	6 poste/mes

Nota. Esta tabla muestra el total de postes defectuosos mejorada.

- Efectividad

La producción real obtenida después de la implementación es de 26 postes al día de la planta lo cual es 676 postes mensuales, concluyendo que cumple con la demanda de 23 postes diarios para un total de 540 postes mensuales, donde se obtiene la satisfacción del cliente y aumento de la productividad.

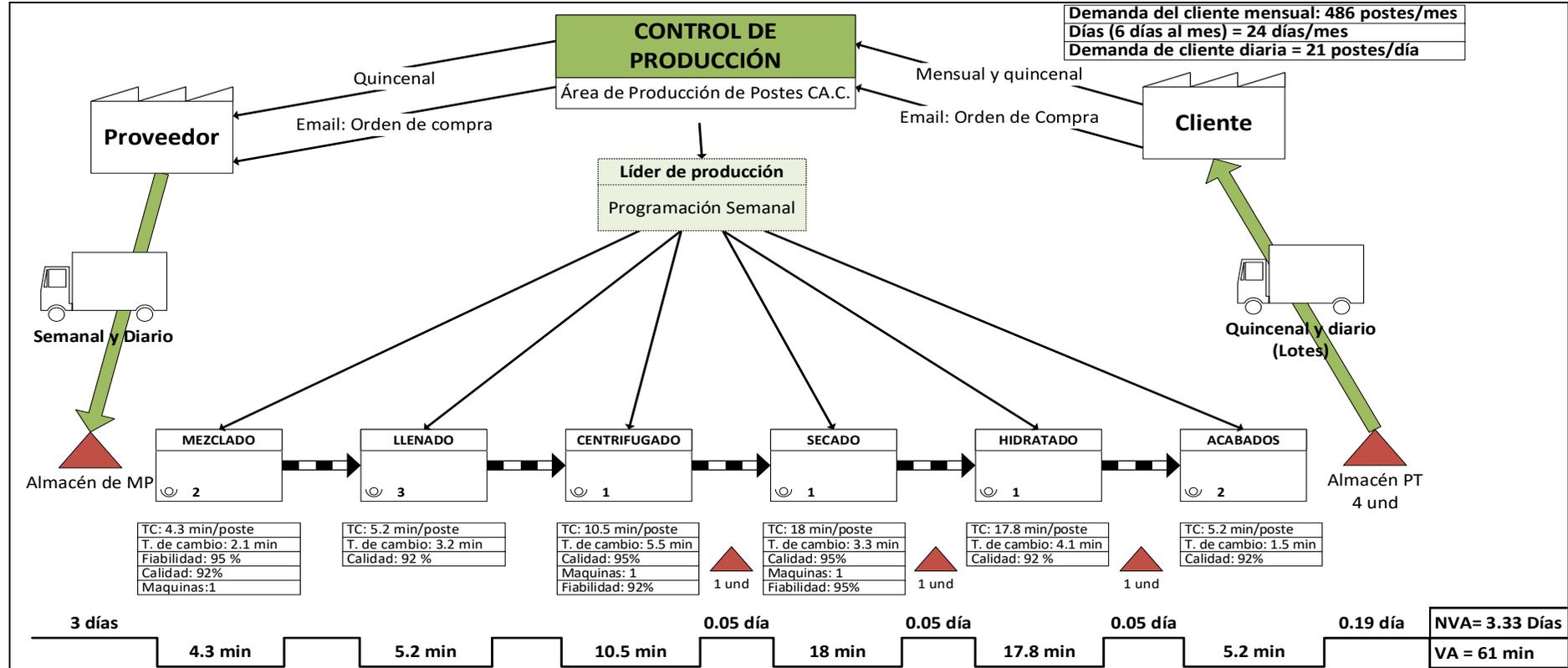
Tabla 31
Producción real mejorada vs producción esperada

Producción Real mejorada	26 postes/día
Producción Esperada	23 postes/día

Nota. Esta tabla muestra la mejora de producción de postes CA.C

3.7 VSM Mejorado

Figura 45
VSM mejorado



Nota. Esta figura muestra el mapa de flujo de valor del proceso mejorado de producción de postes C.A.C.

3.8 Comparación de la situación actual vs la mejorada

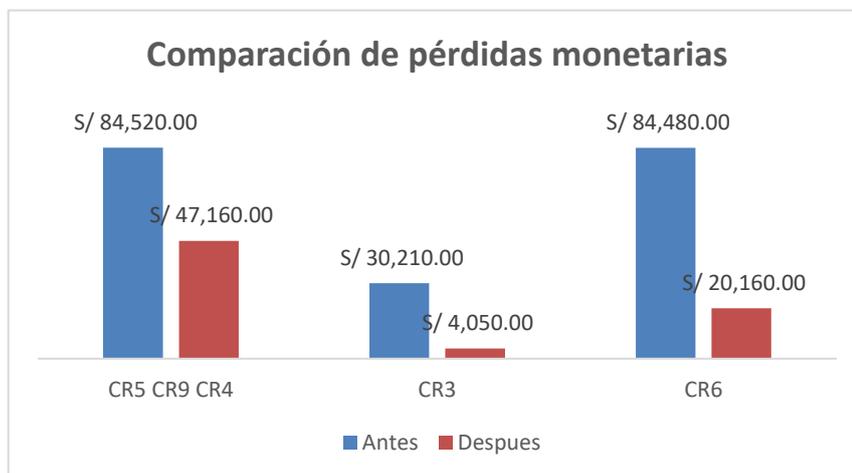
A continuación, se realizó el resumen del ahorro generado después de la implementación de las herramientas de la manufactura esbelta por cada una de las causas raíz priorizadas.

Tabla 32
Resumen de resultados de pérdidas

Causas raíz	Antes	Después	Ahorro
CR5 CR9 CR4	S/ 84.520,00	S/ 47.160,00	S/ 37.360,00
CR3	S/ 30.210,00	S/ 4.050,00	S/ 26.160,00
CR6	S/ 84.480,00	S/ 20.160,00	S/ 64.320,00
Total, de ganancia			S/ 127.840,00

Nota. Esta tabla muestra el ahorro obtenido después de la implementación.

Figura 46
Comparación de pérdidas



Nota. Esta figura muestra la comparación de la pérdida por cada una de las causas raíz.

Tabla 33

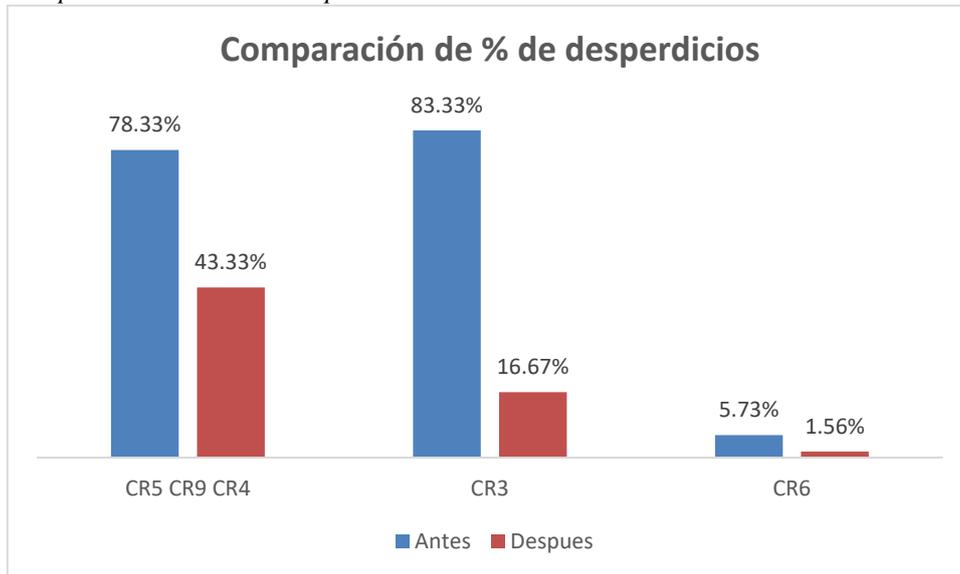
Resumen de valor de desperdicios

Causas raíz	Antes	Después
CR5 CR9 CR4	78,33%	43,33%
CR3	83,33%	16,67%
CR6	5,73%	1,56%

Nota. Esta figura muestra el antes y el después del valor de desperdicios mejorando la productividad.

Figura 47

Comparación de valor de desperdicios



Nota. Esta figura muestra el porcentaje del antes y el después del valor por cada una de las causas raíz.

Se puede determinar que el % de desperdicios y la monetización de pérdidas disminuyó considerablemente después de la implementación de la propuesta de las herramientas de manufactura esbelta en la organización.

3.9 Evaluación económica

En la actual tesis se realizó la inversión del proyecto por cada una de las propuestas para así realizar el análisis económico con el flujo de caja obteniendo el B/C, VAN y TIR.

3.9.1 Inversión del proyecto

A continuación, se realizó la inversión de M.O. por la implementación de las herramientas de manufactura esbelta y la inversión de materiales por cada una de ellas, teniendo en cuenta el tiempo de capacitación, consultoría, implementación y auditorías.

Tabla 34
Inversión de la mano de obra del proyecto

Personal	Cantidad	Costo diario	Horas/día	Día/ mes	Costo total
Gerente general	1	S/ 106,67	1	24	S/ 2.560,00
Asistente de Producción	1	S/ 40,00	1	24	S/ 960,00
Líder de producción	1	S/ 53,33	3	36	S/ 5.760,00
Líder soldador	1	S/ 53,33	2	36	S/ 3.840,00
Consultor de procesos y proyectos	1	S/ 100,00	1	24	S/ 2.400,00
Costo total de personal del proyecto					S/ 15.520,00

Nota. Esta tabla muestra la inversión por el tiempo de capacitación, consultoría, implementación y auditorías del equipo que realizará las actividades.

Tabla 35

Inversión de materiales para las 5'S

Item	Materiales	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Tachos de reciclaje	5	S/ 207,99	S/ 1.039,95
2	Material de ubicación	18	S/ 80,00	S/ 1.440,00
3	Kit de utensilios de oficina	10	S/ 50,00	S/ 500,00
4	Kit de utensilios de limpieza	12	S/ 250,00	S/ 3.000,00
Costo total de materiales del proyecto				S/ 5.979,95

Nota. Esta tabla muestra la inversión de los materiales que se necesitarán para la implementación de las 5'S.

Tabla 36

Inversión de materiales para el TPM

Item	Materiales	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Tachos de reciclaje	1	S/ 207,99	S/ 207,99
2	Material de ubicación	12	S/ 80,00	S/ 960,00
3	Utensilios de oficina	5	S/ 50,00	S/ 250,00
4	Utensilios de limpieza	10	S/ 250,00	S/ 2.500,00
Costo total de materiales del proyecto				S/ 3.917,99

Nota. Esta tabla muestra la inversión de los materiales que se necesitarán para la implementación del TPM.

Tabla 37

Inversión de materiales para el Jidoka

Item	Materiales	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Equipos para mejora	3	S/ 3.800,00	S/ 11.400,00
2	Material de ubicación	16	S/ 80,00	S/ 1.280,00
3	Utensilios de oficina	10	S/ 50,00	S/ 500,00
4	Utensilios de limpieza	12	S/ 250,00	S/ 3.000,00
Costo total de materiales del proyecto				S/ 16.180,00

Nota. Esta tabla muestra la inversión de los materiales que se necesitarán para la implementación del Jidoka

Tabla 38*Resumen total de inversión del proyecto*

Ítem	Herramienta de mejora	Costo total
1	5s	S/ 21.499,95
2	TPM	S/ 19.437,99
3	JIDOKA	S/ 31.700,00
Costo total de implementación del proyecto		S/ 72.637,94

Nota. Esta tabla muestra el flujo de caja en los ingresos y costos en una proyección de 5 años obteniendo el beneficio costo.

Como resultado se obtuvo que para la implementación de las herramientas de la manufactura esbelta se necesitará una inversión de 72.637,94 soles de los cuales 21.499,95 soles será para las 5's, 19.437,99 soles será para el TPM y 31.700,00 soles será para JIDOKA.

3.9.2 Flujo de caja

Para el análisis económico se realizó un flujo de caja obteniendo el beneficio costo, el VAN y el TIR teniendo en cuenta que el costo de oportunidad de capital (COK) se consideró un 26%.

Tabla 39
Cálculo del beneficio costo, VAN y TIR

Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos totales		S/127.840,00	S/134.232,00	S/140.943,60	S/ 147.990,78	S/ 155.390,32
Costos totales		S/ 72.637,94	S/ 76.269,84	S/ 80.083,33	S/ 84.087,50	S/ 88.291,87
Flujo de caja	-S/ 72.637,94	S/ 55.202,06	S/ 57.962,16	S/ 60.860,27	S/ 63.903,28	S/ 67.098,45
Ingresos	S/ 364.114,15					
Egresos	S/ 206.887,53					
Egresos + Inversión	S/ 279.525,47					
B/C	1,30					
VAN	S/ 84.588,68					
TIR	75,10%					

Nota. Esta tabla muestra el total de la inversión de los materiales y mano de obra, donde se calcula el flujo de caja en una proyección de 5 años obteniendo el B/C, VAN y el TIR

Como resultado del beneficio costo se obtuvo un 1,30, un VAN de S/. 84.588,68 y un TIR de 75,10% siendo mayor que el COK 26%, concluyendo que la propuesta es rentable.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusiones

En la actual tesis se obtuvo un resultado de disminución del tiempo de ciclo de 30 minutos por poste a 18 minutos por poste lo cual concuerdan con la tesis de Lázaro F. y Mesa, J. (2017) “Plan de mejoramiento del proceso productivo de postes de concretos prefabricados mediante herramientas de Lean Manufacturing en PRETECOR LTDAPLAN” donde logró disminuir el tiempo de ciclo del producto en un 14,48%. También concuerda con Gacharná, V. y González, D. (2013) en su tesis: “Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing” en la cual existe una reducción del tiempo de ciclo del 12%, ello influye positivamente al indicador del takt time, ya que se disminuyó en un 20% el tiempo de ensamble la cual era el cuello de botella que más afectaba al proceso de producción; donde el actual cuello de botella de la presente tesis era el tiempo de ciclo del proceso de secado la cual también disminuyó con la propuesta. A la vez se concuerda con la tesis de Ortiz M. y Vera R. (2021) “Propuesta de mejora para la gestión y control de producción de postes y accesorios de concreto utilizando la metodología Lean Manufacturing en una empresa concretera” donde generaron una reducción de 6.46% productos defectuosos, una reducción de 9.50% en el indicador de penalidades, un incremento de 21% en la OEE de las máquinas, una reducción del 35% en el tiempo de ciclo y una reducción de un 1.81% en sobrecostos operativos,

lo cual impacta en \$30,199 observando que en la presente tesis también tiene un efecto positivo en la reducción de la monetización de pérdidas en un S/.132,160.00. Por otro lado, se concuerda con la tesis de Arana, R. (2018) “Implementación de la metodología Lean Manufacturing en proceso productivo de fabricación de suelos de poliuretano para mejorar la rentabilidad de la empresa La Parisina S.A.C.” donde lograron los objetivos destacando el 90% del objetivo de la producción diaria (448 docenas/día producción de 500 docenas/día de demanda) con la presente tesis en que también se aumentó la producción de 16 postes por día a 26 postes logrando así cumplir con la demanda y satisfacción del cliente. Concordando a su vez en el aumento de la productividad de la organización con la tesis de Namuche, V. y Zare, R. (2016): “Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima den el área de producción de una empresa esparraguera para el año 2016” donde se vio un incremento de la productividad de un 5%, y también una disminución de paradas correctivas y preventivas, tiempo de ciclo, días de inventario, cajas defectuosas y tiempo improductivo. También en la presente tesis se tuvo como resultado económico; el B/C 1,30, un VAN de S/. 84.588,68 y un TIR de 75,10% siendo mayor que el COK 26% lo cual significa que la propuesta es rentable concordando con la tesis de Román Y. (2022): “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de fabricación de postes de concreto armado, usando herramientas de manufactura esbelta” donde se implementó la propuesta que tiene los mejores valores de VPN (768,431), TIR (191%) y B/C (4.31) siendo la ideal.

4.2 Conclusiones

- En la presente tesis se obtuvo un efecto positivo en la productividad del área de producción de una empresa de fabricación de postes CA.C mediante las herramientas de manufactura esbelta, donde al comparar la situación actual y mejorada se obtuvo que la implementación de las “5S Y TPM” en la efectividad y eficiencia se logró disminuir el número de paradas al tener máquinas y equipos no inspeccionados en un 83,33% a un 16,67%, en el tiempo perdido por poste de un 78,33% a un 43,33% también que el tiempo de ciclo disminuyó de 30 minutos a 18 minutos por poste, por lo cual cubre el tiempo necesario para cumplir con la demanda y la satisfacción del cliente, en la eficacia usando JIDOKA para los productos defectuosos, logrando así disminuir del 5,73% de postes defectuosos al mes a un 1,56%. y así aumentar la producción real de 16 postes por día a 26 postes frente a la producción esperada de 24 postes diarios.
- Para el diagnóstico de la situación actual se utilizó la matriz FODA, Layout, el mapa de procesos, el SIPOC, DOP, DAP y el VSM para así determinar el análisis de la productividad actual de la organización donde se evidencia que tiene desperdicios, productos defectuosos, paradas de las maquinarias y equipos dejando de producir en rango de tiempo del día, falta de estandarización en sus procesos y falta de capacitación lo cual tiene un efecto negativo para la organización no logrando cumplir con la demanda del cliente.
- Para el diseño de las herramientas de la manufactura esbelta de utilizo las 5’S, TPM y JIDOKA para contrarrestar las causas priorizadas del ISHIKAWA.

- Al evaluar económicamente la propuesta de mejora de la productividad se obtuvo un B/C de 1,30, un VAN de S/. 84.588,68 y un TIR de 75,10% siendo mayor que el COK 26 % lo cual significa que la propuesta es rentable para la organización.

REFERENCIAS

- Arana, R. *Implementación de la metodología Lean Manufacturing en proceso productivo de fabricación de suelas de poliuretano para mejorar la rentabilidad de la empresa La Parisinas S.A.C.* (Tesis pregrado). Trujillo – Perú.
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2698284>
- Baena, Guillermina. (2017). *Metodología de la investigación*. México
- Bravo, J. (2011). *Gestión de procesos*. Santiago de Chile: Evolución SA.
- Caba, N., Chamorro, O. y Fontalvo, T. (2006). *Gestión de la Producción y Operaciones*. EDUMED. TS TS.
- Gacharná V. y González D. (2013). Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing. (Trabajo de grado). Bogotá – Colombia.
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/6330>
- Galloway, D. (2002). *Mejora continua de procesos*. Barcelona – España.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo*. Monterrey – México.
- Gutiérrez, H., De la Vara, R. (2013). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, J y Vizán, A. (2020). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid - España
- Instituto uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la Mejora de la Calidad*. Montevideo Uruguay.

- Lázaro, D. y Mesa, J. (2017). *Plan de mejoramiento del proceso productivo de postes de Concreto Prefabricados mediante herramientas de lean manufacturing en PRETECOR LTDA.* (Tesis de grado bajo). Bucaramanga – Colombia.
<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2017/168620.pdf>
- Maldonado, J. (2013). *Gestión de procesos.* Santiago-Chile.
- Namuche, V. y Zare, R. (2016) *Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima en el área de producción de una empresa esparraguera para el año 2016.* (Tesis pregrado). Trujillo – Perú.
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2699600>
- Ortiz, M. y Vera, R. (2021). *Propuesta de mejora para la gestión y control de producción de postes y accesorios de concreto utilizando la metodología Lean Manufacturing en una empresa concretera.* (Trabajo de suficiencia profesional). Lima – Perú.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/657525>
- Román, Y. (2022). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de fabricación de postes de concreto armado, usando herramientas de manufactura esbelta.* (Tesis postgrado). Lima–Perú.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21799>

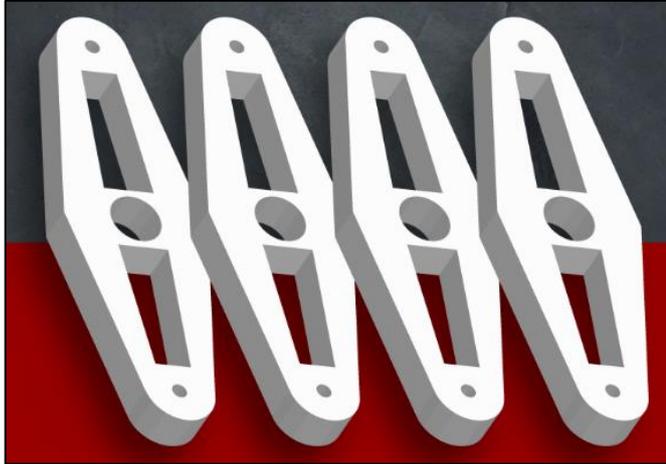
ANEXOS

Anexo 01. Cuestionario

Cuestionario
<p>Fecha:</p> <p>Area: Producción</p> <p>Entrevistado:</p> <ol style="list-style-type: none">1 Funciones y actividades en el area2 Tiempos de cada una de las actividades y funciones3 Existencia de desperdicios en el area de trabajo4 Existencia de cuello de botella en el area de trabajo5 Principales casuísticas en las actividades diarias6 Mejoras no completadas7 Cantidad de maquinas no inspeccionadas8 Cantidad de producción defectuosa9 Ambiente laboral10 Capacitación en el trabajo11 Sugerencias de mejora

Anexo 02. Accesorios de postes

Crucetas



Media Loza



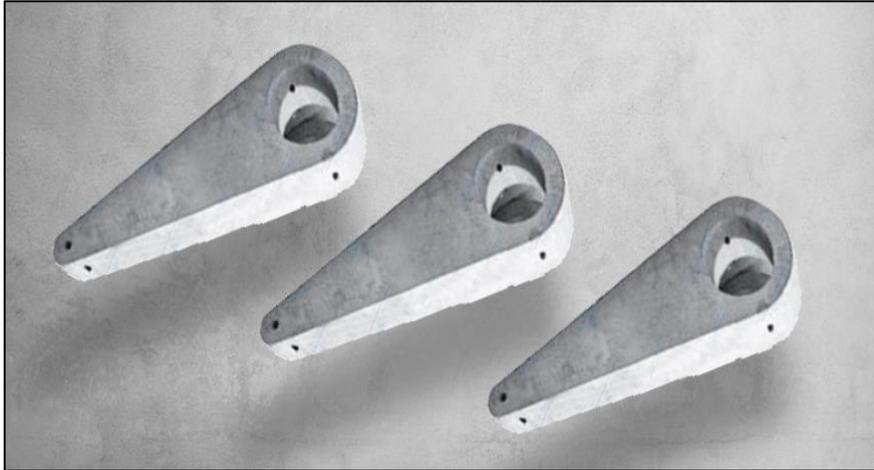
Caja pozo a tierra



Base para poste



Ménsula



Palomilla de concreto

