



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERIA

Carrera De Ingeniería Industrial y Comercial

**REDUCCIÓN DE TIEMPO DE ENTREGA EN EL PROCESO
PRODUCTIVO DE UNA METALMECANICA**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero
Industrial y Comercial**

JIMENEZ BIELICH, MARIELA BEATRIZ

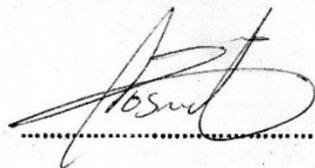
Asesor:

Zelada García, Michael Ing., MBA

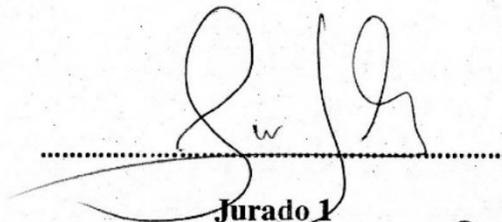
Lima - Perú

2017

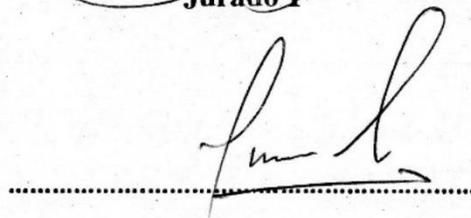
JURADO DE LA SUSTENTACION ORAL



Presidente



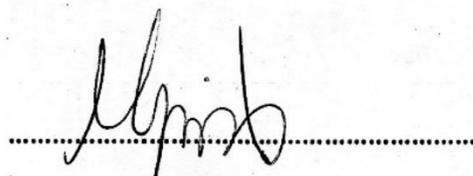
Jurado 1



Jurado 2

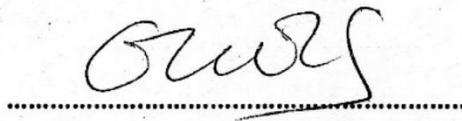
Entregado el: 12 de mayo del 2017

Aprobado por:



Graduando

Mariela Beatriz Jimenez Bielich



Asesor de Tesis:

Michael Zelada García

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA**FACULTAD DE INGENIERIA****DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

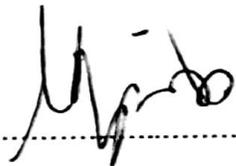
Yo, Mariela Jimenez Bielich, identificado/a con DNI N° 47481778 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada:

MEJORAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DIRIGIDAS AL CUMPLIMIENTO DE ENTREGAS EN UNA METALMECANICA

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, mayo 2017



(Mariela Beatriz Jimenez Bielich)

DNI N° 47481778

"Cuando el líder carece de confianza, los
seguidores carecen de compromiso."

(John Maxwell, 1947)

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	21
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	23
Identificación del problema	23
Formulación del problema	27
Problema General.	27
Problemas Específicos.	27
MARCO REFERENCIAL	28
Antecedentes	28
Antecedentes Internacionales.	28
Antecedentes Nacionales.	30
Estado del Arte	32
Marco teórico	39
Sistema de gestión	39
Gestión de proveedores	40
Planeamiento y Control de la Producción	42
Valoración de activos Leasing	43
Diagrama de Pareto	43
Diagrama de flujo	45

	6
Estructura de desglose de trabajo	47
Diagrama de árbol de causas	47
Técnicas de evaluación y revisión de proyectos (PERT)	49
Método de la ruta crítica (CPM)	50
Calculo de probabilidad de éxito	51
Método de validación de encuesta por Alfa de Cronbach	51
Matriz 5W 2H	53
Ratio Beneficio – Costo	53
OBJETIVOS	54
Objetivo general	54
Objetivos específicos	54
JUSTIFICACIÓN	55
Teórico	55
Práctica	55
Social	55
HIPOTESIS	56
Hipótesis general	56
Hipótesis específica 1	56
Hipótesis específica 2	56
Hipótesis específica 3	57

	7
Hipótesis específica 4	57
MATRIZ DE CONSISTENCIA	58
MARCO METODOLÓGICO	62
Metodología	62
Paradigma	62
Enfoque	63
Método	63
VARIABLE	63
Independiente	63
Dependiente	63
POBLACIÓN Y MUESTRA	64
Población	64
Muestra	64
UNIDAD DE ANÁLISIS	64
INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS	64
Instrumentos	64
Técnicas	65
PROCEDIMIENTOS Y MÉTODO DE ANÁLISIS	66
Procedimiento para Objetivo 1	66
Procedimiento para Objetivo 2	67

	8
Procedimiento para Objetivo 3	67
Procedimiento para Objetivo 4	68
RESULTADOS	68
Desarrollo de objetivo 1	68
Identificar el producto principal	68
Cumplimiento de Entregas en la Fabricación de Marmitas	70
Procesos de producción para las marmitas.	72
Identificación de actividades prevalentes: tiempo de entrega estimado	74
Identificación de actividades prevalentes: probabilidad de éxito	80
Estimación del tiempo de entrega optimo:	81
Desarrollo del Objetivo 02	82
Identificación de factores	82
Validación de factores: Cuestionario	84
Propuesta de Mejora a partir de Factores Priorizados	91
Propuesta de mejora que inciden en la ruta critica	96
Factibilidad de la propuesta	98
Desarrollo 5 W 2 H	101
Desarrollo del Objetivo 03:	105
Identificación de tiempos muertos	105
Calculo de capacidad de producción de marmitas al año	113

Desarrollo de objetivo 4	114
Calculo de ingresos al año por venta de marmitas	114
Calculo de relación Costo – Beneficio de la mejora	115
DISCUSIÓN	116
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES	120
REFERENCIAS	121
ANEXOS	128

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de ejemplo de causas.	44
Tabla 2. Matriz de consistencias.	58
Tabla 3. Tabla de instrumentos por desarrollo de objetivo.	65
Tabla 4. Tabla de técnicas por desarrollo de objetivos.	65
Tabla 5. Tabla de tiempos programados y reales de producción y entrega de pedido de marmitas.	71
Tabla 6. Tabla PERT para el proceso de producción de una marmita.	77
Tabla 7. Cuadro de Ítems del cuestionario y sus varianzas.	86
Tabla 8. Tabla de datos para el análisis de alfa de Cronbach.	87
Tabla 9. matriz de correlación de la propuesta de mejora con los factores priorizados.	95
Tabla 10. Matriz de correlación de la propuesta de mejora con las actividades de la ruta crítica.	97
Tabla 11. Tabla de criterios de factibilidad.	98
Tabla 12. Tabla de criterios de impacto.	98
Tabla 13. Tabla de factibilidad e impacto de implementación de la propuesta.	99
Tabla 14. 5W 2H de la propuesta de mejora.	104
Tabla 15. Tabla de resumen de tiempos del proceso de producción de una marmita.	108
Tabla 16. Tabla de identificación de tiempos muertos de la ruta crítica.	110
Tabla 17. Tabla de cálculo de capacidad de producción de marmitas al año.	113

Tabla 18. Tabla de cálculo de ingresos al año por venta de marmitas. 115

Tabla 19. Tabla de cálculo de relación Costo – Beneficio de la propuesta de mejora.

115

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 10 Principales Países Productores de Acero.	23
Figura 2. Países con mayor número de certificaciones en ISO 9001 en el año 2016	24
Figura 3. Principales países exportadores de máquinas herramienta en 2014 y 2015.	24
Figura 4. Producción industrial 1985 – 2016.	25
Figura 5. Línea de tiempo de modelos de mejora de productividad y calidad.	32
Figura 6. Resultado de encuesta realizada por el NIST.	36
Figura 7. Ciclo de Deming.	39
Figura 8. Diagrama de Pareto.	45
Figura 9. Símbolos de diagrama de flujo.	46
Figura 10. Estructura de EDT.	47
Figura 11. Estructura de un diagrama de árbol de causas.	48
Figura 12. Ejemplo de diagrama de red.	50
Figura 13. Gráfico de ingresos por venta.	69
Figura 14. Marmita de 200 lt.	70
Figura 15. Gráfico de retraso en el cumplimiento de entregas a tiempo Industrias Patcor S.A. – 2016.	72
Figura 16. Proceso de producción de marmitas.	73
Figura 17. EDT del proceso de fabricación de marmitas.	73
Figura 18. Diagrama de red N° 1 (CPM).	78
Figura 19. Gráfico de Varianzas de las actividades críticas del proceso de producción de marmitas.	79

Figura 20. Diagrama de árbol.	83
Figura 21. Diagrama de Pareto de grado de relevancia de los factores.	88
Figura 22. Gráfico de factibilidad e impacto.	100
Figura 23. Gráfico de Tiempo de entrega Actual vs Propuesto.	110
Figura 24. Diagrama de red N° 2 (CPM).	112
Figura 25. Gráfico de producción y cumplimiento actual vs propuesto.	114

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo de encuesta realizada 1.	128
Anexo 2. Ejemplo de encuesta realizada 2.	129
Anexo 3. Ejemplo de encuesta realizada 3.	130
Anexo 4. Ejemplo de encuesta realizada 4.	131
Anexo 5. Ejemplo de encuesta realizada 5.	132
Anexo 6. Propuesta de tablero de Kanban	133
Anexo 7. Cuadro de funciones de Planeamiento y Control de la Producción.	135
Anexo 8. Propuesta de programa de capacitaciones.	137
Anexo 9. Propuesta de instructivo de implementación de 5's.	139
Anexo 10. Propuesta de adquisición de máquinas.	140
Anexo 11. Cotización de leasing para Maquina Roladora.	141
Anexo 12. Cotización de leasing para la maquina embombadora y pestañado.	142
Anexo 13. Propuesta de diagrama de flujo para control de proveedores.	144
Anexo 14. Identificación y desarrollo de proveedores.	144
Anexo 15. Inclusión de software de diseño.	145
Anexo 16. Hoja de registro de tiempos de la elaboración de la carcasa para el soporte	146
Anexo 17. Hoja de registro de tiempos de la elaboración del bastidor para el soporte	147
Anexo 18. Hoja de registro de tiempos del montaje de la marmita.	148

Anexo 19. Hoja de registro de tiempos muertos para la actividad: habilitación de planchas.	149
Anexo 20. Hoja de registro de tiempos muertos para la actividad: armado y soldadura del cuerpo de la marmita.	150
Anexo 21. Hoja de registro de tiempos muertos para la actividad: acabado de la marmita.	151

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mis padres Luis Jimenez Aparcana y Rosario Bielich Luna, por su apoyo constante para lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Rosario y Luis por su apoyo y a mi asesor el Ing. Michael Zelada por su tiempo, por guiarme y apoyarme en la realización de este proyecto de tesis. Así mismo, agradezco al Gerente General de la empresa INDUSTRIAS PATCOR S.A. por abrirme las puertas y brindarme los datos necesarios para el desarrollo de la presente tesis.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es un proyecto de mejora que se realiza tomando como objeto de estudio a la empresa metalmeccánica INDUSTRIAS PATCOR S.A. Se identificó como problema principal, el bajo nivel de cumplimiento de entregas a tiempo de los productos a sus clientes, tomando como prioridad a investigar, las causas en el proceso de producción de las marmitas, el cual fue identificado como producto principal. El objetivo de este proyecto es cuantificar el grado de mejora en el cumplimiento de entregas implementado la propuesta de mejora que se realizó durante el desarrollo de la tesis.

La metodología que se usó para este proyecto de tesis fue un estudio de tipo documental y de campo, de carácter práctico y de nivel explicativo. Tomando como población la cantidad de marmitas producidas al mes y de muestra una marmita, debido a que la población es pequeña y se trata de un muestreo intencional, no probabilístico. Se usaron como instrumentos para el desarrollo del proyecto de tesis los siguientes: diagrama de Pareto, diagrama de Bloques, EDT (Estructura de Desglose del Trabajo), diagrama de árbol de causas, ciclo de Demign (PDCA), encuesta, matriz de correlación, 5W 2H, diagrama de flujo y hojas de registro.

Como resultado se obtuvo que la empresa actualmente cuenta con deficiencias principalmente en la etapa de planificación, priorizando las actividades de la ruta crítica se planteó una propuesta la cual, con su implementación se espera reducir el 19.6% del tiempo total de producción de una marmita, logrando mejorar y establecer un tiempo de entrega

competitivo para la empresa. Así también demostró que la ratio beneficio – costo es positiva, concluyendo que la propuesta de mejora es rentable.

Palabras clave: mejora, planificación, tiempo, procesos, rentable.

ABSTRACT

The present research work is an improvement project that is carried out taking as object of study the metalworking company INDUSTRIAS PATCOR S.A. The main problem of the company under study was identified by the low level of compliance with the timely delivery of the products to its customers, taking as a priority to investigate the causes in the production process of the marmitas, which was identified as the main product. The objective of this project is to quantify the degree of improvement in the compliance of deliveries, implementing the improvement proposal that was made during the development of the thesis.

The methodology used for this thesis project was a study of documentary and field type, of a practical and explanatory level. Taking as population the quantity of marmitas produced per month and of shows one marmita, because the population is small and it is an intentional, non-probabilistic sampling. The following were used as instruments for the development of the thesis project: Pareto diagram, Blocks diagram, EDT (Work Breakdown Structure), causes tree diagram, Demign cycle (PDCA), survey, correlation matrix, 5W 2H, flow chart and record sheets.

As a result, it was obtained that the company currently has deficiencies mainly in the planning stage, prioritizing the activities of the critical path was realized a proposal which, with its implementation is expected to reduce 19.6% of the total time of production of a marmita, getting to improve and establish a competitive delivery time for the company. It was also demonstrated that the benefit - cost ratio is positive, concluding that the improvement proposal is profitable.

Key words: improvement, planning, time, processes, profitable.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis es un proyecto de mejora realizado en una metalmecánica como objeto de estudio, de nombre INDUSTRIAS PATCOR S.A., se realiza la investigación a raíz de la identificación del problema principal dentro de la metalmecánica, el cual es el cumplimiento de entregas a tiempo de los productos solicitados o pedidos, y al visualizar la misma problemática en otras empresas del mismo rubro, conclusión que tomamos de los antecedentes tomados para este trabajo, observando también que estos antecedentes no llegan a concretar en si la parte cuantitativa de la investigación; por ello dentro de esta tesis el objetivo principal es cuantificar el grado de mejora en el cumplimiento de entregas implementado la propuesta de mejora en la empresa metalmecánica.

Se tomó un enfoque positivista, basándonos en métodos científicos para el desarrollo de esta y tomando datos cuantitativos que permitan medir, evaluar y determinar el logro de los objetivos. Se busca demostrar con la siguiente hipótesis que, la propuesta de mejora permite mejorar el cumplimiento de entregas a tiempo en la empresa metalmecánica. Logrando aceptar esta hipótesis, se espera mejorar tanto en la parte operativa de la empresa, como en el aspecto de competitividad en el mercado y el desarrollo de oportunidades para la metalmecánica y sus trabajadores.

La investigación se realizará a través del desarrollo de los objetivos usando los instrumentos y técnicas de investigación, calidad y proyectos, comenzando por el primer objetivo donde se busca identificar el producto relevante para la empresa, el cual es la marmita, cuantificar el incumplimiento de entregas de este producto, sus procesos, las

actividades, tiempos y variabilidad de cada una, logrando demostrar la probabilidad de éxito que tiene la empresa manteniendo su sistema actual.

En el objetivo 2, se identifican y priorizan los factores que afectan negativamente al cumplimiento de entregas a tiempo, para luego desarrollar las propuestas de mejoras respecto a estos factores y correlacionarlas a las actividades de la ruta crítica. Para continuar midiendo la factibilidad de cada actividad y priorizar el desarrollo de estas.

En el objetivo 3, se busca cuantificar la mejora, identificando los tiempos muertos de las actividades críticas, y hallando el nuevo tiempo total de producción del producto identificado. Para luego en el objetivo 4 realizar la comparación costo – beneficio.

Concluyendo que luego de la mejora se lograr reducir el tiempo de fabricación, aumentando la capacidad de producción de marmitas al año, y demostrando que la propuesta es rentable para la empresa; aceptando la hipótesis positiva planteada.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Identificación del problema

La industria metalmeccánica es un sector importante a nivel mundial, es fuente proveedora de máquinas, equipos, estructuras e instalaciones para otros diferentes sectores industriales tales como la minería, construcción, industrias en general, pesca, alimentos y generalmente va de la mano con el dinamismo del sector siderúrgico. Así tenemos, que, entre los principales exportadores de maquinarias en el mundo, se encuentran: China, Alemania, Japón, Corea del Sur y Estados Unidos; y que coincide con el volumen de producción de acero de esos países. En ese mismo orden, se encuentra su nivel de tecnificación y competitividad.

10 PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE ACERO

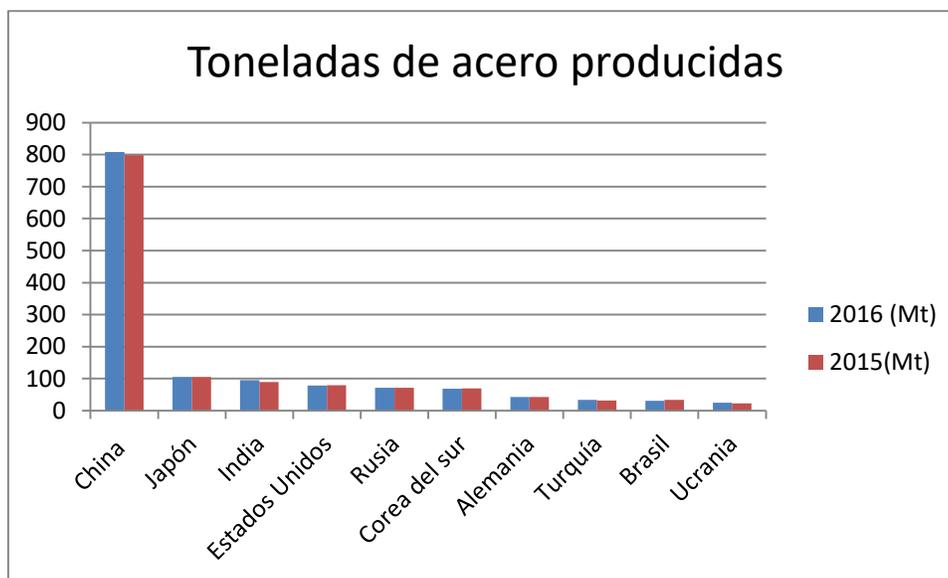


Figura 1. 10 Principales Países Productores de Acero.

Fuente: World Steel Association.

PAISES CON MAYOR NÚMERO DE CERTIFICACIONES EN ISO 9001 EN EL AÑO 2016



Figura 2. Países con mayor número de certificaciones en ISO 9001 en el año 2016

Fuente: SBQ Consultores.

PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE MÁQUINAS HERRAMIENTA EN 2014

Y 2015

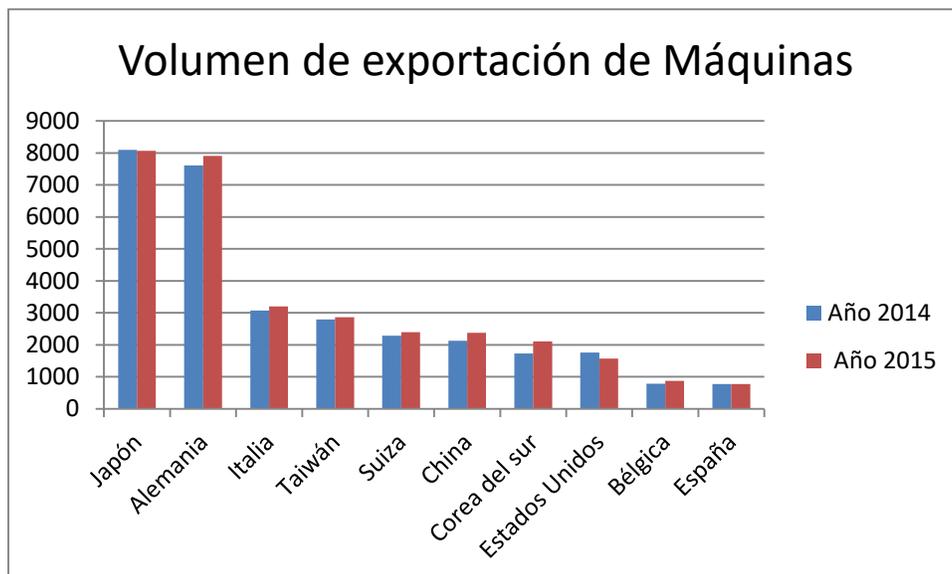


Figura 3. Principales países exportadores de máquinas herramienta en 2014 y 2015.

Fuente: Statista.

La industria metalmeccánica en el Perú ha venido en aumento dando lugar no solo a las grandes industria, sino también a las pequeñas empresas en este sector, a partir del 2014 comenzó a caer la tasa de crecimiento, en el año 2015 el sector metalmeccánico tuvo una caída de 4.5% en el mercado, los pronósticos para el año 2016 tampoco fueron favorables debido a que se estimó una caída de 5.6% para ese año, poniendo a la industria metalmeccánica en un estado de recesión del negocios, lo que las obliga a refugiarse en objetivos a corto plazo de mejora de productividad, calidad y fidelización de sus clientes. Posteriormente el pronóstico que realiza MAXIMIXE para este 2017 es positivo dando la alternativa de una posible alza en el negocio. Fuente: Gestión.

El grafico a continuación es de la producción industrial en el Perú desde 1985 hasta el 2016.

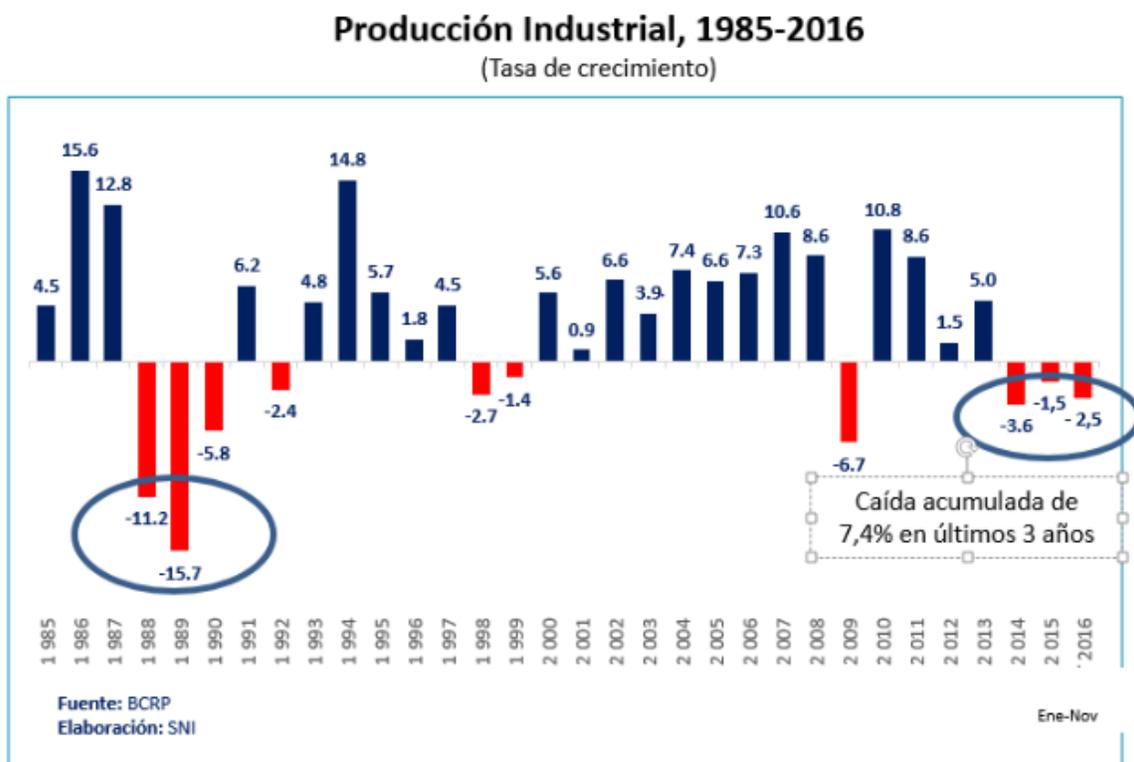


Figura 4. Producción industrial 1985 – 2016.

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias.

La empresa objeto de estudio INDUSTRIAS PATCOR S.A. es una metalmecánica ubicada en el distrito de Santa Anita, que fabrica principalmente equipos tales como tinas queseras, mesas queseras, marmitas y ocasionalmente fajas transportadoras, estantes, mesas y licuadoras industriales; cuenta con 8 años en el mercado y con 15 trabajadores entre ellos 5 administrativos y 10 operarios. Es decir, puede ser considerada como una pequeña empresa.

En este marco se identificó como principal problema para la empresa, el cumplimiento de entregas a tiempo de productos a sus clientes. Desde hace unos meses se ha venido mostrando que el indicador de efectividad en el cumplimiento de entregas va por debajo del 70%, la expectativa debido a que hoy en día el sector metalmecánico está pasando por una recesión del negocio y con la finalidad de fidelizar sus clientes y volver a la empresa competitiva en el mercado, se apunta a realizar una propuesta con el objetivo de mejorar el cumplimiento de entregas a tiempo.

Se va a realizar un análisis de las causas que generan el incumplimiento de las entregas a tiempo, entre los factores que pueden estar llevando a la baja este indicador podrían ser la falta de alguno de los modelos de gestión como seguridad e ISO 9001, hasta simplemente etapas de planificación y control de la producción.

Formulación del problema

Problema General.

¿En cuánto se mejorará el cumplimiento de entregas al implementar la propuesta de mejora en el proceso productivo de la empresa metalmecánica?

Problemas Específicos.

¿En cuánto afecta la variabilidad de las actividades en el cumplimiento de entregas en la empresa metalmecánica?

¿Cuáles son las propuestas de control que reducen la variabilidad de las actividades del proceso de producción de marmitas?

¿En cuánto se puede llegar a mejorar el cumplimiento de entregas en la empresa metalmecánica?

¿Cuál es la relación costo beneficio de la propuesta de mejora?

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes

Antecedentes Internacionales.

Villanueva Herrera, Alfredo, (México, 2007) presento la tesis titulada “Análisis y propuesta de mejora de una empresa metalmecánica utilizando manufactura esbelta”, el objetivo de la tesis es identificar las operaciones innecesarias para lograr eliminarlas logrando obtener una manufactura esbelta y con oportunidades de mejora. Se llegó a la siguiente conclusión, para lograr una implementación exitosa de las herramientas de manufactura esbelta se debe contar con un equipo de trabajo interdisciplinario que incluya a todos los empleados y empleadores; Las herramientas usadas permiten una guía para la propuesta de mejora que se desarrollara en la Tesis.

Gonzalez Vargas, Alexandra; Salazar Ponce, Julio Cesar, (Quito, 2006), presento la tesis titulada “Estudio de la productividad en la metalmecánica San Bartolo”, el objetivo del estudio de la productividad en esta tesis es identificar los factores que impiden el progreso y desarrollo en la metalmecánica y establecer indicadores de evaluación para determinar oportunidades de mejora; se llegó a la siguiente conclusión, utilizar un diagrama causas – efecto para el análisis de los factores que afecta la productividad en la metalmecánica cumple con un papel muy importante para la identificación de los principales problema; Los indicadores establecidos como resultado del estudio permitirá relacionar la información con la del proyecto de tesis.

Gonzalez Gil, Yiber Esteban, (Bucaramanga, 2007), presento la tesis titulada “Mejoramiento del sistema de producción de la empresa Metálica Zuluaga”, tuvo como objetivo diseñar e implementar mejoras en el sistema de producción que permita realizar

eficientemente las actividades del proceso productivo de la Metálica Zuluaga; se llegó a la siguiente conclusión, se identificaron los productos que generan mayor porcentaje de ventas, y se logró mejorar la producción y minimizar la diversidad de materiales para la elaboración del producto identificado; nos permite una guía para el análisis del proceso productivo en la metalmecánica.

Montiel Morales, Lai. Daniel, (México, 2010), presento la tesis titulada “Propuesta de estrategias de mejora continua en una empresa metalmecánica”, tuvo como objetivos elaborar una propuesta de mejora continua para los procesos de producción de una metalmecánica y lograr la satisfacción de sus clientes, la reducción de sus principales problemas crítico, costos de operaciones y aumentar la eficiencia organizacional; se llegó a la siguiente conclusión, que implementando las herramientas de reingeniería y las 5’s se lograría eliminar o minimizar los aspectos identificados; permite tomar como guía a la identificación de los aspectos a mejorar y las herramientas que se podrían utilizar para este caso.

Jara Verdugo, Marco Agustín, (Cuenca, 2012), presento la tesis titulada “Propuesta de estudio para mejorar los procesos productivos de la sección metalmecánica, Fabrica Induglob”, tuvo como objetivo proponer un estudio para mejorar los procesos de producción en una metalmecánica; se llegó a la siguiente conclusión, es muy importante el análisis del mapeo del flujo de valor, debido a que nos da como resultado los problemas con mayor importancia y los puntos a mejorar; permite como guía para el análisis de los aspectos que llevan al problema de investigación.

Antecedentes Nacionales.

Tejada Castelo, Maria Victoria, (Arequipa, 2014), presento la tesis titulada “Propuesta de mejoras en una empresa metalmeccánica en la región de Arequipa – 2014”, tuvo como objetivo proponer la implementación de las diversas herramientas de la ingeniería industrial para la optimización de las áreas de una metalmeccánica; se llegó a la siguiente conclusión, tras la utilización de la herramienta diagrama de Ishikawa se detectó las dos áreas críticas en la empresa obteniendo como resultado el área de logística y de operaciones con aspectos a mejorar; permite tomar como guía del proceso de análisis para la identificación de los aspectos que influyen en el problema de investigación.

Torre Gallardo, Rubén Darío, (Lima, 2014), presento la tesis titulada “Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmeccánica”, tuvo como objetivo mejorar los procesos para ofrecer un producto que satisfaga las necesidades de sus clientes en calidad, precio y cantidad; se llegó a la siguiente conclusión, se comprobó la interacción entre las técnica, el SMED, Poka Yoke y las 5's, logrando con el uso de ella optimizar el tiempo disponible de producción de los equipos e incrementar la eficiencia; permite tomar como base de mejora de procesos los hallazgos encontrados.

Mora Cacho, César Nicolás, (Lima, 2013), presento la tesis titulada “Propuesta de mejora de procesos de control de calidad en el fabricación de tubos de acero estructurales en una empresa metalmeccánica” se llegó a la siguiente conclusión, es necesario realizar un análisis tanto cualitativo como un Diagrama de causa – efecto, como un análisis cuantitativo como el Diagrama de Pareto que ayudan a obtener una mejor visión del problema y una mejora orientación para alcanzar las metas; permite tomar en cuenta como guía para el uso apropiado de la herramientas que se usaran.

Huillca Choque, Maria Gimena; Monzón Briceño, Alberto Kenyo, (Lima, 2015), presento la tesis titulada “Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5’s y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos” tuvo como objetivo analizar los factores para determinar los puntos críticos a mejorar; llego a la siguiente conclusión, utilizando indicadores y herramientas de mejora como las 5’s se logró mejorar los aspectos del proceso de producción; permite tomar como referencia para el planteamiento de indicadores de los posibles indicadores a establecer.

Córdova Rojas, Frank Pablo, (Lima, 2012), presento la tesis titulada “Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta” tuvo como objetivo principal el diseño de un modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta para el sistema de fabricación de spools de una empresa metalmecánica, llego a la siguiente conclusión, todos los defectos detectados en el proceso de fabricación de spools deben poder ser valorados y evaluados cuantitativamente a través de los criterios que expresen los aspectos importantes que la empresa considere para la toma de decisiones; permite tomar como referencia la forma de cuantificar sus variables para tomarlo como base en el problema de investigación.

Estado del Arte

A lo largo de la historia se han innovado e implementado sistemas y modelos que tienen como fin mejorar la productividad y la calidad de los productos y servicios, y con cada una de ellas vienen distintas herramientas, conceptos o procedimientos que ayudan al cumplimiento de los objetivos y metas trazadas por las empresas, industrias u organizaciones.

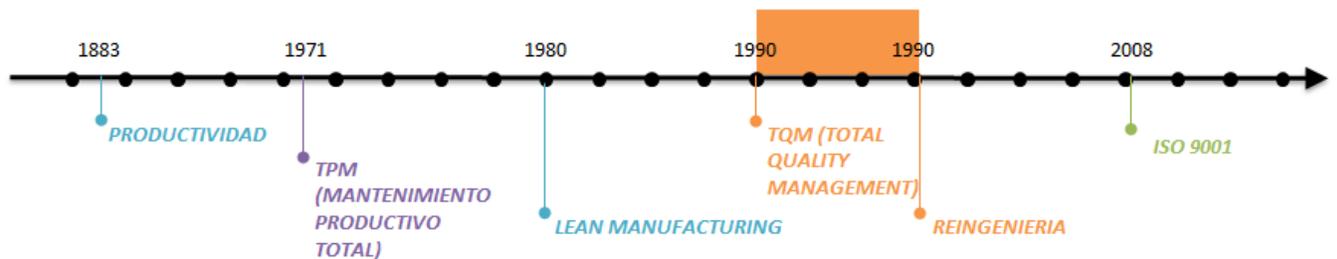


Figura 5. Línea de tiempo de modelos de mejora de productividad y calidad.

Elaboración propia. Fuente: Chase R., Jacobs F. & Aquilano N. . (2009). Administración de Operaciones. México: McGRAW-HILL.

La productividad expresada como salidas entre entradas, tiene como objetivo maximizar la utilización de los recursos con el fin de mejorar un proceso, utilizada para medir, controlar y evaluar el rendimiento de materias primas e insumos, personal o trabajadores, recursos y máquinas.

Una de las filosofías que se ha venido usando es TQM (Administración de la Calidad Total) y tiene como objetivo asegurar la calidad total de la organización tomando los factores de producción, administración y del personal. Busca la satisfacción del cliente, usando principalmente como herramientas el ciclo de Deming (PDCA), Kaizen y la estandarización de procesos.

Por otro lado, la Reingeniería se trata de un método de reestructuración de la empresa según el estado de sus procesos actuales, buscando eliminar o disminuir los procesos o procedimientos que no generan o aportan valor para el cumplimiento de los objetivos y metas establecidas.

ISO 9001 Modelo de Sistema de Gestión que busca estandarizar procesos en todas las áreas de una empresa, el compromiso por parte de la alta dirección y todos los colaboradores, la gestión de recursos, la evaluación de su sistema de gestión y la identificación de oportunidades de mejora continua, es un modelo certificable que garantiza la calidad de los productos y de la organización.

En la industria metalmecánica se están utilizando principalmente los modelos de Lean manufacturing y TPM para la mejora de los procesos buscando identificar, investigar, controlar o eliminar los factores que influyen en la baja productividad o eficiencia de sus procesos con el fin de obtener beneficios y cumplir con la calidad y expectativas de los clientes.

El Lean manufacturing es una filosofía que tiene como objetivo el de reducir los desperdicios que se puedan encontrar en el proceso productivo. Introduce principalmente la metodología de cero desperdicios especificando 8 en particular que se presentan en las empresas, los cuales son: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, sobreprocesamiento o procesos inapropiados, inventarios innecesarios, movimientos innecesarios, defectos, Talento humano (desperdiciar su creatividad o conocimientos).

Esta metodología trae consigo técnicas que son implementadas con el objetivo de reducir costos, tiempos y mejorar procesos, las cuales son:

Kaizen: metodología de mejora continua usa como herramienta principalmente el ciclo de Deming PDCA orientado a minimizar o eliminar desperdicios e incrementar la productividad.

Mapa de flujo de Valor (VSM): es un gráfico de flujo del proceso de una empresa en el cual se encuentra detalladamente cada actividad e información que corresponden al proceso. El objetivo de este mapa es identificar los aspectos o actividades que generen demoras en la producción o tiempos de entrega, y de esta forma plantear mejoras o correcciones.

Los 5 ¿Por qué?: es una técnica que utiliza 5 veces la pregunta ¿Por qué? Con el objetivo de encontrar la causa raíz de un problema o situación que se dé dentro de un proceso de la empresa.

Flujos continuos (Balanceo de líneas): tiene como objetivo equilibrar el tiempo de trabajo por cada estación en una línea de producción para lograr mejorar los tiempos de entrega, reducir inventarios, identificar de manera más rápida y fácil oportunidades de mejora dentro del proceso y mejorar la productividad.

SMED (Cambios rápidos): Esta técnica busca identificar las operaciones internas, que son los procedimientos que se realizan con la maquina parada, para convertirlas en operaciones externas, procedimientos que se realizan con la maquina encendida. Con el objetivo de reducir tiempos de producción.

Metodología de las 5's: Tiene como objetivo crear un ambiente de trabajo limpio, ordenado y organizado para mejorar la eficiencia del proceso productivo. Trabaja con 5 principios Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina.

Andon (Control Visual): sistema de control de producción que de manera visual alerta o comunica al trabajador si el proceso no está cumpliendo el procedimiento como debería, por ejemplo, si hay que, parar la producción por alguna falla, o si falta material.

Poka Yoke (a prueba de errores): técnica que introduce sistemas físicos o de información dentro del proceso productivo para evitar o prevenir el error humano.

Solución de problemas (método de las 8D's): se basa en 8 disciplinas para evaluar un problema, identificar la causa raíz establecer y establecer soluciones permanentes y estables al dicho problema. Las 8 disciplinas son: Formación de un equipo de expertos que cubran todas las funciones, Definición íntegra del problema, Implementar y verificar una acción de contención provisional, Verificar la causa raíz, Determinar y verificar acciones correctivas permanentes, Implementar y verificar las acciones correctivas permanentes, Prevenir la re-ocurrencia del problema y/o su causa raíz, Reconocer los esfuerzos del equipo.

JIT: metodología que tiene como objetivo optimizar el tiempo de llegada de material, productos en proceso, o producto terminado a su siguiente destino.

Kanban: método de comunicación simple por medio de tarjetas o etiquetas entre los trabajadores para realizar los procesos de manera coordinada.

En el 2010 Mercedes García Duran, Departamento de Ingeniería Mecánica y de los Materiales. Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla. Hizo un artículo sobre “¿Cómo puede conseguir un taller de mecanizado aumentar su productividad inicial? Aplicando la

metodología 'Lean Manufacturing'. Llegando a la conclusión que usando las herramientas de lean manufacturing puede llegar a reducir los tiempos de espera y eliminar los cuellos de botella dentro del proceso productivo del taller de mecanizado.

Dentro del artículo Mercedes García Duran muestra también el resultado de una encuesta realizada por el NIST (National Institute for Standards and Technology, USA), el cual se hizo a 40 empresas para medir las mejoras que obtuvieron al implementar una filosofía Lean, a continuación, los resultados:

PARÁMETRO	RESULTADO
REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA	90%
INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD	50%
MEJORA DE LA CALIDAD	80%
REDUCCIÓN DE ESPACIO UTILIZADO	75%

Figura 6. Resultado de encuesta realizada por el NIST.

Fuente: Interempresas

Así también en Valencia, ISTOBAL S.A. una empresa que comenzó como un pequeño taller de engrase de vehículos siendo actualmente un referente mundial en el lavado de vehículos de automoción. Antes de la implementación de la filosofía Lean la empresa hizo un análisis de sus fallas, encontrando entre ellas, fallas en la organización de la empresa, no tenían una metodología para resolver los errores y problemas en el proceso de producción y mejorar la calidad de sus productos, no tenían un correcto flujo de materiales debido a la falta de comunicación o intercambio de información entre proveedor – empresa y los métodos y planes de producción no estaban bien desarrollados ocasionando baja productividad.

ISTOBAL implemento las siguientes herramientas de la filosofía Lean Manufacturing: gestión o control visual, QSE (Quality System Efficiency), 5's, SMED y

Estandarización. Logrando una correcta implementación de estas herramientas y con el compromiso de todas las partes interesadas de la empresa se llegó al objetivo de un sistema de mejora continua y el crecimiento de la empresa siendo conocido ahora como un caso exitoso de la implementación de un Sistema Lean.

Un modelo que viene siendo usado por el sector metalmecánica es el Mantenimiento Productivo Total, más conocido por sus siglas en inglés TPM. Tiene como filosofía cero averías, cero defectos y cero accidentes, adoptando medidas de prevención dentro de los procesos productivos. Lo conforman 6 metodologías:

Mejoras enfocadas. Con el objetivo de identificar y eliminar la causa raíz de los problemas en el proceso, identificando oportunidades de mejora.

Mantenimiento autónomo. Procedimiento de orden, limpieza y mantenimiento básico realizado por cada trabajador en su puesto de trabajo.

Mantenimiento planificado. Se realiza la planificación absoluta de todo lo que se tiene que hacer en el mantenimiento programado, se planifica desde las cantidades de insumos que se va a utilizar, hasta los factores que se tienen que corregir en cada máquina o sistema. Se establecen procedimientos de mantenimiento estandarizado.

Mantenimiento de calidad. Identifica, investiga y corrige los problemas, averías y defectos dentro del proceso productivo que influyen en la calidad del producto.

Entrenamiento. El objetivo es tener un personal capacitado y competente para realizar sus funciones.

Seguridad y Medio Ambiente. Asegura la integridad física de sus trabajadores y disminuye el impacto ambiental que genera la empresa, ya que un ambiente adecuado de trabajo es uno de los factores para mejorar la productividad.

En el 2012 Jaramillo Restrepo, Andrés y López López Sergio; presentaron la tesis titulada “Propuesta de mejoramiento de procesos productivos para empresas metalmeccánicas: Caso Productos Confort S.A.” donde tenían como objetivo mejorar la productividad de la empresa, logrando obtener como conclusión que luego de analizar y encontrar la causa raíz, se plantearon como propuesta de mejora implementarlas las metodologías de las 5’s, kaizen, controles visuales y mantenimiento autónomo, lo cual genero el resultado esperado mejorando la productividad en la empresa objeto de estudio.

Marco teórico

Sistema de gestión

Un sistema de gestión se conoce como etapas a cumplir de forma cíclica para lograr objetivos, cumplir metas y mejorar de forma continua dentro de una organización. Toma como base el conocido ciclo de Deming, Plan (Planear o Planificar), Do (hacer), Check (Verificar o Revisar), Act (Actuar).

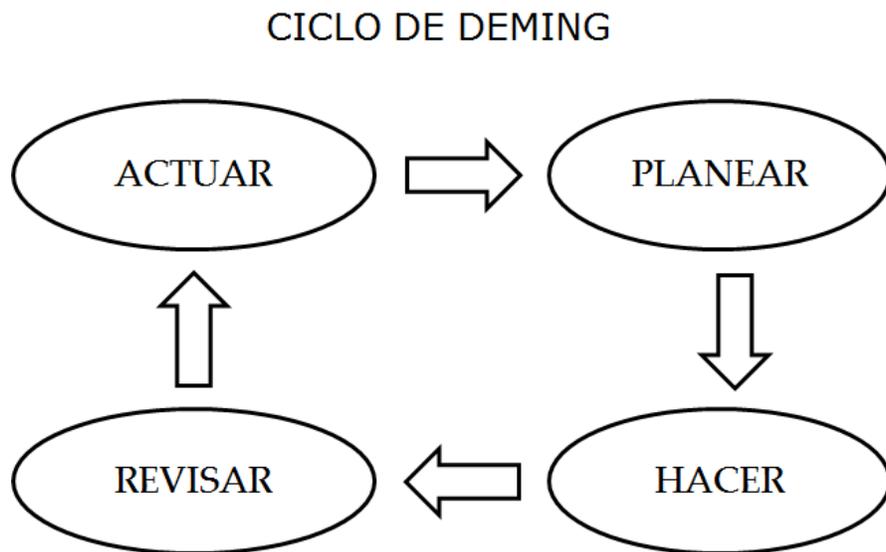


Figura 7. Ciclo de Deming.
Elaboración propia

Planear, se planifica lo que se va a realizar en base a políticas, objetivos y metas dentro de una organización; Hacer, se pone en práctica lo planificado utilizando documentos, diagramas, matrices, actas, registros, capacitaciones, dinámicas, etc; Revisar, en esta etapa se realizan inspecciones, auditorias, seguimiento o check list, con el fin de verificar que lo planeado este dando resultados y cumpliendo con los objetivos así como también para identificar no conformidades, fallas o aspectos a mejorar; Actuar, en este punto se toman medidas tanto correctivas, preventivas o de mejora con el fin de cumplir con las metas o

plantear nuevas logrando volver a comenzar el ciclo. Todas estas etapas desarrolladas correctamente se conocen como sistema de gestión.

Gestión de proveedores

La gestión de proveedores es el desarrollo, evaluación, seguimiento y control de las empresas proveedoras de servicios y de productos (materia prima, insumos o materiales). Para realizar una correcta gestión de proveedores se toman en cuenta las siguientes secciones:

Sección de desarrollo de proveedores.

Definir requisitos de contrato de proveedores.

En este paso se define el servicio, materia prima o insumo que se requiere, así como los requisitos técnicos, de calidad y de tiempo para la realización del servicio o la compra de la materia prima.

Identificación de proveedores.

Se realiza el contacto con los proveedores para el servicio o la adquisición de productos requeridos.

Evaluación de proveedores.

En este paso se procede a evaluar los proveedores potenciales para realizar el servicio o para la compra del producto, se evalúa que cumpla con los requisitos tanto de entrega del producto, como de organización respecto a sistemas de gestión que la empresa solicite, por ejemplo: Seguridad y Salud en el Trabajo. De esta forma se logra priorizar a los proveedores con los que se trabajará.

Evaluación de propuestas

Se debe tomar en cuenta las propuestas de los proveedores, en caso resulten atractivos para la empresa y de esta forma considerarlos dentro de la lista con prioridad de contratación.

Sección de toma de servicio o compra del producto.

Contrato

Se especifica un contrato para el proveedor con las obligaciones y responsabilidades así también como los requisitos técnicos, de calidad y de tiempo, también en caso sea conveniente se puede tomar en cuenta considerar una cláusula para penalidades por incumplimiento.

Seguimiento

Se realiza un seguimiento tanto del producto como del servicio requerido dependiendo del caso, se establece un responsable que pueda asistir durante el proceso en caso de servicio y se asegure que se estén cumpliendo con los requisitos técnico y de calidad.

Elaboración de indicadores.

Se debe realizar indicadores que ayuden a medir el rendimiento del sistema de gestión de proveedores de la empresa, tanto en el caso de los procesos de la empresa como para la evaluación de proveedores.

Evaluación y control.

Se evalúa al proveedor si cumplió con los requisitos expuestos, de esta forma la lista de prioridades para considerar a los proveedores será más confiable a la hora de considerar el que realizará el servicio o abastecerá a la empresa.

Planeamiento y Control de la Producción

El planeamiento y control de la producción es un sistema de administración de operaciones que tiene como objetivo diseñar, planificar, implementar y controlar los procesos de producción y la cadena de suministros de una empresa. Como objetivo se tiene el aumento de la productividad y la disminución de costos. Así también, para la empresa aporta a llegar a los objetivos comerciales de competitividad cumpliendo con tiempos de entrega, optimizando costos, y mejorando la calidad.

El responsable de las funciones de planeamiento y control de la producción debe asegurar el cumplimiento de los objetivos planificando las capacidades y flexibilidad de producción, utilizando métodos de toma de decisiones, realizando mediciones utilizando indicadores tanto de los procesos como del desempeño de los trabajadores, diseñando los puestos de trabajo y organizando los insumos, herramienta o instrumentos que requieren cada uno, así como la distribución de planta.

Dentro de sus funciones es también estandarizar procedimiento y procesos, realizar estudio de tiempos, medición y control de la cadena de suministros. Utilizando herramientas y técnicas de mejora continua, calidad y de ingeniería.

Valoración de activos Leasing

Leasing es una alternativa para financiar un activo fijo ya sean muebles o inmuebles. Para las empresas es una opción que les trae muchos beneficios debido a que se puede financiar el activo que se necesita en el momento. Por ejemplo, una maquina a mediano plazo, logrando mantener un equilibrio económico y obteniendo mayores oportunidades. Esta alternativa de financiamiento puede aplicar tanto a muebles o inmuebles nuevos como usados.

Tomando como ejemplo el banco BCP, “tiene características especiales que le permiten ser un instrumento útil a las empresas para realizar su planeamiento tributario. Así, cuando realice una operación de leasing, el cliente podrá registrar como gasto la depreciación del activo más los intereses financieros. Asimismo, podrá acelerar la depreciación de los bienes en forma lineal hasta en el plazo del contrato, cuya duración mínima es de 24 meses para el caso de bienes muebles y de 60 meses para el caso de bienes inmuebles”. (BCP)

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta de calidad que permite identificar y priorizar los factores que afectan o influyen en un problema o fallas dentro de una empresa, Para luego ser evaluados y tomar la medidas correctivas o preventivas necesarias. El diagrama de Pareto se basa en el principio 80 – 20, el cual nos dice que el 20% de las causas generan el 80% de los resultados.

El procedimiento para realizar un diagrama de Pareto es el siguiente:

Se realiza una tabla donde se especifican las causas y los valores de cada una, se ordenan de mayor a menor y se suma, al tener el total se calcula el porcentaje de cada causa,

como siguiente paso se calcula el porcentaje acumulado, los cuales serán usado para comenzar a realizar el diagrama de Pareto.

TABLA DE CAUSAS EJEMPLO

CAUSAS	Valores	Porcentaje	% acumulado
Causa 1	20	25,97%	25,97%
causa 2	16	20,78%	46,75%
Causa 3	14	18,18%	64,94%
Causa 4	13	16,88%	81,82%
Causa 5	7	9,09%	90,91%
Causa 6	5	6,49%	97,40%
Causa 7	2	2,60%	100,00%
Total	77	100,00%	

Tabla 1. Tabla de ejemplo de causas.

Fuente: Elaboración propia.

Tomando los datos de la tabla se procede a realizar el Diagrama de Pareto.

DIAGRAMA DE PARETO EJEMPLO

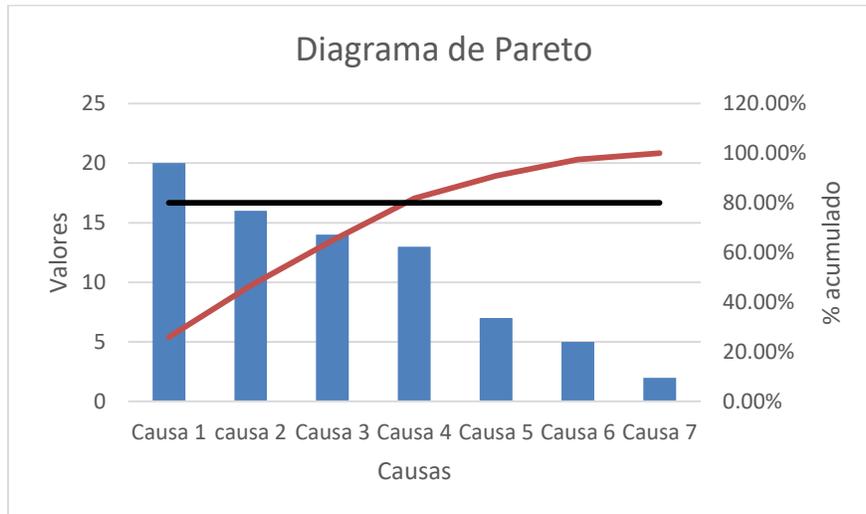


Figura 8. Diagrama de Pareto.

Elaboración propia.

Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es una herramienta utilizada para esquematizar un proceso, el cual mediante diferentes símbolos y flechas sigue una secuencia organizada con una breve descripción de cada actividad o proceso.

Los símbolos que se usan para un diagrama de flujo son:

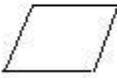
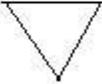
	PROCESO
	DECISION
	DATOS
	DOCUMENTO
	DEMORA
	OPERACION
	ALMACEN
	TRANSPORTE

Figura 9. Símbolos de diagrama de flujo.

Fuente: http://148.204.211.134/polilibros/Portal/Polilibros/P_terminados/Ing.Med_trab/I-M-trab/UMD/Cap_I/1.4_Continuacion.htm

Estructura de desglose de trabajo

La estructura de desglose de trabajo conocida como EDT es una herramienta usada en el inicio del desarrollo de un proyecto, con el fin de desglosar las actividades o procesos que se van a realizar y tener una visión amplia de punto de partida para un análisis, planificación y presupuesto para el trabajo que se realizara. La estructura de este diagrama es en forma jerárquica dando como resultado los productos entregables que se obtiene de cada actividad.

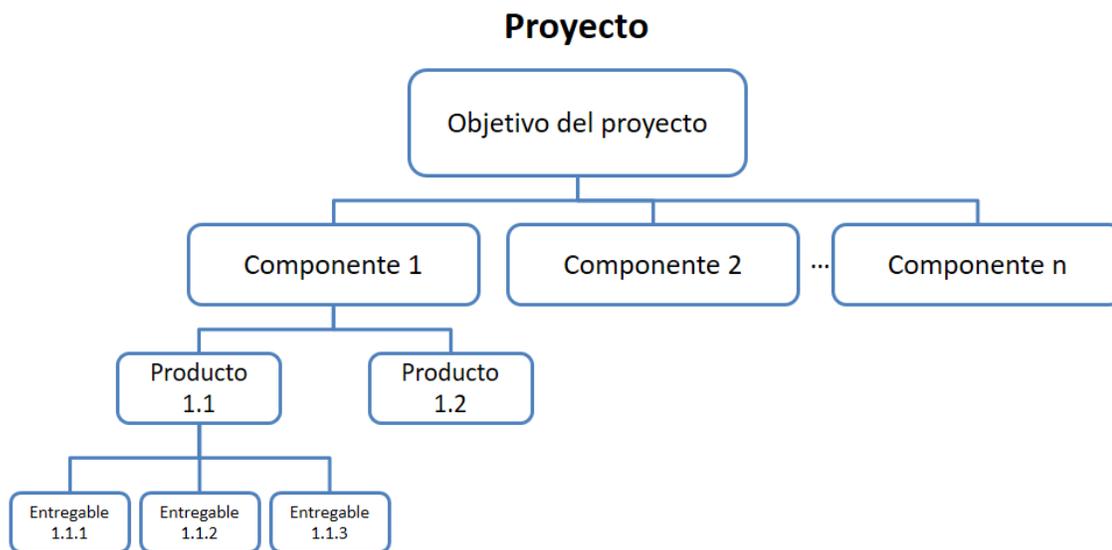


Figura 10. Estructura de EDT.

Fuente: PM4r

Diagrama de árbol de causas

El diagrama de árbol de causas es una herramienta usada para identificar problemas y sus posibles causas desglosando cada una por medio de ramificaciones, hasta llegar a las causas principales. Para iniciar el desarrollo de esta herramienta se tienen los siguientes pasos:

Se comienza identificando los problemas que tiene la empresa.

Luego se realiza una lluvia de ideas de las posibles causas de los problemas o el problema identificado.

Se procede a realizar el mismo paso, pero para las causas identificadas.

Se repite hasta llegar a la causa raíz del problema.

A continuación, se muestra un ejemplo de un diagrama de árbol de causas.

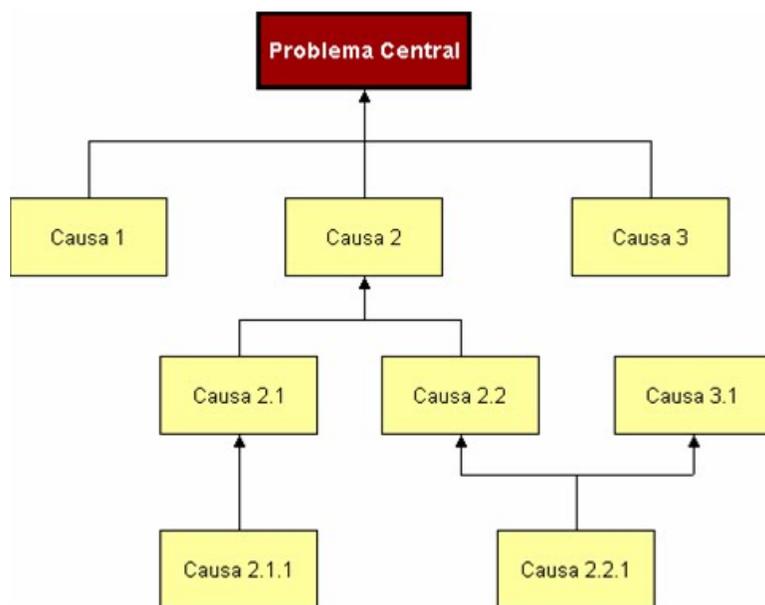


Figura 11. Estructura de un diagrama de árbol de causas.

Fuente: <http://dcsenalt.blogspot.pe/2010/09/el-arbol-de-problemas-causas-efectos.html>

Técnicas de evaluación y revisión de proyectos (PERT)

Es un método de gestión de proyectos que contribuye a la planificación, permitiendo a los interesados organizar e identificar el tiempo esperado de la realización del proyecto y la secuencia de las actividades identificando las predecesoras para cada una de ellas.

Para la elaboración del PERT se requieren los datos estimados tales como:

Tiempo pesimista: es el tiempo en el cual el operario se pone en la posición donde tarda o tardó más en realizar la actividad.

Tiempo más probable: es el tiempo que el operario identifica como el más recurrente y probable para realizar la actividad.

Tiempo optimista: es el tiempo en el que el operario realizó la actividad sin interrupciones y en tiempo ideal.

Una vez que se obtienen los datos requeridos para cada actividad se procede a calcular el tiempo esperado y las varianzas, las fórmulas para el cálculo se muestran a continuación:

Tiempo esperado:

$$t_e = \frac{t_o + 4 * t_m + t_p}{6}$$

Varianza:

$$V = \sigma^2 = \frac{(t_p - t_o)^2}{36}$$

Método de la ruta crítica (CPM)

Este método se realiza por medio de un diagrama de red, tomando en cuenta las predecesoras y los tiempos de cada actividad. Para realizar el cálculo del tiempo total del proyecto mediante el diagrama de red, se toman en cuenta los tiempos mayores de cada actividad para realizar la suma con la siguiente actividad hasta llegar al final. Así mismo, para la identificación de la ruta crítica, los cálculos se realizan a la inversa tomando como prioridad el número menor para realizar la operación; para analizar los resultados, debemos tomar en cuenta la holgura, las actividades que tienen un valor de holgura igual a cero es considerada actividad de la ruta crítica.

A continuación, se muestra un ejemplo de diagrama de red.

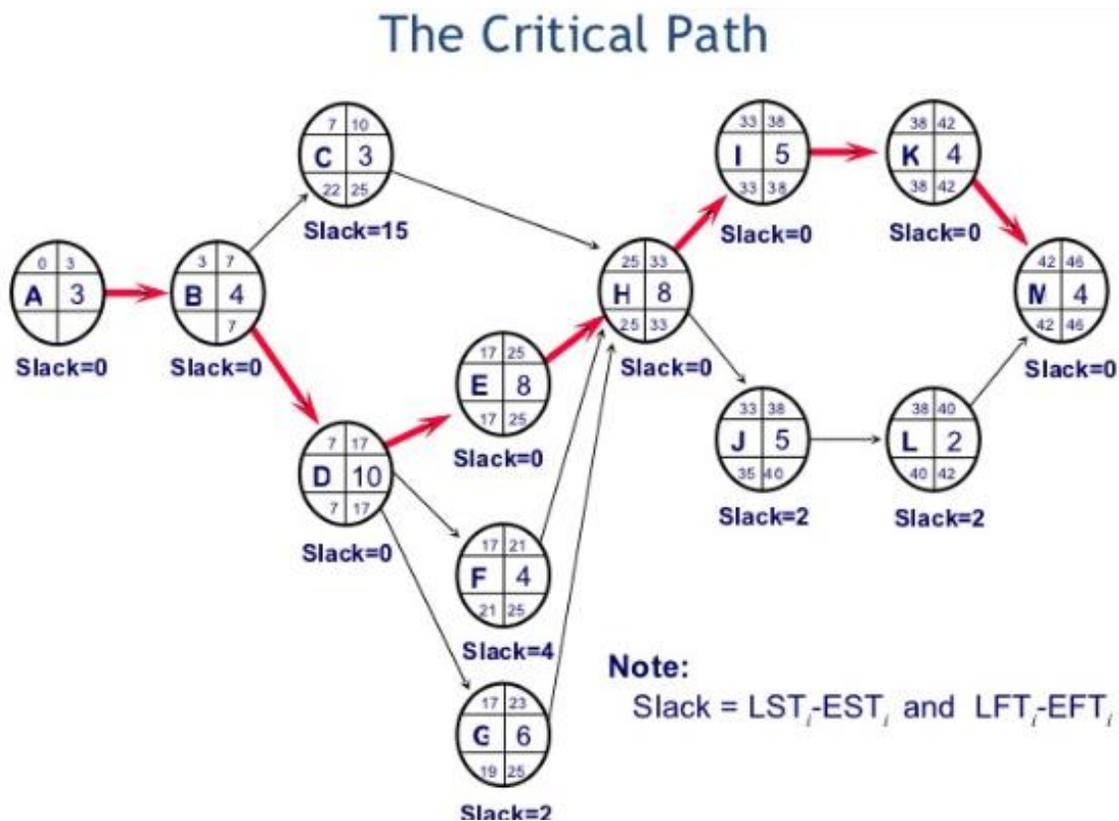


Figura 12. Ejemplo de diagrama de red.

Fuente: <https://www.slideshare.net/dmdk12/the-network-diagram-and-critical-path>

Calculo de probabilidad de éxito

Para realizar el cálculo de la probabilidad de éxito de cumplir con el tiempo del proyecto, se realizan los siguientes pasos:

Se toman los datos del tiempo esperado del proyecto (t_e) y la varianza (σ^2), obtenidos del PERT y CPM.

Se establece un tiempo meta (x) y se procede a realizar el cálculo de Z:

$$Z = \frac{T_x - T_e}{\sigma}$$

Usando las tablas distribución normal estándar se logra calcular la probabilidad de éxito de cumplir con el tiempo del proyecto:

$$P (z \leq Z)$$

Método de validación de encuesta por Alfa de Cronbach

Este método es utilizado para determinar la fiabilidad de los ítems de una encuesta, tomando un índice que va del 0 al 1. Cuando el valor del índice o el Alfa de Cronbach está entre 0.8 y 1 significa que los datos o la encuesta es fiable, por el contrario, si el resultado es menor a 0.8, nos indica que los datos son inconsistentes o inestables lo cual no permite que tomemos como válida la encuesta para su posterior uso.

Se puede hallar el Alfa de Cronbach mediante dos métodos:

Mediante la varianza de los ítems, utilizando la siguiente formula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

Donde:

α = Alfa de Cronbach

K = Numero de Ítems

V_i = Varianza de cada Ítem

V_t = Varianza total

Mediante la matriz de correlación, utilizando la siguiente formula:

$$\alpha = \frac{np}{1 + p(n-1)}$$

Donde:

α = Alfa de Cronbach

n = Numero de Ítems

p = Promedio de las correlaciones lineales de cada uno de los ítems

Matriz 5W 2H

Es una herramienta diseñada para la planificación de proyectos de una organización consiste en el desarrollo de sus siglas en inglés que son en español las siguientes:

¿Qué?: en esta primera etapa se determina lo que se va a realizar.

¿Por qué?: en esta etapa se explica el porqué de lo que se va a realizar.

¿Cuándo?: en esta etapa se determina cuando se realizará.

¿Dónde?: en esta etapa se especifica donde se realizará el proyecto, actividad o mejora.

¿Quién?: en esta etapa se especifican los responsables de cada acción.

¿Cómo?: en esta etapa se presenta como se va a realizar cada parte del proyecto.

¿Cuánto?: en esta etapa se debe especificar el costo o el valor de inversión de cada parte del proyecto.

Ratio Beneficio – Costo

Para realizar la comparación directa entre el beneficio y el costo se debe realizar un cálculo simple dividiendo el total de las utilidades que se tienen durante un periodo entre el total del costo del proyecto o propuesta durante el mismo periodo.

$$\text{Ratio Beneficio – Costo} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

Para concluir si el proyecto es rentable se debe analizar el resultado comparándolo con 1, como se explica a continuación:

Si el Ratio es > 1 significa que el proyecto es rentable y puede ser considerado.

Si el Ratio es $= 1$ significa que no hay ganancias debido a que el costo es igual al beneficio.

Si el Ratio es < 1 significa que el proyecto no es rentable y no puede ser considerado.

OBJETIVOS

Objetivo general

Cuantificar el grado de mejora en el cumplimiento de entregas implementado la propuesta de mejora en la empresa metalmecánica.

Objetivos específicos

Cuantificar la variabilidad de las actividades y el grado que impactan en el cumplimiento de entregas en la empresa metalmecánica.

Realizar propuestas de control que reduzcan la variabilidad de las actividades del proceso de producción de la empresa metalmecánica.

Cuantificar la propuesta de mejora en términos de cumplimiento de entregas a tiempo.

Cuantificar la relación costo beneficio de la implementación de la mejora.

JUSTIFICACIÓN

Teórico

El presente estudio busca consolidar la utilización de las técnicas de mejora de ingeniería aplicadas en el sector metalmecánica, basándonos en las metodologías ya probadas y que se reflejan en los antecedentes revisados. Adicionalmente queremos contribuir con una pauta para aterrizar cuantitativamente la propuesta de mejora, cubriendo así una debilidad en la mayoría de los trabajos de investigación que hemos encontrado.

Práctica

A decir de los especialistas y de los antecedentes revisados, el cumplimiento de las entregas es el talón de Aquiles del sector metalmecánico. Nuestro trabajo colabora como muchos otros en mejorar este indicador haciendo que la empresa en estudio logre revertir su condición actual.

Anhelamos que este trabajo sirva de guía para otros estudios y otras empresas del mismo sector, aportando así a mejorar la competitividad de la industria peruana.

Social

Dentro de la relevancia social se puede decir que mejorando el indicador establecido conseguiremos que la empresa se vuelva más competitiva, lo que equivale a crecimiento, logrando mantener y además generar fuentes de trabajo. Complementándose con obtener ambientes productivos, limpios, seguros y sanos. Y en un contexto de capacitación continua, se buscará lograr que los trabajadores se sientan importantes y parte del sistema de gestión de la empresa, dándoles seguridad de sus puestos de trabajo.

HIPOTESIS

Hipótesis general

La propuesta de mejora permite mejorar el cumplimiento de entregas a tiempo en la empresa metalmecánica.

Hipótesis nula

La propuesta de mejora no permite mejorar la efectividad en el cumplimiento de entregas en la empresa metalmecánica.

Hipótesis específica 1

Hipótesis

La variabilidad de las actividades afecta negativamente en el cumplimiento de entregas a tiempo en la empresa metalmecánica.

Hipótesis nula

La variabilidad de las actividades no afecta negativamente en el cumplimiento de entregas a tiempo en la empresa metalmecánica.

Hipótesis específica 2

Hipótesis

Existen propuestas de control que reduzcan la variabilidad de las actividades del proceso de producción de la empresa metalmecánica.

Hipótesis nula

No existen propuestas de control que reduzcan la variabilidad de las actividades del proceso de producción de la empresa metalmecánica.

Hipótesis específica 3

Hipótesis

La propuesta de mejora favorece notablemente en el cumplimiento de entregas, reduciendo el tiempo de entrega actual hasta en 7 días.

Hipótesis nula

La propuesta de mejora no favorece notablemente en el cumplimiento de entregas, reduciendo el tiempo de entrega actual hasta en 7 días.

Hipótesis específica 4

Hipótesis

La relación costo beneficio de la propuesta de mejora es positivo.

Hipótesis nula

La relación costo beneficio de la propuesta de mejora es negativo.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Tipo	Indicadores	Enfoque y metodología
<p>¿En cuánto se mejorará el cumplimiento de entregas al implementar la propuesta de mejora en el proceso productivo de la empresa metalmecánica?</p>	<p>Cuantificar el grado de mejora en el cumplimiento de entregas implementado la propuesta de mejora en la empresa metalmecánica.</p>	<p>La propuesta de mejora permite mejorar en el cumplimiento de entregas en la empresa metalmecánica. H (-): La propuesta de mejora no permite mejorar en el cumplimiento de entregas en la empresa metalmecánica.</p>	<p>Variable Dependiente: Cumplimiento de entregas a tiempo.</p>	<p>Correlacional Explicativa</p>	<p>Varianza de las actividades.</p>	<p>Enfoque: Positivista Metodología: Cuantitativo</p>

Tabla 2. Matriz de consistencias.

Fuente: Elaboración propia.

<p>¿En cuánto afecta la variabilidad de las actividades en el cumplimiento de entregas en la empresa metalmecánica?</p>	<p>Cuantificar la variabilidad de las actividades y el grado que impactan en el cumplimiento de entregas en la empresa metalmecánica.</p>	<p>La variabilidad de las actividades afecta negativamente en el cumplimiento de entregas a tiempo en la empresa metalmecánica.</p> <p>H (-): La variabilidad de las actividades no afecta negativamente en el cumplimiento de entregas a tiempo en la empresa metalmecánica.</p>	<p>Variable Independiente: herramientas de mejora</p>		<p>Cumplimiento de entrega</p>	
---	---	---	---	--	--------------------------------	--

<p>¿Cuáles son las propuestas de control que reducen la variabilidad de las actividades del proceso de producción de marmitas?</p>	<p>Realizar propuestas de control que reduzcan la variabilidad de las actividades del proceso de producción de la empresa metalmecánica.</p>	<p>Existen propuestas de control que reduzcan la variabilidad de las actividades del proceso de producción de la empresa metalmecánica.</p> <p>H (-): No existen propuestas de control que reduzcan la variabilidad de las actividades del proceso de producción de la empresa metalmecánica.</p>				
<p>¿En cuánto se puede llegar a</p>	<p>Cuantificar la propuesta de</p>	<p>La propuesta de mejora</p>				

<p>mejorar el cumplimiento de entregas en la empresa metalmecánica?</p>	<p>mejora en términos de cumplimiento de entregas a tiempo.</p>	<p>favorece notablemente en el cumplimiento de entregas, reduciendo el tiempo de entrega actual hasta en 7 días.</p> <p>H (-): La propuesta de mejora no favorece notablemente en el cumplimiento de entregas, reduciendo el tiempo de entrega actual hasta en 7 días.</p>				
---	---	--	--	--	--	--

¿Cuál es la relación costo beneficio de la propuesta de mejora?	Cuantificar la relación costo beneficio de la implementación de la mejora.	La relación costo beneficio es positivo H (-): La relación costo beneficio es negativo				
---	--	---	--	--	--	--

MARCO METODOLÓGICO

Metodología

La presente tesis se proyecta como un estudio de tipo documental y de campo, de carácter práctico y de nivel explicativo. Se realizará una investigación de tipo documental debido a que parte de los datos que se tomaran para realizar el estudio son datos históricos documentados de la empresa metalmecánica, así también es de campo porque durante el desarrollo de la investigación se tomaran datos in situ.

El carácter práctico del proyecto está dado por la intención de determinar mediante la observación de hechos y la toma de datos de sus procesos, los factores y actividades que influyen en el problema identificado y se alcanzará un nivel explicativo ya que se buscará encontrar las causas del problema.

Paradigma

El trabajo de investigación tiene un paradigma cuantitativo - positivista que busca de forma objetiva obtener la información necesaria para realizar el desarrollo de la tesis, teniendo como objetivo encontrar las causas que puedan ser solucionadas utilizando métodos y teorías

existentes, tomando las variables identificadas y desarrollando métodos estadísticos y análisis matemáticos se logra comprobar el funcionamiento de estas.

Enfoque

La tesis tiene enfoque positivista, basándonos en métodos científicos para el desarrollo de esta y tomando datos cuantitativos que permitan medir, evaluar y determinar el logro de los objetivos.

Método

En el trabajo de investigación se busca identificar los factores que afectan al cumplimiento de entregas, para luego analizar las posibles causas de forma cuantitativa logrando de esta forma, identificar la realidad del problema, cuantificar la propuesta y así comprobar las hipótesis. La metodología a usar, para realizar la presente tesis e identificar los factores será siguiendo los lineamientos de la Guía del PMBOK (guía de fundamentos para la dirección de proyectos).

VARIABLE

Independiente

Se identificó como variable Independiente las herramientas de mejora, debido a que de esta variable se obtienen los factores que influyen en el cumplimiento de entregas a tiempo.

Dependiente

Se identificó como variable dependiente el Cumplimiento de Entregas a Tiempo, debido a que depende de las herramientas de mejora para disminuir el total de días de producción de una marmita.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

La población que se tomara para este trabajo de investigación serán la cantidad de marmitas producidas al año en la empresa metalmecánica Industrias Patcor S.A.

Muestra

Se llega a la conclusión que teniendo una población pequeña por mes se trata de un muestreo intencional, no probabilístico. Tomando como muestra una Marmita.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Se tomará como unidad de análisis para el trabajo de investigación los tiempos y las actividades de los procesos por los cuales tiene que pasar cada parte de la marmita para llegar a su estado final, para ello se identificaran y analizaran los tiempos muertos de cada una de ellas.

INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

Instrumentos

Para el desarrollo de la tesis se utilizaron los instrumentos mostrados en el siguiente cuadro durante el desarrollo del objetivo 2 y 3:

TABLA DE INSTRUMENTOS USADOS

	Instrumentos	Descripción
Desarrollo del objetivo 2	Encuesta	Se realizará una encuesta para determinar los factores con mayor prioridad a mejorar.

		La encuesta se elaborará tomando en cuenta el ciclo de PDCA.
Desarrollo del objetivo 3	Hojas de registro de tiempos	Se harán hojas de registro de los tiempos de producción, con el fin de identificar los tiempos muerto.

Tabla 3. Tabla de instrumentos usados.

Fuente: Elaboración propia.

Técnicas

Las técnicas que se utilizaron para el desarrollo de la tesis se muestran en el siguiente cuadro:

TABLA DE TECNICAS POR DESARROLLO DE OBJETIVOS

	Técnica
Desarrollo del objetivo 1	PERT CPM Análisis de probabilidad de éxito
Desarrollo del objetivo 2	Técnica estadística de validación Evaluación de factibilidad e impacto
Desarrollo del objetivo 3	CPM
Desarrollo del objetivo 4	Relación Beneficio - Costo

Tabla 4. Tabla de técnicas por desarrollo de objetivos.

Fuente: Elaboración propia.

PROCEDIMIENTOS Y MÉTODO DE ANÁLISIS

Procedimiento para Objetivo 1

Se determinó el producto principal que genera mayor ingreso y cantidad de pedidos a la empresa metalmecánica objeto de estudio. La herramienta a usar fue el diagrama de Pareto, obteniendo información por parte de la empresa y reuniones con el personal de la empresa incluido el Gerente general. Para realizar el diagrama de Pareto se evaluó según la frecuencia de pedidos y los ingresos por venta que genera el producto durante el año 2016 hasta febrero del 2017.

Con los datos obtenidos de la empresa se logrará cuantificar el incumplimiento de entregas de pedidos de marmitas durante el año 2016, para luego identificar las actividades del proceso de producción mediante un diagrama de bloques y un EDT (Estructura de Desglose del Trabajo) del proceso de fabricación de marmitas.

Para identificar las actividades que influyen negativamente en el cumplimiento de entrega se procedió a realizar un análisis de PERT para obtener los tiempos esperados de cada actividad y las varianzas. Luego se hizo un CPM para identificar la ruta crítica, obteniendo así las actividades que requieren más tiempo dentro del proceso de producción.

Tomando las varianzas y haciendo uso de un diagrama de Pareto se obtuvo la principal actividad que influye negativamente en el cumplimiento de entregas. Utilizando el resultado del CPM, se hizo un análisis de probabilidad de éxito con el tiempo total del proyecto obtenido, para demostrar la posibilidad de cumplir con el tiempo programado por parte de la empresa metalmecánica.

Procedimiento para Objetivo 2

Se realizó un diagrama de árbol de causas con el fin de identificar los factores que influyen en el cumplimiento de entregas a tiempo y luego se planteó una encuesta para los operarios y todos los trabajadores que estén involucrados en los procesos, en la encuesta se pusieron los aspectos del proceso de producción clasificándolos según el Ciclo de Deming PDCA para identificar qué aspectos están fallando, tomando en cuenta también la percepción de los trabajadores en su ambiente de trabajo y cuando realizan sus actividades.

Se hizo la validación de la encuesta por la técnica estadística de validación alfa de Cronbach y se realizó un diagrama de Pareto según los resultados de la encuesta para priorizar los aspectos a mejorar, se procedió a realizar un cuadro de correlación entre la propuesta de mejora y los factores identificados, así también entre la propuesta de mejora que inciden en la ruta crítica.

Se evaluó según su factibilidad e impacto para identificar las propuestas con mayor prioridad de implementación, una vez tenido el resultado se procedió a realizar la matriz 5W 2H.

Se realizó el desarrollo de la propuesta con mayor detalle para su implementación.

Procedimiento para Objetivo 3

Se realizó la identificación de los tiempos muertos de la ruta crítica utilizando las hojas de registro de tiempos y observaciones dejadas en planta, para el control de las actividades, así como la toma de tiempo que se realizó in situ.

Se hizo otro CPM para hallar el nuevo tiempo total de producción, considerando los tiempos identificados de la ruta crítica sin demoras, obteniendo los días que se lograron reducir y el porcentaje de mejora.

De los días de producción total luego de la mejora se calcula la capacidad de producción de marmitas al año, para cuantificar la mejora, comparándola luego con la producción y cumplimiento de pedidos.

Procedimiento para Objetivo 4

Se calculó los ingresos al año por la venta de marmita y la utilidad de estos, y se evaluó la relación costo – beneficio con los datos de la utilidad y los costos de la propuesta durante 3 años.

RESULTADOS

Desarrollo de objetivo 1

Identificar la variabilidad de las actividades que influyen negativamente en el cumplimiento de entregas en la empresa metalmecánica.

Identificar el producto principal

Para identificar el producto principal se tomaron datos relacionados a los de ingresos por venta. Identificándose al producto “marmita” como el más vendido en el año en análisis.

Gráfico de ingresos por venta

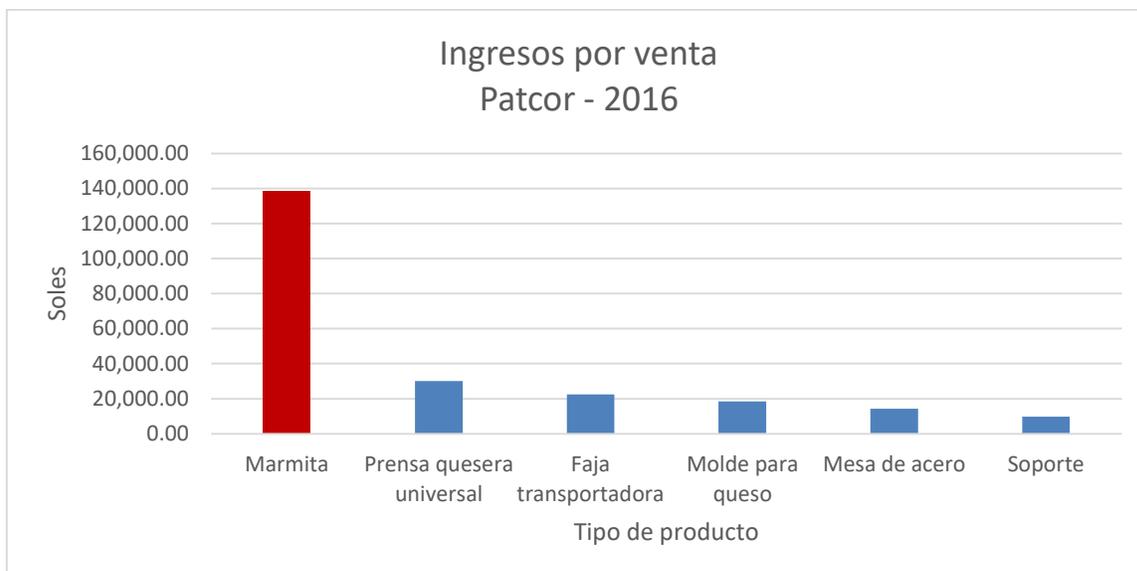


Figura 13. Gráfico de ingresos por venta.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Fotografía de la marmita 200 lt



Figura 14. Marmita de 200 lt.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Cumplimiento de Entregas en la Fabricación de Marmitas

La empresa metalmecánica durante el año 2016 fabricó 12 marmitas. En su mayoría, con tiempos de retraso superiores al 10% del tiempo estimado. Los tiempos programados, reales y demoras se representan en la tabla adjunta.

N°	Mes	Capacidad (Litros)	Fecha de confirmación de pedido	Fecha programada de entrega	Fecha real de entrega	Días programados	Días de demora	Tiempo de procesamiento real
1	Febrero	350	25/02/2016	21/03/2016	30/03/2016	25	9	34
2	Marzo	100	09/03/2016	02/04/2016	12/04/2016	24	10	34
3	Mayo	350	25/05/2016	27/06/2016	27/06/2016	33	0	33
4	Julio	400	15/07/2016	09/08/2016	20/08/2016	25	11	36
5	Agosto	200	01/08/2016	29/08/2016	05/09/2016	28	7	35
6	Septiembre	150	17/09/2016	14/10/2016	18/10/2016	27	4	31

7	Octubre	50	27/10/2016	21/11/2016	26/11/2016	25	5	30
8	Noviembre	300	21/11/2016	20/12/2016	27/12/2016	29	7	36
9	Noviembre	200	24/11/2016	23/12/2016	31/12/2016	29	8	37
10	Noviembre	300	30/11/2016	26/12/2016	03/01/2017	26	8	34
11	Diciembre	50	30/12/2016	25/01/2017	22/02/2017	26	28	54
12	Diciembre	100	30/12/2016	25/01/2017	01/03/2017	26	35	61

Tabla 5. Tabla de tiempos programados y reales de producción y entrega de pedido de marmitas.

Fuente: Elaboración propia, Datos tomado de la empresa.

$$\text{Indice de cumplimiento} = \frac{\# \text{ entregas a tiempo}}{\# \text{ total de pedidos entregados}} \times 100\%$$

$$\text{Indice de cumplimiento}_{2016} = \frac{1}{12} \times 100\%$$

$$\text{Indice de cumplimiento}_{2016} = 8.33\%$$

El indicador de cumplimiento de entrega a tiempo nos da como resultado para el año 2016 un nivel de cumplimiento de 8.33%, siendo un índice que evidencia la baja productividad y efectividad de los procesos de la empresa.

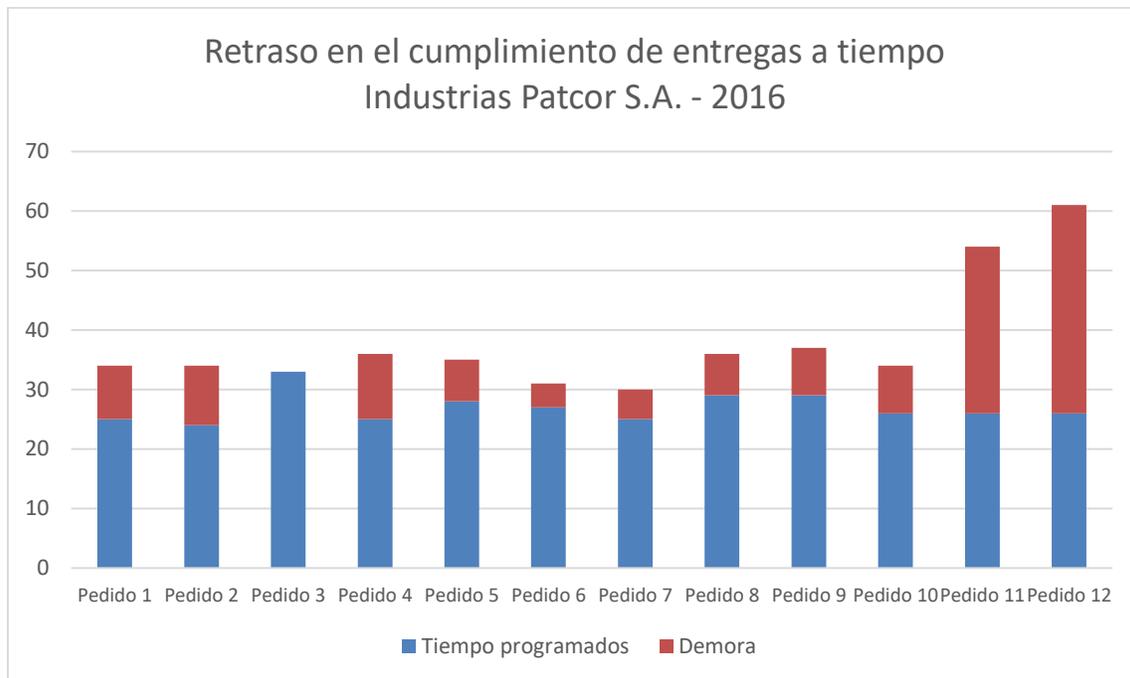


Figura 15. Gráfico de retraso en el cumplimiento de entregas a tiempo Industrias Patcor S.A. – 2016.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

A partir de los últimos periodos se hace evidente la caída en el cumplimiento de entregas, situación que como ya se expuso en la realidad problemática es el foco de nuestra investigación. En ese sentido, se realizaron reuniones con el personal administrativo, operativo y gerencial de la empresa, exponiéndose las causales motivo de esta situación, las mismas que fueron validadas a través de una encuesta y evidencias en piso de planta.

Procesos de producción para las marmitas.

En este diagrama, se identifican las actividades principales. Entre ellas: diseño, trazado; corte; rolado; pestañado; bombeado; mecanizado; apuntalado; soldado; armado; acabado y terminado las mismas que son la ruta para la fabricación de las marmitas.

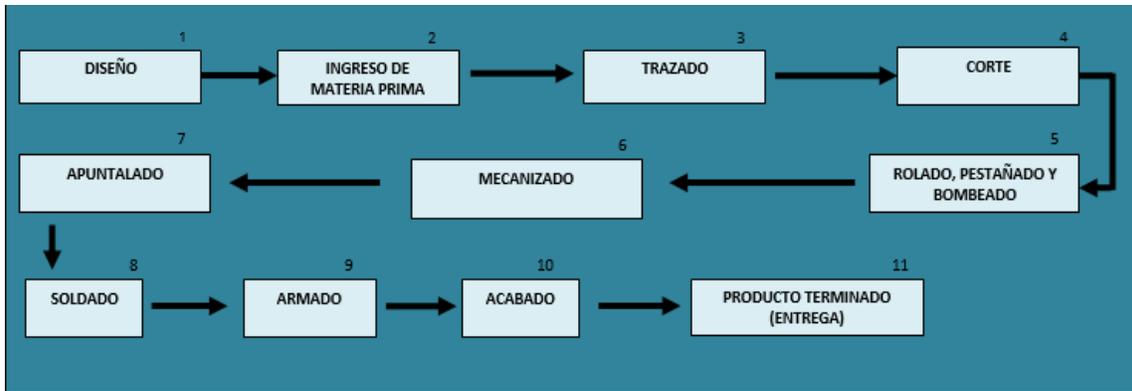


Figura 16. Proceso de producción de marmitas.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Asimismo, vamos a elaborar un EDT (Estructura de Desglose de Trabajo) de la fabricación de marmitas con mayor detalle.

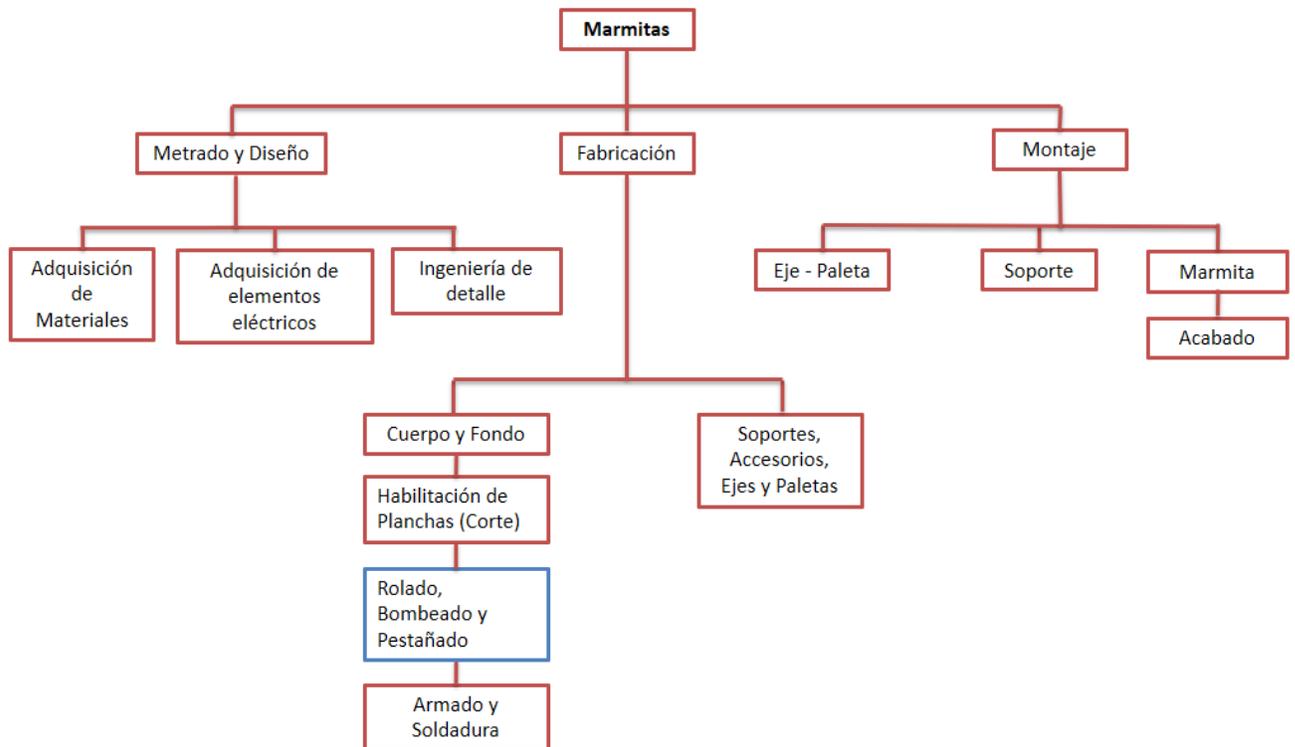


Figura 17. EDT del proceso de fabricación de marmitas.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Identificación de actividades prevalentes: tiempo de entrega estimado

En el siguiente cuadro se muestran los tiempos pesimistas (T_p), tiempos más probables (T_m) y tiempos optimistas (T_o) del proceso de producción de marmitas.

Actividad	Tiempo (Horas)			Te	V	Recursos	Predecesoras
	T_p	T_m	T_o				
1. Metrado y Diseño							
A. Diseño base	25,5	17	8,5	17	8,0	Computadora	
B. Ingeniería de detalle (Diseño)	170	127	102	130	128,4	Computadora	A
C. Adquisición de materia prima y materiales	25,5	17	8,5	17	8,0		A
D. Adquisición de elementos eléctricos	25,5	17	8,5	17	8,0		A
2. Fabricación cuerpo y fondo							
E. Habilitación de planchas (medición y Corte)	17	8,5	8,5	9,9	2,0	Regla, escuadra, marcador calibrador, cortadora plasma, guillotina hidráulica	B, C

F. Rolado, Bombeado, Pestañado (Tercerización)	68	59,5	42,5	58,1	18,1		E
G. Armado y Soldadura	51	42,5	34	42,5	8,0	Máquina de soldar	F
3. Fabricación de soporte, accesorios, ejes y paletas							
3. Soporte1							
H. Carcasa	12,5	10	8,5	10,2	0,4	Escuadra, guillotina hidráulica, plegadora, máquina de soldar	B, C
I. Niveladores	17	12	9	12,3	1,8	Torno, Prensa, máquina de soldar, maquina cortadora de tubos	B, C
J. Bastidor	17	15	12	14,8	0,7	Guillotina hidráulica, máquina de soldar, pintura	H

K. tubo templador	6	4,5	3	4,5	0,3	Cortadora de tubos, máquina de soldar, torno	I
3.2 Accesorios							
L. bisagras	26	17	12	17,7	5,4	Torno, taladro	K
M. manivela	8,5	6,5	4,5	6,5	0,4	Torno, máquina de soldar	L
N. Chaveta	5,5	5	4,5	5,0	0,03	sierra, esmeril	B, C
Ñ. manija de tapa	4	3	2,5	3,1	0,1	Cortadora de tubos, plegadora, torno	M
O. niples	8,5	6,5	5,5	6,7	0,3	Cortadora de tubo, torno	Ñ
3.3 Ejes							
P. medición y corte	2	1,5	1	1,5	0,0	Cortadora de tubo	O
Q. Torneado	17	14	12,5	14,3	0,6	Torno	P
3.4 Paletas							
R. Doblez	2	1,5	1	1,5	0,03	Plegadora	Ñ
4. Montaje							
S. Eje – Paleta	25,5	17	8,5	17,0	8,0	Máquina de soldar	Q, R
T. Soporte	17	8,5	8,5	9,9	2,0	Pernos	J, K, D

U. Marmita	25,5	17	8,5	17,0	8,0	Pernos	G, S, T, L, M, N, Ñ, O
V. Acabado	25,5	17	8,5	17,0	8,0	Acido(Pasivo), amoladora con disco especial, esponja, lijas	U

Tabla 6. Tabla PERT para el proceso de producción de una marmita.

Fuente: Elaboración propia, Datos tomado de la empresa.

Para determinar el tiempo total esperado del proceso de producción y calcular cual es la ruta crítica se elaboró el siguiente CPM.

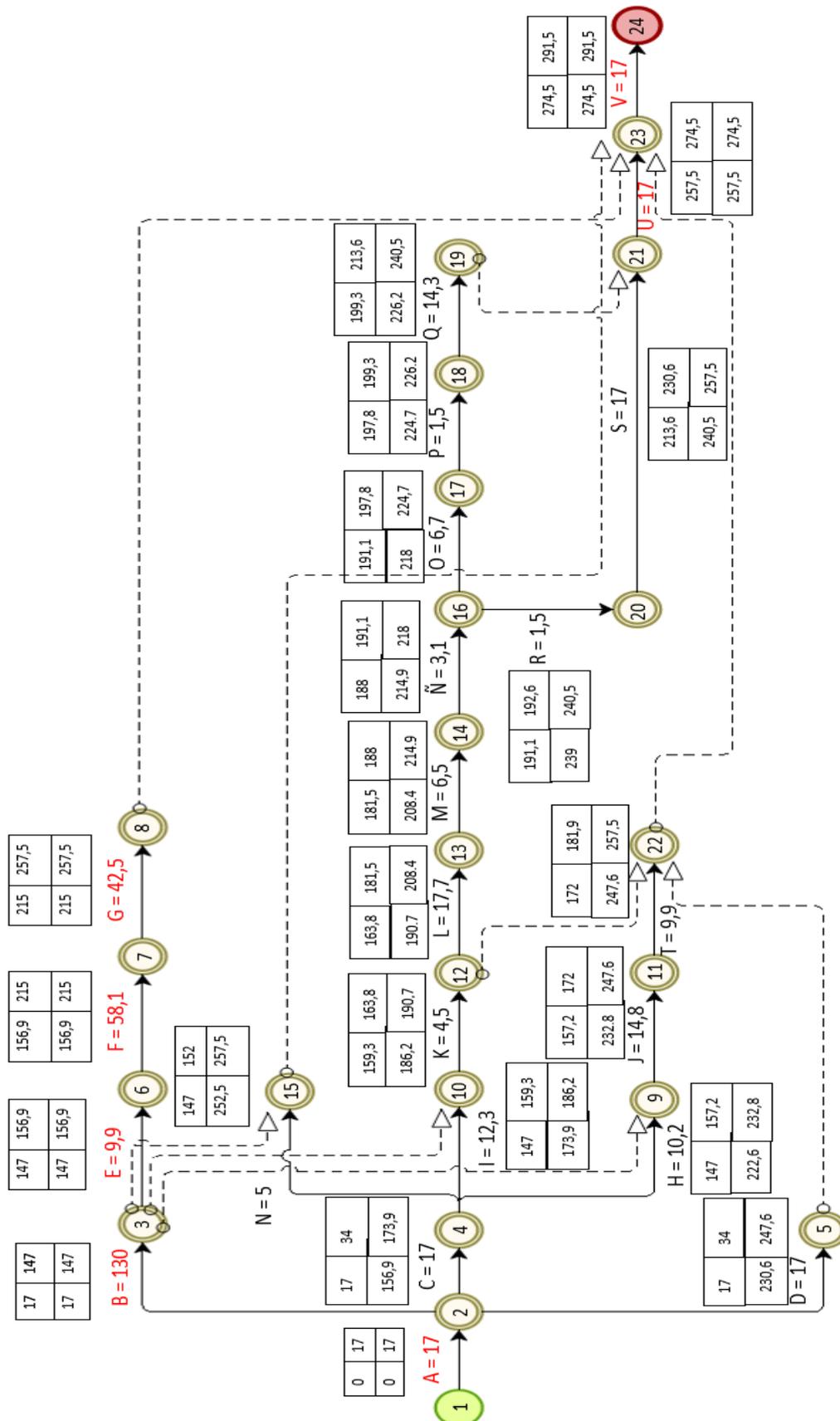


Figura 18. Diagrama de red N° 1 (CPM).

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Finalmente, se obtuvo como resultado un total de 291,5 horas para la culminación total del trabajo, contando desde la obtención de la orden, hasta la entrega en sus almacenes. Luego, tomando en cuenta que el horario de trabajo es de 8 am a 5:30 pm y refrigerio de 12:30 pm a 1:30 pm, se sabe que son 8 horas y media de trabajo por día, lo que nos genera aproximadamente 34 días.

La ruta crítica que la componen las actividades de: Ingeniería de detalle, Actividades de tercerización (Rolado, Bombeado y Pestañado), Diseño base, Armado y soldadura, Montaje de marmita, Acabado y Habilitación de planchas; y las varianzas se representan en el siguiente cuadro:

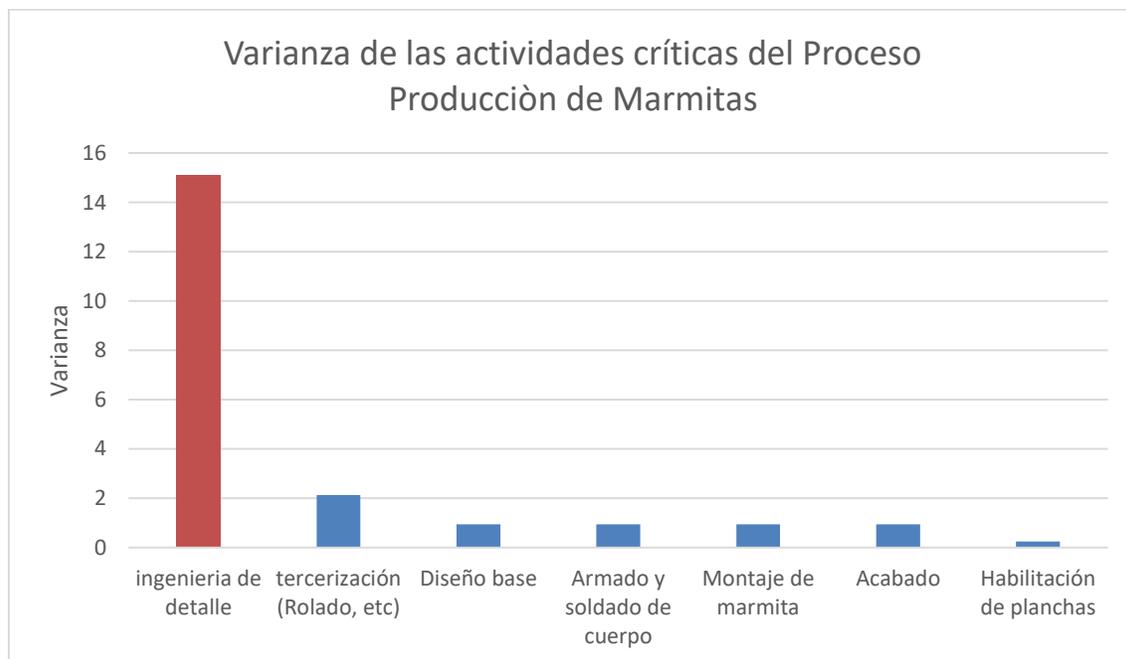


Figura 19. Gráfico de Varianzas de las actividades críticas del proceso de producción de marmitas.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Del presente cuadro se evidencia que la actividad ingeniería de detalle, siendo además una actividad crítica, tiene una variabilidad altamente notoria, seguida por las actividades que se encomiendan al tercero.

Identificación de actividades prevalentes: probabilidad de éxito

La empresa tiene como política de venta, ofrecer a sus clientes tiempos de entrega de 27 días¹. Esto, con base a los valores levantados en la fabricación de la última marmita, y aplicando la técnica de PERT CPM², nos permitirá estimar la probabilidad de éxito. Así tenemos;

Tiempo esperado del proyecto³ (Te):

$$Te = 34,29 \text{ días}$$

Varianza del proyecto (σ^2):

$$\sigma^2 = 21,24$$

Tiempo de entrega programado (Tx):

$$Tx = 27 \text{ días}$$

Calculando Z;

$$Z = \frac{T_x - T_e}{\sigma} = -1,581$$

¹ Coincidente con el promedio de los compromisos de entrega de los últimos doce pedidos (26.9 días)

² Técnicas de gestión de proyectos

³ Con base a la fabricación de la última marmita

Y haciendo uso de las tablas de distribución normal acumulada, tenemos;

Probabilidad de éxito:

$$P (z \leq Z) = 5,69\%$$

Del resultado, concluimos que, bajo las condiciones actuales de planificación, ejecución y control de la empresa, la probabilidad éxito para cumplir con los compromisos de entrega es bajo.

Estimación del tiempo de entrega optimo⁴:

Para una probabilidad de éxito de:

$$P (z \leq Z) = 90\%$$

Se tiene:

$$Z = \frac{T_x - T_e}{\sigma} = 1,282$$

El cual al reemplazar los datos y resolver la ecuación, haciendo uso de las tablas de distribución acumulada, se obtiene:

$$T_x = 40,2 \text{ días}$$

⁴ Asumiendo una confiabilidad de 90% en la entrega

De los resultados obtenidos, y bajo las condiciones vigentes de planeación, ejecución y control que tiene la empresa, concluimos que no es posible generar una ventaja comercial competitiva que permita sostener los volúmenes de venta futuros.

Por tanto, a partir de lo identificado hasta este momento es evidente que debemos trabajar en la mejora de las actividades que incidan en la ruta crítica y que permitan reducir la alta variabilidad, como en el caso de la actividad ingeniería de detalle.

Desarrollo del Objetivo 02

Realizar propuestas de control que reduzcan la variabilidad de las actividades del proceso de producción de la empresa metalmecánica.

Identificación de factores

Identificadas las etapas y actividades a través del EDT y el diagrama de procesos, para la fabricación de marmitas, se elabora un árbol de causas (Diagrama de árbol) en el que se muestre las posibles causas que influyen en el cumplimiento de entrega del producto. Y se ha convenido, en agruparlas utilizando las fases del ciclo de Deming (P, D, C, A).

Diagrama de Causales – Problema “Incumplimiento en la entrega de las marmitas”

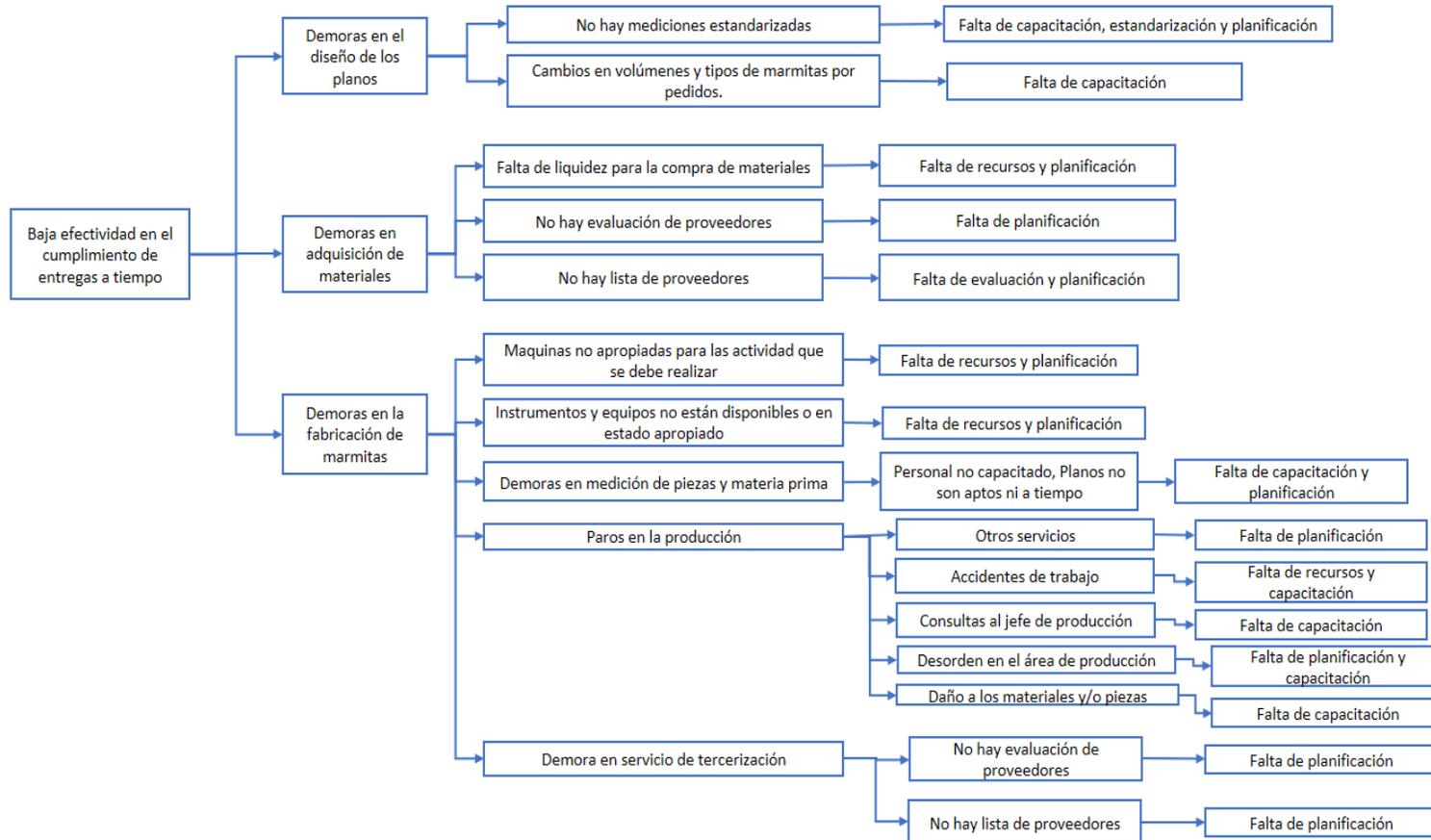


Figura 20. Diagrama de árbol.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Con base a este diagrama de causales, y con la finalidad de validar y priorizar las causales a trabajar, se ha elaborado una encuesta cuyo propósito es valorizar a través de una escala likers, la percepción que se tiene respecto al grado de relevancia de estas causales frente al cumplimiento de las entregas. Los resultados, aparecen en la tabla 7.

Validación de factores: Cuestionario

El cuestionario se encuentra en el Anexo 1. Para la evaluación de la encuesta por parte de los trabajadores se utilizó la escala Licker: valoraciones de 1 (siempre), 2 (casi siempre), 3 (a veces), 4 (casi nunca) y 5 (nunca)

Muestra y población:

Por tamaño de la empresa y a conveniencia de nuestro estudio la encuesta fue aplicada a todo el personal de las áreas operativas. Los resultados de la encuesta se ubican a continuación, y con base a ellos se ha confirmado la validez del modelo (Cronbach = 0.969).

Se realizó la encuesta a 11 trabajadores entre ellos 9 operarios, el ingeniero de diseño y el jefe de producción. Una vez hecha la encuesta se procedió con la validación de esta por el modelo de alfa de Cronbach, a continuación, se muestra la tabla y los cálculos que se hicieron para validar la encuesta realizada.

Cuadro de ítems del cuestionario

Trabajadores	ITEMS DEL CUESTIONARIO															Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	19
2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	20
3	3	2	2	2	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3	2	29
4	2	1	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	2	34
5	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	18
6	1	1	2	3	3	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	26
7	3	2	1	3	3	3	4	2	3	2	3	2	3	3	2	39
8	3	3	2	3	2	3	4	1	2	3	2	2	3	2	1	36
9	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	64

10	3	4	1	3	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	38
11	1	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	21
Varianza(Vi)	1,62	1,96	0,82	0,67	1,60	0,85	1,82	0,69	1,80	0,76	0,89	0,82	1,16	0,96	0,82	179,82

Tabla 7. Cuadro de Ítems del cuestionario y sus varianzas.

Fuente: Elaboración propia, Datos tomado de la empresa.

Aplicando la fórmula de este tipo de validación:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

Donde:

α = Alfa de Cronbach

K = Numero de Ítems

V_i = Varianza de cada Ítem

V_t = Varianza total

K=	15
$\sum V_i$ =	17,25
V_t =	179,82
k-1=	14
$\sum V_i/V_t$ =	0,09596

Tabla 8. Tabla de datos para el análisis de alfa de Cronbach.

Fuente: Elaboración propia, Datos tomado de la empresa.

Obteniendo como resultado el alfa de Cronbach

$$\alpha = 0,969$$

Al obtener como resultado 0,969 nos indica que el índice de confiabilidad de la encuesta es alto, por lo tanto, es válida para la identificación de los factores.

El siguiente paso que se realizó fue un diagrama de Pareto para la identificación de los principales factores que causan la baja productividad en los procesos de producción.

Obteniendo el siguiente diagrama de Pareto

Diagrama de Pareto de grado de relevancia de los factores

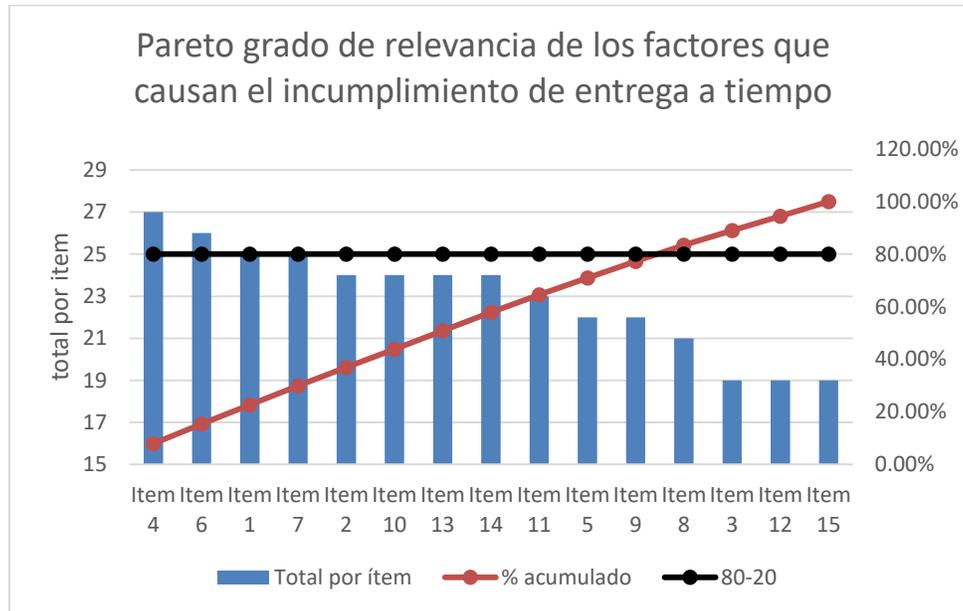


Figura 21. Diagrama de Pareto de grado de relevancia de los factores.
Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

El cual nos muestra como resultado los Ítems 4, 6, 1, 7, 2, 10, 13, 14, 11, 5 y 9 como factores que influyen en la baja productividad del proceso de fabricación de marmitas. Los Items 4, 6, 1, 7, 2, 5 y 9 se encuentran dentro del campo de “planificación”, según la clasificación del ciclo de Deming que se tomó en cuenta para realizar la encuesta; por otro lado, los ítems 10, 13, 14 y 11 se encuentra en el campo de “Hacer”, lo cual nos da una visión para tomar como conclusión que los problemas o fallas que se deben mejorar están dentro de estas dos etapas la planificación y la ejecución dentro del sistema de gestión de la empresa metalmeccánica.

Los Ítems, colocados por orden de prioridad, identificados como factores que influyen en el proceso productivo, negativamente en el cumplimiento de entrega son:

Ítem 4. Los productos semi terminados provenientes de terceros necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requieren y/o están aptos para su uso inmediato.

Ítem 6. El tiempo de entrega estimado para la fabricación de los pedidos obedece a la capacidad y disponibilidad de recursos.

Ítem 1. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.

Ítem 7. La mano de obra necesaria para la fabricación de los pedidos es suficiente y está capacitada adecuadamente.

Ítem 2. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos que se reciben están aptos para su uso inmediato.

Ítem 10. La Operación de corte, Doblado y/o Rolado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme.

Ítem 13. La Operación de ensamblaje para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme

Ítem 14. La Operación de acabado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme

Ítem 11. La Operación de soldadura y/o apuntalado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme

Ítem 5. Los planos y/o la información base necesaria para la fabricación de los pedidos es adecuada, oportuna y suficiente.

Ítem 9. Los procedimientos de fabricación de los pedidos están estandarizados, difundidos, disponibles y actualizados.

Propuesta de Mejora a partir de Factores Priorizados

Se muestra en la matriz de correlación expuesta en la siguiente página.

		Propuesta					
Factores	Adquisición de máquinas.	Evaluar la inclusión de software de diseño.	Implementar técnica de seguimiento de entrega de planos de detalle (Kanban).	Desarrollo y control de proveedores.	Capacitar a los auxiliares en: metrología, mecánica de banco, apuntalado, soldadura inox, inspección visual de elementos	Implementación de 5's	Implementación de funciones de Planeamiento y control de la producción.

					soldados, diseño de elementos mecánicos (Básico), Seguridad y 5's.		
Ítem 4. Disponibilidad de productos semi terminados provenientes de terceros.	X			X			
Ítem 6. Capacidad y disponibilidad de recursos para el tiempo de entrega estimado						X	X

Ítem 1. Disponibilidad de materia prima y/o insumos.				X		X	X
Ítem 7. Mano de obra suficiente y capacitada.					X		
Ítem 2. Materia prima y/o insumos aptos para su uso inmediato.							X
Ítem 10. Servicios de corte, Doblado y/o Rolado entregan el producto a tiempo y conforme.	X			X			
Ítem 13. La Operación de ensamblaje entrega el producto a tiempo y conforme			X		X	X	X

Ítem 14. La Operación de acabado entrega el producto a tiempo y conforme			X		X	X	X
Ítem 11. La Operación de soldadura y apuntalado entrega el producto a tiempo y conforme			X		X	X	X
Ítem 5. Planos y/o información base, adecuada, oportuna y suficiente.		X	X		X		X
Ítem 9. Procedimientos de fabricación estandarizados,			X				X

difundidos, disponibles y actualizados.							
---	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 9. matriz de correlación de la propuesta de mejora con los factores priorizados.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Propuesta de mejora que inciden en la ruta crítica

En la presente matriz correlacionamos las actividades de la propuesta de mejora, con las actividades de la ruta crítica, identificadas en el desarrollo 1.

Propuesta de mejora (a partir de los factores identificados)	Actividades de la ruta crítica						
	Ingeniería de detalle	Tercerización de Rolado, Bombeado y pestañado	Diseño base	Armado y soldado del cuerpo	Montaje de marmita	Acabado	Habilitación de planchas
Adquisición de máquinas.		X					
Evaluar la inclusión de software de diseño.	X		X				
Implementar técnica de seguimiento de entrega de planos de detalle y organización de la producción (Kanban).	X		X				
Desarrollo y control de proveedores.		X					

Capacitar a los auxiliares en: metrología, mecánica de banco, soldadura inox, inspección visual de elementos soldados, diseño de elementos mecánicos (Básico), Seguridad y 5's.	X			X		X	X
Implementación de 5's				X	X	X	X
Implementación de funciones de Planeamiento y control de la producción.	X		X	X	X	X	X

Tabla 10. Matriz de correlación de la propuesta de mejora con las actividades de la ruta crítica.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Factibilidad de la propuesta

Se realizó la valorización de cada uno de los ítems de la propuesta, en términos de su factibilidad de implementación, que incluye el grado de impacto:

Criterios de factibilidad

	Posibilidad de implementación
1 – 2	No se puede implementar
3 – 4	Baja posibilidad de implementación
5 – 6	50% de posibilidad de implementación
7 - 8	Alta posibilidad de implementación
9 - 10	Se puede implementar

Tabla 11. Tabla de criterios de factibilidad.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Criterios de impacto

	Impacto
1 - 3	Bajo
4 - 7	Moderado
8 - 10	Alto

Tabla 12. Tabla de criterios de impacto.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Junto con el Gerente General de la metalmecánica se realizó una evaluación de la propuesta de mejora y se calificó de la siguiente manera.

Matriz de factibilidad e impacto de implementación

PROPUESTA DE MEJORA	FACTIBILIDAD	IMPACTO
1. Adquisición de máquinas.	8	8
2. Evaluar la inclusión de software de diseño.	9	7
3. Implementar técnica de seguimiento de entrega de planos de detalle y organización de la producción (Kanban).	7	9
4. Desarrollo y control de proveedores.	9	5
5. Capacitar a los auxiliares en: metrología, mecánica de banco, soldadura inox, inspección visual de elementos soldados, diseño de elementos mecánicos (Básico), Seguridad y 5's.	9	9
6. Implementación de 5's	5	8
7. Implementación de funciones de Planeamiento y control de la producción.	8	9

Tabla 13. Tabla de factibilidad e impacto de implementación de la propuesta.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

De la evaluación en la matriz se obtuvieron los siguientes resultados donde se pueden identificar las prioridades de implementación y la factibilidad de estas.

GRÁFICO DE FACTIBILIDAD E IMPACTO

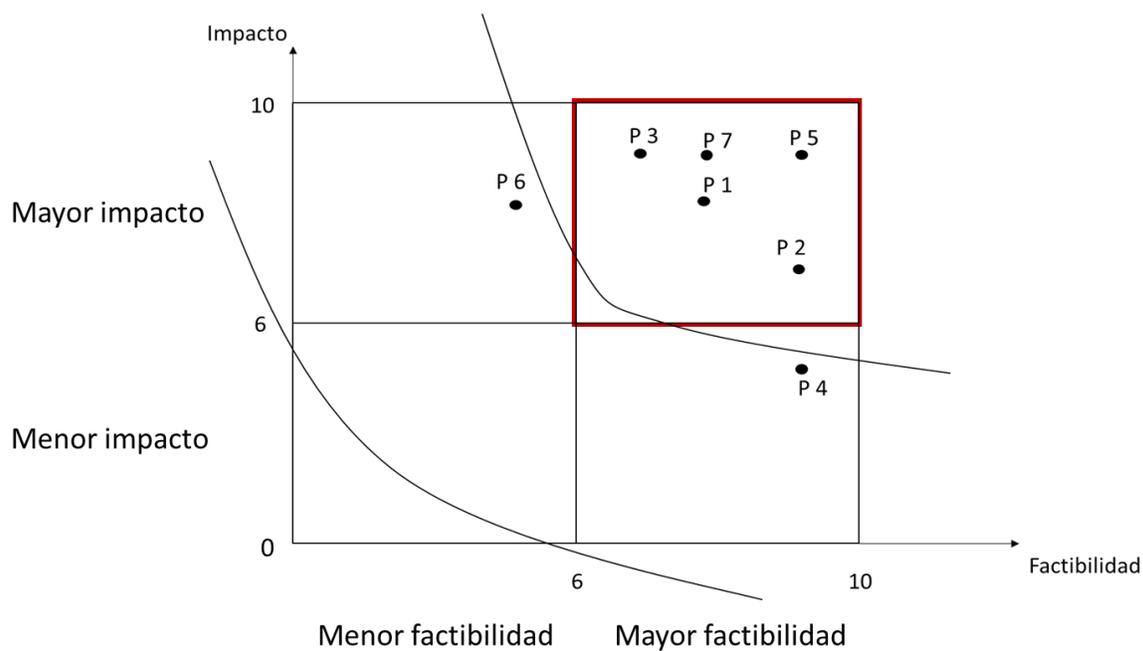


Figura 22. Gráfico de factibilidad e impacto.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Desarrollo 5 W 2 H

Propuesta de mejora (Que)	Por qué	Quién	Cuando	Donde	Como	Cuanto
Adquisición de máquinas.	Agilizar los tiempos de procesos para las partes y piezas de la marmita.	Gerente general y jefe de contabilidad	Tiempo especificado en el desarrollo de la propuesta	Área de producción y administrativa	Cotizar la adquisición e instalación de las máquinas para cortar, bombear, rolar, pestañar y soldar; Contratar personal para el manejo de la maquinaria.	S/. 87. 050, 00
Evaluar la inclusión de software de diseño.	obtener alternativas que permitan reducir el tiempo de diseño	Gerente General y Jefe de diseño	Primer año	Área de diseño y administrativa	cotizar software de diseño SOLIDWORKS especial para el diseño de máquinas y la forma de capacitación para el uso de este software	S/.200,00

<p>Implementar técnica de seguimiento de entrega de planos de detalle y organización de la producción (kanban).</p>	<p>controlar los procesos de producción y que se cumplan con las especificaciones.</p>	<p>Gerente General y Jefe de diseño</p>	<p>Primer año</p>	<p>Área de producción</p>	<p>Realizar un tablero Kanban, capacitar al personal en el uso de esta herramienta.</p>	<p>-</p>
<p>Desarrollo y control de proveedores.</p>	<p>desarrollar nuevos proveedores tener en cuenta opciones más convenientes y evaluar que se cumpla con los requisitos y los tiempos de respuesta.</p>	<p>Asistente de gerencia</p>	<p>Primer año</p>	<p>Área administrativa</p>	<p>Realizar un esquema de control de proveedores</p>	<p>-</p>

<p>Capacitar a los auxiliares en: metrología, mecánica de banco, soldadura inox, inspección visual de elementos soldados, diseño de elementos mecánicos (Básico), Seguridad y 5's.</p>	<p>mejorar la eficiencia de los trabajadores</p>	<p>Asistente de gerencia y jefe de producción</p>	<p>Tiempo especificado en el desarrollo de la propuesta</p>	<p>Área administrativa y de producción</p>	<p>Realizar un programa de capacitaciones</p>	<p>S/. 3690,00</p>
<p>Implementación de 5's</p>	<p>Es necesario para lograr un ambiente de trabajo limpio y organizado que permita un</p>	<p>Jefe de producción</p>	<p>Primer año</p>	<p>Área de producción</p>	<p>Realizar un instructivo de implementación de 5's</p>	<p>S/. 350,00 (anual)</p>

	proceso de producción ágil					
Implementación de funciones de Planeamiento y control de la producción.	Planificación y control de producción para lograr disminuir los errores y los tiempos muertos	Encargado de PCP	Primer año	Área de producción	Definir tareas y responsabilidades de la persona elegida para el cargo de PCP	-

Tabla 14. 5W 2H de la propuesta de mejora.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Desarrollo del Objetivo 03:

Cuantificar la propuesta de mejora en términos de cumplimiento de entregas a tiempo.

Identificación de tiempos muertos

Para la identificación de tiempos muertos se tomó como muestra la producción de una marmita. Se realizaron unas hojas de registro en la cual los operarios designados para cada actividad tenían que completar los datos de maquina o equipo, elemento a realizar, tiempos, detalle de actividad y observaciones durante la producción del elemento; Esta hoja se encuentra en el Anexo. También se realizó una toma de tiempos in situ de los procesos con el objetivo de confirmar los tiempos muertos e identificar las razones de estos, que los operarios no hayan identificado en las hojas de registro.

El resumen de estos tiempos en horas se muestra en el siguiente cuadro:

Actividad	Tiempo (Horas)	Recursos	Predecesoras
1. Metrado y Diseño			
A. Diseño base	17	Computadora	
B. Ingeniería de detalle (Diseño)	127,5	Computadora	A
C. Adquisición de materia prima y materiales	25,5		A
D. Adquisición de elementos eléctricos	25,5		A
2. Fabricación cuerpo y fondo			

E. Habilitación de planchas (medición y Corte)	8,5	Regla, escuadra, marcador calibrador, cortadora plasma, guillotina hidráulica	B, C
F. Rolado, Bombeado, Pestañado (Tercerización)	40		E
G. Armado y Soldadura	42,5	Máquina de soldar	F
3. Fabricación de soporte, accesorios, ejes y paletas			
3. Soporte			
H. Carcasa	9	Escuadra, guillotina hidráulica, plegadora, máquina de soldar	B, C
I. Niveladores	17	Torno, Prensa, máquina de soldar, maquina cortadora de tubos	B, C
J. Bastidor	17	Guillotina hidráulica, máquina de soldar, pintura	H

K. Tubo templador	4,5	Cortadora de tubos, máquina de soldar, torno	I
3.2 Accesorios			
L. Bisagras	26	Torno, taladro	K
M. Manivela	8,5	Torno, máquina de soldar	L
N. Chaveta	4,5	sierra, esmeril	B, C
Ñ. Manija de tapa	3	Cortadora de tubos, plegadora, torno	M
O. Niples	8,5	Cortadora de tubo, torno	Ñ
3.3 Ejes			
P. Medición y corte	1	Cortadora de tubo	O
Q. Torneado	12,8	Torno	P
3.4 Paletas			
R. Doblez	1	Plegadora	Ñ
4. Montaje			
S. Eje – Paleta	4,5	Máquina de soldar	Q, R
T. Soporte	9	Pernos	J, K, D
U. Marmita	25,5	Pernos	G, S, T, L, M, N, Ñ, O

V. Acabado	34	Acido(Pasivo), amoladora con disco especial, esponja, lijas	U
------------	----	--	---

Tabla 15. Tabla de resumen de tiempos del proceso de producción de una marmita.
Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Tomando en cuenta como prioridad las actividades de la ruta crítica y los datos de la tabla anterior, se realizó el siguiente cuadro donde se colocaron las observaciones identificadas como demoras dentro de esos procesos y los tiempos muertos que cada una de ellas tiene. Para la actividad Ingeniería de detalle al implementar la mejora se espera reducir un 30% del total del tiempo.

Actividad de la ruta crítica	Tiempo (Horas)	Observaciones	Tiempo muerto	Tiempo sin demoras
Ingeniería de detalle	127,5	Falta de organización de diseño de piezas	38,1	89,4
		Falta de capacitación de diseño de Maquinas		
		Nuevo volumen de marmita		
Tercerización (Bombeado, Rolado, Pestañado)	40	Tiempo de servicio muy extenso	31,5	8,5

Diseño base	17	Cambios a última hora	4,5	9,5
		Cruce de opiniones entre el jefe de producción, jefe de diseño y el Gerente general	3	
Armado y soldado del cuerpo	42,5	Demoras en corte y plegado, las piezas no están listas a tiempo	3	21
		No hay ayuda para sostener las piezas al momento del armado del cuerpo	1,5	
		Falta de argón	8,5	
		Errores de soldadura	8,5	
Montaje de marmita	25,5	corrección de las distancias mal diseñadas y realizadas de los ejes de la paleta	2	22,7
		para el encuadre de agujeros la herramienta no es adecuada (lima cilíndrica)	0,5	
		Los pernos no están al momento del armado	0,3	
Acabado	34	Los niples de la tubería no todos están listos a la hora de utilizarlos	0,5	29,7
		ayuda del personal para levantar el motor de la marmita	0,3	
		Falta de accesorios adecuados para el acabado del interior de la marmita	3,5	

Habilitación de planchas	8,5	Falta de apoyo para levantar la plancha de acero	0,3	3,23
		Falta de amoladora	0,3	
		Falta de plumón	0,17	
		Pieza malograda por mal corte o por error de trazo	4,5	

Tabla 16. Tabla de identificación de tiempos muertos de la ruta crítica.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Como siguiente paso para calcular el tiempo total del proyecto sin los tiempos muertos identificados se toman los datos de la tabla 15, y se sustituyen por los tiempos de la tabla 16 sin incluir los tiempos muertos, para realizar el CPM correspondiente. Obteniendo como resultado un total de 27,9 días de producción.

Gráfico de Tiempo de entrega Actual vs Propuesto

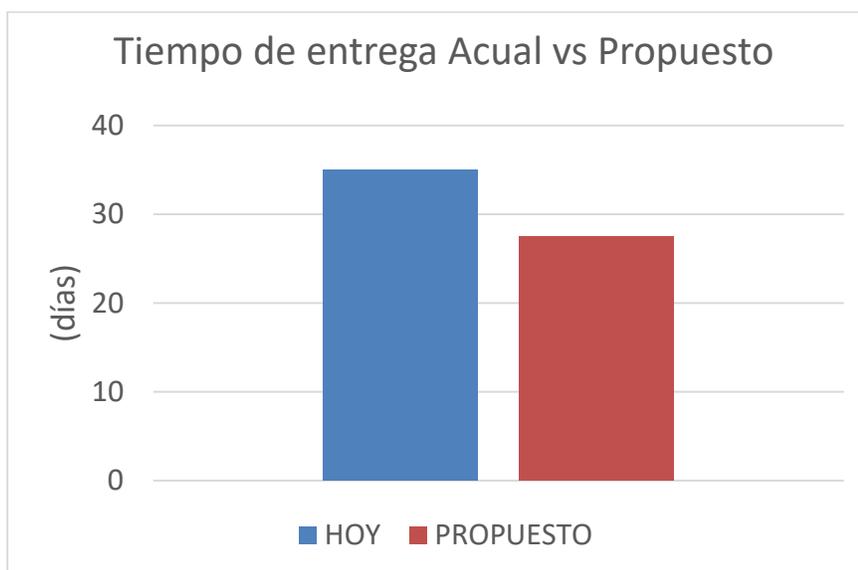


Figura 23. Gráfico de Tiempo de entrega Actual vs Propuesto.

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

En el cuadro se muestra que el tiempo actual es de 34.7 días, aplicando la propuesta de mejora se logra reducir el tiempo a 27,9 días. Para cuantificar el grado de mejora se utilizará la siguientes formula:

$$\text{Grado de mejora} = \frac{t_{n-1} - t_n}{t_{n-1}} \times 100\%$$

De los datos anteriores y el resultado del CPM que se encuentra en la siguiente hoja se logró reducir en 19.6% del tiempo total de producción de una marmita. También se puede apreciar que la ruta crítica cambia dando lugar a un nuevo análisis para continuar mejorando.

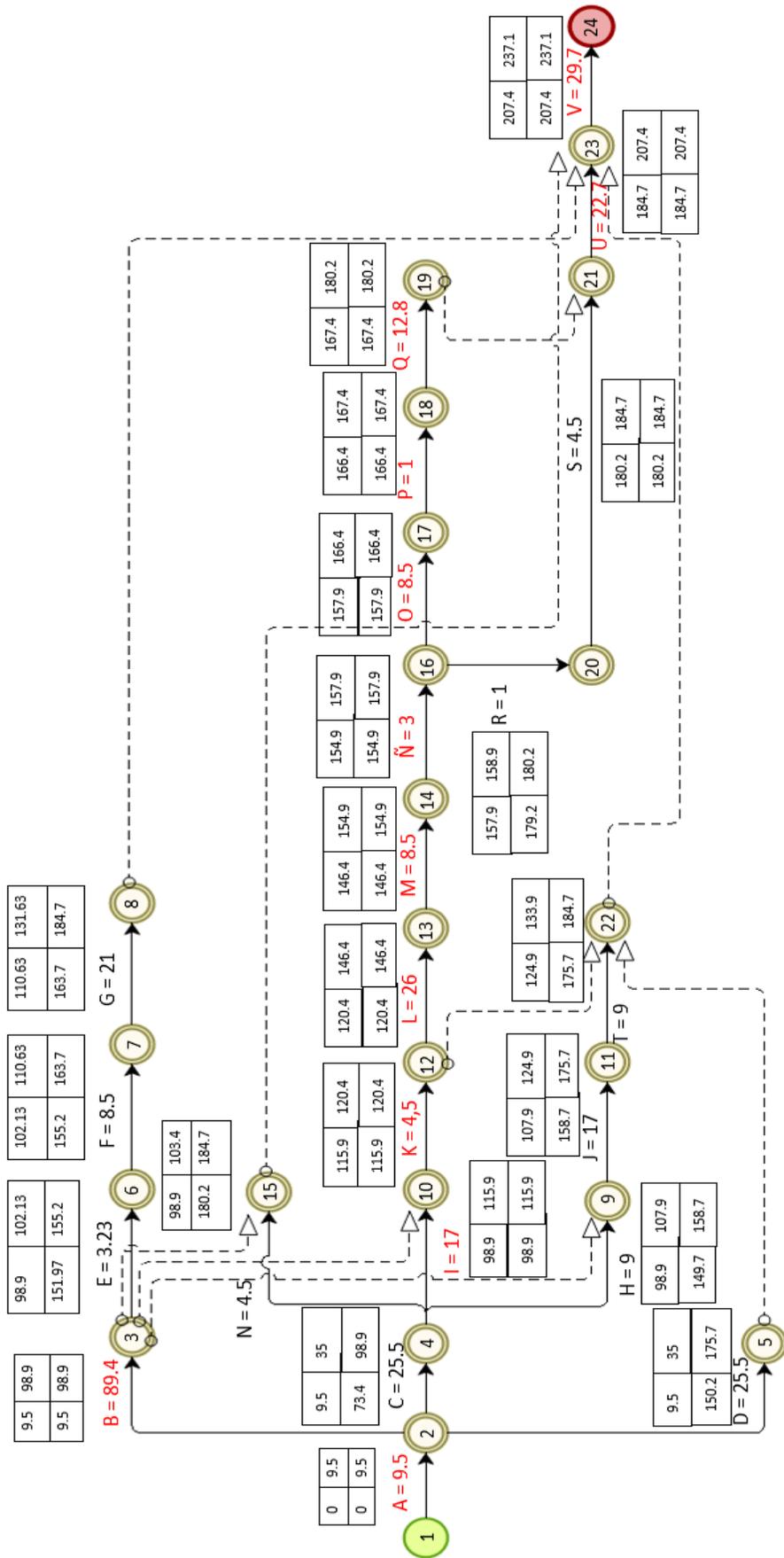


Figura 24. Diagrama de red N° 2 (CPM).

Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Calculo de capacidad de producción de marmitas al año

Para calcular el número de marmitas producidas al año se toma como base los días laborales del 2017 tomando aproximadamente 301 días laborales al año, y el dato de 27,9 días para producir una marmita. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Días laborales en el año	301 días
Días para la producción de una marmita	27,9 días
Marmitas producidas al año aproximadamente	11

Tabla 17. Tabla de cálculo de capacidad de producción de marmitas al año.
Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Obteniendo como resultado aproximado una capacidad de producción de 11 marmitas al año.

Comparando la producción y cumplimiento del año 2016 y la producción y cumplimiento luego de la propuesta de obtiene el siguiente gráfico:

PRODUCCIÓN Y CUMPLIMIENTO

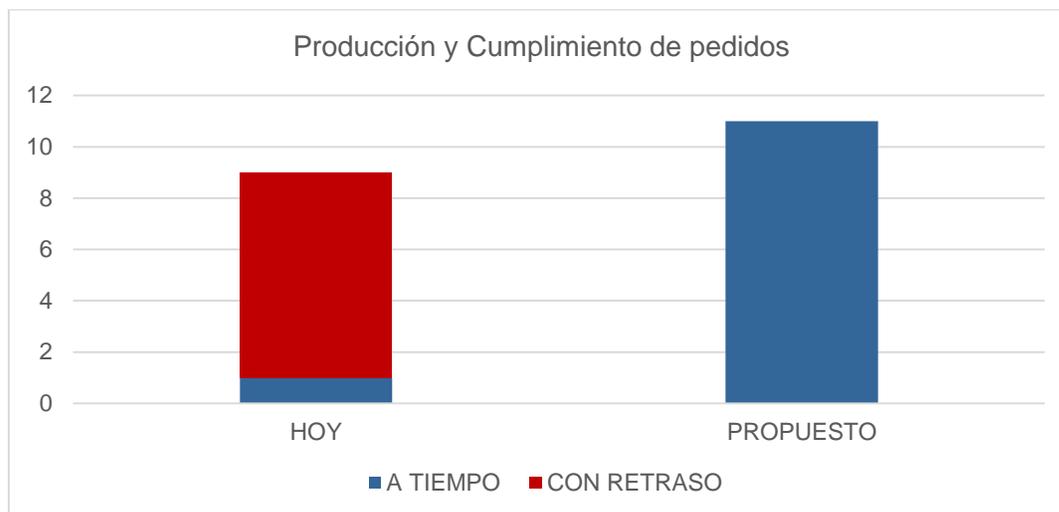


Figura 25. Gráfico de producción y cumplimiento actual vs propuesto.
Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Se puede decir que el cumplimiento de entrega de pedidos a tiempo durante el año 2016 fue solo de 1 pedido, entregando 8 pedidos durante ese año con retraso de tiempo, y luego de la propuesta se lograría entregar 11 pedidos a tiempo, aumentando así en 22.22%.

Desarrollo de objetivo 4

Cuantificar el costo beneficio de la implementación de la mejora.

Calculo de ingresos al año por venta de marmitas

Tomando como precio base para el cálculo de los ingresos al año aproximados que se pueden obtener por la venta de marmitas, se toma como precio base S/. 17, 765.00, dato proporcionado por la empresa metalmecánica y un margen de utilidad del 35%. En la siguiente tabla se muestra el resultado de los cálculos realizados:

Precio por unidad de marmita (S/.)	17,765.00
Numero de marmitas producidas al año (Unidades)	11
Ingreso anual por venta de marmitas (S/.)	195,415.00
Utilidad anual por venta de marmitas (S/.)	74,613.25

Tabla 18. Tabla de cálculo de ingresos al año por venta de marmitas.
Elaboración propia. Datos obtenidos de la empresa Industrias Patcor S.A.

Al implementar la mejora se estima que los ingresos por venta serán totales, debido a que la empresa en la mayoría de sus contratos, por día de demora tiene una penalidad 3/1000 del monto total del contrato hasta un máximo de 10% de descuento en el pago final.

Calculo de relación Costo – Beneficio de la mejora

Se realizó el análisis costo beneficio tomando en cuenta los tres años para la implementación de la mejora, obteniendo los siguientes resultados mostrados en el siguiente cuadro:

	Año 1	Año 2	Año 3
Costo (S/.)	30,432.32	28,142.32	28142,32
Beneficio (S/.)	74,613.00	74,613.00	74,613.00
Costo - Beneficio	2,45	2,65	2,65

Tabla 19. Tabla de cálculo de relación Costo – Beneficio de la propuesta de mejora.
Elaboración propia. Datos obtenidos por el investigador.

En el cuadro se muestra que el costo beneficio de cada año es mayor a 1, por lo tanto, se puede concluir que la mejora es rentable para la empresa metalmeccánica. Interpretando los resultados se podría decir, que por cada sol de costo sus ganancias son 2,45 o 2,65 soles.

DISCUSIÓN

En la gestión de plantas metalmecánicas es oportuno identificar diversos esquemas de producción, como, por ejemplo: MTS (meet to stock), ETO (engineer to order), etc. Con base a esta diferenciación, se debe trazar la línea de desarrollo de investigación, y con ello las herramientas, técnicas y métodos a usar. En nuestro caso, al ser producción bajo una ingeniería específica, debimos recurrir en su mayoría a las herramientas de la ingeniería de proyectos, las mismas que fueron tomadas del PMBOK. Por, al contrario, del investigador, Torre Gallardo, Rubén Darío, (Lima, 2014), quién tuvo como objeto de estudio una empresa con enfoque MTO.

Independiente del esquema de producción: MTO, MTS, ETO, etc. Es necesario, durante el desarrollo de la investigación, a través de cualquier herramienta, la identificación de las causales que retrasan el cumplimiento. Aquí, por ejemplo, Gonzales Vargas, Alexandra; Salazar Ponce, Julio Cesar, (Quito, 2006) utilizaron la herramienta Ishikawa, o Villanueva Herrera, Alfredo, (México, 2007) quién tomo la metodología de los 7 desperdicios para enrumbar sus puntos de acción, o en nuestro caso, el diagrama de árbol. En cualquiera de ellos, la identificación de las causales es un paso indiscutible, estricto, y necesario para concretar la propuesta de mejora.

Durante la revisión de bibliografía en diversos autores, se confirma que las metalmecánicas, tienen, en términos generales, la misma problemática. En el desarrollo de cada una de las investigaciones, se evidenciaron interesantes estrategias para identificar, cuantificar, observar y analizar los problemas de las empresas metalmecánicas. Llegando inclusive a formular creativas propuestas de mejora. Sin embargo, en la mayoría de los casos, se observa que estos no llegan a cuantificar el efecto de la propuesta de mejora, en términos de

productividad (o la variable que se haya propuesto inicialmente), contrariando sus mismas bases de investigación; es decir mermando su justificación práctica.

CONCLUSIONES

Se aplicaron las técnicas de planificación de proyectos: EDT, CPM y PERT obteniéndose como resultado que el tiempo esperado total de producción de una marmita era de 34.29 días, con una variabilidad de 21.24 días. Con estos datos y frente a las expectativas de tiempo de entrega que tiene el cliente, se estimó la probabilidad de éxito, obteniéndose un pobre 5.69%. En contraparte, se hicieron estimaciones, tomando como base una probabilidad de éxito esperada del 90%, lo que nos concluyó que el tiempo proyectado para la fabricación era de 40.2 días de producción. En ambos casos eran escenarios indeseables.

Haciendo uso de las técnicas de análisis de causas, se identificaron los factores influyentes en el cumplimiento de entregas a tiempo, con lo que se construyó una encuesta. A través de la mencionada encuesta, que fue dirigida a los operarios e involucrados en la producción, se obtuvo una priorización de estos factores y se presentaron en un diagrama de Pareto, mostrando que el 49.73% de los factores son los que están dentro de la etapa de planificación de la empresa y el 28% en la etapa de producción.

Se correlacionaron las 7 propuestas de mejora contra los 15 factores influyentes y también contra las 7 actividades críticas identificadas. El 71% de las actividades de la propuesta se ubicaron en el cuadrante I de la matriz de factibilidad-impacto, y estas, de acuerdo a lo esperado, están alineadas a la secuencia de estandarización de procesos: estandarización, planificación, capacitación y control.

En las actividades de la ruta crítica, se identificaron los tiempos muertos asociados a los factores previamente evaluados y correlacionados con la propuesta de mejora. Se logró reducir el tiempo de 34.7 días de producción para una marmita, a 27.9 días. Logrando una

disminución de aproximadamente 7 días frente al tiempo inicial de producción. Lo que equivale a 19.6% de reducción.

La relación beneficio – costo se evaluó para los tres años de implementación de la mejora, obteniendo resultados mayores a 1, lo cual indica que la propuesta de mejora es rentable. Teniendo una relación costo – beneficio positivo.

RECOMENDACIONES

Para el planteamiento y análisis de las propuestas se priorizó la ruta crítica vigente, por tanto, se recomienda, que, en una segunda etapa, se trace la nueva ruta crítica y se prioricen las otras propuestas levantadas, como, por ejemplo: la actividad de evaluar el desarrollo y control de proveedores para la etapa de compra de insumos y materia prima, así como la de planificar las herramientas e instrumentos. En términos generales, se recomienda implementar una cultura de mejora continua.

En el plano financiero, aunque no fueron evidentes los efectos de la falta de liquidez, se recomienda a la empresa metalmecánica que para la compra de materia prima pueda, en caso lo requiera, usar la modalidad de factura negociable. Asimismo, explorar la modalidad de leasing, para la compra de máquinas que le permitan reducir la dependencia a los terceros, y mejorar sus tiempos de respuesta y productividad.

La productividad tiene como aliado el orden y disciplina, y en ese contexto, se trabajó la aplicación de las 5S en la empresa que fue objeto de estudio. Sin embargo, sugerimos ir un poco más allá; es decir implementar un sistema de seguridad basado a la ley 29783, pues se encontró que no se tenían procedimientos de trabajo seguro, ni protectores físicos para las máquinas rotativas o de corte, entre otras cosas.

REFERENCIAS

Villanueva, A. (2007). Análisis y propuesta de mejora de una empresa metalmeccánica utilizando manufactura esbelta. 2007, de Universidad Nacional Autónoma de México Sitio web:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2044/villanuev aherrera.pdf?sequence=1>

González, A. & Salazar, J. (2006). Estudio de la productividad en la metalmeccánica San Bartolo. 2006, de Escuela Politécnica Nacional Sitio web:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/69>

Gonzalez, Y. (2007). Mejoramiento del sistema de producción de la empresa Metálicas Zuluaga. 2007, de Universidad Industrial de Santander Sitio web:

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/4872/2/124262.pdf>

Montiel, D. (2010). Propuesta de estrategias de mejora continua en una empresa metalmeccánica. 2010, de Instituto Politécnico Nacional Sitio web:

<http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8297/PROPEST.pdf?sequence=1>

Jara, M. & Idrovo, R. (2012). Propuesta de estudio para mejorar los procesos productivos en la Sección Metal Mecánica, fábrica Induglob. 2012, de Universidad Politécnica Salesiana Sitio web: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2650>

Tejada, M. (2014). Propuesta de mejoras en una empresa metalmeccánica en la región de Arequipa – 2014. 2015, de Universidad Católica de Santa María Sitio web:

<https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/2197>

Torres, R. (2014). Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica. 2014, de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Sitio web: <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/346678/1/Tesis+Torres+Gallardo.pdf>

Mora, C. (2013). Propuesta de mejora de procesos de control de calidad en la fabricación de tubos de acero estructurales en una empresa metalmecánica. 2013, de Universidad Privada de Ciencias Aplicadas Sitio web: http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/.../2/mora_cc-pub-tesis.pdf

Huillca, G. & Monzón, A. (2015). Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5's y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos. 2016, de Pontificia Universidad Católica del Perú Sitio web: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6501>

Córdova, F. (2012). Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta. 2013, de Pontificia Universidad Católica del Perú Sitio web: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4712>

Salazar, B. (2016). Mantenimiento preventivo total. 2016, de Ingeniería Industrial Online Sitio web: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

Productividad. marzo, 2017, de Wikipedia Sitio web: <https://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>

García, M. (2010). Mecanizar, medir y mejorar: eficiencia y calidad. 2010, de Interempresas Sitio web: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/44100-Mecanizar-medir-y-mejorar-eficiencia-y-calidad.html>

Villa, D., Yepes, M & Gonzalez, A. (2013). Herramientas del Lean manufacturing. noviembre, 2013, Sitio web: <http://leanmanufacturingunal.blogspot.pe/p/herramientas-del-lean-manufacturing.html>

Salazar, B. (2016). Mapas de valor (VSM). 2016, de Ingeniería Industrial Online Sitio web: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mapas-del-flujo-de-valor-vsm/>

Villafaña, R. Análisis causal (cinco ¿por qué?). De Innovación Estratégica y Tecnológica Sitio web: <http://inn-edu.com/Calidad/AnalisisCausal.pdf>

Salazar, B. (2016). Los siete despilfarros: guía para eliminar desperdicios. 2016, de Ingeniería Industrial Online Sitio web: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/los-siete-despilfarros-guia-para-eliminar-desperdicios/>

Auccapure, V. Balanceo de líneas o balance de líneas. De Academia Sitio web: http://www.academia.edu/9609135/BALANCEO_DE_L%C3%8DNEAS_O_BALANCE_D_E_L%C3%8DNEAS

Febres, D. (2016). UTPL SMED (Ingeniería Industrial) (Justo a Tiempo). septiembre, 2016, de Universidad Técnica Particular de Loja Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=yQSMpvY0nus>

Salazar, B. (2016). Metodología de las 5S. 2016, de Ingeniería Industrial Online Sitio web: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>

Salazar, B. (2016). ANDON: control visual. 2016, de Ingeniería Industrial Online Sitio web: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/andon-control-visual/>

Almazan, B., Osuna, S., Valez, K. & Cotilla, I. (2008). Poka Yoke técnica de calidad para la mejora continua. abril, 2008, de Gestipolis Sitio web: <https://www.gestipolis.com/poka-yoke-tecnica-de-calidad-para-la-mejora-continua/>

Sejzer, R. (2016). 8D: Ocho disciplinas para la resolución de problemas. abril, 2016, Sitio web: <http://ctcalidad.blogspot.pe/2016/04/8d-ocho-disciplinas-para-la-resolucion.html>

LeanSis. Caso de éxito Istobal. 2016, de LeaSis Sitio web: http://www.leansisproductividad.com/wp-content/uploads/Caso_de_exito_ISTOBAL_web_def.pdf

Pinto, J. (2015). Implementación del método Kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia. junio, 2015, de Universitat Politècnica de València Sitio web:

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/51733/MEMORIA_TFM%20Pinto%20de%20los%20Rios%20Juan%20Sebastian.pdf?sequence=1

Bárceñas, G. (2012). Estructura de Desglose del Trabajo (EDT). mayo, 2012, de Formula proyectos urbanos pmipe Sitio web: <https://formulaproyectosurbanospmipe.wordpress.com/2012/05/09/tema-n-5-la-estructura-de-desglose-del-trabajo-edt-segun-la-guia-del-pmbok-30-04-2012-sesion-10-segunda-parte/>

Gestión Calidad Consulting. (2016). Plan de control de Proveedores (APPCC). noviembre, 2016, de Gestión Calidad Consulting Sitio web: <http://gestion-calidad.com/plan-de-control-de-proveedores-appcc>

Euskalit. Metodología de las 5S. De Euskalit Sitio web: <http://www.euskalit.net/pdf/folleto2.pdf>

Vargas, H. Manual de implementación programa 5S. De Corporación Autónoma Regional de Santander Sitio web: <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/2.pdf>

Salazar, B. (2016). PERT - Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos. 2016, de Ingeniería Industrial Online Sitio web: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/pert-tecnica-de-evaluacion-y-revision-de-proyectos/>

Rodriguez, A. (2012). Investigación de accidentes por el método del árbol de causas. 2012, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - España Sitio web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICAC>

[IONES/EN%20CATALOGO/Seguridad/Investigacion%20de%20accidentes%20por%20el%20metodo%20del%20arbol%20de%20causas/dd_inves_arbl%20.pdf](#)

Lobato, J. (2008). Metodología. julio, 2008, Sitio web: <https://es.slideshare.net/contactofaum/metodologa-524067>

Blank, L.& Tarquin, A. (2006). Análisis Beneficio - Costo. En Ingeniería Económica (846). México: Mc Graw Hill.

Universidad de Valencia. Alfa de Cronbach y consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida. De Universidad de Valencia Sitio web: <http://www.uv.es/~friasnav/AlfaCronbach.pdf>

Nunes, P. (2015). Concepto de Modelo dos 5W + 2H. diciembre, 2015, de Knoow Sitio web: <http://knoow.net/es/cieeconcom/gestion/modelo-dos-5w-2h-ou-5w2h/>

Martínez, I. (2016). Diagrama de Pareto: Qué es y cómo se hace - Herramienta de Calidad. enero, 2016, de Martínez, I Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=EQNRAq8J5Ew>

Aiteco Consultores. Qué es un Diagrama de Flujo – Gestión de Procesos. De Aiteco Consultores Sitio web: <https://www.aiteco.com/que-es-un-diagrama-de-flujo/>

GEO Tutoriales. (2011). Probabilidad de terminar un Proyecto en un tiempo determinado con PERT. julio, 2011, de Gestión de operaciones Sitio web: <http://www.gestiondeoperaciones.net/proyectos/como-calcular-la-probabilidad-de-completar-un-proyecto-en-un-tiempo-determinado-utilizando-pert/>

Salazar, M. (2015). Gestión de Proveedores. noviembre, 2015, de Nestlé Perú S.A. Sitio web: <http://www.nestle.com.pe/nosotros/informacion-proveedores-nestle/documents/0107-she-ig-007-gestion-de-proveedores.pdf>

BCP. Leasing. De BCP Sitio web: <https://www.viabcp.com/pymes/que-necesitas/obtener-financiamiento/capital-para-equipos/leasing?productoBCP=Leasing>

Chase R., Jacobs F. & Aquilano N. (2009). Administración de Operaciones. México: McGRAW-HILL.

Project Management Institute, (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyecto (Guía del PMBOK). Estados Unidos: Project Management Institute, Inc.

ANEXOS

Encuestas

Se adjunta 5 encuestas de las realizadas como ejemplo.

ENCUESTA DE PRODUCTIVIDAD

La encuesta es totalmente anónima, marque con una (X) según crea conveniente por cada ítem mostrado. El objetivo de la encuesta es identificar los factores que influyen en la baja productividad de los procesos.

	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
PLAN	5	4	3	2	1
1. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.			X		
2. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos que se recepcionan están aptos para su uso inmediato.			X		
3. Las herramientas y/o instrumentos de medición necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.				X	
4. Los productos semi terminados provenientes de terceros necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requieren y/o están aptos para su uso inmediato.			X		
5. Los planos y/o la información base necesaria para la fabricación de los pedidos es adecuada, oportuna y suficiente.				X	
6. El tiempo de entrega estimado para la fabricación de los pedidos obedece a la capacidad y disponibilidad de recursos.			X		
7. La mano de obra necesaria para la fabricación de los pedidos es suficiente y está capacitada adecuadamente		X			
8. La maquinas que se utilizan para el proceso de producción de los pedidos están aptas y calibradas para su uso.					X
9. Los procedimientos de fabricación de los pedidos están estandarizados, difundidos, disponibles y actualizados.				X	
DO					
10. La Operación de corte, Doblado y/o Rolado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme			X		
11. La Operación de soldadura y/o apuntalado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme				X	
12. La Operación de mecanizado (Torneado, Cilindrado, Refrentado) para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme				X	
13. La Operación de ensamblaje para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme			X		
14. La Operación de acabado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme				X	
CHECK					
15. El acompañamiento y supervisión para el proceso de la fabricación de los pedidos son colaborativas y oportunas					X

Anexo 1. Ejemplo de encuesta realizada 1.

ENCUESTA DE PRODUCTIVIDAD

La encuesta es totalmente anónima, marque con una (X) según crea conveniente por cada ítem mostrado. El objetivo de la encuesta es identificar los factores que influyen en la baja productividad de los procesos.

	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
PLAN	5	4	3	2	1
1. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.					X
2. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos que se recepcionan están aptos para su uso inmediato.			X		
3. Las herramientas y/o instrumentos de medición necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.					X
4. Los productos semi terminados provenientes de terceros necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requieren y/o están aptos para su uso inmediato.				X	
5. Los planos y/o la información base necesaria para la fabricación de los pedidos es adecuada, oportuna y suficiente.					X
6. El tiempo de entrega estimado para la fabricación de los pedidos obedece a la capacidad y disponibilidad de recursos.				X	
7. La mano de obra necesaria para la fabricación de los pedidos es suficiente y está capacitada adecuadamente					X
8. La maquinas que se utilizan para el proceso de producción de los pedidos están aptas y calibradas para su uso.				X	
9. Los procedimientos de fabricación de los pedidos están estandarizados, difundidos, disponibles y actualizados.					X
DO					
10. La Operación de corte, Doblado y/o Rolado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme				X	
11. La Operación de soldadura y/o apuntalado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme					X
12. La Operación de mecanizado (Torneado, Cilindrado, Refrentado) para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme					X
13. La Operación de ensamblaje para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme					X
14. La Operación de acabado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme					X
CHECK					
15. El acompañamiento y supervisión para el proceso de la fabricación de los pedidos son colaborativas y oportunas					X

Anexo 2. Ejemplo de encuesta realizada 2.

ENCUESTA DE PRODUCTIVIDAD

La encuesta es totalmente anónima, marque con una (X) según crea conveniente por cada ítem mostrado. El objetivo de la encuesta es identificar los factores que influyen en la baja productividad de los procesos.

	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
PLAN	5	4	3	2	1
1. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.	X				
2. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos que se recepcionan están aptos para su uso inmediato.	X				
3. Las herramientas y/o instrumentos de medición necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.		X			
4. Los productos semi terminados provenientes de terceros necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requieren y/o están aptos para su uso inmediato.		X			
5. Los planos y/o la información base necesaria para la fabricación de los pedidos es adecuada, oportuna y suficiente.	X				
6. El tiempo de entrega estimado para la fabricación de los pedidos obedece a la capacidad y disponibilidad de recursos.		X			
7. La mano de obra necesaria para la fabricación de los pedidos es suficiente y está capacitada adecuadamente		X			
8. La maquinas que se utilizan para el proceso de producción de los pedidos están aptas y calibradas para su uso.		X			
9. Los procedimientos de fabricación de los pedidos están estandarizados, difundidos, disponibles y actualizados.	X				
DO					
10. La Operación de corte, Doblado y/o Rolado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme		X			
11. La Operación de soldadura y/o apuntalado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme		X			
12. La Operación de mecanizado (Torneado, Cilindrado, Refrentado) para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme		X			
13. La Operación de ensamblaje para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme		X			
14. La Operación de acabado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme		X			
CHECK					
15. El acompañamiento y supervisión para el proceso de la fabricación de los pedidos son colaborativas y oportunas		X			

Anexo 3. Ejemplo de encuesta realizada 3.

ENCUESTA DE PRODUCTIVIDAD

La encuesta es totalmente anónima, marque con una (X) según crea conveniente por cada ítem mostrado. El objetivo de la encuesta es identificar los factores que influyen en la baja productividad de los procesos.

	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
PLAN	5	4	3	2	1
1. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.			X		
2. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos que se recepcionan están aptos para su uso inmediato.		X			
3. Las herramientas y/o instrumentos de medición necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.					X
4. Los productos semi terminados provenientes de terceros necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requieren y/o están aptos para su uso inmediato.			X		
5. Los planos y/o la información base necesaria para la fabricación de los pedidos es adecuada, oportuna y suficiente.				X	
6. El tiempo de entrega estimado para la fabricación de los pedidos obedece a la capacidad y disponibilidad de recursos.			X		
7. La mano de obra necesaria para la fabricación de los pedidos es suficiente y está capacitada adecuadamente			X		
8. La maquinas que se utilizan para el proceso de producción de los pedidos están aptas y calibradas para su uso.				X	
9. Los procedimientos de fabricación de los pedidos están estandarizados, difundidos, disponibles y actualizados.			X		
DO					
10. La Operación de corte, Doblado y/o Rolado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme				X	
11. La Operación de soldadura y/o apuntalado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme				X	
12. La Operación de mecanizado (Torneado, Cilindrado, Refrentado) para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme				X	
13. La Operación de ensamblaje para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme			X		
14. La Operación de acabado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme			X		
CHECK					
15. El acompañamiento y supervisión para el proceso de la fabricación de los pedidos son colaborativas y oportunas				X	

Anexo 4. Ejemplo de encuesta realizada 4.

ENCUESTA DE PRODUCTIVIDAD

La encuesta es totalmente anónima, marque con una (X) según crea conveniente por cada ítem mostrado. El objetivo de la encuesta es identificar los factores que influyen en la baja productividad de los procesos.

	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
PLAN	5	4	3	2	1
1. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.			X		
2. La materia prima y/o los insumos necesarios para la fabricación de los pedidos que se recepcionan están aptos para su uso inmediato.				X	
3. Las herramientas y/o instrumentos de medición necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requiere.					X
4. Los productos semi terminados provenientes de terceros necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se requieren y/o están aptos para su uso inmediato.			X		
5. Los planos y/o la información base necesaria para la fabricación de los pedidos es adecuada, oportuna y suficiente.			X		
6. El tiempo de entrega estimado para la fabricación de los pedidos obedece a la capacidad y disponibilidad de recursos.			X		
7. La mano de obra necesaria para la fabricación de los pedidos es suficiente y está capacitada adecuadamente		X			
8. La maquinas que se utilizan para el proceso de producción de los pedidos están aptas y calibradas para su uso.				X	
9. Los procedimientos de fabricación de los pedidos están estandarizados, difundidos, disponibles y actualizados.			X		
DO					
10. La Operación de corte, Doblado y/o Rolado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme				X	
11. La Operación de soldadura y/o apuntalado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme			X		
12. La Operación de mecanizado (Torneado, Cilindrado, Refrentado) para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme				X	
13. La Operación de ensamblaje para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme			X		
14. La Operación de acabado para la fabricación de los pedidos cumple con entregar el producto a tiempo y conforme			X		
CHECK					
15. El acompañamiento y supervisión para el proceso de la fabricación de los pedidos son colaborativas y oportunas				X	

Anexo 5. Ejemplo de encuesta realizada 5.

Desarrollo de la propuesta

Teniendo en cuenta los resultados del diagrama de Pareto se observa que las prioridades para la evaluación e implementación de las propuestas de mejora son:

Implementación de propuesta 1: Implementar técnica de seguimiento de entrega de planos de detalle y organización de la producción (Kanban).

Se propone para este ítem la implementación de una tabla de kanban dentro del área de producción. La estructura de esta tabla se encuentra a continuación, en la cual se colocará el nombre del operario, la actividad que debe realizar y para la cual ya debe tener los planos listos, herramientas e insumos necesarios que esta requiere.

Tablero de Kanban

Trabajador	Actividad pendiente	Actividad en proceso	actividad imposibilitada	Actividad terminada	Demoras

Anexo 6. Propuesta de tablero de Kanban.

En la tabla de kanban se tienen los ítems, de actividad en proceso, en la cual se coloca la actividad que se está realizando y si en caso esa actividad no pudiera concretarse por falta de conocimiento, insumos o detalle de planos, se coloca en actividad imposibilitada. Cuando

la actividad se logra terminar va en actividad terminada y en demoras se coloca si fuera el caso las demoras identificadas.

Beneficios de la tabla de kanban para la metalmecánica en estudio:

Mantiene organizada la producción.

Permite corregir si fuera el caso errores en producción

Se logra una producción continua.

Se identifican demoras y oportunidades de mejora.

Disminuye el estrés laboral.

Incentiva el diseño de la ingeniería de detalle a tiempo.

Evita perdidas de materiales.

Genera mejor ambiente de trabajo.

Incentiva a los trabajadores.

Implementación de propuesta 2: Implementación de funciones de planeamiento y control de la producción.

En el siguiente cuadro se especifican las funciones que debe cumplir el Jefe de PCP, dentro de la empresa metalmeccánica en estudio.

Nº	Las funciones del jefe de planeamiento y control de la producción son:
1	Planificar la producción de máquinas, utilizando las herramientas de gestión de proyectos.
2	Diseño, seguimiento y control del flujo de procesos.
3	Identificar oportunidades de mejora y reducción de costos.
4	Mantener la documentación de procesos organizada y archivada.
5	Realizar reportes a la gerencia.
6	Trabajo en equipo con el jefe de producción para identificar aspectos a mejorar y las capacitaciones a realizar.
7	Supervisar la producción.
8	Supervisar los procesos de compra y toma de servicios de tercerización.
9	Realizar indicadores de productividad.

Anexo 7. Cuadro de funciones de Planeamiento y Control de la Producción.

inspección visual de elementos soldados	Gerente General	-			
diseño de elementos mecánicos	Jefe de producción y Gerente General	S/. 1.290.00			
Seguridad y salud en el trabajo	Jefe de producción y Gerente General	S/. 900.00			
5's	Jefe de producción y Gerente General	-			

Anexo 8. Propuesta de programa de capacitaciones.

Implementación de propuesta 4: Implementación de 5's

Se realizó el siguiente instructivo para la implementación de la metodología de 5's para la metalmecánica en estudio. Así mismo, se estima un monto de gastos operativos por limpieza de 350 soles anual.

Instructivo de implementación de 5's			
Objetivo	Disminuir demoras, accidentes, generar un ambiente de trabajo óptimo.		
Nº	Actividad	Responsable	Inversión
	Seiri – Clasificación		
1	Clasificar las herramientas e instrumentos de trabajo que se	Jefe de producción	-

	requieren durante la producción de la maquinaria		
2	Guardar en almacén las herramientas que no son requeridas para el proceso de producción	Jefe de producción	-
3	Clasificar las herramientas e instrumentos por proceso o actividad	Jefe de producción	-
4	Clasificar materia prima por etapas de producción	Operario	-
Seiton – Organizar			
5	Ordenar y posicionar las herramientas e instrumentos en los puestos de trabajo donde serán requeridas	Jefe de producción y operarios	-
6	Cuando las actividades se terminan colocar las herramientas e instrumentos de trabajo en su lugar de almacenamiento	Operarios	-
Seiso – Limpieza			

7	Mantener limpio puesto de trabajo	Operarios	-
8	Limpiar la viruta en el momento del maquinado y stop	Operarios	-
9	los uniformes siempre deben estar limpios y completos al inicio del día	Operarios	-
Seiketsu – Estandarizar			
10	repetir de forma continua las instrucciones anteriores	Jefe de producción y operarios	-
Shitsuke – Disciplina			
11	Supervisar todos los días que se cumpla con los procedimientos establecidos	Jefe de producción	-
12	Colocar carteles incentivando el orden y limpieza	Asistente de gerencia	-
13	Colocar el instructivos a la vista de todo el personal en el área	Asistente de gerencia	-
14	Evaluar oportunidades de dar incentivos a los trabajadores	Gerente general	-

Anexo 9. Propuesta de instructivo de implementación de 5's.

Implementación de propuesta 5: Adquisición de máquinas.

Se sugiere conseguir máquinas de segundo uso y adquirirlas por la modalidad de leasing. Se muestran los precios aproximados de cada máquina de segunda y las cuotas que se cotizaron por el BCP para adquirirla por modalidad de leasing a 36 meses.

Maquina	Precio	Cuota	Total anual
Maquina roladora	19220	502,16	6025,92
Maquina embombadora y pestañado	67830	1772,2	21266,4
Total	87050	2274,36	27292,32

Anexo 10. Propuesta de adquisición de máquinas.

Cuadros de leasing

Cálculo de cuota para Maquina Roladora

COTIZADOR PARA OPERACIONES DE LEASING

Mes tentativo de activación	jun-2016		
Día de vencimiento de la cuota	1		
Cliente	Papelera Nacional S.A.		
Activo	Maquinaria / Equipo		
Moneda	Nuevos Soles		
Precio Venta (Inc. IGV)	19.220		
Seguro financiado (Inc. IGV)	-	Monto total (Inc. IGV)	19.220
IGV total	2.931,86		
Cuota Inicial (% del precio sin IGV)	0,00%	+ IGV	
Cuota Inicial	-	+ IGV	
Riesgo a financiar	16.288,14		
Plazo (en meses)	36	Meses	
Plazo (en N° de cuotas)	36	Cuotas	
Periodicidad (meses por período)	1		
Gracia	0		
T.E.A.	7,00%		
Comisión de Estructuración	1,00%	192,20	+ IGV
Opción Compra	1,00%	192,20	+ IGV
TIR (Costo Efectivo)	8,66%		
Cuota Balloon o Residual (%)	0,00%		
Valor Cuota Balloon (%) - sin interes	-	VA Balloon	
Valor Cuota iguales	502,16		-

Anexo 11. Cotización de leasing para Maquina Roladora.

Fuente: BCP

Cálculo de cuota para Maquina Embombadora y Pestañado

COTIZADOR PARA OPERACIONES DE LEASING

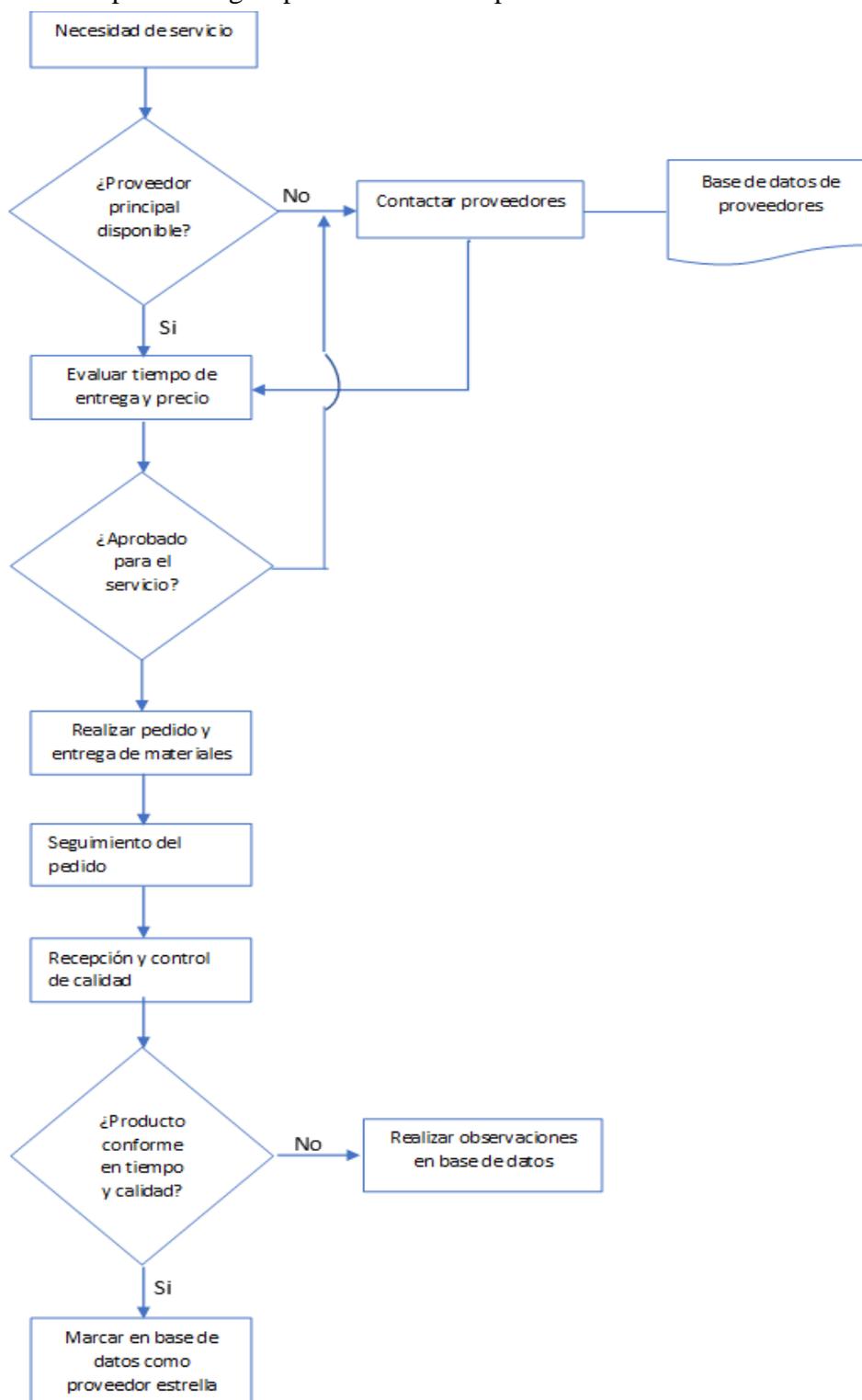
Mes tentativo de activación	jun-2016		
Día de vencimiento de la cuota	1		
Cliente	Papelera Nacional S.A.		
Activo	Maquinaria / Equipo		
Moneda	Nuevos Soles		
Precio Venta (Inc. IGV)	67.830		
Seguro financiado (Inc. IGV)	-	Monto total (Inc. IGV)	67.830
IGV total	10.346,95		
Cuota Inicial (% del precio sin IGV)	0,00%	+ IGV	
Cuota Inicial	-	+ IGV	
Riesgo a financiar	57.483,05		
Plazo (en meses)	36	Meses	
Plazo (en N° de cuotas)	36	Cuotas	
Periodicidad (meses por período)	1		
Gracia	0		
T.E.A.	7,00%		
Comisión de Estructuración	1,00%	678,30	+ IGV
Opción Compra	1,00%	678,30	+ IGV
TIR (Costo Efectivo)	8,66%		
Cuota Balloon o Residual (%)	0,00%		
Valor Cuota Balloon (%) - sin interese	-	VA Balloon	
Valor Cuota iguales	1.772,20		-

Anexo 12. Cotización de leasing para la maquina embombadora y pestañado.

Fuente: BCP

Implementación de propuesta 6: Desarrollo y control de proveedores

Control de proveedores: Para el desarrollo de este ítem se propone un diagrama de flujo, donde se encuentran los pasos a seguir para el control de proveedores.



**Anexo 13. Propuesta de diagrama de flujo para control de proveedores.
Identificar y desarrollar proveedores:**

N°	Pasos para identificad y desarrollar proveedores.
1	Realizar búsqueda de proveedores de servicios de Bombeado, pestañado y rolado.
2	Evaluar los proveedores identificados según tiempo de respuesta, tiempo de entrega, experiencia y precio.
3	Adjuntar en una base de datos en orden de prioridad según los requisitos identificados.
4	Evaluar cumplimiento de proveedor: Evaluación del cumplimiento del tiempo de entrega y calidad del producto terminado utilizando un check list de cumplimiento de requisitos técnicos.
5	Sincerar tiempos de respuesta de proveedores: Identificar y registrar datos históricos de los tiempos de respuesta de proveedores de servicios.

Anexo 14. Identificación y desarrollo de proveedores.

Implementación de propuesta 7: Evaluación de inclusión de software de diseño.

Se evalúa la inclusión del software SolidWorks, el cual es un programa inteligente más eficiente que el programa actual AutoCAD; facilita el diseño de máquinas y estructuras, ayudando a reducir el tiempo de diseño y logrando mayor precisión de las partes diseñadas. Este programa se logró encontrar en una página confiable de mercadolibre.com, a un precio de aproximadamente 200 soles con licencia permanente.

	Precio aproximado
Programa SolidWorks	S/. 200,00

Anexo 15. Inclusión de software de diseño.

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPO					
NUMERO DE ORDEN DE TRABAJO		5			
EQUIPO / MAQUINA		taladro			
OPERADOR		Anthony SILVA			
ELEMENTO		Soporte - Bastidor			
DIA	HORA INICIO	HORA FIN	TOTAL	DETALLE DE ACTIVIDAD	OBSERVACIONES
07/02/17	8:00	5:30		corte de ángulos	
				sacar rebabas	
08/02/17	8:00	5:30		trazar para los agujeros	
				Hacer agujeros a medida	- Falta de refrigerante



Anexo 17. Hoja de registro de tiempos de la elaboración del bastidor para el soporte

Hojas de registro de tiempos muertos

Se tomaron tiempos in situ para identificar los tiempos muertos durante la producción de marmitas.

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPOS			
Actividad: <i>Habilitación de Planchas</i>			
Tiempo total: <i>8,5 h</i>			
Responsable: <i>Mariela Jimenez Bielich</i>			
Día	Actividad	Tiempo muerto	Observaciones
<i>04/02/2017</i>	<i>Corte de Planchas</i>	<i>18 min</i>	<i>Falta de apoyo al levantar las planchas</i>
	<i>Sacar filo de planchas</i>	<i>18 min</i>	<i>Falta de la amoladora</i>
	<i>Trazado de planchas</i>	<i>10 min</i>	<i>Falta de plumón</i>
		<i>4,5 h</i>	<i>Pieza malograda por mal corte y error de trazo.</i>
			<i>Demora en habilitar nuevo material y realizar el trazado</i>

Anexo 19. Hoja de registro de tiempos muertos para la actividad: **habilitación de planchas.**

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPOS			
Actividad: Armado y Soldadura del cuerpo de la marmita			
Tiempo total: 42,5h			
Responsable: Mariela Jimenez Bielich			
Día	Actividad	Tiempo muerto	Observaciones
13/02/2017	Ubicación de piezas del equipo	3h	Dificultad en lectura de planos y demora en entrega de piezas.
14/02/2017	Armado del cuerpo y soldadura	90 min	Falta de ayuda para sostener las piezas.
15/02/2017	Soldadura	8,5h	Falta de argón, se para la actividad hasta el día siguiente.
16/02/2017	Soldadura	8,5h	Se cometió un error al soldar y se tuvo que rectificar.
17/02/2017	Armado de cuerpo y soldadura	8,5h	Se requiere la ayuda del Jefe de producción para conducir con la Rectificación y el armado

Anexo 20. Hoja de registro de tiempos muertos para la actividad: armado y soldadura del cuerpo de la marmita.

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPOS			
Actividad: Acabado de la Marmita			
Tiempo total: 34h			
Responsable: Mariela Jimenez Bielich			
Día	Actividad	Tiempo muerto	Observaciones
21/02/2017	Acabado del interior de la marmita	3,5h	Falta de accesorios adecuados para el acabado de la marmita
22/02/2017	Acabado externo		
23/02/2017	Colocar niples de tubería	30 min	No están listos en el momento que se requiere
24/02/2017	Terminar el ensamblaje	18 min	Falta de ayuda para levantar el motor de la Marmita

Anexo 21. Hoja de registro de tiempos muertos para la actividad: acabado de la marmita.