

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE  
MANTENIMIENTO Y LOGÍSTICA, APLICANDO  
HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING, PARA  
REDUCIR COSTOS EN UNA EMPRESA DE  
TRANSPORTE, TRUJILLO 2021”

Tesis para optar al título profesional de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autores:**

Lupita Danixa Risco Ñique

Stefano Gongora Navarro

**Asesor:**

Mg. Lic. Luis Alfredo Mantilla Rodriguez

<https://orcid.org/0000-0002-5497-4826>

Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Miguel Ángel Rodríguez Alza</b>	<b>18081624</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Oscar Alberto Goicochea Ramírez</b>	<b>18089007</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Cesar Enrique Santos Gonzales</b>	<b>41458690</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## DEDICATORIA

El presente documento, está dedicado a Dios, que fue nuestra principal fuente de fortaleza a diario y nuestros padres, ellos por habernos forjado como las personas que somos actualmente; muchos de nuestras metas cumplidas son gracias a su incondicional apoyo, nos motivaron día a día para no rendirnos en el camino de cada propósito por cumplir, son nuestras guía y principal impulso para lograr ser unos profesionales de éxitos.

## AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor Ing. Luis Alfredo Mantilla Rodriguez, quién siempre se encontró predispuesto a apoyarnos de la mejor manera y más que todo por su inmensa paciencia hacia nosotros y compañeros, a el delegado del aula por aceptar nuestras consultas sin importar el día y la hora; y colegas que brindaron su apoyo de uno u otra forma para concretar este documento.

## Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
<b>1.1.    Realidad problemática</b>	<b>12</b>
<b>1.2.    Formulación del problema</b>	<b>25</b>
<b>1.3.    Objetivos</b>	<b>25</b>
<b>1.4.    Hipótesis</b>	<b>26</b>
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	27
CAPÍTULO III: RESULTADOS	33
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	92
REFERENCIAS	95
ANEXOS	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Técnica e instrumentos para recolectar</i> .....	28
Tabla 2. <i>Matriz Operacionalización de Variables</i> .....	31
Tabla 3. <i>Tiempo por paradas por falta de mantenimiento</i> .....	33
Tabla 4. <i>Monetización de tiempo por paradas por falta de mantenimiento</i> .....	34
Tabla 5. <i>Tiempo por paradas por daños en el proceso</i> .....	34
Tabla 6. <i>Monetización de tiempos de parada por daños en el proceso</i> .....	35
Tabla 7. <i>Costo total de transporte por rodamientos para CAT-320</i> .....	35
Tabla 8. <i>Costo de mano de obra por rodamiento para CAT -320</i> .....	36
Tabla 9. <i>Costo de personal administrativo para rodamiento para CAT-320</i> .....	36
Tabla 10. <i>Costo de transporte de cilindros para CAT-320</i> .....	36
Tabla 11. <i>Costo de mano de obra por cilindros para CAT-320</i> .....	37
Tabla 12. <i>Costo de personal administrativo por cilindros para CAT-320</i> .....	37
Tabla 13. <i>Costo de transporte por retener para CAT-320</i> .....	37
Tabla 14. <i>Costo de mano de obra de retener para CAT-320</i> .....	38
Tabla 15. <i>Costo de personal administrativo para retener para CAT-320</i> .....	38
Tabla 16. <i>Costos totales de materiales no presupuestados</i> .....	38
Tabla 17. <i>Tiempo por parada por inasistencia de operarios</i> .....	39
Tabla 18. <i>Monetización de inasistencia de operarios</i> .....	39
Tabla 19. <i>Tiempo por parada por causas naturales</i> .....	40
Tabla 20. <i>Monetización de tiempo por parada de causas naturales</i> .....	40
Tabla 21. <i>Monetización de tiempo por demora en el transporte</i> .....	41
Tabla 22. <i>Monetización de tiempo por Paro de Transportistas</i> .....	41
Tabla 23. <i>Monetización de tiempo por Cambios de acuerdo con el cliente</i> .....	42
Tabla 24. <i>Monetización de tiempo por Variación de Contratos</i> .....	42
Tabla 26. <i>Tabla resumen de causas expresadas en tiempos y monetizadas en soles</i> .....	43
Tabla 27. <i>Priorización de efectos en relación al costo</i> .....	45
Tabla 27. <i>Matriz de indicadores de causa raíz</i> .....	47
Tabla 28 <i>Resumen de matriz indicadores</i> .....	48

Tabla 29. <i>costos antes de la propuesta de mejora</i> .....	49
Tabla 30. <i>Tiempo disponible anual</i> .....	58
Tabla 31. <i>Tiempo planeado anual</i> .....	59
Tabla 32. <i>Tiempo muerto anua</i> .....	60
Tabla 33. <i>Tiempo de horas trabajadas anual</i> .....	60
Tabla 34. <i>Clasificación ABC de artículos en almacén de la empresa JLC Investments S.A.C.</i> 66	
Tabla 35. <i>Tiempo por parada por operarios</i> .....	67
Tabla 36. <i>Tiempo disponible mensual después de mejora</i> .....	69
Tabla 37. <i>Total de horas empleadas después de mejora</i> .....	69
Tabla 38. <i>Tiempo disponible mensual después de la mejora</i> .....	70
Tabla 39. <i>Total de horas empleadas después de la mejora</i> .....	70
Tabla 40. <i>Tiempo muerto anual después de la mejora</i> .....	71
Tabla 41. <i>Horas trabajadas anuales después de la mejora</i> .....	71
Tabla 42. <i>Tiempo por parada anual por falta de mantenimientos después de la mejora</i> .....	73
Tabla 43. <i>Monetización de tiempos por paradas por falta de mantenimiento después de la m</i> .....	73
Tabla 44. <i>Tiempo por parada anual por daños después de la mejora</i> .....	74
Tabla 45. <i>Monetización anual de tiempo por daños después de la mejora</i> .....	74
Tabla 46. <i>Pronóstico de la demanda 2021</i> .....	75
Tabla 47 <i>Pedidos Adicionales año 2021.</i> .....	75
Tabla 48 <i>Costo total del transporte por rodamientos para CAT 320.</i> .....	76
Tabla 49 <i>Costo por mano de obra por rodamientos para CAT 320.</i> .....	76
Tabla 50 <i>Costo total de personal administrativo por rodamientos después de la propuesta.</i> ..	76
Tabla 51 <i>Costo total del transporte de cilindros para CAT 320.</i> .....	77
Tabla 52 <i>Costo por mano de obra por cilindros para CAT 320.</i> .....	77
Tabla 53 <i>Costo de personal administrativo por cilindros después de la propuesta.</i> .....	77
Tabla 54 <i>Costo total del transporte por retenes para CAT 320.</i> .....	78
Tabla 55 <i>Costo por mano de obra por retenes para CAT 320.</i> .....	78
Tabla 56 <i>Costo total de personal administrativo por cilindros después de la propuesta.</i> .....	78

Tabla 57 <i>Costo total de articulos no presupuestados después de la mejora.</i> .....	79
Tabla 58 <i>Costo total de pedido adicionales después de la propuesta.</i> .....	79
Tabla 59 <i>Tiempo por parada anual de operarios después de la mejora.</i> .....	80
Tabla 60 <i>Monetización anual por operarios después de mejora.</i> .....	80
Tabla 61 <i>Tiempo por parada anual de causas naturales después de la mejora.</i> .....	81
Tabla 62 <i>Monetización anual de paradas por causas naturales después de la mejora.</i> .....	81
Tabla 63 <i>Reducción de costos después de la mejora.</i> .....	82
Tabla 64 <i>Costo de implementación de herramienta de Ingeniería Industrial 1.</i> .....	82
Tabla 65 <i>Inversión para la herramienta de metodología ABC.</i> .....	83
Tabla 66 <i>Costo de implementación de herramientas de Ingeniería Industrial 3.</i> .....	84
Tabla 68 <i>Estado de resultados del Proyecto.</i> .....	85
Tabla 69 <i>Estructura del capital.</i> .....	85
Tabla 70 <i>Servicio de deuda.</i> .....	87
Tabla 71 <i>Tasa de interés del préstamo.</i> .....	87
Tabla 72 <i>Detalle de la amortización.</i> .....	87
Tabla 73 <i>Inversión.</i> .....	87
Tabla 74 <i>Flujo de caja económico y financiero</i> .....	88
Tabla 75 <i>Indicadores de evaluación.</i> .....	91
Tabla 76 <i>Demanda mensual de rodamientos para CAT 320.</i> .....	98
Tabla 77 <i>Demanda mensual de cilindros para CAT 320.</i> .....	98
Tabla 78 <i>Demanda mensual de retenes para CAT 320.</i> .....	98
Tabla 79 <i>Pronostico de la demanda de los rodamientos para CAT 320.</i> .....	99
Tabla 80 <i>Medida y desviación por demanda de los rodamientos para CAT 320.</i> .....	99
Tabla 81 <i>Simulación de variación para demanda de los rodamientos.</i> .....	100
Tabla 82 <i>Escenario de variación para demanda de los rodamientos para CAT 320.</i> .....	101
Tabla 83 <i>Resultado de escenarios para rodamientos CAT 320.</i> .....	102
Tabla 84 <i>Pronostico de la demanda de los cilindros para CAT 320.</i> .....	102
Tabla 85 <i>Medida y desviación por demanda de los cilindros para CAT 320.</i> .....	102
Tabla 86 <i>Simulación de variación para demanda de los cilindros para CAT 320.</i> .....	103

Tabla 87 <i>Escenario de variación para demanda de los cilindros para CAT 320.</i> .....	104
Tabla 88 <i>Resultado de escenarios de cilindros para CAT 320.</i> .....	105
Tabla 89 <i>Simulación de variación para demanda de retenes para CAT 320.</i> .....	105
Tabla 90 <i>Medida y desviación por demanda de los retenes para CAT 320.</i> .....	105
Tabla 91 <i>Simulación de variación para demanda de los retenes para CAT 320.</i> .....	106
Tabla 92 <i>Escenario para variación para demanda de los cilindros para CAT 320.</i> .....	107
Tabla 93 <i>Resultado de escenarios de retenes para CAT 320.</i> .....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Diagrama de flujos de procesos</i> .....	30
Figura 2. <i>Diagrama de Pareto de la empresa</i> .....	45
Figura 3. <i>Diagrama Ishikawa de la empresa</i> .....	46
Figura 4. <i>Estadística descriptiva de horas disponibles mensuales</i> .....	49
Figura 5. <i>Estadística descriptiva de total horas mensuales</i> .....	50
Figura 6. <i>Estadística descriptiva de horas de tiempo muerto</i> .....	50
Figura 7. <i>Estadística descriptiva de horas trabajadas mensuales</i> .....	51
Figura 8. <i>Estadística descriptiva de cantidad de rodamientos para CAT 320</i> .....	51
Figura 9. <i>Estadística descriptiva de cantidad de cilindros para CAT 320</i> .....	52
Figura 10. <i>Estadística descriptiva de cantidad de retenes para CAT 320</i> .....	52
Figura 11. <i>Prueba de normalidad de horas disponibles mensuales</i> .....	53
Figura 12. <i>Prueba de normalidad del total de horas mensuales</i> .....	53
Figura 13. <i>Prueba de normalidad de horas de tiempo muerto</i> .....	54
Figura 14. <i>Pruebas de normalidad de cantidad de rodamientos para CAT 320</i> .....	54
Figura 15. <i>Prueba de normalidad de cantidad de rodamientos para CAT 320</i> .....	55
Figura 16. <i>Prueba de normalidad de cantidad de retenes para CAT 320</i> .....	55
Figura 17. <i>Análisis de capacidad de procesos en la cantidad de rodamientos para CAT 320</i> .....	56
Figura 18. <i>Análisis de capacidad de procesos en la cantidad de rodadura</i> .....	56
Figura 19. <i>Análisis de capacidad de procesos en la cantidad de retenes</i> .....	57
Figura 20. <i>Modelo Kanvan: primer escenario</i> .....	63
Figura 21. <i>Modelo Kanvan: segundo escenario</i> .....	64

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar en qué medida la propuesta de mejora en mantenimiento y logística según teoría TPM, método ABC y Lean Manufacturing afecta en los costos de una empresa de transporte. En primer lugar, en el área de mantenimiento y logística se realizó el diagnóstico actual, determinando las causas raíces aplicando el diagrama de análisis de proceso, FODA, Ishikawa, donde se determina las principales causas en cada una de las áreas a trabajar, siendo la falta de un mantenimiento y la falta de un sistema de inventarios, en las cuales se aplicó un mantenimiento preventivo, con intervención del sistema Lean Manufacturing, modelo de tarjetas Kanvan, en el área de logística se implementó un sistema de clasificación mediante el método ABC determinando los materiales de mayor importancia. La investigación fue de observación directa análisis de documentos. Finalmente, la propuesta resultó ser económicamente viable y financieramente se obtuvo resultados positivos de VAN, TIR y B/C. La investigación concluyó mediante la aplicación de la propuesta mejorando los costos operativos se reducen en S/. 75,835.93.

**PALABRAS CLAVES:** Logística, Mantenimiento, ABC, Lean Manufacturing, Kanban.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En el entorno global, el sector de la construcción representa el 11-13% del PBI, se prevé que esa cifra crezca tanto como el 15% en los próximos cinco años, siendo la cifra representando por USD\$ 12 trillones de dólares (Migrant Work & Employment In The Construction Sector, s. f.). En el Perú, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el año pasado se generaron 937,578 puestos de trabajo en el sector construcción, con lo cual se reportó un retroceso de 11.1% respecto al 2019, cuando se registraron un millón 55,109 empleos (Ninahuanca, 2021). En La Libertad, el rubro de construcción ha sufrido una retracción. Sin embargo, ya ha iniciado un proceso de recuperación, porque el sector privado ha comenzado con sus proyectos de vivienda (LR, 2020a).

En 2021, el 42,5 % de las empresas en los Estados Unidos gastaron el 21-40 % de su presupuesto operacional en equipos/materiales de limpieza y mantenimiento (Infraspeak, 2021). El 88 % de las empresas industriales utilizan el mantenimiento preventivo (Infraspeak, 2021). En el Perú, a partir de ello vienen los de mantenimiento preventivo de equipos; es decir, de aire acondicionado, pozos a tierra, tableros eléctricos, luminarias, entre otros. Dentro de estos los más solicitados son los trabajos de gasfitería y los eléctricos (PERÚ, 2020).

La logística podría definirse, de una forma muy sencilla, como la herramienta imprescindible para que cualquier organización funcione de forma eficiente, consumiendo los mínimos recursos posibles, y eficaz, consiguiendo sus objetivos (School, 2021). El Perú se ubica en el décimo lugar en desempeño logístico en la Región. No obstante, cabe destacar que, según los datos entregados por el Banco Mundial, en la edición 2018, el país incaico registró su peor ranking histórico (83) y su menor puntaje general (Logistec, 2018). En la Libertad, el

50% de las empresas de logística de última milla cuenta con tecnología que permite dar trazabilidad; es decir, seguimiento a los envíos tanto ellos, como los clientes (N. E. C. PERÚ, 2021).

El sector construcción en República Dominicana, cuyo trabajo mueve importante parte de la economía nacional, con una tasa de crecimiento relativo en términos de valor agregado del PIB al 2019 de 10.5%, manteniéndose como la actividad de mayor incidencia en el crecimiento económico («Efectos del Covid-19 en el sector construcción», 2020). En el Perú, por efectos del Covid, el sector sufrirá una caída de su nivel de producción de 70% en el segundo trimestre del año y que podría terminarlo con 30% de merma de producto bruto sectorial (SITUACIÓN MUNDIAL COVID-19, s. f.). Este año la construcción sería el sector económico más afectado por la paralización de operaciones (SITUACIÓN MUNDIAL COVID-19, 2020).

Desde principios de año, el impacto del COVID-19 en el sector de la construcción ha afectado nada menos que a 3000 obras en Reino Unido, lo que supone que la suspensión de un 29 % del trabajo, equivalente a un 36 % del valor del trabajo, hasta caer al nivel más bajo de actividad en 11 años (Achilles, 2020). En el Perú, desde la promulgación del Decreto Supremo N.º 044-2020-PCM, a través del cual se declaró el estado de emergencia nacional a causa del coronavirus, el sector de la construcción se mantuvo en suspenso (LR, 2020). Específicamente de enero a setiembre de 2020 este rubro en La Libertad tuvo una caída del 17,8 % (LR, 2020).

Como antecedentes a trabajos relacionados al presente trabajo, se tiene en el ámbito internacional el “Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional” por autora Natalia Leandra Mansilla Del Valle con la finalidad de optar al título Profesional de Ingeniera en Alimentos ante la Universidad de Chile de la ciudad de

Santiago de Chile. El actual estudio consistió de implementar paso 5 de TPM, etapa fundamentada en la inspección de los procesos con el propósito de lograr una estandarización y la disminución pérdidas en la fabricación de chicle en dos líneas de producción llamadas línea 1 chicle sin azúcar y línea 2 chicle con azúcar. Para ambas líneas de producción de chicle, luego de la implementación de paso 5 y la estandarización del proceso, se demostró que se logró reducir la cantidad de defectos de calidad como productos no conformes (línea 1: 57 % y línea 2: 82 %); redujo las paradas de equipos por fallos de proceso, tales como el número total de fallos de proceso (línea 1: 54 % y línea 2: 2%), número de fallos de proceso del departamento calidad (línea 1: 68 % y línea 2: 45 %) y la variación de medida, principal causa de los fallos (línea 1: 13 % y línea 2: 27 %). También se redujo los impactos ambientales mediante el uso racional de recursos: el scrap disminuyó un 27 % en la línea 1 y un 13 % en la línea 2; reproceso disminuyó un 48 % en la línea 1 y un 100 % en la línea. Se demostró que la metodología paso 5 de TPM, centrada en la estandarización del proceso, redujo en las pérdidas de fabricación de chicle (Mansilla del Valle, 2011).

Entre los antecedentes internacionales se seleccionó la “Diseño de un sistema de almacenamiento y control de inventarios basado en el sistema abc aplicado en la empresa gestión directa sas” por los autores Claudia Milena León Ricaurte y Orlando Pimienta Páez con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Industrial ante la Universidad de la Costa de la Ciudad de Barranquilla. El presente una propuesta de investigación, en el que se tomó como estudio los procesos de almacenamiento y control de inventarios de una empresa en la ciudad de Barranquilla, se hizo énfasis especialmente en el diseño estratégico de la bodega de producto terminado, diseñando un sistema de almacenamiento y control de inventarios basado en el sistema ABC; gracias a esto fue posible desarrollar un sistema de almacenamiento y control de inventarios basado en el sistema ABC. A través de este sistema se logró a la clasificación de

los productos, se determinó que la clasificación de uso por venta para los productos del tipo A es de 61,30 %, mientras que a los productos de la clase B es de 23,20%, y el 4% corresponde al resto de los productos, que respectivamente son de clase C.(Ricaurte & Paez, 2015)

Entre los antecedentes nacionales se seleccionó la “Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca S.A.A” por el autor Ing, Lucio Antonio Llontop Mendoza, presentando para optar el grado académico de Maestro de Ingeniería Industrial con mención en gestión de operaciones y logística ante la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Escuela de Postgrado. El trabajo tuvo como propósito la implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca S.A.A, donde se enfocó en la situación actual de la compañía mediante un análisis determinó cómo está realizando y de que forma el mantenimiento causó la disminución en el proceso de extracción de jugo de caña, dando origen a pérdidas económicas en la productividad. Por tal motivo realizó un diagnóstico basado en la identificación de las pérdidas ocasionadas en el área de extracción de jugo de caña, calculó la efectividad global de los equipos en el área de extracción de jugo de caña, utilizó mantenimiento total productivo apoyado con el mantenimiento autónomo y realizó un análisis costo beneficio de la propuesta disminuyendo las pérdidas de la productividad. la propuesta se basó en el análisis de la eficiencia global de las distintas maquinarias, del cual se determinó en qué medida se pudo reducir los tiempos muertos, a través de la propuesta de mantenimiento aplicada Una vez identificado la OEE de los equipos, determinó que un correcto mantenimiento, para una molienda de 252 138,24 t de caña se obtuvo

antes 28 540,65 t de azúcar, con la mejora llegó a 29 093,4 t de azúcar, recuperando 552,72 t de azúcar (Llontop, 2018).

Como segundo antecedente nacional se tiene el trabajo de Núñez, J.; Tapia, Y. en “Propuesta de mejora para reducir las demoras en la entrega de pedidos fuera de tiempo por ineficiencias de procesos productivos aplicando herramientas para una empresa MYPE del sector metalmeccánico en Lima”, presentando ante la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas con la finalidad de optar el grado de Bachiller en Ingeniería Industrial. El presente estudio tuvo como finalidad reducir la tasa de incumplimiento en la entrega de pedidos; para ello, se propuso la implementación de herramientas Lean como la metodología 5S, la aplicación del TPM y el uso de pruebas de errores (Poka Yoke). Estas herramientas permitieron contrarrestar las causas principales del problema disminuyendo los retrasos y aumentando la productividad. El Programa IndustryWeek, proporcionó información clave, análisis de tendencias como conocimientos operativos e investigación mencionan que las plantas de clase mundial totalmente logradas informaron una entrega a tiempo del 90% o mejor. Sin embargo, el KPI de los pedidos entregados a tiempo en la empresa metalmeccánica es 53.12 %. La validación de la propuesta desarrollada se llevó a cabo con el software Promodel. Con los resultados obtenidos, se determinó la reducción del tiempo en el sistema en 15%, aumentando así la tasa de entrega a tiempo. También, se mejoró otros aspectos como el tiempo productivo (46.88%), porcentaje de utilización (9.11%) y las unidades defectuosas (13.89%). El problema descrito en esta investigación puede darse en muchas empresas del mismo sector metalmeccánico e incluso diferentes, es por ello que este estudio puede servir de ejemplo para dar solución a los problemas de otras industrias e incluso incentivar a lograr mejoras más significativas mejorando las herramientas aplicadas en la presente investigación (Nuñez & Tapia, 2020). En el ámbito local se seleccionó la “Implementación de un sistema logístico para

reducir costos de inventarios en la botica la luz S.A.C. Trujillo 2017” por el autor Juan Carlos Campos Llanos con la finalidad de obtener el título profesional de ingeniero industrial ante la universidad privada del Norte; El presente trabajo tiene como objetivo general el Diseño de un Sistema Logístico para Reducir Costos de Inventarios en la empresa La Luz S.A.C., El diagnostico abarca el área logística de la empresa, tomando como punto principal la reducción de los costos operativos. El pronóstico de la demanda se desarrolló en base a las ventas del último trimestre, el sistema ABC ayudo a la priorización de los productos de alta, baja rotación y además para determinar los productos que más utilidad proporciona a la empresa y la gestión de los inventarios a través del sistema P ayudo a obtener el nivel objetivo de los inventarios.

Como ya se mencionó la Botica la Luz no cuenta con ningún tipo de método o técnica cuantitativa para la gestión del área logística, es por ello que se propuso la en primera instancia una clasificación ABC de todos los laboratorios y productos, dando como resultado 2 laboratorios y un total de 298 productos en la clasificación A, 5 laboratorios y 512 productos en la clasificación B y 13 laboratorios y 767 productos en la clasificación C. En lo que concierne al pronóstico de la demanda se realizó por el medio del método estacional multiplicativo, se decidió por este método por ser el que tiene el menor error de pronostico y por presentar estacionalidad. En la gestión de inventarios se decidió por utilizar el sistema P, debido a la gran cantidad productos, teniendo como resultado una reducción del costo de los inventarios en un 20.34% (19,662.86 soles) el cual sería el nivel del inventario objetivo y finalmente en lo que concierne a la gestión de compras se realizó una clasificación de los proveedores, cronograma de pedido de compras y recepción de mercadería y finalmente se realizó una herramienta de compras el cual nos permitirá identificar los errores en las compras (Goicochea, 2019).Adicional a ello en el ámbito nacional la “Propuesta De Mejora En La Gestión Logística Para Incrementar La Rentabilidad De Una Empresa Constructora En el

Departamento De La Libertad” por el autor Lyng Carlos Barreto Amaya con la finalidad de optar por el título profesional de ingeniero industrial ante la Universidad Privada del Norte; El presente trabajo consiste en la elaboración de una propuesta de mejora para incrementar la rentabilidad de una empresa constructora en el departamento de La Libertad y se desarrolló en el área logística. Los resultados que se obtienen por las propuestas de mejora en la empresa constructora en el departamento de La Libertad, indican que la rentabilidad aumenta en S/ 36,461.26 anuales. Las herramientas de mejora propuestas incluyen la Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP), la cual genera un aumento de la rentabilidad de S/9,105.00, correspondiendo al 24.97% del aumento de la rentabilidad total obtenida, el Sistema ABC, contribuyendo con un incremento de la rentabilidad de S/6,308.20 (17.30% del incremento total de la rentabilidad), la propuesta de la Codificación de materiales, la cual contribuye con un aumento de S/13,750.00 (37.71% de la rentabilidad total) y el Proceso de compras, el cual genera un aumento de la rentabilidad de S/7,298.06, correspondiendo al 20.02% del incremento total de la rentabilidad obtenida (Carlos Campos Llanos, 2017).

En la sección de bases teóricas, el Mantenimiento, como un conjunto de técnicas que tiene como objetivo conservar aparatos e instalaciones para que estén en servicio durante el mayor tiempo posible (Guerrero, 2015). Teniendo objetivos fundamentales mantener la disponibilidad como la confiabilidad de las funciones que desarrolla un sistema (Guerrero, 2015). Asimismo, El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos, se puede definir como conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene (Lefcovich, 2009). Teniendo el concepto claro de mantenimiento, se desglosa en tipos de mantenimientos, tales como el mantenimiento Correctivo, siendo este el conjunto de tareas que se ejecutan en una instalación con el objetivo de reparar una falta una vez esta se manifiesta

(Guerrero, 2015). Dividiendo el mantenimiento correctivo en programado y no programado (Boero, 2020). En el primer tipo, consiste en reparar la avería una vez que se dispone de la mano de obra, herramientas, materiales y demás recursos necesarios para ejecutar satisfactoriamente; en el no programado, la reparación de la falla se efectúa justo cuando se ha manifestado (Lefcovich, 2009).

Este tipo de mantenimiento tiene como ventajas de que no genera gastos fijos, no es necesario planificar ninguna actividad previa (Guerrero, 2015). No es necesario planificar ninguna actividad previa (Guerrero, 2015). La inversión económica se efectúa únicamente al momento en el que es necesario reparar la avería (Boero, 2020).

Como contraparte, la fiabilidad del funcionamiento de la instalación se vuelve impredecible (Guerrero, 2015). No se puede diagnosticar correctamente la naturaleza de una avería (Guerrero, 2015). Las averías y comportamientos anómalos de la instalación ponen en riesgo tanto a la integridad de la propia instalación como la de las personas o el medioambiente debido a los posibles accidentes que puedan derivar de las fallas (Lefcovich, 2009).

Otro tipo de mantenimiento, predictivo, definiéndose como el conocimiento permanente del estado y operatividad de los equipos mediante la medición de determinadas variables (Boero, 2020). Donde los cambios de las variables determinan la intervención o no del servicio de mantenimiento (Boero, 2020). Este mantenimiento permite conocer el funcionamiento de la máquina desde el punto de vista de la producción y el estado del equipo respecto a sus componentes (Lefcovich, 2009). La ventaja de la aplicación de este tipo de mantenimiento radica en que siempre se tiene conocimiento del estado del aparato sobre el que se ejecuta el mantenimiento (Guerrero, 2015). Donde prácticamente se elimina la probabilidad de que se produzcan averías repentinas (Guerrero, 2015). Se tiene conocimiento de los daños

sufridos tras una avería, lo cual permite planificar su sustitución en el momento más conveniente (Boero, 2020). Las piezas necesarias para la reparación se pueden obtener con más antelación (Lefcovich, 2009). Con este tipo de mantenimiento se tiende a elevar considerablemente la seguridad en la instalación (Boero, 2020).

Como contraparte, este tipo de mantenimiento presenta elevados costes de inversión inicial tanto en tecnología como en formación (Boero, 2020). Dos de las tecnologías más populares en este tipo de mantenimiento son: el análisis de vibraciones y la termografía infrarroja (Guerrero, 2015). La inversión inicial se rentabiliza a medio y largo plazo (Boero, 2020).

Como tercer tipo de mantenimiento, Preventivo, consiste en efectuar las tareas de reemplazo o reparación antes de que las averías sucedan para así dar tiempo en solventarlas sin afectar el servicio e integridad de la instalación (Guerrero, 2015). Teniendo en cuenta que la frecuencia con la que se realiza este tipo de actividades puede estar programada y dependerá fundamentalmente del estado y de la vida útil del elemento en cuestión (Lefcovich, 2009). Se debe tener en cuenta que el mantenimiento preventivo no evita que se efectúen reparaciones ni el coste que supone efectuarlas (Boero, 2020). Sin embargo, en contraste a ello, se puede evitar las consecuencias negativas que se originaría si se espera a que el fallo aparezca (Boero, 2020). Teniendo en cuenta esos conceptos de mantenimiento, existe el TPM, Mantenimiento Productivo Total, siendo este un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos (Lefcovich, 2009). Las seis grandes pérdidas se hayan directa o indirectamente relacionados con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos: tiempos muertos, funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos, productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo (Guerrero, 2015). Con la finalidad de poder hacer factible la producción “Just In

Time”, la cual tiene objetivos primordiales la eliminación sistemática de pérdidas (Lefcovich, 2009).

El TPM, en la actualidad, es uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, posteriormente alcanzar la competitividad total (Lefcovich, 2009). Se define como una metodología de mejora que permite la continuidad de la operación, en los equipos y plantas (Socconini, 2019). Introduciendo conceptos como prevención, cero accidentes, cero defectos, participación total de las personas (Socconini, 2019).

Teniendo una tendencia a mejorar cada vez más la competitividad, supone a elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste (Lefcovich, 2009). El TPM está conjuntamente relacionado con el TQM, la calidad total.(Boero, 2020).

La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos (Lefcovich, 2009). Teniendo objetivos principales la reducción de averías en los equipos, tiempos de espera y de preparación de equipos (Guerrero, 2015). La importancia del TPM radica en la eliminación de los seis grandes desperdicios o mudas (Socconini, 2019).La aplicación integral del TPM debe incluir mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planeado, mantenimiento de calidad, capacitación y seguridad (Socconini, 2019). Con la finalidad de las seis grandes pérdidas; tiempos muertos por paros inesperados, tiempos muertos por cambio de productos, paros menores, reducciones de velocidad, defectos en el proceso, defectos por arranque y cambio de productos (Guerrero, 2015). Cómo combatir las seis grandes pérdidas en los equipos (Socconini, 2019).

Tiempo disponible=Tiempo total-tiempo planeado

Tiempo disponible

Ecuación 2. Tiempo disponible

Tiempo operativo=tiempo total-tiempo planeado-tiempo muerto

Tiempo operativo

Tiempo muerto=tiempo de descomposturas+tiempo de cambio de producto

Tiempo muerto

DISPONIBILIDAD=((Tiempo disponible-Tiempo muerto))/(Tiempo disponible)

Disponibilidad

EFICIENCIA=(Producción total)/(( Tiempo operativo\*capacidad) )

Eficiencia

Ecuación 6. Eficiencia

CALIDAD=((Producción total-defectos y reprocesos))/(Producción Total)

Calidad

Ecuación 7. Calidad

OEE=Disponibilidad\*Eficiencia\*Calidad

OEE

El análisis ABC sirve para clasificar los artículos del inventario disponible en tres grupos en función del número y del valor (ProQuest Ebook Central, s. f.). Este análisis es una aplicación a los inventarios de lo que se conoce como principio o ley de Pareto o ley 20-80,

según la cual la mayor parte del valor de un conjunto (aproximadamente el 80%) se concentra en unos pocos elementos del mismo (aproximadamente el 20%), mientras que la gran mayoría de ellos (80%) suponen un pequeño valor (20%) (ProQuest Ebook Central, s. f.).

La filosofía Lean Manufacturing es el nombre que recibe el sistema justo a tiempo en occidente (Socconini, 2019). También denominada manufactura de clase mundial y sistema de producción Toyota (Socconini, 2019). Se define como un proceso continuo y sistemática de identificación y eliminación de desperdicios o excesos (Cuatrecasas, 2011). Entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo (Cuatrecasas, 2011).

El verdadero Lean Manufacturing radica en descubrir continuamente las oportunidades de mejorar que esconde cada empresa (Socconini, 2019). Se trata de crear una forma de vida en la que se reconozca que los desperdicios existen y siempre serán un reto para aquellos que estén dispuestos a eliminarlos (Socconini, 2019). Donde se debe entender que Lean Manufacturing es una tarea incansable e ininterrumpida para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficientes (Cuatrecasas, 2011).

Las 5'S constituyen una disciplina para lograr mejorar en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza (Socconini, 2019). Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, con beneficio a largo plazo (Cuatrecasas, 2011). Estas cinco etapas vienen a ser, en orden, Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Seitsuke (Cuatrecasas, 2011).

Donde Seiri, organización, disponer los puestos de trabajo con los elementos que le son propios y eliminar aquellos que no tienen utilidad en o cerca de los mismos y estorban (Cuatrecasas, 2011). Un sistema muy empleado para ello, consiste en adherir etiquetas rojas a

todos aquellos elementos que se sospecha que no deberian estar en el puesto de trabajo y esperar un tiempo prudencial para proceder a eliminarlos (Cuatrecasas, 2011). Seiton, orden, los elementos que componen el puesto de trabajo, una vez que se han organizado, deben ordenarse, de forma que se puedan identificar rapidamente la ubicación de cualquiera de ellos por naturaleza (Socconini, 2019).

Seiso, limpieza, todos los elementos que componen el puesto de trabajo deben estar permanentemente limpios y en orden de funcionamiento (Socconini, 2019). Seiketsu, estandarización, los procedimientos para alcanzar los objetivos de los tres primeras S, deben dotarse del método adecuado para que puedan implementarse con la maxima facilidad posible, cuando alcancen este punto será importante su estandarizacion para asegurar su correcta aplicación (Cuatrecasas, 2011). Shitsuke, disciplina, de acuerdo a los procedimiento estandarizados, se repitan éstos cada vez que correspondan y no solo cuando el tiempo y la motivacion lo permitan (Socconini, 2019). Kanban, el sistema estirar (Pull System) es un sistema de comunicación que permite controlar la produccion, sincronizar los procesos de manufacturar con los requerimientos del cliente y apoyar fuertemente la programacion de la producción (Socconini, 2019). Las utilidades de esta herramienta radica en evitar la sobreproducción, permite trabajar con bajos inventarios, garantiza a los clientes que reciban los productos a tiempo, permite fabricar solo lo necesario (Socconini, 2019). El promedio de implementación del Kanvan radica entorno a las dos semanas (Cuatrecasas, 2011).

$$\text{Kanvan} = D * TE * U * (1 + \% VD)$$

Ecuación para medir Kanban

D = Demanda Semanal.

TE = Tiempo de entrega en semanas.

U = Números de ubicaciones.

% VD = Nivel de variación de la demanda.

El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema (Luzángela, 2014). Se conoce también como diagrama Ishikawa o diagrama de espina de pescado (Socconini, 2019). Se utiliza en las fases de diagnóstico y solución de la causa (Luzángela, 2014).

Lean Manufacturing es una metodología orientada a la eliminación, o al menos, reducción de desperdicios en los procesos productivos. Esta herramienta es un vehículo para ordenar todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto (Luzángela, 2014). Permite, por tanto, lograr conocimientos de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos (Luzángela, 2014). Es importante, tener en cuenta, que el diagrama causa-efecto presenta y organiza teorías, pero cuando estas son contrastadas con datos podemos probar las causas de los fenómenos (Socconini, 2019).

## 1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y logística, aplicando herramientas Lean Manufacturing, incide en los costos de una empresa de transporte, Trujillo, 2021?

## 1.3. Objetivos

Objetivo general

Determinar en qué medida la propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y logística, aplicando herramientas Lean Manufacturing, incide en los costos de una empresa de transportes, Trujillo, 2021

## Objetivos específicos

Analizar las pérdidas económicas en mantenimiento y logística, determinar los costos actuales.

Diseñar la propuesta de mejora según teoría TPM, método ABC y Lean Manufacturing.

Calcular los costos de mantenimiento y logística después de la aplicación de la propuesta de mejora.

Evaluar económicamente y financieramente la propuesta.

### **1.4. Hipótesis**

La propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y logística, aplicando herramientas Lean Manufacturing, reduce los costos en 50% de una empresa de transportes ,Trujillo, 2021

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La población está conformado por todos los procesos que se desarrollan en las áreas de mantenimiento y logística de la empresa a diagnosticar; área de mantenimiento se tienen en cuenta la programación de mantenimiento, administración de equipos y máquinas, seguimiento mediante reportes que informe el desempeño de los equipos y máquinas; área de logística está compuesta por todos los procesos que se desarrollen en el almacén; compra, verificación y recepción de artículos; búsqueda preparación, verificación, traslado de artículos. La muestra es de tipo censal debido a la cantidad de procesos, área de mantenimiento, programación de mantenimiento, administración de equipos y máquinas, seguimiento mediante reportes que informe el desempeño de los equipos; área de logística, de misma forma es de tipo censal debido a la cantidad de procesos, compra, verificación y recepción de artículos; búsqueda preparación, verificación, traslado de artículos. El presente trabajo de investigación es del tipo Diagnóstica y Propositiva; en el proceso se explicará la recolección de datos y aplicación de los mismos.

**Tabla 1.**

*Técnica e instrumentos para recolectar*

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADOS EN
Observación directa	Se emplea la técnica ya que permite contabilizar y tener un control de los diferentes equipos y máquinas en mantenimiento y logística	Cuaderno de apuntes, cámara fotográfica, grabadora de voz.	En el área de mantenimiento y logística de la empresa
Análisis de documentos	Permite comprender información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de mantenimiento y logística	Microsoft Word y Excel.	En el área de mantenimiento y logística de la empresa

Observación directa

Objetivo:

Recolectar la información de entradas y salidas de cada artículo de almacén, asimismo, con los fallos o averías de la maquinaria.

Procedimiento:

Se registra de manera específica la cantidad de artículos que ingresan al almacén, esto involucra precisar la unidad de contabilidad, puede ser: und. De igual manera se realiza con los artículos de salida. Asimismo, con las fallas y averías, llevando una contabilidad exacta.

Instrumento:

Formato de “Registro de Entradas y Salidas de artículos”

Formato de “Registro de fallos”

Análisis de documentos

Objetivo:

Recolectar la data histórica de la empresa.

Procedimiento:

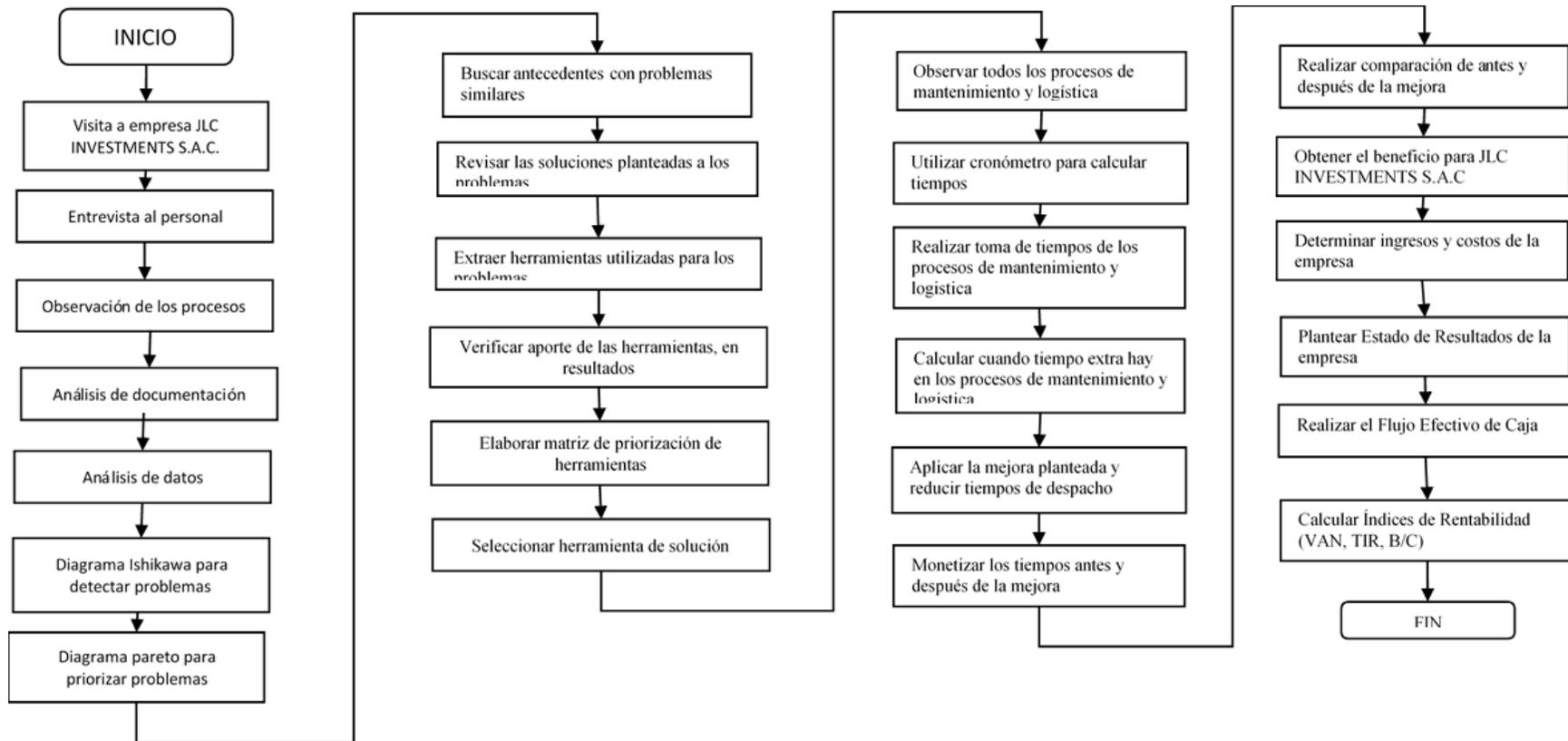
Se revisa los documentos anexados por parte de la empresa, se organiza de manera detalla los datos más relevantes para el estudio.

Instrumento:

Microsoft Word y Excel.

**Figura 1.**

*Diagrama de flujos de procesos*



**Tabla 2.**

*Matriz Operacionalización de Variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> <b>Lean Manufacturing</b>	Lean Manufacturing es una metodología orientada a la eliminación, o al menos, reducción de desperdicios en los procesos productivos	El proyecto se basará en lograr una mejor gestión de áreas, para lo cual se aplicará la filosofía Lean Manufacturing,	Tiempo total	<i>Tiempo disponible + tiempo planeado</i>	Ordinal
			Tiempo Disponible	<i>Tiempo total – tiempo planeado</i>	Ordinal
			Tiempo operativo	<i>Tiempo total – tiempo empleado – tiempo muerto</i>	Ordinal
			Tiempo Muerto	<i>Tiempo de descomposturas + tiempo de cambio de producto</i>	Ordinal
			Disponibilidad	$\frac{(Tiempo\ disponible - Tiempo\ muerto)}{Tiempo\ disponible}$	Ordinal
			Eficiencia	$\frac{Producción\ Total}{(Tiempo\ operativo * capacidad)}$	Ordinal
			Calidad	$\frac{(Producción\ total - defectos\ y\ reprocesos)}{Producción\ total}$	Ordinal
			OEE	<i>Disponibilidad * eficiencia * calidad</i>	Ordinal

	El proyecto se basará en lograr una mejor gestión de logística, con la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing, 5s.	Frecuencia de uso	$Frecuencia\ de\ uso = \frac{Unidades\ utilizadas}{periodo\ determinado\ (día,\ mes,\ año)}$	Razón	
		Nivel de stock	$\frac{Cantidad\ de\ productos\ en\ almacén}{Cantidad\ de\ productos\ requeridos} \times 100\%$	Ordinal	
		Nivel de rotación de productos de almacén	$\frac{Cantidad\ de\ productos\ sin\ nivel\ de\ rotación}{Cantidad\ de\ productos\ requeridos} \times 100\%$	Ordinal	
		Stock de seguridad	$SS = Z * \sigma DL$	Ordinal	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> <b>Costos</b>	Elevada cantidad de pago por algo	Son los costos generados por problemas administrativos, logísticos, de gestión en las diferentes áreas, con los clientes.	Costo de pedido	$Costo\ de\ transporte + costo\ de\ hora\ hombre +$	Ordinal
			Tiempos de búsqueda	$Tiempos\ muertos\ por\ búsqueda * costo\ de\ hora\ promedio$	Ordinal
			Existencias insuficientes	$Costo\ por\ hora * hora\ de\ demora$	Ordinal

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

**Tabla 3.**

*Tiempo por paradas por falta de mantenimiento*

<b>MES</b>	<b>MINUTOS PROMEDIO/DIA</b>	<b>HORAS PROMEDIO/DIA</b>	<b>DÍAS LABORALES</b>	<b>TIEMPO POR PARADA(HR-MES)</b>
Ene-20	90	1.5	22	33
Feb-20	72	1.2	24	28.8
Mar-20	120	2.0	11	22
Abr-20	0	0.0	0	0
May-20	0	0.0	0	0
Jun-20	78	1.3	26	33.8
Jul-20	18	0.3	27	8.1
Ago-20	6	0.1	26	2.6
Set-20	9	0.2	26	3.9
Oct-20	30	0.5	27	13.5
Nov-20	36	0.6	25	15
Dic-20	12	0.2	24	4.8

**Tabla 4.**
*Monetización de tiempo por paradas por falta de mantenimiento*

MES	TIEMPO POR PARADA(HR-MES)	COSTO MENSUAL
Ene-20	33	S/ 6,600.00
Feb-20	28.8	S/ 5,760.00
Mar-20	22	S/ 4,400.00
Abr-20	0	S/ -
May-20	0	S/ -
Jun-20	33.8	S/ 6,760.00
Jul-20	8.1	S/ 1,620.00
Ago-20	2.6	S/ 520.00
Set-20	3.9	S/ 780.00
Oct-20	13.5	S/ 2,700.00
Nov-20	15	S/ 3,000.00
Dic-20	4.8	S/ 960.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 33,100.00</b>

**Tabla 5.**
*Tiempo por paradas por daños en el proceso*

MES	MINUTOS PROMEDIO/DIA	HORAS PROMEDIO/DIA	DIAS LABORALES	TIEMPO POR PARADA(HR-MES)
Ene-20	60	1.0	22	22
Feb-20	12	0.2	24	4.8
Mar-20	24	0.4	11	4.4
Abr-20	0	0.0	0	0
May-20	0	0.0	0	0
Jun-20	72	1.2	26	31.2
Jul-20	30	0.5	27	13.5
Ago-20	78	1.3	26	33.8
Set-20	52.2	0.9	26	22.62
Oct-20	120	2.0	27	54
Nov-20	9	0.2	25	3.75
Dic-20	6	0.1	24	2.4

**Tabla 6.**
*Monetización de tiempos de parada por daños en el proceso*

MES	TIEMPO POR PARADA(HR-MES)	COSTO MENSUAL
Ene-20	22	S/ 4,400.00
Feb-20	4.8	S/ 960.00
Mar-20	4.4	S/ 880.00
Abr-20	0	S/ -
May-20	0	S/ -
Jun-20	31.2	S/ 6,240.00
Jul-20	13.5	S/ 2,700.00
Ago-20	33.8	S/ 6,760.00
Set-20	22.62	S/ 4,524.00
Oct-20	54	S/ 10,800.00
Nov-20	3.75	S/ 750.00
Dic-20	2.4	S/ 480.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 38,494.00</b>

**Tabla 7.**
*Costo total de transporte por rodamientos para CAT-320*

<b>PEDIDOS ADICIONAL DE RODAMIENTOS PARA CAT 320</b>					
MESES	CANTIDAD	U.M.	TRANSPORTE POR PEDIDOS	COSTO DE TRANSPORTE	
Ene-20	1	UND	1	S/	14.00
Feb-20	3	UND	1	S/	17.00
Mar-20	3	UND	2	S/	24.00
Abr-20	0	UND	0	S/	-
May-20	0	UND	0	S/	-
Jun-20	7	UND	2	S/	24.00
Jul-20	4	UND	1	S/	12.00
Ago-20	7	UND	2	S/	24.00
Set-20	2	UND	1	S/	12.00
Oct-20	2	UND	2	S/	17.00
Nov-20	3	UND	2	S/	16.00
Dic-20	2	UND	3	S/	25.00
<b>COSTO PEDIDO DE RODAMIENTOS PARA CAT 320</b>				<b>S/</b>	<b>340.00</b>

**Tabla 8.**
*Costo de mano de obra por rodamiento para CAT -320*

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>	<b>U.M.</b>	<b>TOTAL</b>
Cantidad de pedido de rodamientos para CAT 320	UND.	34
Tiempo de transporte (Camión- Almacén)	MIN.	759.9
Costo por Hora (Operario)	S/.	S/ 7.55
<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>S/ 95.62</b>

**Tabla 9.**
*Costo de personal administrativo para rodamiento para CAT-320*

<b>Personal Administrativo</b>					
<b>Cargo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sueldo/Mes</b>	<b>Sueldo/horas</b>		
Administrador	1	S/ 930.00	S/	4.84	
Contador	1	S/1,000.00	S/	5.21	
<b>Costos administrativos</b>					
Costo del administrador y contabilidad			S/	43.56	
Internet			S/	2.49	
<b>Total</b>			<b>S/</b>	<b>46.05</b>	

**Tabla 10.**
*Costo de transporte de cilindros para CAT-320*

<b>PEDIDOS ADICIONAL DE CILINDROS PARA CAT 320</b>					
<b>MESES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>U.M.</b>	<b>TRANSPORTE POR PEDIDOS</b>	<b>COSTO DE TRANSPORTE</b>	
Ene-20	2	UND	1	S/	14.00
Feb-20	3	UND	1	S/	17.00
Mar-20	2	UND	2	S/	24.00
Abr-20	0	UND	0	S/	-
May-20	0	UND	0	S/	-
Jun-20	1	UND	4	S/	24.00
Jul-20	2	UND	1	S/	12.00
Ago-20	1	UND	2	S/	24.00
Set-20	1	UND	1	S/	12.00
Oct-20	2	UND	1	S/	17.00
Nov-20	2	UND	1	S/	16.00
Dic-20	1	UND	2	S/	25.00
<b>COSTO PEDIDO DE CILINDROS PARA CAT 320</b>				<b>S/</b>	<b>330.00</b>

**Tabla 11.**
*Costo de mano de obra por cilindros para CAT-320*

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>	<b>U.M.</b>	<b>TOTAL</b>
Cantidad de pedidos de cilindros para CAT 320	UND.	17
Tiempo de transporte (Camión-Almacén)	MIN.	831.5
Costo por Hora (Operario)	S/.	S/ 7.55
<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>S/ 104.63</b>

**Tabla 12.**
*Costo de personal administrativo por cilindros para CAT-320*

<b>Personal Administrativo</b>				
<b>Cargo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sueldo/Mes</b>	<b>Sueldo/horas</b>	
Administrador	1	S/ 930.00	S/	4.84
Contador	1	S/1,000.00	S/	5.21
<b>Costos administrativos</b>				
Costo del administrador y contabilidad			S/	43.56
Internet			S/	2.49
<b>Total</b>			<b>S/</b>	<b>46.05</b>

**Tabla 13.**
*Costo de transporte por retener para CAT-320*

<b>PEDIDOS ADICIONAL DE RETENES PARA CAT 320</b>					
<b>MESES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>U.M.</b>	<b>TRANSPORTE POR PEDIDOS</b>	<b>COSTO DE TRANSPORTE</b>	
Ene-20	2	UND	2	S/	14.00
Feb-20	1	UND	1	S/	19.00
Mar-20	1	UND	2	S/	22.00
Abr-20	0	UND	0	S/	-
May-20	0	UND	0	S/	-
Jun-20	1	UND	3	S/	24.00
Jul-20	2	UND	1	S/	18.00
Ago-20	3	UND	2	S/	24.00
Set-20	1	UND	1	S/	12.00
Oct-20	2	UND	1	S/	15.00
Nov-20	2	UND	1	S/	16.00
Dic-20	1	UND	1	S/	22.00
<b>COSTO PEDIDO DE RETENES PARA CAT 320</b>				<b>S/</b>	<b>294.00</b>

**Tabla 14.**
*Costo de mano de obra de retener para CAT-320*

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>	<b>U.M.</b>	<b>TOTAL</b>
Cantidad de pedidos de retenes para CAT 320	UND.	16
Tiempo de transporte (Camión-Almacén)	MIN.	831.5
Costo por Hora (Operario)	S/.	S/ 7.55
<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>S/ 104.63</b>

**Tabla 15.**
*Costo de personal administrativo para retener para CAT-320*

<b>Personal Administrativo</b>				
<b>Cargo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sueldo/Mes</b>	<b>Sueldo/horas</b>	
Administrador	1	S/ 930.00	S/	4.84
Contador	1	S/1,000.00	S/	5.21
<b>Costos administrativos</b>				
Costo del administrador y contabilidad			S/	43.56
Internet			S/	2.49
<b>Total</b>			<b>S/</b>	<b>46.05</b>

**Tabla 16.**
*Costos totales de materiales no presupuestados*

<b>COSTO TOTAL MATERIALES NO PRESUPUESTADOS</b>						
<b>ARTICULO</b>	<b>U.M.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>C.UNITARIO</b>		<b>COSTO TOTAL</b>	
Rodamientos CAT 320	UND	34	S/ 1,064.00	S/	36,176.00	
Cilindros CAT 320	UND	17	S/ 750.00	S/	12,750.00	
Retenes CAT 320	UND	16	S/ 1,350.00	S/	21,600.00	
<b>COSTO TOTAL POR ARTICULOS NO PRESUPUESTADOS</b>					<b>S/</b>	<b>70,526.00</b>

**Tabla 17.**
*Tiempo por parada por inasistencia de operarios*

MES	MINUTOS PROMEDIO/DIA	HORAS PROMEDIO/DIA	DIAS LABORALES	TIEMPO POR PARADA(HR-MES)
Ene-20	10.2	0.17	22	3.74
Feb-20	18	0.30	24	7.2
Mar-20	0	0.00	11	0
Abr-20	0	0.00	0	0
May-20	0	0.00	0	0
Jun-20	9	0.15	26	3.9
Jul-20	16.8	0.28	27	7.56
Ago-20	6	0.10	26	2.6
Set-20	60	1.00	26	26
Oct-20	90	1.50	27	40.5
Nov-20	15	0.25	25	6.25
Dic-20	30	0.50	24	12

**Tabla 18.**
*Monetización de inasistencia de operarios*

MES	TIEMPO POR PARADA(HR-MES)	COSTO MENSUAL
Ene-20	3.74	S/ 748.00
Feb-20	7.2	S/ 1,440.00
Mar-20	0	S/ -
Abr-20	0	S/ -
May-20	0	S/ -
Jun-20	3.9	S/ 780.00
Jul-20	7.56	S/ 1,512.00
Ago-20	2.6	S/ 520.00
Set-20	26	S/ 5,200.00
Oct-20	40.5	S/ 8,100.00
Nov-20	6.25	S/ 1,250.00
Dic-20	12	S/ 2,400.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 21,950.00</b>

**Tabla 19.**
*Tiempo por parada por causas naturales*

MES	MINUTOS PROMEDIO/DIA	HORAS PROMEDIO/DIA	DIAS LABORALES	TIEMPO POR PARADA(HR-MES)
Ene-20	108	1.8	22	39.6
Feb-20	60	1	24	24
Mar-20	0	0	11	0
Abr-20	0	0	0	0
May-20	0	0	0	0
Jun-20	0	0	26	0
Jul-20	0	0	27	0
Ago-20	0	0	26	0
Set-20	66	1.1	26	28.6
Oct-20	0	0	27	0
Nov-20	21	0.35	25	8.75
Dic-20	60	1	24	24

**Tabla 20.**
*Monetización de tiempo por parada de causas naturales*

MES	TIEMPO POR PARADA(HR-MES)	COSTO MENSUAL
Ene-20	39.6	S/ 7,920.00
Feb-20	24	S/ 4,800.00
Mar-20	0	S/ -
Abr-20	0	S/ -
May-20	0	S/ -
Jun-20	0	S/ -
Jul-20	0	S/ -
Ago-20	0	S/ -
Set-20	28.6	S/ 5,720.00
Oct-20	0	S/ -
Nov-20	8.75	S/ 1,750.00
Dic-20	24	S/ 4,800.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 24,990.00</b>

**Tabla 21.**
*Monetización de tiempo por demora en el transporte*

<b>MES</b>	<b>HORA POR MES</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Ene-20	2	S/ 2,400.00
Feb-20	1	S/ 1,200.00
Mar-20	0	S/ -
Abr-20	0	S/ -
May-20	0	S/ -
Jun-20	3	S/ 3,600.00
Jul-20	2	S/ 2,400.00
Ago-20	1.5	S/ 1,800.00
Set-20	1	S/ 1,200.00
Oct-20	2	S/ 2,400.00
Nov-20	1	S/ 1,200.00
Dic-20	1.5	S/ 1,800.00
<b>Total</b>		<b>S/ 18,000.00</b>

**Tabla 22.**
*Monetización de tiempo por Paro de Transportistas*

<b>MES</b>	<b>HORA POR MES</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Ene-20	2	S/ 1,700.00
Feb-20	0	S/ -
Mar-20	0	S/ -
Abr-20	0	S/ -
May-20	0	S/ -
Jun-20	3	S/ 2,550.00
Jul-20	2	S/ 1,700.00
Ago-20	1.5	S/ 1,275.00
Set-20	1	S/ 850.00
Oct-20	2	S/ 1,700.00
Nov-20	1	S/ 850.00
Dic-20	1.5	S/ 1,275.00
<b>Total</b>		<b>S/ 11,900.00</b>

**Tabla 23.**
*Monetización de tiempo por Cambios de acuerdo con el cliente*

<b>MES</b>	<b>HORA POR MES</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>	
Ene-20	0	S/	-
Feb-20	0	S/	-
Mar-20	0	S/	-
Abr-20	0	S/	-
May-20	0	S/	-
Jun-20	1	S/	900.00
Jul-20	0	S/	-
Ago-20	0	S/	-
Set-20	5	S/	4,500.00
Oct-20	3	S/	2,700.00
Nov-20	2	S/	1,800.00
Dic-20	0	S/	-
<b>Total</b>		<b>S/</b>	<b>9,900.00</b>

**Tabla 24.**
*Monetización de tiempo por Variación de Contratos*

<b>MES</b>	<b>HORA POR MES</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>	
Ene-20	0	S/	-
Feb-20	0	S/	-
Mar-20	0	S/	-
Abr-20	0	S/	-
May-20	0	S/	-
Jun-20	0	S/	-
Jul-20	3	S/	3,000.00
Ago-20	0	S/	-
Set-20	0	S/	-
Oct-20	4	S/	4,000.00
Nov-20	0	S/	-
Dic-20	0	S/	-
<b>TOTAL</b>		<b>S/</b>	<b>7,000.00</b>

**Tabla 25.**
*Tabla resumen de causas expresadas en tiempos y monetizadas en soles.*

CAUSAS MES	Falta de mantenimiento		Paradas por daños en el proceso		Tiempo por parada por inasistencia de operarios		Tiempo por para de causas naturales		Tiempo por demora en el transporte		Paro de transportistas		Tiempo por cambios de acuerdo con el cliente		Tiempo por variación de contratos	
	HR S-MES	COSTO MENSUAL	HRS - MES	COSTO MENSUAL	HR S-MES	COSTO MENSUAL	HR S-MES	COSTO MENSUAL	HR S-MES	COSTO MENSUAL	HR S-MES	COSTO MENSUAL	HRS - MES	COSTO MENSUAL	HRS - MES	COSTO MENSUAL
Ene-20	33	S/ 6,600.00	22	S/ 4,400.00	3.74	S/ 748.00	39.6	S/ 7,920.00	2	S/ 2,400.00	2	S/ 1,700.00	0	S/ -	0	S/ -
Feb-20	28.8	S/ 5,760.00	4.8	S/ 960.00	7.2	S/ 1,440.00	24	S/ 4,800.00	1	S/ 1,200.00	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -
Mar-20	22	S/ 4,400.00	4.4	S/ 880.00	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -
Abr-20	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -
May-20	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -
Jun-20	33.8	S/ 6,760.00	31.2	S/ 6,240.00	3.9	S/ 780.00	0	S/ -	3	S/ 3,600.00	3	S/ 2,550.00	1	S/ 900.00	0	S/ -
Jul-20	8.1	S/ 1,620.00	13.5	S/ 2,700.00	7.56	S/ 1,512.00	0	S/ -	2	S/ 2,400.00	2	S/ 1,700.00	0	S/ -	3	S/ 3,000.00
Ago-20	2.6	S/ 520.00	33.8	S/ 6,760.00	2.6	S/ 520.00	0	S/ -	1.5	S/ 1,800.00	1.5	S/ 1,275.00	0	S/ -	0	S/ -
Set-20	3.9	S/ 780.00	22.6 2	S/ 4,524.00	26	S/ 5,200.00	28.6	S/ 5,720.00	1	S/ 1,200.00	1	S/ 850.00	5	S/ 4,500.00	0	S/ -

Oct-20	13.5	S/ 2,700.00	54	S/ 10,800.00	40.5	S/ 8,100.00	0	S/ -	2	S/ 2,400.00	2	S/ 1,700.00	3	S/ 2,700.00	4	S/ 4,000.00
Nov-20	15	S/ 3,000.00	3.75	S/ 750.00	6.25	S/ 1,250.00	8.75	S/ 1,750.00	1	S/ 1,200.00	1	S/ 850.00	2	S/ 1,800.00	0	S/ -
Dic-20	4.8	S/ 960.00	2.4	S/ 480.00	12	S/ 2,400.00	24	S/ 4,800.00	1.5	S/ 1,800.00	1.5	S/ 1,275.00	0	S/ -	0	S/ -
		S/ 33,100.00		S/ 38,494.00		S/ 21,950.00		S/ 24,990.00		S/ 18,000.00		S/ 11,900.00	Tot al	S/ 9,900.00	TOTA L	S/ 7,000.00

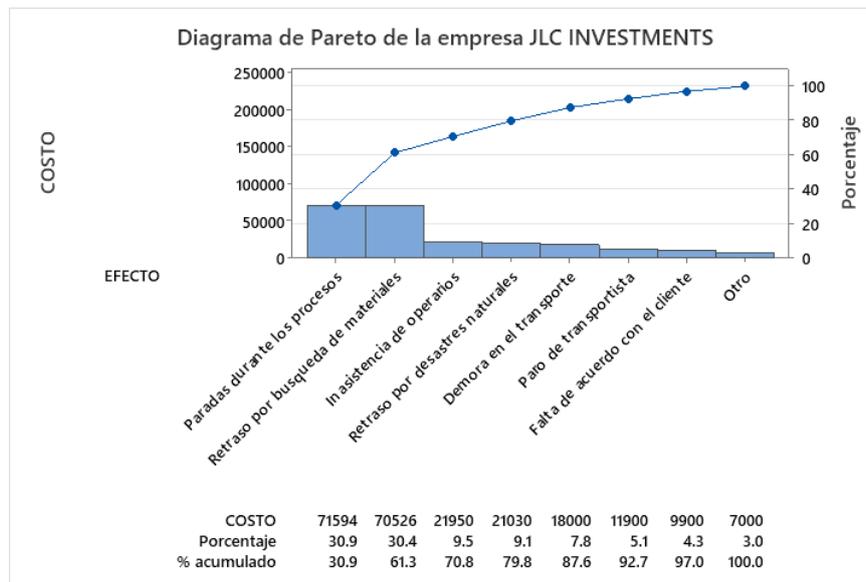
**Tabla 26.**

*Priorización de efectos en relación al costo*

N°	EFEECTO	COSTO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
EF1	Paradas durante los procesos	S/ 71,594.00	30.87%	30.87%
EF2	Retraso por búsqueda de materiales	S/ 70,526.00	30.41%	61.29%
EF3	Inasistencia de operarios	S/ 21,950.00	9.47%	70.75%
EF4	Retraso por desastres naturales	S/ 21,030.00	9.07%	79.82%
EF5	Demora en el transporte	S/ 18,000.00	7.76%	87.58%
EF6	Paro de transportista	S/ 11,900.00	5.13%	92.71%
EF7	Falta de acuerdo con el cliente	S/ 9,900.00	4.27%	96.98%
EF8	Variación en contratos	S/ 7,000.00	3.02%	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 231,900.00</b>	<b>100.00%</b>	

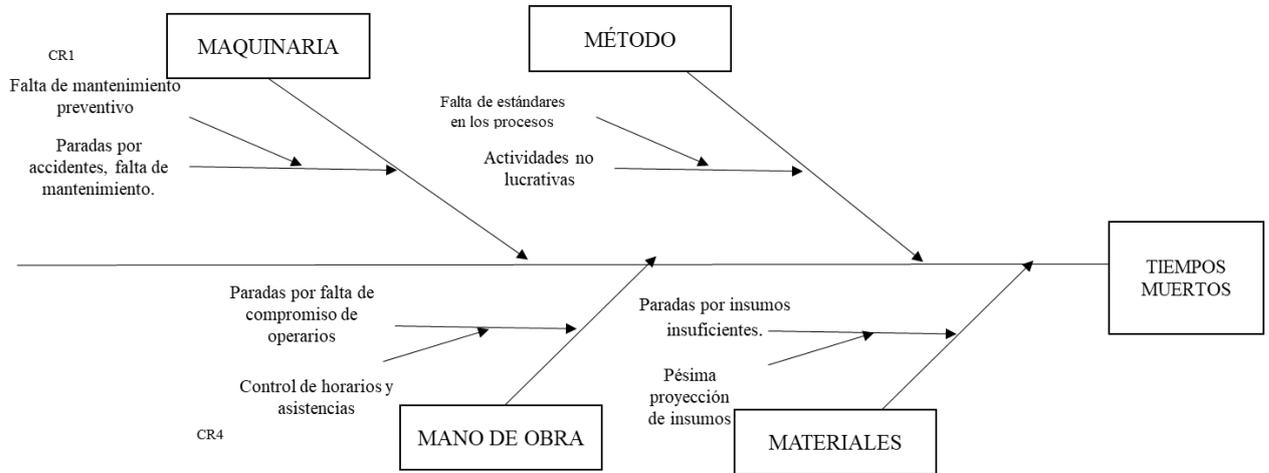
**Figura 2.**

*Diagrama de Pareto de la empresa*



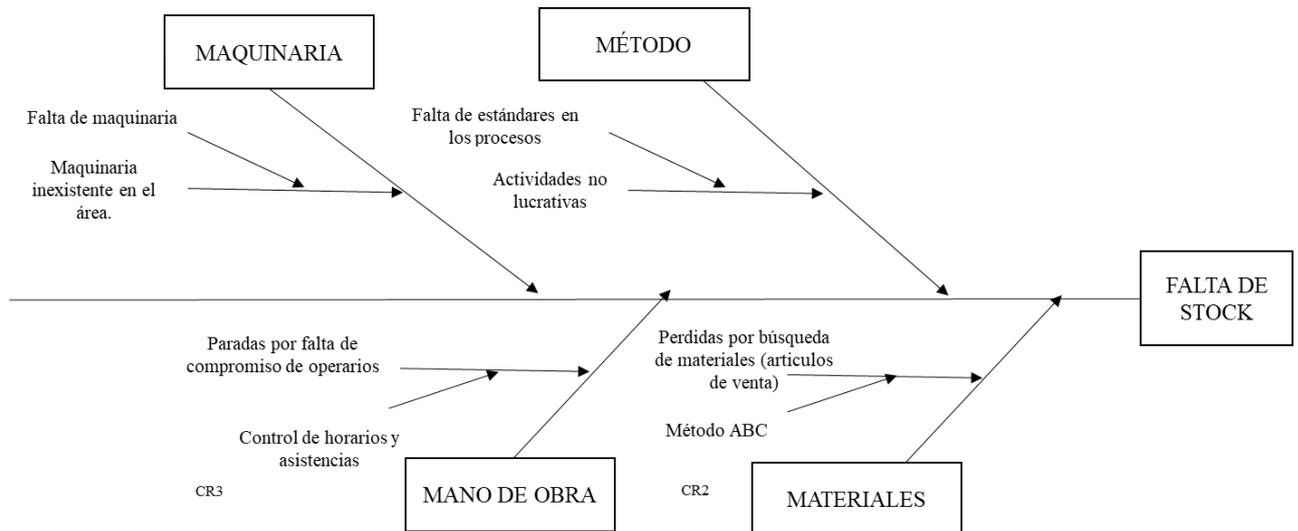
**Figura 3.**

*Diagrama Ishikawa de la empresa del área de mantenimiento*



**Figura 4.**

*Diagrama Ishikawa de la empresa del area de logística*



**Tabla 27.**
*Matriz de indicadores de causa raíz*

N° CAUSA RAÍZ	PROBLEMA	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FORMULA	VALOR ACTUAL	VALOR META	HERRAMIENTA MEJORA
CR1	Parada por accidentes, por falta de mantenimiento.	Falta de mantenimiento preventivo	Costos por paradas por dicha causa.	CO= Horas paradas * Costo de hora	S/ 71,594.00	S/ 10,739.10	Mantenimiento preventivo, Lean Manufacturing.
CR2	Perdidas por búsqueda de materiales ( artículos de venta).	Falta de método ABC.	Costos por demora de existencias insuficientes.	E= Costo por horas x horas de demora de existencia insuficiente	S/ 70,526.00	S/ 10,578.90	Método ABC, Lean Manufacturing
CR3	Paradas por falta de compromiso de los operarios.	Falta de compromiso por parte de los operarios.	Costos por paradas por dicha causa.	C0= Horas paradas * costo de hora	S/ 42,980.00	S/ 6,447.00	Lean Manufacturing.

**Tabla 28**
*Resumen de matriz de indicadores*

N° CAUSA RAÍZ	PROBLEMA	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FORMULA	COSTO ANTES DE LA PROPUESTA	COSTO DESPUÉS DE LA PROPUESTA	META	BENEFICIO	PROMEDIO DE REDUCCIÓN
CR1	Parada por accidentes, por falta de mantenimiento.	Falta de mantenimiento preventivo.	Costos por paradas por dicha causa.	CO= Horas paradas * Costo de hora	S/ 71,594.00	S/ 30,731.60	S/ 10,739.10	S/ 40,862.40	42.92%
CR2	Perdidas por búsqueda de materiales ( articulos de venta).	Falta de método ABC.	Costos por demora de existencias insuficientes.	E= Costo por horas x horas de demora de existencia insuficiente	S/ 70,526.00	S/ 14,672.33	S/ 10,578.90	S/ 55,853.67	20.80%
CR3	Paradas por falta de compromiso de los operarios.	Falta de compromiso por parte de los operarios.	Costos por paradas por dicha causa.	C0= Horas paradas * costo de hora	S/ 42,980.00	S/ 30,432.00	S/ 6,447.00	S/ 12,548.00	70.81%
TOTAL					S/ 185,100.00	S/ 75,835.93		S/ 109,264.07	40.97%

En la tabla se detalla las 3 causas raíces, detallando el costos previo de la propuesto, el costo después de la propuesta, el beneficio y la meta a la que se apuntaba; siendo la CR3 ( parada por falta de compromiso de los operarios), el promedio de reducción mas alto con un 70.81%.

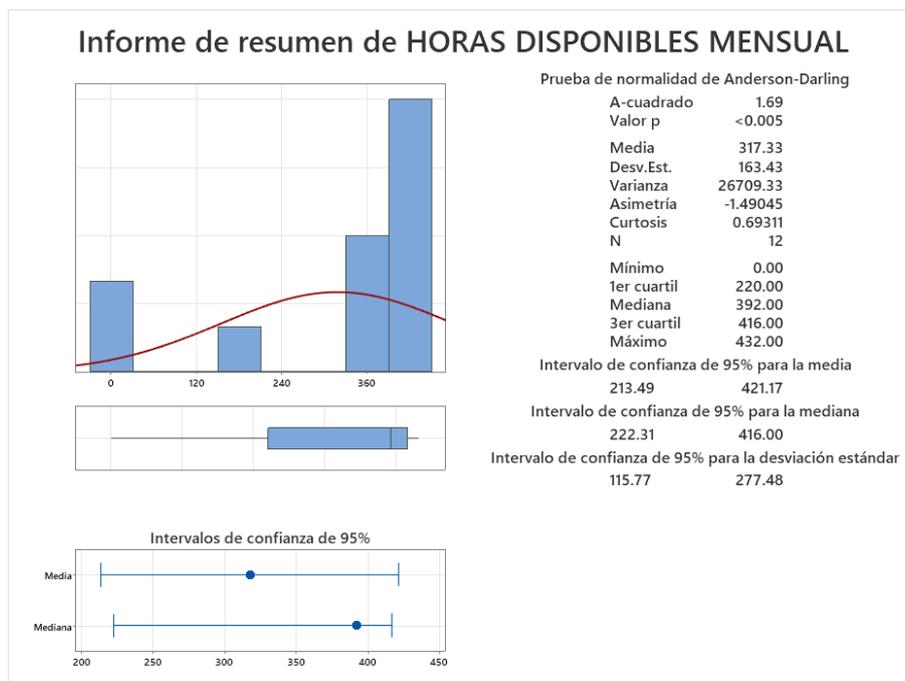
**Tabla 29.**

*Costos antes de la propuesta de mejora*

CAUSA RAÍZ	ANTES DE LA PROPUESTA	
Falta de mantenimiento preventivo.	S/	71,594.00
Falta de método ABC.	S/	70,526.00
Falta de compromiso por parte de los operarios.	S/	42,980.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/</b>	<b>185,100.00</b>

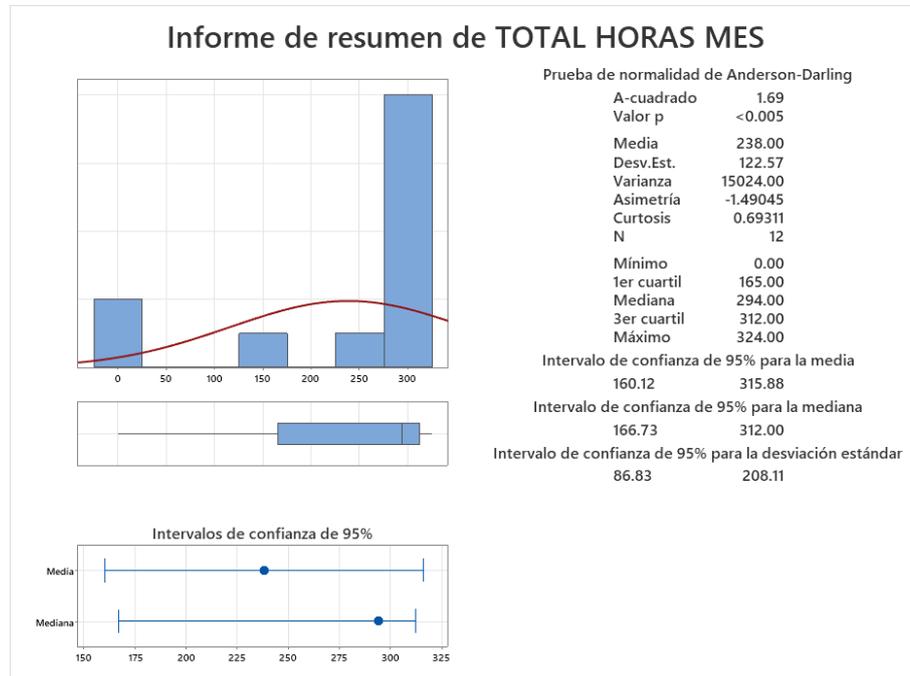
**Figura 5.**

*Estadística descriptiva de horas disponibles mensuales*



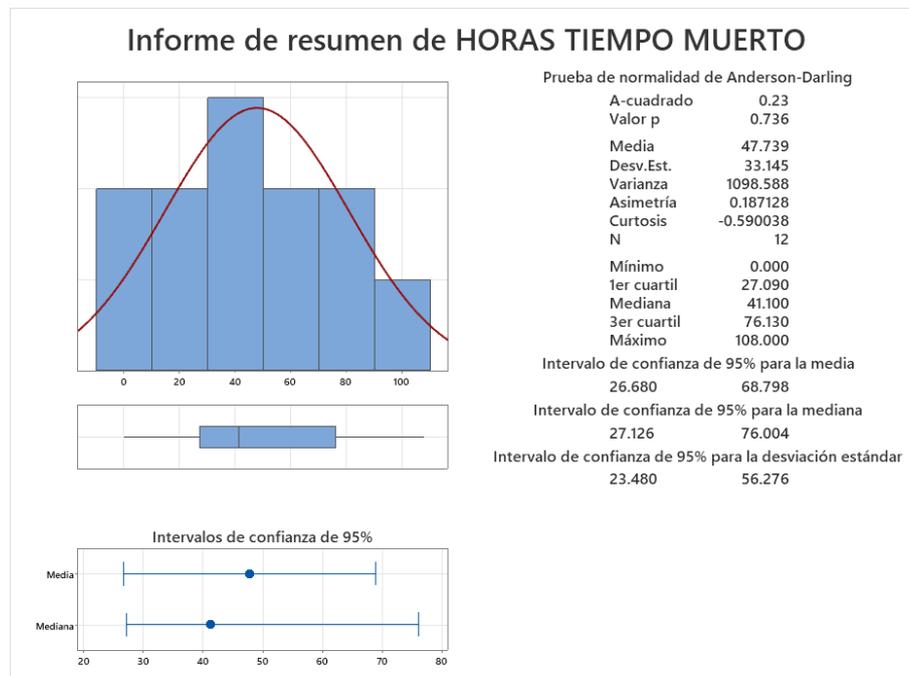
**Figura 6.**

*Estadística descriptiva de total horas mensuales*



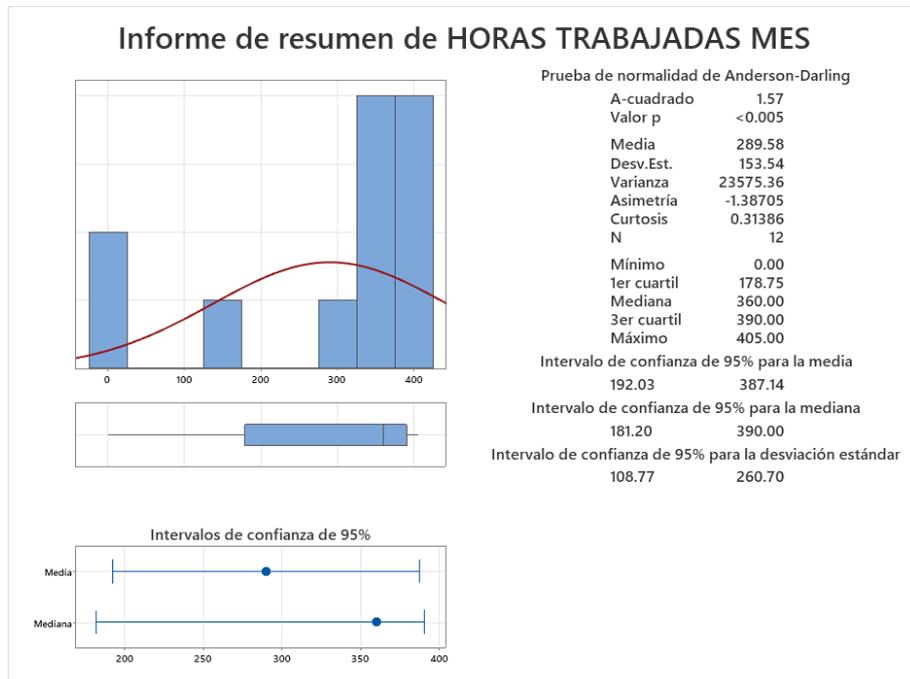
**Figura 7.**

*Estadística descriptiva de horas de tiempo muerto*



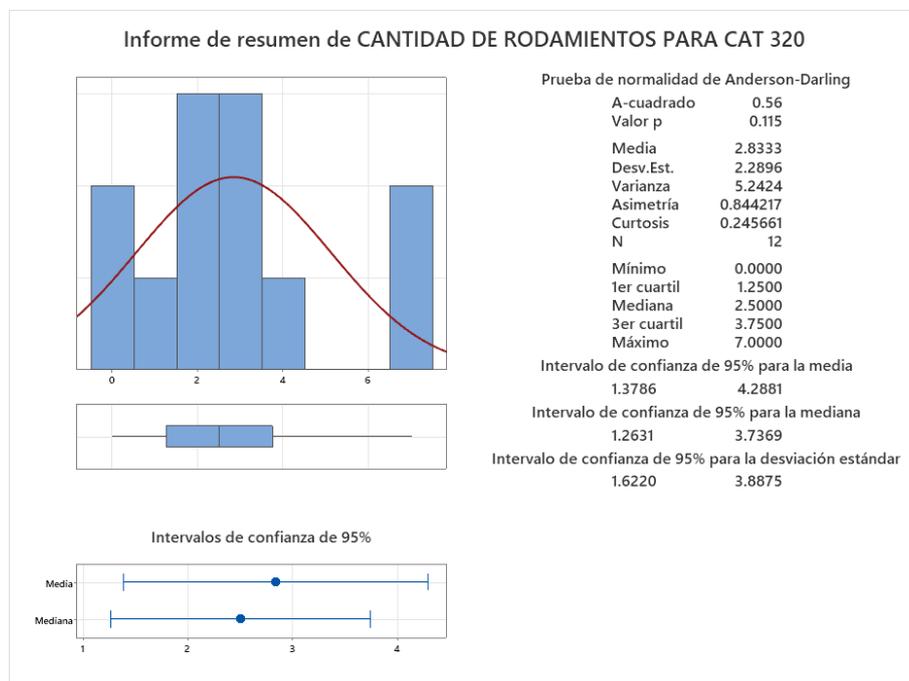
**Figura 8.**

*Estadística descriptiva de horas trabajadas mensuales*



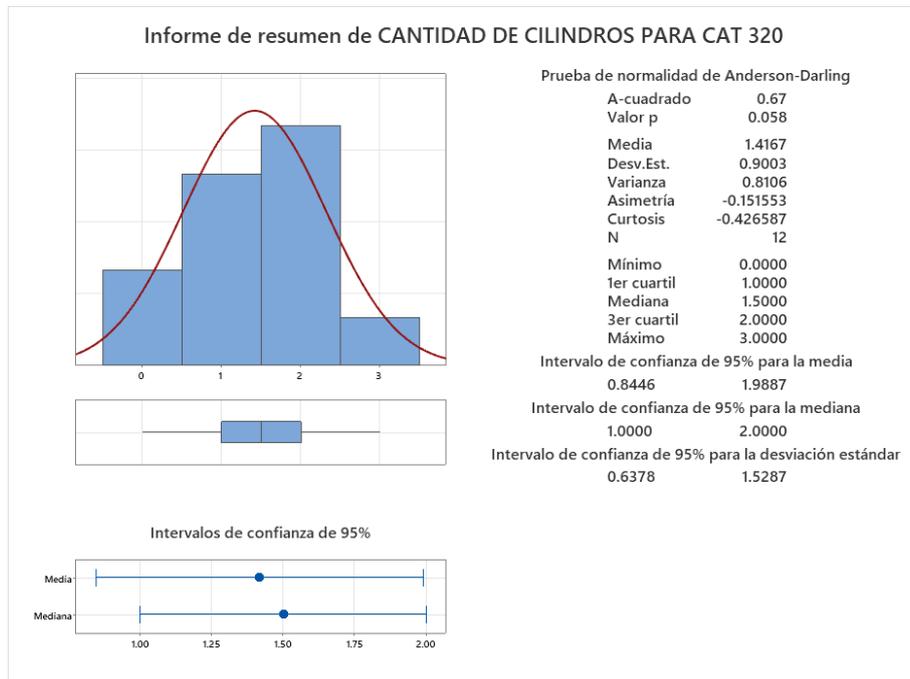
**Figura 9.**

*Estadística descriptiva de cantidad de rodamientos para CAT 320*



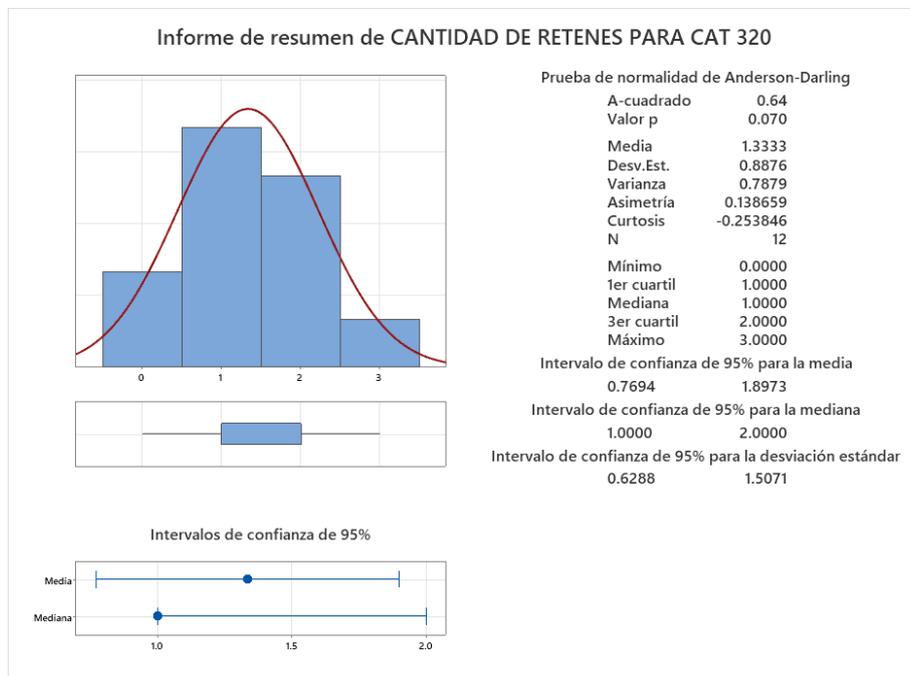
**Figura 10.**

*Estadística descriptiva de cantidad de cilindros para CAT 320*



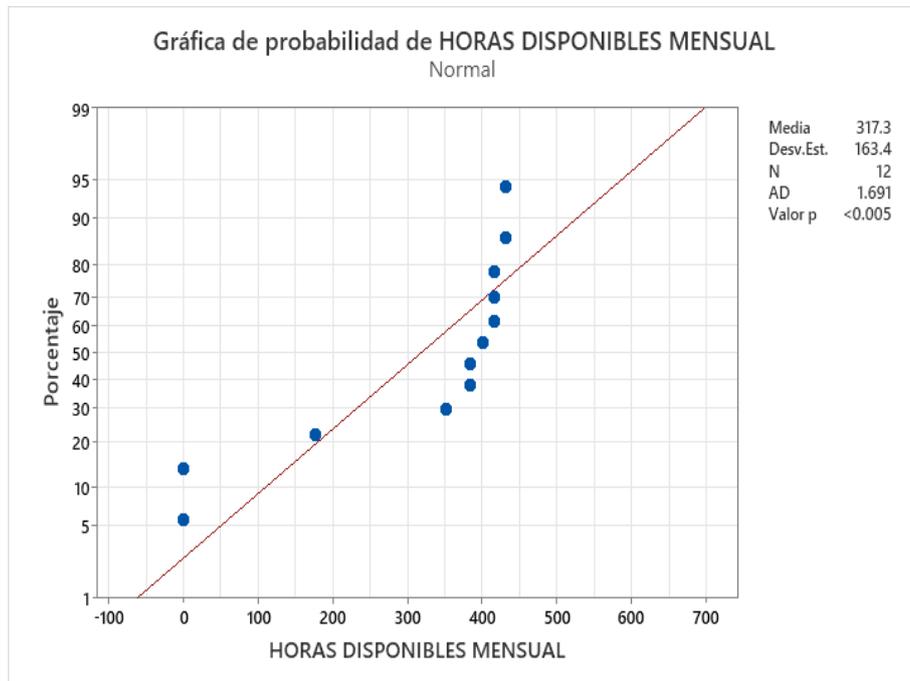
**Figura 11.**

*Estadística descriptiva de cantidad de retenes para CAT 320*



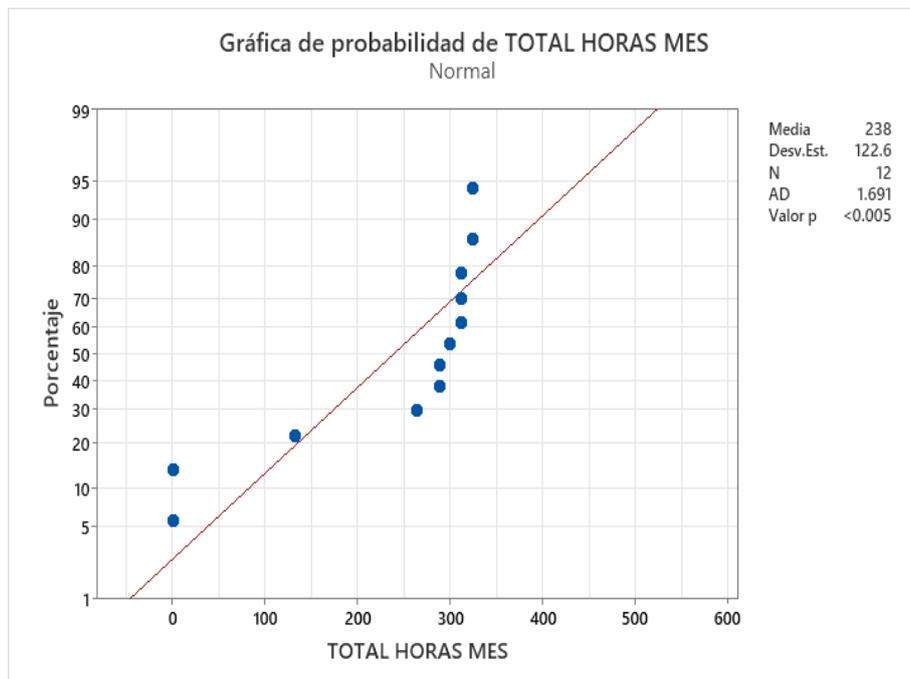
**Figura 12.**

*Prueba de normalidad de horas disponibles mensuales*



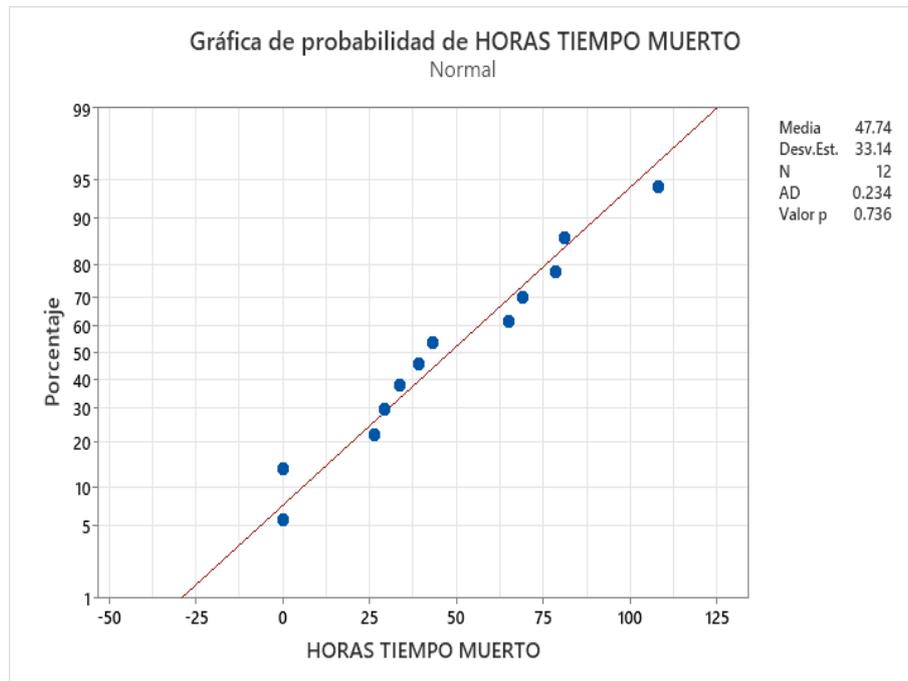
**Figura 13.**

*Prueba de normalidad del total de horas mensuales*



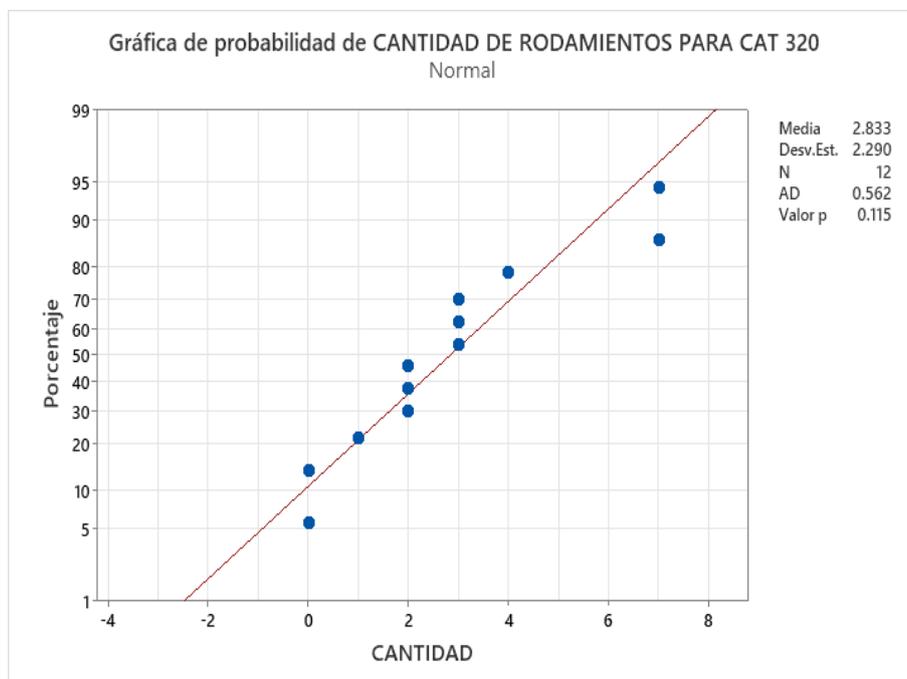
**Figura 14.**

*Prueba de normalidad de horas de tiempo muerto*



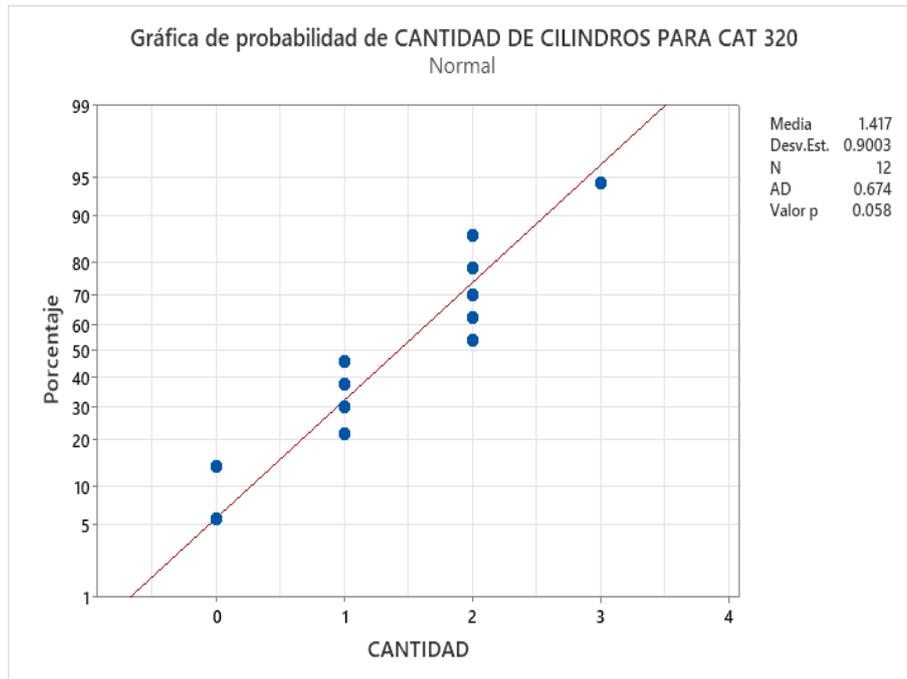
**Figura 15.**

*Pruebas de normalidad de cantidad de rodamientos para CAT 320*



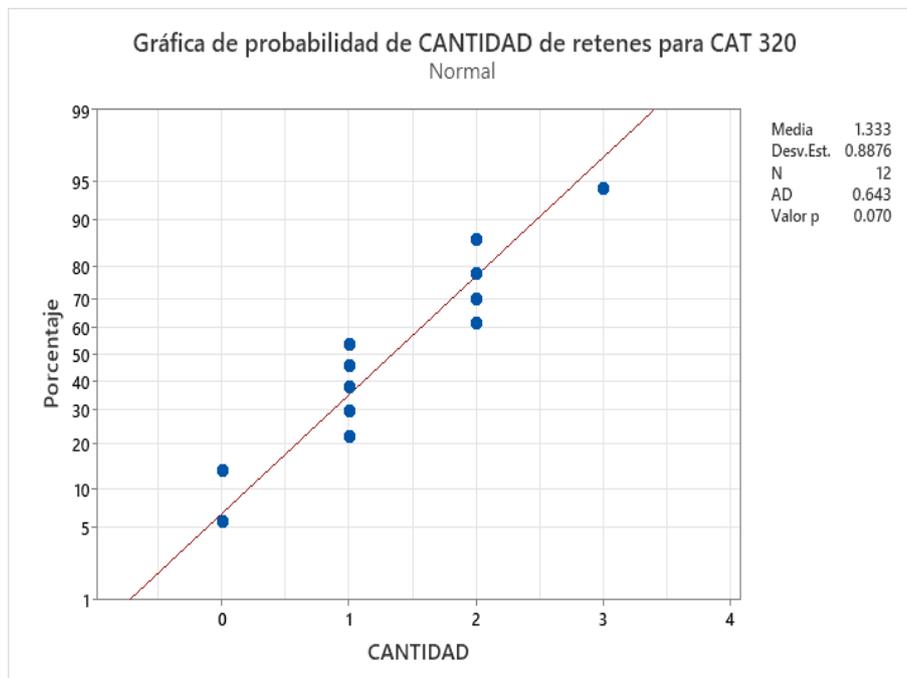
**Figura 16.**

*Prueba de normalidad de cantidad de rodamientos para CAT 320*

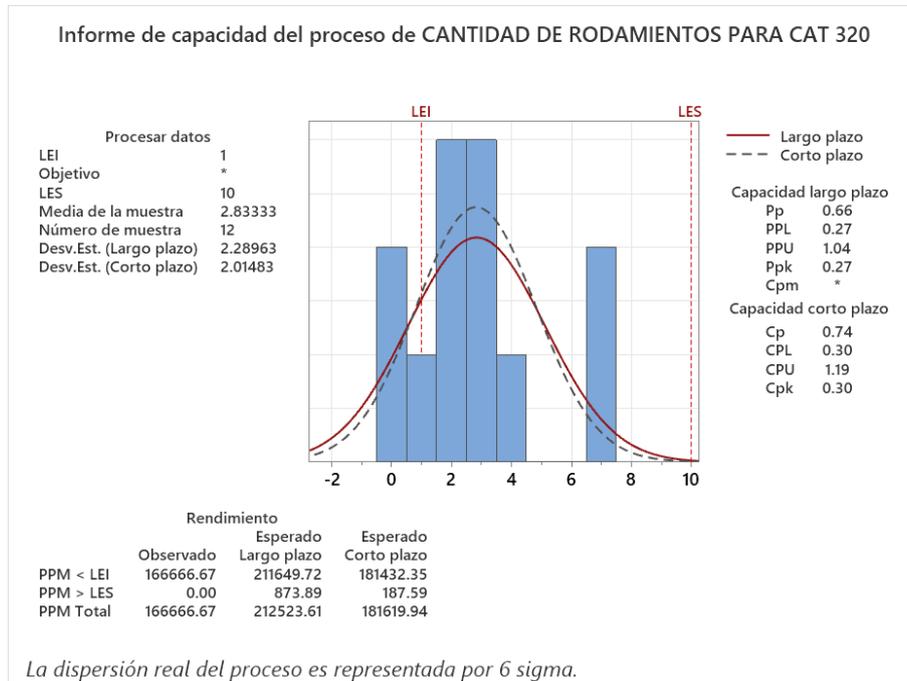


**Figura 17.**

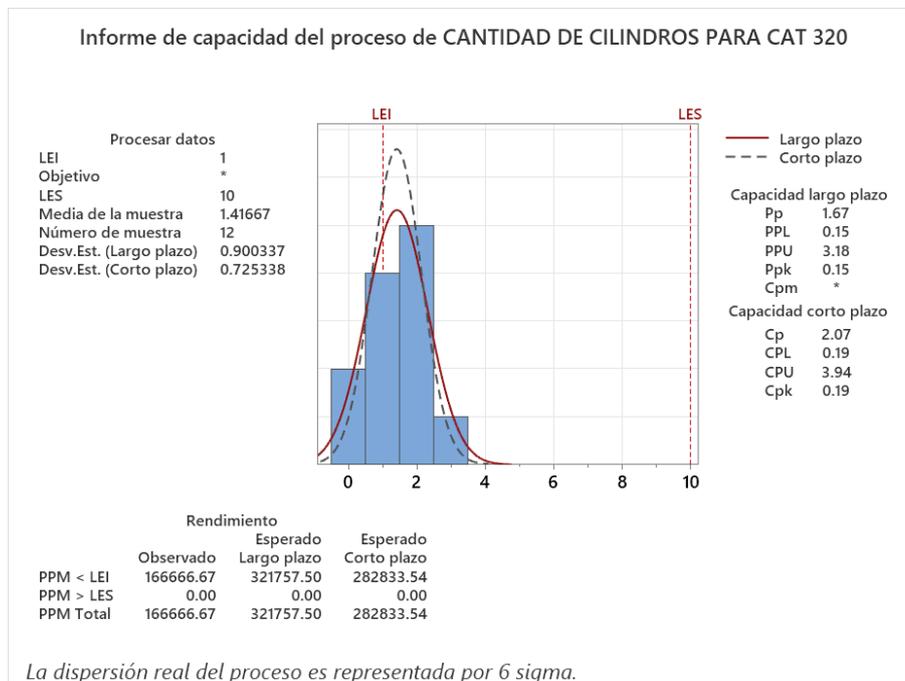
*Prueba de normalidad de cantidad de retenes para CAT 320*



**Figura 18.**  
*Análisis de capacidad de procesos en la cantidad de rodamientos para CAT 320*

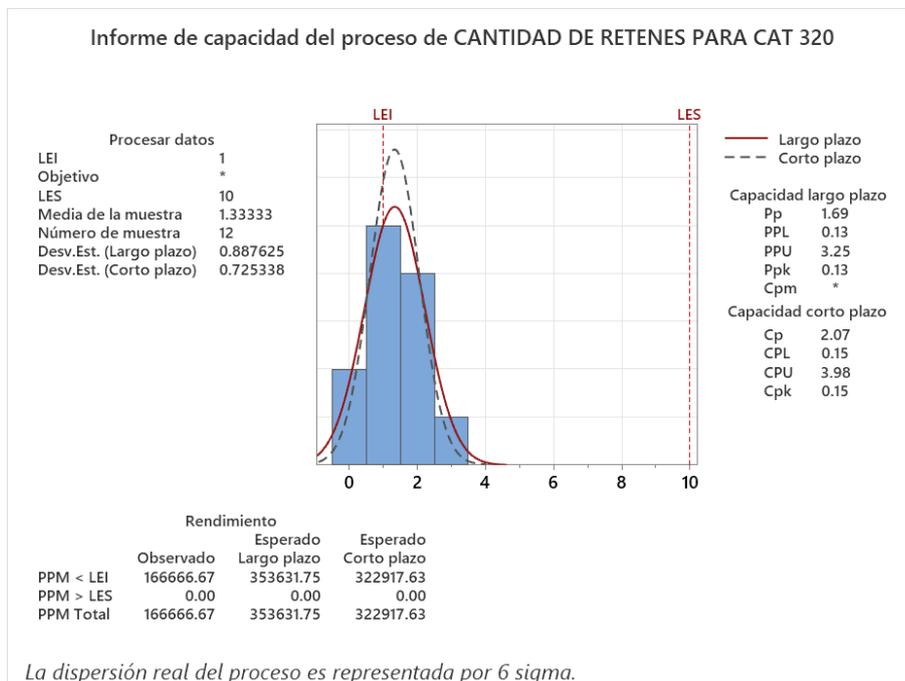


**Figura 19.**  
*Análisis de capacidad de procesos en la cantidad de cilindros para CAT 320*



**Figura 20.**

*Análisis de capacidad de procesos en la cantidad de retenes para CAT 320*



La maquinaria seleccionada para el presente trabajo de tesis es la excavadora de la casa Caterpillar modelo 320; la cual se usa para las distintas obras que la empresa brinda el servicio de prestación de la maquinaria, junto con el personal que lo opera y el equipo que se encarga de trasladar la maquinaria. En los distintos servicios y en el tiempo seleccionado, de un año, la maquinaria sufre daños por accidentes ocasionados durante su uso producidos por el terreno, movimientos arriesgado o por uso indebido del operario; no obstante, la maquinaria sufre paradas en el tiempo de uso por falta de un mantenimiento correcto y del tipo debido para este tipo de servicio y máquina, ya que ciertas piezas tienen un tiempo de uso y capacidad. Para ello la herramienta de Ingeniería Industrial a emplear es el TPM, teniendo un enfoque más centrado en el Mantenimiento Preventivo, ayudado de la filosofía del Lean Manufacturing, específicamente con las tarjetas Kanvan, haciendo uso de las tarjetas para un mantenimiento preventivo de antes, durante y después del uso de la maquinaria en el día a día, ya que el mismo operario está en la capacidad de realizar

este mantenimiento, inspección, diaria sin la necesidad de ser un especialista, ante fallos que no se detectan o necesitan un análisis profundo el equipo de mecánicos tomaría el trabajo de refaccionar la maquinaria, además, de fallos por eventos no previstos, tomando uso del mantenimiento correctivo. Se debe realizar las medidas de los tiempos de uso de la máquina, para poder terminar el OEE del servicio, enfocado en la maquinaria pesada Caterpillar modelo 320.

**Tabla 30.**

*Tiempo disponible anual*

MES	HORAS DE POSIBLE USO DIARIO	DÍAS LABORALES	HORAS DISPONIBLES MENSUAL
Ene-20	16	22	352
Feb-20	16	24	384
Mar-20	16	11	176
Abr-20	16	0	0
May-20	16	0	0
Jun-20	16	26	416
Jul-20	16	27	432
Ago-20	16	26	416
Set-20	16	26	416
Oct-20	16	27	432
Nov-20	16	25	400
Dic-20	16	24	384
<b>TOTAL</b>			<b>3808</b>

**Tabla 31.**
*Tiempo planeado anual*

MES	HORAS DE USO DIARIO	DÍAS LABORALES	TOTAL HORAS MES
Ene-20	12	22	264
Feb-20	12	24	288
Mar-20	12	11	132
Abr-20	0	0	0
May-20	0	0	0
Jun-20	12	26	312
Jul-20	12	27	324
Ago-20	12	26	312
Set-20	12	26	312
Oct-20	12	27	324
Nov-20	12	25	300
Dic-20	12	24	288
<b>TOTAL</b>			<b>2856</b>

**Tabla 32.**
*Tiempo muerto anual*

<b>MES</b>	<b>HORAS TIEMPO MUERTO</b>
Ene-20	78.54
Feb-20	64.8
Mar-20	26.4
Abr-20	0
May-20	0
Jun-20	68.9
Jul-20	29.16
Ago-20	39
Set-20	81.12
Oct-20	108
Nov-20	33.75
Dic-20	43.2

**Tabla 33.**
*Tiempo de horas trabajadas anual*

<b>MES</b>	<b>HORAS TRABAJADAS POR DÍA</b>	<b>DÍAS LABORALES</b>	<b>HORAS TRABAJADAS MES</b>
Ene-20	14.5	22	319
Feb-20	15	24	360
Mar-20	12	11	132
Abr-20	0	0	0
May-20	0	0	0
Jun-20	15	26	390
Jul-20	15	27	405
Ago-20	15	26	390
Set-20	14	26	364
Oct-20	15	27	405
Nov-20	14	25	350
Dic-20	15	24	360
<b>TOTAL</b>			<b>3475</b>

De las siguientes tablas, se tomaron los datos para las ecuaciones siguientes:

$$\textit{Tiempo total} : (3808 \textit{ horas disponibles}) + (2856 \textit{ horas planeadas})$$

$$\textit{Tiempo Total} = 6664 \textit{ horas totales.}$$

$$\textit{Tiempo Disponible} = (6664 \textit{ horas}) - (2856 \textit{ horas planeadas})$$

$$\textit{Tiempo disponible} = 3808 \textit{ horas disponibles.}$$

$$\textit{Tiempo Operativo} = (6664 \textit{ horas}) - (3475 \textit{ horas}) - (572.87 \textit{ horas})$$

$$\textit{Tiempo Operativo} = 2616.13 \textit{ horas operativas.}$$

$$\textit{Tiempo Muerto} = (572.87 \textit{ Horas descompuestas}) - (0 \textit{ horas de recambio})$$

$$\textit{Tiempo Muerto} = 572.87 \textit{ horas muertas.}$$

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{(3808 \textit{ Horas}) - (572.87 \textit{ horas})}{3808 \textit{ horas}} \times 100$$

$$\textit{Disponibilidad} = 84.95\%$$

$$\textit{Eficiencia} = \frac{(3475 \textit{ horas})}{(2616.13 \textit{ horas}) + (2856 \textit{ horas})} \times 100$$

$$\textit{Eficiencia} = 63.50\%$$

$$\textit{Calidad} = \frac{(3475 \textit{ horas}) - (572.87 \textit{ horas})}{(3475 \textit{ horas})} \times 100$$

$$\textit{Calidad} = 83.51$$

$$\textit{OEE} = 84.95\% * 63.50\% * 83.51\%$$

$$\textit{OEE} = 45.05\%$$

Teniendo conocimiento de un coeficiente inaceptable de OEE: Overall Equipment Effectiveness, siendo de 45.05% se conoce que la empresa presenta pérdidas económicas, evidenciando una baja competitividad. Al conocer estos datos, ya demostrados, se implementa el plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria excavadora marca Caterpillar modelo 320, siendo esta asistida por las tarjetas Kanvan, con la finalidad de reducir los tiempos muertos que la maquina presenta, reduciendo los costes que estas paradas implican para la empresa.

El plan de mantenimiento preventivo, para la maquinaria Caterpillar 320, empieza desde que el operario inspecciona la maquinaria antes de empezar operaciones en dicho día, inspeccionando la Bomba hidráulica, bomba piloto, válvula de alivio, filtro hidráulico, cucharón, cilindro de brazo, brazo, pluma, radiador, caja de cambios, zapatas, rueda guía, rodillos inferiores, resorte tensor; todo ello con la finalidad de detectar algún desperfecto antes de empezar el uso por parte del operario.

Durante el uso de la maquinaria, el operario está en la capacidad y siendo un especialista en el manejo del tipo específico de maquinaria Caterpillar 320, de detectar imperfecciones o deficiencia por parte de la maquinaria que son propias y durante del uso, el mismo está en la capacidad de analizar la situación y decidir para la operación hasta darle solución a la imperfección, derivando el fallo al área de mantenimiento propiamente dicha, la cual ya se encargará de solucionar el defecto de la maquinaria.

Al finalizar operaciones del día, el operario vuelve a realizar una inspección de la Bomba hidráulica, bomba piloto, válvula de alivio, filtro hidráulico, cucharón, cilindro de brazo, brazo, pluma, radiador, caja de cambios, zapatas, rueda guía, rodillos inferiores, resorte tensor; con la finalidad de dar un reporte de la situación diaria del avance de la obra, asimismo, del estado actual de la maquinaria.

Todo ello quedara en constancia de las tarjetas Kanvan, las cuales serán portadas, y llenadas por el operario de la maquinaria, teniendo 5 códigos que se especificara en la tarjeta; inspección previa completa, evento en uso, inspección post operaciones, fallo detectado, requiere mantenimiento; donde las tres primeras son de color verde, debido a situación que estas representan; siendo las dos últimas de color rojo por el grado de emergencia que representa. Esto con la finalidad de llevar un control del estado de la maquinaria, reduciendo tiempos de paro por esta causa, asimismo, el mantenimiento preventivo es una herramienta de ayuda ante fallos mucho más específicos, debido a que da un análisis a través del tiempo, de manera, diaria, dando una herramienta de análisis al equipo de mantenimiento en caso de eventualidades de mayor complejidad, reduciendo los tiempos de análisis para detectar el epicentro de la falla.

**Figura 21.**

*Modelo Kanvan: primer escenario*

<b>RESPONSABLE</b>			
<b>FECHA</b>			
<b>PROCESO</b>	INSPECCIÓN PREVIA	EVENTO EN USO	INSPECCIÓN POST USO
<b>MODELO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			

**Figura 22.**

*Modelo Kanvan: segundo escenario*

<b>RESPONSABLE</b>		
<b>FECHA</b>		
<b>PROCESO</b>	FALLO DETECTADO	REQUIERE INSPECCION ESPECIALIZADA
<b>MODELO</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>		

El almacén en la empresa debe cumplir con un punto de pedido, en el cual se debe generar la compra para evitar costos adicionales por artículos no presupuestados. Asimismo, estos artículos imprevistos también representan un costo por transporte y mano de obra; por esto, se presenta la herramienta ABC, esta permite clasificar los materiales según el valor monetario, es así que se puede determinar los de mayor importancia y los que representan mayor demanda en almacén, para reducir costos de manera significativa.

Se debe realizar la clasificación ABC de los materiales, se prioriza los artículos de clasificación A, por el valor monetario e impacto que representan en la empresa. Según la clasificación, estos artículos son 3: Rodamientos Para CAT 320, Cilindros Para CAT 320 Y Retenes Para CAT 320.

**Tabla 34.**

*Clasificación ABC de artículos en almacén de la empresa*

NÚMERO	PRODUCTO	U.M.	CANTIDAD	C. UNITARIO	COSTO TOTAL	PORCENTAJE DEL VALOR TOTAL	PORCENTAJE ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
14	retenes	UND	23	S/ 1,350.00	S/ 31,050.00	23.50%	23.50%	A
19	cilindros	UND	34	S/ 750.00	S/ 25,500.00	19.30%	42.80%	A
11	empaques	UND	27	S/ 356.88	S/ 9,635.76	7.29%	50.09%	C
12	bombas de aceite	UND	26	S/ 351.65	S/ 9,142.90	6.92%	57.02%	B
7	anillos	UND	45	S/ 193.00	S/ 8,685.00	6.57%	63.59%	B
20	metales de biela	UND	34	S/ 242.24	S/ 8,236.16	6.23%	69.82%	B
10	rodamientos	UND	6	S/ 1,064.00	S/ 6,384.00	4.83%	74.65%	A
3	bombas de agua	UND	22	S/ 273.24	S/ 6,011.28	4.55%	79.20%	C
9	sprocket	UND	33	S/ 182.00	S/ 6,006.00	4.55%	83.75%	B
16	carter	UND	13	S/ 452.77	S/ 5,886.01	4.46%	88.21%	B
17	inyectores	UND	19	S/ 184.53	S/ 3,506.07	2.65%	90.86%	B
5	adapter	UND	13	S/ 135.04	S/ 1,755.52	1.33%	92.19%	B
6	culata	UND	5	S/ 345.35	S/ 1,726.75	1.31%	93.49%	B
25	metales de bancada	UND	3	S/ 574.00	S/ 1,722.00	1.30%	94.80%	C
24	tuercas	UND	35	S/ 37.00	S/ 1,295.00	0.98%	95.78%	C
21	cadena	UND	15	S/ 69.76	S/ 1,046.40	0.79%	96.57%	B
18	kit de reparación	UND	2	S/ 453.32	S/ 906.64	0.69%	97.26%	B
28	válvulas	UND	9	S/ 79.32	S/ 713.88	0.54%	97.80%	B
23	ruedas guías	UND	12	S/ 54.76	S/ 657.12	0.50%	98.29%	B
4	monobloc	UND	6	S/ 105.35	S/ 632.10	0.48%	98.77%	B
15	seguros	UND	56	S/ 6.85	S/ 383.60	0.29%	99.06%	B
27	zapatas	UND	3	S/ 99.63	S/ 298.89	0.23%	99.29%	B
8	pistón	UND	4	S/ 53.87	S/ 215.48	0.16%	99.45%	B
2	puntas	UND	5	S/ 42.53	S/ 212.65	0.16%	99.61%	B
26	pasadores	UND	23	S/ 7.34	S/ 168.82	0.13%	99.74%	B
22	pernos	UND	7	S/ 23.00	S/ 161.00	0.12%	99.86%	B
13	cantoneras	UND	31	S/ 4.73	S/ 146.63	0.11%	99.97%	C
1	protectores	UND	4	S/ 8.75	S/ 35.00	0.03%	100.00%	C

La empresa presenta pérdidas económicas por irresponsabilidades de sus trabajadores, tanto en la parte de asistencias, horarios; como en actividades no lucrativas por parte de ellos que generan retrasos en los procesos o por actividades de los mismos durante el uso de la maquinaria derive en una avería de la misma; para dar solución a ese problema se hizo uso de la herramienta de las 5's, tanto para poner un estándar en las actividades durante el proceso, uso de la maquinaria, para la limpieza de la maquinaria, debido a que al estar en contacto con cantidades de tierra o barro tiende a obstruir la zapatas, con la posibilidad de deterior las mismas.

Las demoras de los operarios se representan en la siguiente tabla:

**Tabla 35.**

*Tiempo por parada por operarios*

<b>MES</b>	<b>TIEMPO POR PARADA(HR-MES)</b>
Ene-20	3.74
Feb-20	7.2
Mar-20	0
Abr-20	0
May-20	0
Jun-20	3.9
Jul-20	7.56
Ago-20	2.6
Set-20	26
Oct-20	40.5
Nov-20	6.25
Dic-20	12
Total	109.75

Ante ello la herramienta seleccionada, siendo esta la 5's, nos indica que tenemos cinco etapas del uso de la herramienta, empezando por:

- Seiri: La etapa de organizar, se logró seleccionar actividades o acciones permitidas durante el uso de la maquinaria, por parte del operario, tales como la total prohibición de aparatos distractores durante el uso, asimismo, de contar con operarios especializados en el correcto uso de dicha maquinaria, se estableció maniobras o acciones de riesgo para con la maquinaria, con la finalidad de evitar accidentes, daños a terceros, de tal forma para con la maquinaria y operario.
- Seiton: En la etapa de orden, el operario tiene una serie de acciones para empezar las actividades diarias, empezando desde presentarse de manera puntual a la obra, las actividades dictadas por las tarjetas Kanvan, como la inspección previa al uso de la maquinaria, durante y después de la misma, cumpliendo con lo establecido en el Kanvan.
- Seiso: En la etapa de Limpieza, por parte del operario, no debe tener elementos distractores o que le impidan tener la concentración enfocada solamente en las acciones que ejecuta con la maquinaria, debido que ha existido accidentes y daños a la maquinaria por dichos motivos.
- Seiketsu: Dichas actividades, previamente explicadas, están estandarizadas para que el operario tenga una guía de acciones a ejecutar.
- Shitsuke: En la etapa final, se ejecuta una inspección al correcto cumplimiento de las anteriores, con la finalidad de encontrar medidas a modificar, cambiar o agregar.

**Tabla 36.**
*Tiempo disponible mensual después de mejora*

MES	HORAS DE POSIBLE USO DIARIO	DÍAS LABORALES	HORAS DISPONIBLES MENSUAL
Ene-21	16	24	384
Feb-21	16	24	384
Mar-21	16	27	432
Abr-21	16	25	400
May-21	16	26	416
Jun-21	16	26	416
Jul-21	16	26	416
Ago-21	16	25	400
Set-21	16	26	416
Oct-21	16	25	400
Nov-21	16	0	0
Dic-21	16	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>4064</b>

**Tabla 37.**
*Total de horas empleadas después de mejora*

MES	HORAS DE USO DIARIO	DÍAS LABORALES	TOTAL HORAS MES
Ene-21	12	24	288
Feb-21	12	24	288
Mar-21	12	27	324
Abr-21	12	25	300
May-21	12	26	312
Jun-21	12	26	312
Jul-21	12	26	312
Ago-21	12	25	300
Set-21	12	26	312
Oct-21	12	25	300
Nov-21	12	0	0
Dic-21	12	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>3048</b>

**Tabla 38.**
*Tiempo disponible mensual después de la mejora*

MES	HORAS DE POSIBLE USO DIARIO	DÍAS LABORALES	HORAS DISPONIBLES MENSUAL
Ene-21	16	24	384
Feb-21	16	24	384
Mar-21	16	27	432
Abr-21	16	25	400
May-21	16	26	416
Jun-21	16	26	416
Jul-21	16	26	416
Ago-21	16	25	400
Set-21	16	26	416
Oct-21	16	25	400
Nov-21	16	0	0
Dic-21	16	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>4064</b>

**Tabla 39.**
*Total de horas empleadas después de la mejora*

MES	HORAS DE USO DIARIO	DÍAS LABORALES	TOTAL HORAS MES
Ene-21	12	24	288
Feb-21	12	24	288
Mar-21	12	27	324
Abr-21	12	25	300
May-21	12	26	312
Jun-21	12	26	312
Jul-21	12	26	312
Ago-21	12	25	300
Set-21	12	26	312
Oct-21	12	25	300
Nov-21	12	0	0
Dic-21	12	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>3048</b>

**Tabla 40.**
*Tiempo muerto anual después de la mejora*

<b>MES</b>	<b>HORAS TIEMPO MUERTO</b>
Ene-21	23.28
Feb-21	49.60
Mar-21	32.80
Abr-21	14.42
May-21	9.53
Jun-21	23.49
Jul-21	21.97
Ago-21	14.92
Set-21	60.40
Oct-21	55.42
Nov-21	0.00
Dic-21	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>305.82</b>

**Tabla 41.**
*Horas trabajadas anuales después de la mejora*

<b>MES</b>	<b>HORAS TRABAJADAS POR DÍA</b>	<b>DÍAS LABORALES</b>	<b>HORAS TRABAJADAS MES</b>
Ene-21	14.5	24	348
Feb-21	15	24	360
Mar-21	12	27	324
Abr-21	15	25	375
May-21	15	26	390
Jun-21	15	26	390
Jul-21	15	26	390
Ago-21	15	25	375
Set-21	15	26	390
Oct-21	15	25	375
Nov-21	0	0	0
Dic-21	0	0	0
		<b>TOTAL</b>	<b>3717</b>

*Tiempo total : (4064 horas disponibles) + (3048 horas planeadas)*

*Tiempo Total = 7112 horas totales.*

*Tiempo Disponible = (7112 horas) – (3048 horas planeadas)*

*Tiempo disponible = 4064 horas disponibles.*

*Tiempo Operativo = (7112 horas) – (3717 horas) – (305.82 horas)*

*Tiempo Operativo = 3089.18 horas operativas.*

*Tiempo Muerto = (305.82 Horas descompuestas) – (0 horas de recambio)*

*Tiempo Muerto = 305.82 horas muertas.*

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(4064\text{Horas}) - (305.82 \text{ horas})}{4064 \text{ horas}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 92.47\%$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{(3717\text{horas})}{(3089.18 \text{ horas}) + (3048 \text{ horas})} \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = 60.56\%$$

$$\text{Calidad} = \frac{(3717\text{horas}) - (305.82 \text{ horas})}{(3717\text{horas})} \times 100$$

$$\text{Calidad} = 91.77\%$$

$$\text{OEE} = 92.47\% * 60.56\% * 91.77\%$$

$$\text{OEE} = 51.39\%$$

**Tabla 42.**
*Tiempo por parada anual por falta de mantenimientos después de la mejora*

MES	MINUTOS PROMEDIO/DIA	HORAS PROMEDIO/DIA	DIAS LABORALES	TIEMPO POR PARADA(HR- MES)
Ene-21	30	0.5	24	12.00
Feb-21	16	0.3	24	6.40
Mar-21	15	0.3	27	22.00
Abr-21	25	0.4	25	10.42
May-21	16	0.3	26	6.93
Jun-21	26	0.4	26	11.27
Jul-21	6	0.1	26	2.60
Ago-21	16	0.3	25	6.67
Set-21	15	0.3	26	6.50
Oct-21	25	0.4	25	10.42
Nov-21	0	0.0	0	0.00
Dic-21	0	0.0	0	0.00

**Tabla 43.**
*Monetización de tiempos por paradas por falta de mantenimiento después de la mejora*

MES	TIEMPO POR PARADA(HR- MES)	COSTO MENSUAL
Ene-21	12.00	S/ 2,400.00
Feb-21	6.40	S/ 1,280.00
Mar-21	22.00	S/ 4,400.00
Abr-21	10.42	S/ 2,083.33
May-21	6.93	S/ 1,386.67
Jun-21	11.27	S/ 2,253.33
Jul-21	2.60	S/ 520.00
Ago-21	6.67	S/ 1,333.33
Set-21	6.50	S/ 1,300.00
Oct-21	10.42	S/ 2,083.33
Nov-21	0.00	S/ -
Dic-21	0.00	S/ -
<b>TOTAL</b>		<b>S/19,040.00</b>

**Tabla 44.**
*Tiempo por parada anual por daños después de la mejora*

MES	MINUTOS PROMEDIO/DIA	HORAS PROMEDIO/DIA	DIAS LABORALES	TIEMPO POR PARADA(HR- MES)
Ene-21	18	0.3	24	7.2
Feb-21	12	0.2	24	4.8
Mar-21	24	0.4	27	10.8
Abr-21	9.6	0.2	25	4
May-21	6	0.1	26	2.6
Jun-21	19.2	0.3	26	8.32
Jul-21	9.9	0.2	26	4.29
Ago-21	13.8	0.2	25	5.75
Set-21	7.38	0.1	26	3.198
Oct-21	18	0.3	25	7.5
Nov-21	0	0.0	0	0
Dic-21	0	0.0	0	0

**Tabla 45.**
*Monetización anual de tiempo por daños después de la mejora*

MES	TIEMPO POR PARADA(HR- MES)	COSTO MENSUAL
Ene-21	7.2	S/ 1,440.00
Feb-21	4.8	S/ 960.00
Mar-21	10.8	S/ 2,160.00
Abr-21	4	S/ 800.00
May-21	2.6	S/ 520.00
Jun-21	8.32	S/ 1,664.00
Jul-21	4.29	S/ 858.00
Ago-21	5.75	S/ 1,150.00
Set-21	3.198	S/ 639.60
Oct-21	7.5	S/ 1,500.00
Nov-21	0	S/ -
Dic-21	0	S/ -
<b>TOTAL</b>		<b>S/11,691.60</b>

Se realiza el pronóstico de la demanda para los materiales de categoría A en el año 2021; por ello, se realizó el método de regresión lineal.

**Tabla 46.**

*Pronóstico de la demanda 2021*

<b>PRONOSTICO DE LA DEMANDA AÑO 2021</b>			
PERIODO	rodamientos para CAT 320	cilindros para CAT 320	retenes para CAT 320
Ene-21	6	5	5
Feb-21	6	5	5
Mar-21	6	5	6
Abr-21	7	5	6
May-21	7	5	6
Jun-21	7	5	6
Jul-21	7	5	7
Ago-21	7	5	7
Set-21	7	6	7
Oct-21	7	6	7
Nov-21	8	6	7
Dic-21	8	6	8

Nota: Se realiza el pronóstico de la demanda para el año 2021, considerando la base de datos de la demanda del año 2020.

Empleando el pronóstico de la demanda y la Simulación Montecarlo, se puede desarrollar un modelo que representa el posible error del pronóstico, considerando estas unidades como adicionales para el costeo. Anexos.

**Tabla 47**

*Pedidos Adicionales año 2021.*

<b>PEDIDOS ADICIONALES AÑO 2022</b>		
rodamientos para CAT 320	cilindros para CAT 320	retenes para CAT 320
3	8	4

Nota: Mediante el pronóstico de la demanda en relación a la simulación Montecarlo empleando 30 escenarios para cada material, y obteniendo el promedio de todos en conjunto, se pudo determinar que se tendrá un exceso o pedidos adicionales de 3 unidades de rodamientos para CAT 320, 8 unidades de cilindro para CAT 320, 4 unidades de retenes para CAT 320. Es importante considerar que estas unidades son anuales.

En base a las unidades que se obtienen se realiza el costeo por perdidas adicionales

Costo por pedido adicionales de rodamientos para CAT 320

**Tabla 48**

*Costo total del transporte por rodamientos para CAT 320.*

<b>PEDIDOS ADICIONAL DE RODAMIENTOS PARA CAT 320</b>				
CANTIDAD	U.M.	TRANSPORTE POR PEDIDOS	COSTO DE TRANSPORTE	
3	UND	1	S/	28.33
COSTO PEDIDO DE RODAMIENTOS PARA CAT 320			S/	28.33

**Tabla 49**

*Costo por mano de obra por rodamientos para CAT 320.*

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>	<b>U.M.</b>	<b>TOTAL</b>
Cantidad de pedido de rodamientos para CAT 320	UND.	6
Tiempo de transporte (Camión- Almacén)	MIN.	134.1
Costo por Hora (Operario)	S/.	S/ 7.55
<b>TOTAL</b>	S/.	S/ 16.87

**Tabla 50**

*Costo total de personal administrativo por rodamientos después de la propuesta.*

<b>Personal Administrativo</b>				
Cargo	Cantidad	Sueldo/Mes	Sueldo/horas	
Administrador	1	S/ 930.00	S/	4.84
Contador	1	S/ 1,000.00	S/	5.21
Costos administrativos				
Costo del administrador y contabilidad			S/	43.56
Internet			S/	2.49
Total			S/	46.05

**Tabla 51**

*Costo total del transporte de cilindros para CAT 320.*

<b>PEDIDOS ADICIONAL DE CILINDROS PARA CAT 320</b>				
CANTIDAD	U.M.	TRANSPORTE POR PEDIDOS	COSTO DE TRANSPORTE	
8	UND	1	S/	27.50
COSTO PEDIDO DE RODAMIENTOS PARA CAT 320			S/	27.50

**Tabla 52**

*Costo por mano de obra por cilindros para CAT 320.*

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>	<b>U.M.</b>	<b>TOTAL</b>
Cantidad de pedidos de cilindros para CAT 320	UND.	8
Tiempo de transporte (Camión- Almacén)	MIN.	391.294118
Costo por Hora (Operario)	S/.	S/ 7.55
<b>TOTAL</b>	S/.	S/ 49.24

**Tabla 53**

*Costo de personal administrativo por cilindros después de la propuesta.*

<b>Personal Administrativo</b>			
Cargo	Cantidad	Sueldo/Mes	Sueldo/horas
Administrador	1	S/ 930.00	S/ 4.84
Contador	1	S/ 1,000.00	S/ 5.21
Costos administrativos			
Costo del administrador y contabilidad		S/	43.56
Internet		S/	2.49
<b>Total</b>		S/	<b>46.05</b>

**Tabla 54**
*Costo total del transporte por retenes para CAT 320.*

<b>PEDIDOS ADICIONAL DE RETENES PARA CAT 320</b>				
CANTIDAD	U.M.	TRANSPORTE POR PEDIDOS	COSTO DE TRANSPORTE	
4	UND	1	S/	24.50
COSTO PEDIDO DE RODAMIENTOS PARA CAT 320			S/	24.50

**Tabla 55**
*Costo por mano de obra por retenes para CAT 320.*

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>	<b>U.M.</b>	<b>TOTAL</b>
Cantidad de pedidos de retenes para CAT 320	UND.	4
Tiempo de transporte (Camión- Almacén)	MIN.	207.875
Costo por Hora (Operario)	S/.	S/ 7.55
<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>S/ 26.16</b>

**Tabla 56**
*Costo total de personal administrativo por cilindros después de la propuesta.*

<b>Personal Administrativo</b>			
Cargo	Cantidad	Sueldo/Mes	Sueldo/horas
Administrador	1	S/ 930.00	S/ 4.84
Contador	1	S/ 1,000.00	S/ 5.21
Costos administrativos			
Costo del administrador y contabilidad			S/ 43.56
Internet			S/ 2.49
<b>Total</b>			<b>S/ 46.05</b>

**Tabla 57**
*Costo total de articulos no presupuestados después de la mejora.*

<b>COSTO TOTAL MATERIALES NO PRESUPUESTADOS</b>				
ARTICULO	U.M.	CANTIDAD	C.UNITARIO	COSTO TOTAL
Rodamientos CAT 320	UND	3	S/ 1,064.00	S/ 3,192.00
Cilindros CAT 320	UND	8	S/ 750.00	S/ 6,000.00
Retenes CAT 320	UND	4	S/ 1,350.00	S/ 5,400.00
COSTO TOTAL POR ARTICULOS NO PRESUPUESTADOS				S/ 14,592.00

**Tabla 58**
*Costo total de pedidos adicionales después de la propuesta.*

<b>COSTO TOTAL DE PEDIDOS ADICIONALES</b>	
Costo total de pedido adicional de Rodamiento CAT 320	S/ 28.33
Costo total de pedido adicional de cilindros CAT 320	S/ 27.50
Costo total de pedido adicional de retenes CAT 320	S/ 24.50
Costo total de articulos no presupuestado	S/ 14,592.00
<b>TOTAL</b>	S/ 14,672.33

**Tabla 59**
*Tiempo por parada anual de operarios después de la mejora.*

MES	MINUTOS PROMEDIO/DIA	HORAS PROMEDIO/DIA	DIAS LABORALES	TIEMPO POR PARADA(HR- MES)
Ene-21	10.2	0.17	24	4.08
Feb-21	18	0.30	24	7.2
Mar-21	0	0.00	27	0
Abr-21	0	0.00	25	0
May-21	0	0.00	26	0
Jun-21	9	0.15	26	3.9
Jul-21	16.8	0.28	26	7.28
Ago-21	6	0.10	25	2.5
Set-21	60	1.00	26	26
Oct-21	90	1.50	25	37.5
Nov-21	0	0.00	0	0
Dic-21	0	0.00	0	0

**Tabla 60**
*Monetización anual por operarios después de mejora.*

MES	TIEMPO POR PARADA(HR- MES)	COSTO MENSUAL
Ene-21	4.08	S/ 816.00
Feb-21	7.2	S/ 1,440.00
Mar-21	0	S/ -
Abr-21	0	S/ -
May-21	0	S/ -
Jun-21	3.9	S/ 780.00
Jul-21	7.28	S/ 1,456.00
Ago-21	2.5	S/ 500.00
Set-21	26	S/ 5,200.00
Oct-21	37.5	S/ 7,500.00
Nov-21	0	S/ -
Dic-21	0	S/ -
<b>TOTAL</b>		<b>S/17,692.00</b>

**Tabla 61**
*Tiempo por parada anual de causas naturales después de la mejora.*

MES	MINUTOS PROMEDIO/DIA	HORAS PROMEDIO/DIA	DIAS LABORALES	TIEMPO POR PARADA(HR- MES)
Ene-21	0	0.0	24	0
Feb-21	78	1.3	24	31.2
Mar-21	0	0	27	0
Abr-21	0	0	25	0
May-21	0	0	26	0
Jun-21	0	0	26	0
Jul-21	18	0.3	26	7.8
Ago-21	0	0	25	0
Set-21	57	0.95	26	24.7
Oct-21	0	0	25	0
Nov-21	0	0	0	0
Dic-21	0	0	0	0

**Tabla 62**
*Monetización anual de paradas por causas naturales después de la mejora.*

MES	TIEMPO POR PARADA(HR- MES)	COSTO MENSUAL
Ene-21	0	S/ -
Feb-21	31.2	S/ 6,240.00
Mar-21	0	S/ -
Abr-21	0	S/ -
May-21	0	S/ -
Jun-21	0	S/ -
Jul-21	7.8	S/ 1,560.00
Ago-21	0	S/ -
Set-21	24.7	S/ 4,940.00
Oct-21	0	S/ -
Nov-21	0	S/ -
Dic-21	0	S/ -
<b>TOTAL</b>		<b>S/12,740.00</b>

**Tabla 63**
*Reducción de costos después de la mejora.-*

N <sup>o</sup>	CAUSA RAÍZ	COSTO ANTES DE LA PROPUESTA	COSTO DESPUÉS DE LA PROPUESTA	PROMEDIO DE REDUCCIÓN
1	Falta de mantenimiento preventivo	S/ 71,594.00	S/ 30,731.60	42.92%
2	Falta de Método ABC	S/ 70,526.00	S/ 14,672.33	20.80%
3	Falta de compromiso por parte de los operarios.	S/ 42,980.00	S/ 30,432.00	70.81%
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 185,100.00</b>	<b>S/ 75,835.93</b>	<b>40.97%</b>

**Tabla 64**
*Costo de implementación de herramienta de Ingeniería Industrial 1.*

N <sup>o</sup>	ITEM	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN
1	CAPACITACIONES AL PERSONAL	S/5,000.00
2	EQUIPOS DE ANALISIS	S/3,500.00
3	IMPLEMENTACION KANBAN	S/1,500.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/10,000.00</b>

Costo de implementación de herramienta de Ingeniería Industrial 2. La propuesta de mejora indica en la inversión el uso de un plan de capacitación el cuál se encuentra en Anexo N° 04, esta planificación se usa de guía para poder cumplir con los objetivos que se requiere alcanzar mediante la capacitación del personal en relación al conocimiento brindado.

**Tabla 65**
*Inversión para la herramienta de metodología ABC.*

INVERSIÓN PARA METODOLOGIA ABC	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	VIDA UTIL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
Computadoras LENOVO	UND.	2	S/ 4,500.00	S/ 9,000.00	5	S/ 150.00
Soporte técnico	Trimestral	4	S/ 240.00	S/ 960.00		
Impresoras multifuncionales EPSON	UND.	2	S/ 789.00	S/ 1,578.00		
Hojas bond de 95 gramos	UND.	60	S/ 0.10	S/ 6.00		
Escritorio de melanina	UND.	1	S/ 379.00	S/ 379.00		
Silla giratoria de oficina	UND.	1	S/ 230.00	S/ 230.00		
Folderes	UND.	5	S/ 6.00	S/ 30.00		
Estante metálico 180 x 70 x35/ 5 niveles	UND.	3	S/ 389.00	S/ 1,167.00		
Capacitación de supervisor	Horas	6	S/ 28.00	S/ 168.00		
Capacitación de administrador	Horas	5	S/ 28.00	S/ 140.00		
Capacitación a operario encargado de almacén	Horas	10	S/ 26.00	S/ 260.00		
Capacitación de analista de compras	Horas	10	S/ 26.00	S/ 260.00		
Útiles de oficina	UND	12	S/ 110.00	S/ 1,320.00		
Total				S/ 15,498.00		S/ 150.00

**Tabla 66***Costo de implementación de herramientas de Ingeniería Industrial 3.*

<b>N°</b>	<b>ITEM</b>	<b>COSTO DE IMPLEMENTACIÓN</b>
1	CAPACITACIONES AL PERSONAL	S/3,000.00
2	IMPLEMENTACION DE BITACORA	S/600.00
3	IMPLEMENTACIÓN 5´S	S/850.00
	<b>TOTAL</b>	<b>S/4,450.00</b>

**Tabla 67**
*Estado de resultados del Proyecto.*

<b>ESTADO DE RESULTADOS JLC INVESTMENTS SAC ACTUAL VS MEJORADO</b>			
		2020	2021
Ventas Netas (VN)	S/	14,277,821.00	S/ 17,890,109.71
Ingresos diversos	S/	-	S/ -
Costo de Producción	S/	6,233,132.29	S/ 7,810,112.48
Beneficio del Proyecto	S/	-	S/ 75,835.93
Utilidad Bruta	S/	8,044,688.71	S/ 10,155,833.16
Gastos Administrativos	S/	128,500.39	S/ 161,010.99
Alquiler de local	S/	56,000.00	S/ 56,000.00
Servicios	S/	30,645.00	S/ 45,236.00
Utilidad Operativa	S/	7,829,543.32	S/ 9,893,586.18
Gastos Excepcionales	S/	-	S/ -
Gastos Financieros	S/	750,662.00	S/ 500,354.00
Utilidad ante de impuestos	S/	7,078,881.32	S/ 9,393,232.18
Impuesto a la renta	S/	2,123,664.40	S/ 2,817,969.65
Utilidad Neta	S/	4,955,216.93	S/ 6,575,262.52
Incremento			S/ 1,620,045.60
Rentabilidad sobre Venta		34.71%	36.75%

Mediante la evaluación económica se pudo determinar que el proyecto es viable económicamente debido a los indicadores obtenidos.

La tasa de retorno de inversión se obtuvo mediante las evoluciones del gerente general y la oficina administrativa, por ello, en el trabajo se consideró un 20%.

**Tabla 68**
*Estructura del capital.*

<b>DETALLE</b>	<b>S/.</b>	<b>%</b>
Recursos propios	S/ 100.00	0.00%

Financiamiento	S/29,948.00	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>S/29,948.00</b>	

---

**Tabla 69**
*Servicio de deuda.*

AÑO	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
Interés	S/ 499.13	S/ 457.54	S/ 415.94	S/ 374.35	S/ 332.76	S/ 291.16	S/ 249.57	S/ 207.97	S/ 166.38	S/ 124.78	S/ 83.19	S/ 41.59
Amortización	S/ 2,495.67											

**Tabla 70**
*Tasa de interés del préstamo.*

Monto de Préstamo	S/ 29,948.00
Tasa de Interés	20.00%
Períodos	12

**Tabla 71**
*Detalle de la amortización.*

PERÍODO	MONTO PRÉSTAMO	TASA DE INTERÉS	INTERESES	AMORTIZACIÓN	PAGO	DEUDA FINAL
Ene-21	S/ 29,948.00	20.00%	S/ 499.13	S/ 2,495.67	S/ 2,994.80	S/ 27,452.33
Feb-21	S/ 27,452.33	20.00%	S/ 457.54	S/ 2,495.67	S/ 2,953.21	S/ 24,956.67
Mar-21	S/ 24,956.67	20.00%	S/ 415.94	S/ 2,495.67	S/ 2,911.61	S/ 22,461.00
Abr-21	S/ 22,461.00	20.00%	S/ 374.35	S/ 2,495.67	S/ 2,870.02	S/ 19,965.33
May-21	S/ 19,965.33	20.00%	S/ 332.76	S/ 2,495.67	S/ 2,828.42	S/ 17,469.67
Jun-21	S/ 17,469.67	20.00%	S/ 291.16	S/ 2,495.67	S/ 2,786.83	S/ 14,974.00
Jul-21	S/ 14,974.00	20.00%	S/ 249.57	S/ 2,495.67	S/ 2,745.23	S/ 12,478.33
Ago-21	S/ 12,478.33	20.00%	S/ 207.97	S/ 2,495.67	S/ 2,703.64	S/ 9,982.67
Set-21	S/ 9,982.67	20.00%	S/ 166.38	S/ 2,495.67	S/ 2,662.04	S/ 7,487.00
Oct-21	S/ 7,487.00	20.00%	S/ 124.78	S/ 2,495.67	S/ 2,620.45	S/ 4,991.33
Nov-21	S/ 4,991.33	20.00%	S/ 83.19	S/ 2,495.67	S/ 2,578.86	S/ 2,495.67
Dic-21	S/ 2,495.67	20.00%	S/ 41.59	S/ 2,495.67	S/ 2,537.26	S/ 0.00

**Tabla 72**
*Inversión..*

INVERSIÓN	
Mantenimiento preventivo	S/ 10,000.00
Método ABC	S/ 15,498.00
Lean Manufacturing	S/ 4,450.00
<b>Total Ingresos</b>	<b>29,948.00</b>
Inversión	S/ 100.00
Financiamiento	S/ 29,948.00
<b>Total Egresos</b>	<b>S/ 30,048.00</b>

## **Tabla 73**

*Flujo de caja económico y financiero*

Egresos	Dic-20	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
Cuota de Prestamo		S/ 2,994.80	S/ 2,953.21	S/ 2,911.61	S/ 2,870.02	S/ 2,828.42	S/ 2,786.83	S/ 2,745.23	S/ 2,703.64	S/ 2,662.04	S/ 2,620.45	S/ 2,578.86	S/ 2,537.26
CIF		S/ 149.74	S/ 147.66	S/ 145.58	S/ 143.50	S/ 141.42	S/ 139.34	S/ 137.26	S/ 135.18	S/ 133.10	S/ 131.02	S/ 128.94	S/ 126.86
Depreciacion		S/ 299.48	S/ 295.32	S/ 291.16	S/ 287.00	S/ 282.84	S/ 278.68	S/ 274.52	S/ 270.36	S/ 266.20	S/ 262.05	S/ 257.89	S/ 253.73
Inversion de herramienta	S/ 100.00												
<b>Total</b>		S/ 3,444.02	S/ 3,396.19	S/ 3,348.35	S/ 3,300.52	S/ 3,252.69	S/ 3,204.85	S/ 3,157.02	S/ 3,109.18	S/ 3,061.35	S/ 3,013.52	S/ 2,965.68	S/ 2,917.85

Ingresos	Dic-20	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
Mantenimiento preventivo		S/ 3,405.20											
Método ABC		S/ 4,654.47											
Lean Manufacturing			S/ 1,045.67										
<b>Total</b>		S/ 8,059.67	S/ 9,105.34										

Flujo de Caja Económico	<b>-S/ 100.00</b>	S/ 4,615.65	S/ 5,709.15	S/ 5,756.99	S/ 5,804.82	S/ 5,852.65	S/ 5,900.49	S/ 5,948.32	S/ 5,996.16	S/ 6,043.99	S/ 6,091.82	S/ 6,139.66	S/ 6,187.49
-------------------------	-------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Impuesto a  
 la renta  
 (1.5%)

S/ 69.23 S/ 85.64 S/ 86.35 S/ 87.07 S/ 87.79 S/ 88.51 S/ 89.22 S/ 89.94 S/ 90.66 S/ 91.38 S/ 92.09 S/ 92.81

 Flujo de  
 Caja  
 Financiero

-S/ 100.00

S/ 4,546.42 S/ 5,623.52 S/ 5,670.64 S/ 5,717.75 S/ 5,764.86 S/ 5,811.99 S/ 5,859.10 S/ 5,906.22 S/ 5,953.33 S/ 6,000.45 S/ 6,047.57 S/ 6,094.68

**Tabla 74**

*Indicadores de evaluación.*

<b>INDICADORES DE EVALUACIÓN</b>	
VANE	S/631.97
VANF	S/443.92
TIR	28.34%
B/C	1.42359

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se llegó a la conclusión, basada en los presentes resultados del trabajo de investigación y haciendo contraste con los antecedentes previamente presentados que como estipula Natalia Mansilla del Valle en su investigación “Aplicación de metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una Industria Nacional”, que tras la aplicación del TPM logró reducir los defectos de calidad en 57%, reducir paradas en equipos en 54%, reducir el impacto ambiental en 27%; demostrando que la aplicación de la metodología TPM, centrada en estandarización del proceso, redujo pérdidas de fabricación, en el presente proyecto de investigación tras la aplicación del mantenimiento preventivo ayudada del modelo Kanban para la identificación de fallos o procesos de mantenimiento especializada que se logro aumentar en 8.26% la calidad del equipo, Caterpillar 320 excavadora hidráulica, reducir tiempos muertos en 46.75%, aumentando disponibilidad en 6.72%.

Basándonos en el trabajo de investigación “Diseño de un sistema de almacenamiento y control de inventarios basado en el sistema ABC aplicado en la empresa gestión directa SAS”, por León y Pimiento; los cuáles aplican un diseño estratégico en la bodega de producto terminado, basado en el Sistema ABC, logrando clasificar sus productos según uso, por venta en tipo A es del 61.30%, B es de 23.20% y tipo C de 4%; teniendo énfasis que la mayoría de productos tienen una alta rotación, a diferencia del presente trabajo de investigación, en el cual se tiene que los productos tipo A es un 10.34%; B es de 68.97% y los de tipo C es de 20.69%; demostrando el bajo volumen en ítems del producto A:3;pero una gran rotación en venta y stock, por ende es prioritario en diferencia

a productos tipo B y C; existiendo un contraste significativo encara al antecedente presentado.

Teniendo presente el trabajo de “Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo de trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca S.A.A.” por el Ing. Lucia Llontop, el cual determina, para un equipo de molienda, que logró aumentar su productividad en 552.72 toneladas significando un 2%, lo cual para la producción aumenta considerablemente teniendo en cuenta la producción total anterior, se logra tras calcular la efectividad del equipo, aplicando un mantenimiento total productivo, análisis costo beneficio disminuyendo perdidas de productividad. En correlación al estudio anterior, tras determinar el OEE actual de 45.05%, con una disponibilidad del 84.95% y calidad de 83.51.%; se procedió a implementar un mantenimiento preventivo determinado por el modelo Kanban presentado, el cual determina fallas presentes, cambio preventivo de piezas y mantenimiento especializados, logrando mejorar los resultados de OEE a un 51.39%, disponibilidad a 92.47% y calidad a un 91.77%; determinando que la aplicación de un MP a través del Lean Manufacturing logra mejorar los indicadores de la maquinaria, con un costo de implementación bajo, de S/. 14,450.00, con respecto al beneficio en el aumento de horas trabajadas por la maquinaria.

Con respecto a la investigación de Núñez, Tapia en “Propuesta de mejora para reducir las demoras en la entrega de pedidos fuera de tiempo por ineficiencias de procesos productivos aplicando herramientas para una empresa MYPE del Sector metalmeccánico en Lima”, el cual presenta la implementación de Lean Manufacturing como las 5S, TPM;

herramientas que disminuyeron retrasos y aumentar la productividad, presentando aumentos en el tiempo productivo de 46.88%, porcentaje de utilización de 9.11%. Asimismo, el autor hace énfasis que su metodología puede usarse en sectores diferentes con fines y resultados similares, Así es como se pudo disminuir el tiempo de paro por falta de compromiso de los operarios, especificando cada etapa de las 5S anteriormente; en el cual se presentaba un tiempo de 109.75 horas de paro por la “CR3”; tras la implementación se redujo costos en un 70.81%, logrando determinar que las herramientas del Lean Manufacturing son esenciales y eficaces en el sector.

En el trabajo de “Implementación de un sistema logístico para reducir costos de inventarios en la Botica, La Luz S.A.C., Trujillo 2017”, del autor Juan Campos Llanos, el cual indica que el sistema ABC prioriza productos de baja rotación, indicando cuales son las que generan mayor utilidad a la empresa, presentando 298 productos de clasificación A, 512 en clasificación B y 767 productos en clasificación C. Tras la implementación se redujo costos de inventarios en un 20.34% ( S/.19.662.66 ), el cual se encuentra dentro del margen objetivo. En referencia directa el sistema ABC se determina que se presenta 3 productos de A, 20 del tipo B y finalmente 6 de tipo C; logrando priorizar rotación alta y la utilidad proporcional a la empresa teniendo una reducción de costos del 20.80% (S/. 14,672.32) determinando el costo beneficio de la implementación del sistema ABC.

## REFERENCIAS

Achilles. (2020, abril 28). Impacto del COVID-19 en el sector de la construcción. *Achilles*. <https://www.achilles.com/es/industry-insights/impacto-del-covid-19-en-el-sector-de-la-construccion/>

Boero, C. (2020). *Mantenimiento Industrial*. <https://elibro-net.eu1.proxy.openathens.net/es/ereader/upnorte/172523>

Carlos Campos Llanos. (2017). *PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN LOGÍSTICA PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA EN EL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD*. 235.

Cuatrecasas, L. (2011). *Gestión de la producción: Modelos de Lean Management*. Ediciones Díaz de Santos. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnpe/detail.action?docID=3229653>

Efectos del Covid-19 en el sector construcción. (2020, abril 27). *CLACSO*. <https://www.clacso.org/efectos-del-covid-19-en-el-sector-construccion/>

Goicochea, O. (2019). “IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA LOGÍSTICO PARA REDUCIR COSTOS DE INVENTARIOS EN LA BOTICA LA LUZ S.A.C. TRUJILLO 2017”. 69.

Guerrero, R. (2015). *Mantenimiento Preventivo de sistemas domóticos e inmóticos*. <https://elibro-net.eu1.proxy.openathens.net/es/ereader/upnorte/44538?page=29>

Infraspeak. (2021, septiembre 24). Estadísticas de Mantenimiento [2018-2021]: Desafíos, Tendencias y Métricas • Infraspeak Blog. *Infraspeak Blog*. <https://blog.infraspeak.com/es/estadisticas-de-mantenimiento/>

Lefcovich, M. (2009). *TPM mantenimiento productivo total: Un paso más hacia la excelencia empresaria*. <https://elibro-net.eu1.proxy.openathens.net/es/ereader/upnorte/28220>

Llontop, A. (2018). *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca SAA*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1426>

Logistec. (2018, diciembre 2). *LOGÍSTICA PERUANA: UNA INDUSTRIA EN MOVIMIENTO DE CARA AL FUTURO*.

<https://www.revistalogistec.com/index.php/logistica/pymes/item/3407-logistica-peruana-una-industria-en-movimiento-de-cara-al-futuro>

LR, R. (2020a, noviembre 6). *Sector construcción en La Libertad cayó en 17,8 % a setiembre de 2020*. <https://larepublica.pe/sociedad/2020/11/06/sector-construccion-en-la-libertad-cayo-en-178-a-setiembre-de-2020-lrnd/>

LR, R. (2020b, noviembre 6). *Sector construcción en La Libertad cayó en 17,8 % a setiembre de 2020*. <https://larepublica.pe/sociedad/2020/11/06/sector-construccion-en-la-libertad-cayo-en-178-a-setiembre-de-2020-lrnd/>

Luzángela, M. (2014). *Calidad y Servicio: Conceptos y herramientas*. Eco Ediciones. <https://elibro-net.eu1.proxy.openathens.net/es/ereader/upnorte/114317?page=218>

Mansilla del Valle, N. (2011). *Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional*. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115896>

*MIGRANT WORK & EMPLOYMENT IN THE CONSTRUCTION SECTOR*. (s. f.). Recuperado 7 de noviembre de 2021, de [https://humantraffickingsearch.org/wp-content/uploads/2017/07/wcms\\_538487.pdf](https://humantraffickingsearch.org/wp-content/uploads/2017/07/wcms_538487.pdf)

Ninahuanca, C. (2021, mayo 25). *El sector construcción genera más de un millón de empleos al año*. <https://elperuano.pe/noticia/121379-el-sector-construccion-genera-mas-de-un-millon-de-empleos-al-ano>

Núñez, J., & Tapia, Y. (2020). Propuesta de mejora para reducir las demoras en la entrega de pedidos fuera de tiempo por ineficiencia de procesos productivos aplicando herramientas Lean para una empresa MYPE del sector metalmecánico en Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/656197>

PERÚ, E. P. de S. E. S. A. E. (s. f.). *Sector mantenimiento mueve alrededor de S/ 200 millones al año en el Perú*. Recuperado 7 de noviembre de 2021, de <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s-200-millones-al-ano-el-peru-778501.aspx>

PERÚ, N. E. C. (2021, marzo 21). *El 50% de operadores logísticos cuenta con tecnología para entrega de productos NCZE / ECONOMIA*. El Comercio Perú; NOTICIAS EL COMERCIO PERÚ. <https://elcomercio.pe/economia/el-50-de-operadores-logisticos-cuenta-con-tecnologia-para-entrega-de-productos-ncze-noticia/>

*ProQuest Ebook Central*. (s. f.). Recuperado 7 de noviembre de 2021, de <https://ebookcentral.proquest.com/auth/lib/upnpe/login.action?returnURL=https%3A%2F%2Ffebookcentral.proquest.com%2Flib%2Fupnpe%2Fdetail.action%3FdocID%3D3222458>

Ricaurte, C. M. L., & Paez, O. P. (2015). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y CONTROL DE INVENTARIOS BASADO EN EL SISTEMA ABC APLICADO EN LA EMPRESA GESTIÓN DIRECTA SAS*. 128.

School, I. B. (2021). Las Tendencias Logística 2021 que te llevarán a lo más lejos. *Thinking for Innovation*. <https://www.iebschool.com/blog/tendencias-logistica/>

*SITUACIÓN MUNDIAL COVID-19*. (s. f.). Recuperado 7 de noviembre de 2021, de <https://cchc.cl/uploads/archivos/archivos/resumen-semanal-panorama-mundial-10.06.2020.pdf>

Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing: Paso a paso* (Vol. 0). Marge Books. <https://elibro-net.eu1.proxy.openathens.net/es/lc/upnorte/titulos/117567>

## ANEXOS

### ANEXO N° 1- Demanda de articulos ( Clasificación A)

**Tabla 75**

*Demanda mensual de rodamientos para CAT 320.*

RODAMIENTOS PARA CAT 320												
	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
Ingreso a almacén	3	4	2	0	0	3	2	1	5	2	1	4
pedidos adicionales	1	3	3	0	0	7	4	7	2	2	3	2
Total	4	7	5	0	0	10	6	8	7	4	4	6

**Tabla 76**

*Demanda mensual de cilindros para CAT 320.*

CILINDROS PARA CAT 320												
	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
Ingreso a almacén	3	2	1	0	0	3	4	3	4	2	3	3
pedidos adicionales	2	3	2	0	0	1	2	1	1	2	2	1
total	5	5	3	0	0	4	6	4	5	4	5	4

**Tabla 77**

*Demanda mensual de retenes para CAT 320.*

RETENES PARA CAT 320												
	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
Ingreso a almacén	2	2	3	0	0	3	4	5	3	3	2	3
pedidos adicionales	2	1	1	0	0	1	2	3	1	2	2	1
Total	4	3	4	0	0	4	6	8	4	5	4	4

ANEXO N°03- PRONOSTICO Y SIMULACION MONTECARLO PARA EL  
 CUMPLIMIENTO DE LA DEMANDA EN EL AÑO 2021-

**Tabla 78**

*Pronostico de la demanda de los rodamientos para CAT 320.*

DEMANDA AÑO 2021	
PERIODO	rodamientos para CAT 320
Ene-21	6
Feb-21	6
Mar-21	6
Abr-21	7
May-21	7
Jun-21	7
Jul-21	7
Ago-21	7
Set-21	7
Oct-21	7
Nov-21	8
Dic-21	8
<b>Total</b>	<b>83</b>

Nota: Se muestra la demanda en el año 2021 para los rodamientos para CAT 320 empleando el modelo de regresión lineal.

**Tabla 79**

*Medida y desviación por demandan de los rodamientos para CAT 320.*

Mediana	7
Desviación estándar	0.67

**Tabla 80**
*Simulación de variación para demanda de los rodamientos.*

ALEATORIO	Z	DEMANDA MENSUAL	DEMANDA TOTAL	CONDICIÓN	DIFERENCIA
0.10	0.13	7.08	83.00	SI CUMPLE	0
0.09	0.11	7.08			
0.92	1.78	8.19			
0.54	0.75	7.50			
0.84	1.40	7.94			
0.63	0.90	7.60			
0.70	1.04	7.69			
0.44	0.58	7.39			
0.94	1.91	8.27			
0.74	1.12	7.75			
0.08	0.10	7.07			
0.34	0.44	7.30			

**Tabla 81**

*Escenario de variación para demanda de los rodamientos para CAT 320.*

SIMULACIÓN	DEMANDA TOTAL	EVALUACIÓN DE DEMANDA	DIFERENCIA
1	82	SI CUMPLE	0
2	82	SI CUMPLE	0
3	82	SI CUMPLE	0
4	81	SI CUMPLE	0
5	81	SI CUMPLE	0
6	86	NO CUMPLE	3
7	82	SI CUMPLE	0
8	81	SI CUMPLE	0
9	81	SI CUMPLE	0
10	82	SI CUMPLE	0
11	81	SI CUMPLE	0
12	82	SI CUMPLE	0
13	82	SI CUMPLE	0
14	81	SI CUMPLE	0
15	81	SI CUMPLE	0
16	82	SI CUMPLE	0
17	82	SI CUMPLE	0
18	82	SI CUMPLE	0
19	81	SI CUMPLE	0
20	81	SI CUMPLE	0
21	81	SI CUMPLE	0
22	82	SI CUMPLE	0
23	82	SI CUMPLE	0
24	82	SI CUMPLE	0
25	81	SI CUMPLE	0
26	81	SI CUMPLE	0
27	81	SI CUMPLE	0
28	81	SI CUMPLE	0
29	81	SI CUMPLE	0
30	82	SI CUMPLE	0

Nota: Se muestra de manera redundante los resultados de las columnas: demanda anual, evaluación de demanda y diferencia, se debe considerar que estos valores varían de acuerdo al aleatorio usado.

**Tabla 82**
*Resultado de escenarios para rodamientos CAT 320.*

N° de incumplimiento de demanda	1 veces
Promedio de unidades por incumplimiento de demanda	3 unidades

**Tabla 83**
*Pronostico de la demanda de los cilindros para CAT 320.*

DEMANDA AÑO 2021	
PERIODO	cilindros para CAT 320
Ene-21	5
Feb-21	5
Mar-21	5
Abr-21	5
May-21	5
Jun-21	5
Jul-21	5
Ago-21	6
Set-21	6
Oct-21	6
Nov-21	6
Dic-21	6
Total	64

Nota: Se muestra la demanda en el año 2021 para los cilindros para CAT 320 empleando el modelo de regresión lineal.

**Tabla 84**
*Medida y desviación por demanda de los cilindros para CAT 320.*

Mediana	5
Desviación estándar	0.44

Nota: Se muestra la media y desviación estándar por la demanda del año 2021 para los cilindros para CAT 320 haciendo uso de la regresión lineal.

**Tabla 85**
*Simulación de variación para demanda de los cilindros para CAT 320.*

ALEATORIO	Z	DEMANDA MENSUAL	DEMANDA TOTAL	CONDICIÓN	DIFERENCIA	
0.46	0.54	0.62	5.62	64.18	SI CUMPLE	0
0.43	0.57	0.56	5.60			
0.13	0.87	0.17	5.42			
0.33	0.67	0.42	5.54			
0.53	0.47	0.73	5.67			
0.92	0.08	1.76	6.13			
0.19	0.81	0.24	5.46			
0.00	1.00	0.01	5.35			
0.19	0.81	0.24	5.45			
0.40	0.60	0.52	5.58			
0.49	0.51	0.66	5.64			
0.27	0.73	0.35	5.50			

**Tabla 86**

*Escenario de variación para demanda de los cilindros para CAT 320.*

SIMULACIÓN	DEMANDA TOTAL	EVALUACIÓN DE DEMANDA	DIFERENCIA
1	61	SI CUMPLE	0
2	61	SI CUMPLE	0
3	61	SI CUMPLE	0
4	64	SI CUMPLE	0
5	66	NO CUMPLE	2
6	61	SI CUMPLE	0
7	60	SI CUMPLE	0
8	60	SI CUMPLE	0
9	64	SI CUMPLE	0
10	62	SI CUMPLE	0
11	70	NO CUMPLE	6
12	60	SI CUMPLE	0
13	61	SI CUMPLE	0
14	60	SI CUMPLE	0
15	61	SI CUMPLE	0
16	64	SI CUMPLE	0
17	60	SI CUMPLE	0
18	63	SI CUMPLE	0
19	64	SI CUMPLE	0
20	64	SI CUMPLE	0
21	60	SI CUMPLE	0
22	60	SI CUMPLE	0
23	62	SI CUMPLE	0
24	64	SI CUMPLE	0
25	63	SI CUMPLE	0
26	62	SI CUMPLE	0
27	61	SI CUMPLE	0
28	63	SI CUMPLE	0
29	60	SI CUMPLE	0
30	63	SI CUMPLE	0

Nota: Se muestra de manera redundante los resultados de las columnas: demanda anual, evaluación de demanda y diferencia, se debe considerar que estos valores varían de acuerdo al aleatorio usado.

**Tabla 87**

*Resultado de escenarios de cilindros para CAT 320.*

N° de incumplimiento de demanda	2 veces
Promedio de unidades por incumplimiento de demanda	8 unidades

Nota: Se muestra que, en los 30 escenarios posibles, no se cumplió 2 vez la demanda, lo que presenta una variación de 8 unidades en exceso para el costeo.

**Tabla 88**

*Simulación de variación para demanda de retenes para CAT 320.*

DEMANDA AÑO 2021	
PERIODO	retenes para CAT 320
Ene-21	5
Feb-21	5
Mar-21	6
Abr-21	6
May-21	6
Jun-21	6
Jul-21	7
Ago-21	7
Set-21	7
Oct-21	7
Nov-21	7
Dic-21	8
Total	77

**Tabla 89**

*Medida y desviación por demanda de los retenes para CAT 320.*

Mediana	5
Desviación estándar	0.44

Nota: Se muestra la media y desviación estándar por la demanda del año 2021 para los retenes para CAT 320 haciendo uso de la regresión lineal.

**Tabla 90**
*Simulación de variación para demanda de los retenes para CAT 320.*

ALEATORIO	Z	DEMANDA MENSUAL	DEMANDA TOTAL	CONDICIÓN	DIFERENCIA
0.76	0.24	1.17	7.34	77.17	SI CUMPLE 0
0.89	0.11	1.59	7.67		
0.22	0.78	0.28	6.64		
0.55	0.45	0.75	7.01		
0.57	0.43	0.79	7.05		
0.05	0.95	0.06	6.47		
0.40	0.60	0.52	6.83		
0.83	0.17	1.37	7.50		
0.53	0.47	0.72	6.99		
0.70	0.30	1.04	7.24		
0.75	0.25	1.16	7.33		
0.81	0.19	1.30	7.44		

**Tabla 91**
*Escenario para variación para demanda de los cilindros para CAT 320.*

SIMULACIÓN	DEMANDA TOTAL	EVALUACIÓN DE DEMANDA	DIFERENCIA
1	75	SI CUMPLE	0
2	70	SI CUMPLE	0
3	78	NO CUMPLE	1
4	77	SI CUMPLE	0
5	70	SI CUMPLE	0
6	75	SI CUMPLE	0
7	71	SI CUMPLE	0
8	72	SI CUMPLE	0
9	79	NOCUMPLE	2
10	71	SI CUMPLE	0
11	74	SI CUMPLE	0
12	77	SI CUMPLE	0
13	73	SI CUMPLE	0
14	78	NO CUMPLE	1
15	73	SI CUMPLE	0
16	72	SI CUMPLE	0
17	77	SI CUMPLE	0
18	72	SI CUMPLE	0
19	73	SI CUMPLE	0
20	70	SI CUMPLE	0
21	76	SI CUMPLE	0
22	72	SI CUMPLE	0
23	76	SI CUMPLE	0
24	76	SI CUMPLE	0
25	77	SI CUMPLE	0
26	80	NO CUMPLE	3
27	73	SI CUMPLE	0
28	73	SI CUMPLE	0
29	77	SI CUMPLE	0
30	75	SI CUMPLE	0

**Tabla 92***Resultado de escenarios de retenes para CAT 320.*

---

N° de incumplimiento de demanda	4 veces
Promedio de unidades por incumplimiento de demanda	4 unidades

---

Nota: Se muestra que, en los 30 escenarios posibles, no se cumplió 4 vez la demanda, lo que presenta una variación de 4 unidades en exceso para el costeo.