UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE REPARACION APLICANDO LA METODOLOGIA
LEAN SERVICE EN UN TALLER DE REPARACIONES DE EQUIPO PESADO**

TESIS

Para optar el título de : Ingeniero Industrial

AUTOR

Yantas Porras, César Augusto (0000-0001-9574-0412)

ASESOR DE TESIS

Ayala Chacaltana, Pedro (0000-0003-1607-2263)

Lima, 20 de Setiembre de 2018

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mis padres que siempre me han apoyado en lo largo de mi vida, por ser los pilares más importantes desde pequeño siempre demostrando un amor y disciplina para obtener mis logros a lo largo de mi vida, a mi madrina quien me cuidó como una segunda madre iniciando mi carrera técnica y universitaria aconsejándome y apoyándome durante los últimos años. Finalmente, a toda mi familia que los amo y agradezco infinitamente por la oportunidad que me han ofrecido.

RESUMEN

La empresa en estudio, dedicada a brindar servicio de minería y construcción cuenta con su taller de reparaciones de equipo pesado, presenta una eficiencia en tiempos de reparación de 85% respecto a los talleres de reparación como Ferreyros, Komatsu y Volvo. Esto ocasiona la insatisfacción de los clientes internos por los tiempos de entrega de las reparaciones, los cuales son más extensos que los talleres mencionados; por este sentido se propone implementar el Lean Service para obtener un modelo óptimo para el taller de reparaciones. El diagnóstico realizado reveló que el problema es la deficiencia de productividad de reparación de componentes debido a la falta de repuestos, demoras en tiempos de armado y desarmado, demoras en desplazamientos del personal y falta de herramientas, por ello se propone implementar la metodología para mejorar los procesos en el taller de reparaciones aplicando las herramientas como el, VMS, 5'S, estudio de tiempos, diagrama de relación de actividades y el Kaizen. Finalmente aplicando las mejoras descritas se puede optimizar los tiempos de reparación en un 12% e incrementar la productividad en el taller de reparaciones.

Palabras clave: 5'S, VSM, estudio de tiempo, kaizen, diagrama de relación de actividades.

ABSTRACT

The company under study, dedicated to providing mining and construction services, has a repair shop for heavy equipment, which has an efficiency in repair times of 85% compared to repair shops such as Ferreyros, Komatsu and Volvo. This causes the dissatisfaction of the internal customers for the delivery times of the repairs, which are more extensive than the aforementioned workshops; For this purpose, it is proposed to implement the Lean Service, to obtain an optimal model for the repair shop. The diagnosis made revealed that the problem of component repair productivity deficiency due to the lack of spare parts, delays in assembly and disassembly times, delays in personnel displacement and lack of tools, therefore, it is proposed to implement the methodology to improve the processes in the repair workshop applying tools such as VSM, 5'S, time study, activity relationship diagram and Kaizen. Finally applying the improvements described can be optimized repair times by 12% and increase productivity in the repair shop.

Keywords: 5'S, VSM, time study, kaizen, activity relationship diagram.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 13

CAPÍTULO I : MARCO TEÓRICO 14

GESTION DE PROCESOS	14
ELEMENTOS Y FACTORES DE PROCESO.....	15
MAPA DE PROCESOS	17
MEJORA CONTINUA DE LOS PROCESOS	18
LEAN SERVICE.....	18
DEFINICION DE LEAN SERVICE.....	19
PRINCIPIOS DEL LEAN SERVICE	20
HERRAMIENTAS DEL LEAN SERVICE.....	20
ESTUDIA DEL TRABAJO	27
ESTUDIO DE TIEMPOS.....	27
LA DISTRIBUCION DE PLANTA.....	29
BENCHMARKING	35
ANALISIS Y OPINION DE EXPERTOS	35
ANALISIS DE EXPERIENCIAS EXITOSAS.....	38
CASO 1 : SECTOR DE CONFECCIÓN – COLOMBIA.....	38
CASO 2 : AYUNTAMIENTOS DE LEGANES Y VICTORIA	39
CASO 3 : TOYOTA.....	39
CASO 4 : EMPRESA GALLETERA	42
CASO 5: RIVA MADRID	42
COMPONENTES PRINCIPALES DE UN EQUIPO PESADO.....	44
Convertidor de par	44
TRANSMISION	45
DIFERENCIAL	46
MANDOS FINALES Y FRENOS	46
CAPITULO II : ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	48
Análisis de sector industrial.....	48
SECTOR MINERO	49
SECTOR DE CONSTRUCCION	49

PRESENTACION DE LA EMPRESA	50
VALORES DE LA EMPRESA.....	51
OBJETIVO ESTRATEGICO.....	51
ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	52
PARTICIPACION DE LA EMPRESA EN EL MERCADO	52
PRINCIPALES SERVICIOS QUE BRINDA.....	53
MAPA DE PROCESOS	55
DESCRIPCION DEL PROCESO DEL TALLER DE REPARACIONES	59
ANTECEDENTES DE REPARACION DE COMPONENTES	61
PARQUE DE MAQUINAS	61
ANTECEDENTES DE SERVICIOS EXTERNOS CON PROVEEDORES	63
AHORRO EN EL COSTO DE REPARACION DE COMPONENTES	64
DESCRIPCION DEL PROBLEMA	66
TIEMPOS DE ENTREGA DE COMPONENTES	67
ANALISIS DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA.....	70
IMPACTO ECONOMICO DEL PROBLEMA	79
CAPITULO III : PROPUESTAS DE MEJORA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS 81	
EVALUACION DE ALTERNATIVA DE SOLUCION.....	81
DESCRIPCION DE LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS	81
ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION	83
DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA.....	86
OBJETIVO PRINCIPAL	86
OBJETIVOS ESPECIFICOS	86
DESARROLLO DEL PLAN DE METODOLOGIA.....	89
PROPUESTAS PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE REPARACION	94
PROPUESTA PARA MEJORAR LA GESTION DE PEDIDOS DE REPUESTOS	110
PROPUESTA PARA REDUCIR EL DESPLAZAMIENTO DEL PERSONAL.....	113
PROPUESTA PARA IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS	118
DESARROLLO DE FASE DE MEJORAS	118
IMPLEMENTACIÓN DE VSM	118

ANÁLISIS DE DAP'S	123
IMPLEMENTACION DE LEAD TIME Y TAKT TIME	126
CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION DE PROPUESTA DE MEJORA	128
SIMULACION DEL PROCESO DE REPARACION	129
EVALUACION ECONOMICO - FINANCIERO DE LA PROPUESTA DE SOLUCION	138
COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO	138
IDENTIFICACIÓN DE COSTOS Y GASTOS DE TALLER	139
AHORRO POR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	139
RESULTADO OPERATIVO ANUAL ACTUAL VS PROYECTADO.....	142
CONCLUSIONES	143
RECOMENDACIONES	144
REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA	145
GLOSARIO	150
SIGLARIO	151
ANEXOS	152

INDICE DE TABLA

CUADRO 01. COSTO DE EQUIPOS NUEVOS Y OVER HAUL DE MINERÍA	62
CUADRO 02. COSTO DE EQUIPOS NUEVOS Y OVER HAUL DE CONSTRUCCIÓN	63
CUADRO 03. COSTO DE REPARACIONES CON PROVEEDORES EXTERNOS.....	63
CUADRO 04. TIEMPOS DE ENTREGA DE REPARACIÓN (DÍA)	66
CUADRO 05. TIEMPO DE TOTAL DE REPARACIÓN (DÍAS)	70
CUADRO 6. CAUSAS DEL PROBLEMA DE LA DEFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE REPARACIÓN	73
CUADRO 07. VENTA DE HH POR REPARACIÓN DE COMPONENTES - 2014.....	79
CUADRO 08. COSTO POR PERDIDA POR EQUIPO INOPERATIVO.....	80
CUADRO 09. MISIÓN DE METODOLOGÍAS.....	82
CUADRO 10. BENEFICIOS DE METODOLOGÍAS	83
CUADRO 11. MATRIZ AHP DE CRITERIOS	84
CUADRO 12. MATRIZ AHP DE METROLOGÍAS CON CRITERIOS	85
CUADRO 13. MATRIZ AHP DE METROLOGÍAS CON CRITERIOS PRINCIPALES	86
CUADRO 14. TIEMPO TOTAL DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE COMPONENTES.....	94
CUADRO 15. ESTUDIO DE TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO DE TRANSMISIÓN.....	105
CUADRO 16. ESTUDIO DE TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO DE MANDOS FINALES.....	106
CUADRO 17. ESTUDIO DE TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO DE DIFERENCIAL.....	107
CUADRO 18. ESTUDIO DE TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO DE RUEDA DELANTERA	108
CUADRO 19. ESTUDIO DE TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO DE CONVERTIDOR	109
CUADRO 20. TIEMPO DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES FINAL (HORAS).....	126

CUADRO 21. ESTÁNDAR DE REPARACIÓN DE COMPONENTES	127
CUADRO 22. TIEMPO DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES FINAL (HORAS).....	128
CUADRO 23. CRONOGRAMA DE PROPUESTA DE MEJORA.....	129
CUADRO 24. VARIABLES PARA EL PROCESO DE REPARACIÓN	133
CUADRO 25. TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN (HORAS)	135
CUADRO 22. TIEMPO DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES FINAL (HORAS).....	137
CUADRO 25. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA	138
CUADRO 26. COSTOS Y GASTOS DEL TALLER	139
CUADRO 22. TIEMPO DE REPARACIÓN DE COMPONENTES.....	140
CUADRO 27. FLUJO DE CAJA PARA MEJORA DE OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE REPARACIÓN.....	141
CUADRO 28. RESULTADO OPERATIVO DEL TALLER DE REPARACIONES ACTUAL Y PROYECTADO	142

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 01. ELEMENTOS DEL PROCESO.....	16
FIGURA 02. MAPA DE PROCESOS	17
FIGURA 03. SUPLEMENTOS.....	28
FIGURA 04. DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOR	30
FIGURA 05. DISTRIBUCIÓN POR PROCESO	31
31	
FIGURA 06. DISTRIBUCIÓN POR CÉLULA DE FABRICACIÓN	32
FIGURA 07. ETAPAS DEL PLANEAMIENTO SISTEMÁTICO DE LA DISTRIBUCIÓN	33
FIGURA 08. GRADO DE CERCANÍA EXISTENTE ENTRE ÁREAS.....	34
FIGURA 09. DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES (DRA)	35
FIGURA 10. METODOLOGÍA DE TOYOTA	40
FIGURA 11. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO VSM.....	43
FIGURA 12. COMPONENTES DE TREN DE FUERZA	44
FIGURA 13. CONVERTIDOR DE PAR	45
FIGURA 14. TRANSMISIÓN	45
FIGURA 15. DIFERENCIAL	46
FIGURA 16. MANDOS FINALES Y FRENOS	47
FIGURA 17. APOORTE DEL PBI POR SECTORES EN EL PERÚ	48
FIGURA 18. CONTRIBUCIÓN A LA VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL	49
FIGURA 19. ORGANIGRAMA DE SAN MARTÍN CONTRATISTAS GENERALES ..	52
FIGURA 20. RANKING DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS	53
FIGURA 21. SERVICIO DE MINERÍA EN SAN MARTIN CG.....	54
FIGURA 22. SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN EN SAN MARTIN CG.....	55
FIGURA 23. MAPA DE INTERACCIÓN DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	56
FIGURA 24. MAPA DE INTERACCIÓN DE PROCESO DE MINERÍA	57
FIGURA 25. MAPA DE INTERACCIÓN DE PROCESO DEL TALLER DE REPARACIONES	58

FIGURA 26. FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE REPARACIÓN.....	60
FIGURA 27. GRAFICA DEL PROCESO DE REPARACIÓN	60
FIGURA 28. PARQUE DE MAQUINAS DE SAN MARTÍN CG.....	61
FIGURA 29. COSTO DE REPARACION CON PROVEEDORES EXTERNOS	64
FIGURA 30. COSTO DE REPARACIÓN DE COMPONENTES DE UN CAMION MINERO 777F CON FERREYROS VS EL TALLER DE SAN MARTÍN	65
FIGURA 31. TIEMPO DE REPARACIÓN DE UN MANDO FINAL	67
FIGURA 32. TIEMPO DE REPARACIÓN DE UNA TRANSMISIÓN	67
FIGURA 33. TIEMPO DE REPARACIÓN DE UNA RUEDA.....	68
FIGURA 34. TIEMPO DE REPARACIÓN DE UN CONVERTIDOR.....	69
FIGURA 35. TIEMPO DE REPARACIÓN DE UN DIFERENCIAL	69
FIGURA 36. ÁRBOL DE PROBLEMAS DE DEMORAS DE TIEMPOS DE REPARACIÓN.....	71
FIGURA 37. DIAGRAMA DE PARETO – DEFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE REPARACION.....	74
FIGURA 38. LAYOUT DEL TALLER DE REPARACIONES ACTUAL	78
FIGURA 39. PLAN DE TRABAJO DE IMPLEMENTACIÓN	87
FIGURA 40. GANTT DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA.....	88
FIGURA 25. MAPA DE INTERACCIÓN DE PROCESO DEL TALLER DE REPARACIONES	89
FIGURA 40. FLUJOGRAMA DEL TALLER DE REPARACIONES PROPUESTO.....	91
FIGURA 42. DIAGRAMA SIPOC DEL TALLER DE REPARACIONES	92
FIGURA 43. ORGANIGRAMA PROPUESTO DEL TALLER DE REPARACIONES ...	93
FIGURA 44. MANUAL DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES	96
FIGURA 45. ÁREA DE LAVADO DE COMPONENTES	99
FIGURA 46. ÁREA DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES	99
FIGURA 47. ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SEIRI.....	100
FIGURA 48. ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SEITON.....	101
FIGURA 49. ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SEIKETSU	103
FIGURA 50. ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SHITSUKE.....	104
FIGURA 51. PLAN DE OVER HAUL DE CAMIONES 777F	111

FIGURA 52. KIT DE REPARACIÓN POR COMPONENTE.....	112
FIGURA 38. LAYOUT DEL TALLER DE REPARACIONES ACTUAL	114
FIGURA 53. DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES DE LAS ÁREAS DEL TALLER DE REPARACIONES	115
FIGURA 54. LAYOUT DEL TALLER DE REPARACIONES PROPUESTO	117
FIGURA 55. MAPA DE CADENA DE VALORES DEL TALLER DE REPARACIONES ACTUAL	120
FIGURA 56. MAPA DE CADENA DE VALORES DEL TALLER DE REPARACIONES CON MEJORAS	122
FIGURA 57. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO ACTUAL	124
FIGURA 58. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO CON MEJORAS	125
FIGURA 59. LOCACIONES – PROMODEL	130
FIGURA 61. PROCESO –PROMODEL	131
FIGURA 62. RECURSOS –PROMODEL.....	132
FIGURA 63. LAYOUT DE SIMULACIÓN DE PROCESO DE DESARMADO Y ARMADO	134
FIGURA 64. COMPARATIVO DEL PROCESO DE DESARMADO Y ARMADO ACTUAL VS PROPUESTA CON MEJORAS	136

INTRODUCCIÓN

Los talleres de reparación de equipos y componentes brindan el servicio del soporte técnico a las operaciones mineras por lo cual ha despertado interés en desarrollar la investigación de cómo mejorar los procesos y la distribución de planta en un taller de reparaciones.

Los talleres de reparaciones son de gran importancia debido a que son aquellos que ejecutan las reparaciones generales de los equipos y componentes brindando un servicio de calidad, tiempos de entrega oportunos y costos menores a un equipo o componente nuevo de fábrica, con la finalidad que brinde en las operaciones mineras y de construcción un incremento de productividad ofreciendo un alto grado de confiabilidad en los equipos. Ya que, la falla de los componentes o un equipo completo puede ocasionar pérdida de miles de dólares por cada minuto de equipo inoperativo en una operación disminuyendo la producción y la insatisfacción del cliente. Por ello, la importancia de esta tesis de estudiar los actuales problemas que se tienen en los procesos del taller de reparaciones de la empresa San Martín Contratistas Generales, mediante la aplicación de herramienta lean service y el análisis de la data se podrá determinar la causa raíz de los problemas, para luego proponer mejoras en los tiempos y costos de reparación de componentes de tren de fuerza proponiendo mejoras en los procesos y una adecuada distribución de planta con la finalidad de alcanzar los altos niveles de calidad como los Ferreyros, Komatsu y Volvo.

En este proyecto se aplicarán herramientas de ingeniería industrial como el Lean Service para proponer alternativas de solución para mejorar los tiempos en las reparaciones de componentes de tren de fuerza para reducir los costos de reparación. Este proyecto es motivador, ya que se aplicarán todas las herramientas aprendidas durante toda la carrera y poder encontrar soluciones que brinden un gran aporte a la empresa. Teniendo un gran impacto económico, mejorando la calidad y aplicando la mejora continua en los procesos.

CAPÍTULO I : MARCO TEÓRICO

Los procesos son muy importantes en toda actividad, ya que mediante procedimientos y estándares de calidad se pueden establecer controles en las actividades del proceso. En el taller de reparaciones de equipo pesado se requiere diseñar e implementar una metodología para obtener un sistema óptimo de reparaciones utilizando herramientas de ingeniería industrial como el estudio del trabajo, la mejora continua y el Lean Service.

El capítulo 1 tiene como finalidad describir las metodologías y herramientas que se utilizarán para poder proponer soluciones al problema principal que se estudiara que será de gran aporte para la empresa. Aplicando estas herramientas de ingeniería industrial se podrá identificar el problema y las causas principales para proponer mejoras en los procesos para optimizar los tiempos y reducir costos de reparación de componentes en un taller de reparaciones de equipo pesado.

GESTION DE PROCESOS

Existen muchos autores que definen el concepto de procesos. Según Perez, todos los procesos están compuestos por tres elementos los cuales son las entradas, las actividades y las salidas¹. Los diagramas facilitan la interpretación de las actividades en su conjunto, debido a que se permite una percepción visual del flujo y las secuencias de las mismas, incluyendo las entregas y las salidas para el proceso y los límites del proceso². Un proceso es la secuencia de actividades lógicas diseñadas para generar un output preestablecido para unos clientes identificados a partir de un conjunto de inputs necesarios que van añadiendo valor³. También la Organización Internacional para la Estandarización ISO para un proceso de certificación del ISO 9001 (Gestión de calidad) menciona lo siguiente :

¹ Cfr. Perez 2012:49

² Cfr. Bonilla 2012:39

³ Cfr. IAT Sevilla España 2012:844

“Un proceso puede definirse como un “Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. Estas actividades requieren la asignación de recursos tales como personal y material.” (ISO 2009: 6)

Para Luis Roldan, indica que el proceso es la secuencia de pasos, tareas o actividades que conducen a un cierto producto, cuyo producto es crear un valor para el usuario o cliente⁴.

Según Percy Castro, docente de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, un proceso es un conjunto de actividades que transforman entradas en salidas, agregándoles valor. El profesor también menciona que los factores que intervienen en el proceso son las personas, los materiales, recursos físicos y los métodos para la planificación del proceso⁵.

Por ello, se llega a la conclusión desde la percepción de la calidad y el producto, el proceso es un conjunto de actividades que interactúan que al agregarle valor terminan en satisfacer las necesidades del cliente.

ELEMENTOS Y FACTORES DE PROCESO

Según Pérez, todos los procesos constan de los siguientes elementos :

- Un input, es un producto que proviene de un suministro, es la salida de otros procesos.
- El proceso, la secuencia de actividades propiamente
- El output, es un producto con la calidad exigida por el estándar del proceso destinada al cliente.

Por ello, el input, el proceso y el output definen los límites de todo proceso que han de ser claros y conocidos por poder asignar las responsabilidades pertinentes. Es un mecanismo para transformar entregas en salidas mediante la forma adecuada de utilizar los recursos⁶.

Para entender mejor los elementos del proceso, en la figura 01 se muestra una presentación.

⁴ Cfr. Roldan 2013:17

⁵ Cfr. Castro 2014

⁶ Cfr. Perez 2014:41

FIGURA 01. ELEMENTOS DEL PROCESO

Fuente : José Armendáriz 2013

En la figura se muestra los tres elementos por el input (Proveedor), procesos, output (Cliente) como interactúan para generar un producto que pueda satisfacer las necesidades del cliente. Según Bonilla, los procesos utilizan 5 recursos principales, los cuales se describen a continuación :

- **Mano de obra :** se refiere al responsable del proceso y todo el recurso humano que interviene en el mismo, por lo que, sus conocimientos, habilidades y actitudes, influyen directamente en los resultados del proceso.
- **Materiales o suministros :** incluye a todas las entradas a ser transformadas, es decir, las materias primas, las partes en proceso y la información para su correcto uso.
- **Maquinaria y equipo :** son todas las instalaciones, maquinaria, hardware, y software que complementan a la mano de obra y permiten la realización de los procesos ; los niveles de precisión y exactitud dependen de su adecuada calibración, mantenimiento y oportuno remplazo.
- **Métodos :** se refiera a la definición formal y estandarizada de las políticas, procedimientos, normas e instrucciones empleadas para la ejecución de un determinado trabajo

- Medios de control : son las herramientas utilizadas para evaluar el desempeño y los resultados del proceso.
- Medio ambiente : es el entorno en el cual se lleva a cabo el proceso, incluye el espacio, la ventilación, la seguridad, la iluminación, etc.

Estos son los factores que interactúan dentro de un proceso⁷.

MAPA DE PROCESOS

Según Pérez, los procesos clásicos fluyen horizontalmente por departamento. Pero el mapa de procesos es un mapeo de forma organizada de registrar todas las actividades. Este mapeo permite identificar oportunidades de mejora en la calidad, tiempo en el proceso, la capacidad, el despliegue de los recursos humanos y la eliminación de residuos⁸.

Para entender mejor el mapa de procesos, en la figura 2 se muestra una presentación.

FIGURA 02. MAPA DE PROCESOS

Fuente : IAT Sevilla España 2012

Según IAT Sevilla España, la agrupación de los procesos permite establecer analogías entre las mismas, el tiempo que facilita la interrelación y la interpretación del mapa en su conjunto.

⁷ Cfr. Bonilla 2012:

⁸ Cfr. Perez 2012:72-74

- Procesos estratégicos, aquellos que están vinculados al ámbito de las responsabilidades de la dirección como procesos de planificación y otros ligados a factores claves o estratégicos.
- Procesos operativos, aquellos ligados directamente con la realización del producto o servicio. Son los procesos en línea.
- Procesos de apoyo, aquellos que dan soporte a los procesos operativos.
- Por ello, es importante saber a qué va ligada la organización y que producto producen para poder establecer un correcto mapa de procesos⁹.

MEJORA CONTINUA DE LOS PROCESOS

La mejora de los procesos es el estudio de todos los elementos del mismo ; es decir, la secuencia de actividades, sus entradas y salidas, con el objetivo de entender el proceso y sus detalles, y de esta manera, poder optimizarlo en función a la reducción de costos y el incremento de la calidad del producto y de la satisfacción del cliente. Según Bonilla, la mejora continua de los procesos, es entonces, una estrategia de gestión que consiste en el desarrollo de mecanismos que permitan mejorar el desempeño de los procesos y, a su vez, elevar la satisfacción de los clientes¹⁰.

LEAN SERVICE

Lean es un término general empleado para describir una aproximación sostenible para utilizar menos recursos obteniendo los resultados esperados, los métodos Lean se centran en la identificación y eliminación de los desperdicios o derroches (waste) tanto en el lado de la producción y la entrega como en el lado del consumo de nuestros bienes y servicios.

Lean facilita la mejora de los procesos y la evolución hacia mayores niveles de madurez mediante la incorporación de ciclos de mejora continua e identificación del desperdicio a niveles atómicos (micro-cambios).

⁹ Cfr. Cfr. IAT Sevilla España 2012:20-21

¹⁰ Cfr. Bonilla 2012

La filosofía Lean tiene su origen en los años 1950 en la empresa Toyota Motor Corporation ideado por Sakichi Toyoda, su hijo Kuchiro Toyoda (fundador de Toyota) y el ingeniero Taiichi Ohno quienes estaban tan impulsados por el deseo de reducir los residuos y eliminar los pasos de producción innecesarios implementando el TPS (Toyota Production System) ¹¹.

DEFINICION DE LEAN SERVICE

Según el análisis que realiza Suarez, identifica que el 80% del producto interno bruto es representado por el Sector Servicios en EE. UU mencionando lo siguiente:

“Sin embargo, a pesar del papel fundamental del sector servicios en la economía de Estados Unidos y su impacto en la vida cotidiana, el nivel de productividad en este sector ha sido mucho menor que el del área de fabricación. Esta situación ha estado en existencia desde hace algún tiempo, pero en el contexto actual, no están creciendo las presiones externas para reducir costos, incremento de la flexibilidad, mejorar la calidad y reducir los plazos de entrega. Las empresas están recurriendo su atención al sector de la fabricación con el objetivo de aplicar sus técnicas y métodos que fomenten un enfoque Lean.” (Suarez Barraza, Manuel Lean Service: A literature analysis and classification 2012:01).

También según Hanakana menciona que, a principios de los años 90, Lean se implementó con éxito en las industrias de servicios, como la banca sectores y sectores públicos, e incluso los hospitales y aerolíneas estaban adoptando esta metodología para mejorar la eficiencia dentro de sus organizaciones. Sin embargo, existen principios Lean que se aplican a cualquier industria, incluyendo las industrias de servicios como : valor - orientación al cliente ; la identificación de la cadena de valor ; el establecimiento de caudal o flujo continuo ; la implementación de un sistema de tracción ; y la lucha por la perfección.

Por ello, es importante para las industrias de servicios comprender todas estas herramientas y utilizarlas de acuerdo a lo requerido, tal como es el caso de las industrias manufactureras. Georg, Allyway y Corbett informe sobre empresas como McDonalds y Taco Bell, que han puesto en práctica los principios y herramientas de Lean efectivamente y han ganado una ventaja competitiva y el aumento de su productividad¹².

¹¹ Cfr. Vitásková 2015:137

¹² Cfr. Kanakana 2014

PRINCIPIOS DEL LEAN SERVICE

Según Radnor, para llegar a la aplicación de esta filosofía se debe tener en cuenta algunos principios como los siguientes :

- Primero, el valor se define según los requerimientos del cliente, la empresa tiene que generar productos o servicios que tengan valor para el cliente. Se debe eliminar todo aquello que no agrega valor al cliente.
- Segundo, se identifican los procesos y la combinación de estos que logran un producto final que satisfaga la necesidad del cliente. Identificar la cadena de valor.
- Tercero, crear un flujo de valor desde que se inicia el proceso hasta que llega el producto o servicio al cliente final.
- Cuarto, todo lo que se debe producir es porque el cliente lo pide. Un sistema Lean es capaz de esta flexibilidad en cualquier momento.

Alcanzado los cuatro pasos anteriores la empresa logra entender que la búsqueda de la perfección es continua. El aprendizaje y las oportunidades de mejora siempre estarán presentes¹³.

HERRAMIENTAS DEL LEAN SERVICE

Para poder reducir los procesos que no dan valor y eliminar los desperdicios, se tienen herramientas que proporciona el Lean para la mejora continua eliminando las cosas que no generan valor y respetando las actividades del proceso.

MAPEO DE FLUJO DE VALOR (VALUE STREAM MAPPING)

Es una técnica que se podría aplicar a casi cualquier cadena de valor, con el fin de analizar y rediseñar el flujo de materiales e información necesarios para llevar un producto a un cliente¹⁴.

¹³ Cfr. Radnor 2013:137

¹⁴ Cfr. Bertolini, 2013:5501

Según Palomino en su marco teoría define que es una técnica que ayuda a desarrollar cadenas de valor más competitivas en las empresas. El mapeo del flujo del valor realiza un seguimiento del flujo de materiales e información y lo plasma a través de herramientas graficas normalizadas. La técnica realiza el seguimiento del producto desde su estado como materia prima en los almacenes hasta la consecución del producto terminado¹⁵.

Según el marco teórico de Palomino, para realizar un correcto proceso de mapeado se deben seguir los siguientes pasos :

1. Identificar el producto, familia de productos o servicio

Se debe identificar plenamente el grupo de productos que van a ser objeto de estudio. Se puede establecer porque su proceso productivo pasa por etapas similares. Una forma simple de encontrar una familia de productos es con el uso de una matriz. En las columnas se encuentran los procesos o etapas que contiene la planta. En las filas se ubican los productos. Por cada producto se va marcando los procesos por el cual atraviesa. De esta forma se hace más fácil la identificación de las familias de productos.

2. Determinación del VSM Actual

Representar mediante simbología normalizada el estado actual del flujo de materiales e información. El mapeo se inicia en el cliente y recorre el proceso productivo hasta llegar a los proveedores de materias primas. Se detallan flujos de información, así como flujo de materiales.

3. Determinación del VSM Futuro

Representación de la situación futura. Esta situación debe ir acorde a la filosofía Lean y para lograrlo debe cumplir ciertos puntos :

- Adaptar el tiempo de procesamiento de productos según el Takt time. Esto mejora la respuesta de la empresa ante el periodo de posicionamiento de pedido del cliente. Se trabaja en base al cliente. El cliente pone el ritmo de producción. Esto implica una resolución y respuesta rápida ante posibles problemas ; eliminar al máximo los tiempos de parada entre procesos de setup y minimizar los desperdicios.

$$\text{Takt Time} = \text{Tiempo Disponible de Trabajo} / \text{Tiempo de Demanda}$$

¹⁵ Cfr. Palomino, 2012:12

- Implementar el flujo continuo dentro de las líneas de producción. Un flujo continuo ayuda a eliminar las “islas” de trabajo que se producen cuando se pasa, lote por lote, las piezas de una etapa del proceso a otra. Esto ayuda a combinar procesos, minimizar espacios y trabajo en forma de celdas de manufactura.
- En los casos en los cuales la implementación de un flujo de trabajo continuo no sea posible ser implementado se debe trabajar a través de supermercados de reposición.
- El marcapasos de la producción debe ir alineado con los requerimientos del cliente.
- El nivel de producción debe ser nivelado para evitar demoras por restricciones de los cuellos de botella propios del proceso. Una buena herramienta que ayuda a nivelar esto es el panel Heijunka. En el panel se colocan las tarjetas Kanban que van a ser distribuidas a los diferentes puestos de trabajo para iniciar el sistema pull. Estas tarjetas van a ser retiradas cada cierto periodo de tiempo.
- Se debe determinar cada cuanto se da la producción de una pieza. Esto nos ayuda a conocer cuánto tiempo pasamos en producción efectiva y cuánto tiempo se toma para cambio de producto y preparación de maquinaria. De esta forma se pueden combatir estos tiempos y ganar flexibilidad a través de la minimización de los tiempos de cambio.

4. Establecer los pasos necesarios para lograr la situación futura

Se debe tomar en cuenta cuales son las brechas existentes ente el mapa de valor actual y el cual se pretende llegar. En base a eso se deben planificar las labores y reorganizar las funciones. Se planifican las actividades que se van a realizar y la secuencia de su realización. Se debe tener en cuenta, que todo debe conformar parte de una metodología PDCA.

5. Implementación

Como en todo proceso de las herramientas de Lean Service, la implementación debe ser hecha a través de un grupo multidisciplinario. Esto proporciona diferentes perspectivas de ataque hacia los problemas y diversas formas de eliminar procesos que no añaden valor. Además, el jefe del equipo debe tener potestad para poder realizar los cambios que sean necesarios, y estar profundamente convencido del funcionamiento de la filosofía¹⁶.

¹⁶ Cfr. Palomino, 2012:13-15

LAS 5S

Es el núcleo esencial de eficiencia en la fabricación o servicio en una empresa. Si aprende a aplicar cómo utilizar la metodología 5 S efectivamente, se puede descubrir grandes oportunidades para la mejora en los procesos¹⁷.

La metodología 5S se considera que es una de las prácticas operativas que demuestren los mejores resultados en los estudios de manufactura y servicios de clase mundial debido a su contribución a la mejora de procesos enfocados en la productividad y la calidad, la seguridad y ambiente de trabajo, con resultados rápidos y bajo nivel de ejecución costos¹⁸.

SEIRI – CLASIFICAR

Se refiere a la selección y clasificación de los elementos del lugar de trabajo en dos categorías principales, esencial y no esencial, en un esfuerzo para eliminar lo no utilizado y lo no frecuente. Los elementos usados que se acumulan y crean desorden. Hirano propuso el almacenamiento de herramientas y materiales en categorías específicas según su relevancia o el uso debido a la eliminación de las cosas, que no son es necesario, hace que el lugar de trabajo sea más grande. Esto a su vez genera un ahorro de dinero y de espacio en lugar de tener que invertir en un lugar de trabajo en expansión¹⁹.

SEITON – ORDENAR

Es la consecuencia de la etapa anterior, se debe mantener el orden por la dirección visual de los materiales, tablas de producción y las marcas de posición. La forma de asegurar las cosas está en orden es haciendo que todo el proceso visible, incluyendo cosas dentro de armarios y trasteros²⁰.

Se trata de realizar este ordenamiento según criterios de uso de las herramientas u objetos. Los de mayor uso, a mayor alcance del operario. Definir claramente las locaciones de las herramientas de forma que no quede ambigüedad alguna sobre su posicionamiento²¹.

17 Cfr. Irland, 2013:01

18 Cfr. Hernandez, 2015:02

19 Cfr. Hernandez, 2015:02

20 Cfr. Hernandez, 2015:02

21 Cfr. Palomino, 2012:16

SEISO – LIMPIEZA

El objetivo de esta etapa es establecer y mantener un lugar de trabajo limpio, fuera de cualquier tipo de suciedad y polvo en todos los elementos que lo conforman. Para lograr ello se debe identificar las fuentes principales de suciedad y atacarlas hasta eliminarlas o minimizarlas. Esta etapa logra, al tener un lugar de trabajo más limpio, un mayor tiempo de vida de la maquinaria y un mejor funcionamiento. Además, se mejora el estado de ánimo del personal al realizar sus labores diarias en un sitio ordenado y limpio²².

SEIKETSU – ESTANDARIZAR

La estandarización implica distinguir fácilmente una situación normal de una anormal mediante la aplicación de reglas simples visible para todos los trabajadores²³.

La estandarización pretende mantener el estatus alcanzado a través de las tres etapas anteriores. Se busca establecer los estándares de trabajo que se deben tener en cuenta para poder realizar las labores diarias de forma productiva y con calidad. Estos estándares buscan recordar a los trabajadores como se debe mantener la zona de trabajo a través de métodos operativos estandarizados²⁴.

SHITSUKE – DISCIPLINA

Ahora que se lograron establecer las primeras cuatro etapas lo difícil recae en mantener este efecto, ya que desaparecerá todo lo obtenido si no se cuenta con la disciplina adecuada para mantenerlo. Se busca establecer un control de los objetivos establecidos comparados con los objetivos obtenidos. En base a estos se elaboran conclusiones y propuestas de mejora. De ser necesario se realizan las modificaciones en los procesos en búsqueda de lograr los objetivos trazados²⁵.

22 Cfr. Palomino, 2012:16

23 Cfr. Hernandez, 2015:02

24 Cfr. Palomino, 2012:17

25 Cfr. Palomino, 2012:17

METODOLOGIA KAIZEN

Es un modelo de la estrategia de mejora continua que se definió por el japonés Masaaki Imai en 1986. Es el concepto más importante de gestión japonés. La filosofía Kaizen se basa, principalmente, en un cambio de cultura para fomentar las sugerencias de los trabajadores en su esfuerzo continuo para mejorar las actividades. Es un proceso de mejora continua que involucra a todos, los gerentes y los trabajadores. Definido en forma amplia, Kaizen es una estrategia para incluir conceptos, sistemas y herramientas, en el cuadro más grande de la dirección la participación de la gente y la cultura, todos impulsados por el cliente²⁶.

Según Lopez, Kaizen es una palabra japonesa que encierra la filosofía de la mejora continua enfocada a todos los aspectos de nuestra vida. Por ello, la mejora continua se puede aplicar en todas las empresas. Mediante la aplicación de herramientas de calidad como tormenta de ideas, diagrama causa-efecto, diagrama de Pareto y entre otras que estos permitan identificar rápidamente oportunidades de mejora para lograr una reducción del desperdicio²⁷.

Las características que tienen el Kaizen son los siguientes :

- Motiva a la participación de los trabajadores en la solución de los problemas.
- Fortalece el trabajo en equipo y eleva el nivel de inteligencia emocional de la organización.
- Promueve el pensamiento orientado al proceso, ya que al mejorar los procesos se mejoran los resultados.
- No requiere de técnicas sofisticadas o tecnologías avanzadas; sólo se necesitan técnicas sencillas, como las siete herramientas del control de la calidad.
- La resolución de problemas enfoca las causas-raíz
- Busca elevar la calidad y productividad de los procesos.

²⁶ Cfr. Paraschivescu, 2015:14

²⁷ Cfr. Lopez. 2010 :02-45

CICLO DEMING – PHVA

El autor Perez, redacta una definición basada en información de gestión de la calidad aplicada a la mejora de procesos, ya en épocas pasadas se aplicaba la mejora continua a través del ciclo PHVA, el cual corresponde a un ciclo dinámico.

“El ciclo “planificar-Hacer-Verificar-Actuar” fue desarrollado inicialmente en la década de 1920 por Walter Shewhart, y fue popularizado luego por W. Edwards Deming, razón por la cual es frecuentemente conocido como “Ciclo Deming”. Dentro del contexto de un SGC, el PHVA es un ciclo dinámico que puede desarrollarse dentro de cada proceso de la organización y en el sistema de procesos como un todo. Está íntimamente asociado con la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto en la realización del producto como en otros procesos del sistema de gestión de calidad” (Perez Jose, Gestión por procesos 2012:241).

El círculo de calidad consiste en cuatro etapas :

- Planear

Primero se definen los planes y la visión de la meta que tiene la empresa ; en donde quiere estar en un tiempo determinado. Una vez establecido el objetivo, se realiza el diagnostico, para saber la situación actual en que nos encontramos y las áreas que es necesario mejorar, definiendo su problemática y el impacto que puedan tener en su vida.

Después se desarrolla una teoría de posible solución, para mejorar un punto, y por último se establece un plan de trabajo en el que probaremos la teoría de solución.

- Hacer

En esta etapa se lleva a cabo el plan de trabajo establecido anteriormente, junto con algún control para vigilar que el plan se esté llevando a cabo según lo acordado. Para poder realizar el control existen varios métodos, como la gráfica de GANTT en la que podemos medir las tareas y el tiempo.

- Verificar

Aquí se comparan los resultados planeados con lo que obtuvimos realmente. Antes de esto, se establece un indicador de medición, porque lo que no se puede medir, no se puede mejorar en una forma sistemática. El mejor de los ejemplos puede ser un deportista que entrena para calificar a las olimpiadas : a él se le pone a competir semanalmente con rivales de su mismo nivel, y aquí es cuando puede verificar si en verdad está logrando aumentar su rendimiento.

- Actuar

Con esta etapa se concluye el ciclo de la calidad : si al verificar los resultados se logró lo que teníamos planeado entonces se sistematizan y documentan los cambios que hubo ; pero si al hacer una verificación nos damos cuenta que no hemos logrado lo deseado, entonces hay que actuar rápidamente y corregir la teoría de solución y establece un nuevo plan de trabajo²⁸.

ESTUDIA DEL TRABAJO

ESTUDIO DE TIEMPOS

Según Fuertes en su marco teórico define que el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida²⁹.

TIEMPO NORMAL

Es el tiempo medio observado, el cual se obtuvo en el muestreo, multiplicado por su factor de valoración.

- $TN = TMO \times FV$
- TN = Tiempo Normal
- TMO = Tiempo Medio Observado
- FV = Factor de Calificación por Velocidad

²⁸ Cfr. Perez, 2012: 49-50

²⁹ Cfr. Fuertes, 2012: 11

SUPLEMENTOS

Los suplementos por descanso (esto quiere decir a reponerse de la fatiga) conforman la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo estándar. Los demás suplementos, como contingencias, por razones políticas de la empresa, solo se aplican bajo ciertas condiciones. Véase la siguiente figura 03 para entender mejor el concepto.

FIGURA 03. SUPLEMENTOS

Fuente : Fuertes 2012

TIEMPO ESTANDAR

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Para mayor precisión del tiempo estándar existe el tiempo estándar ajustado, el cual está afectado por la eficiencia y la utilización.

- $TE = TN \times (1 + S)$ Dónde :

- TN = Tiempo Normal
- TE = Tiempo Estándar
- S = Suplementos

LA DISTRIBUCION DE PLANTA

Según Fuertes en su marco teórico define que la disposición de planta es el ordenamiento físico de los factores de la producción, en el cual cada uno de ellos está ubicado de tal modo que las operaciones sean seguras, satisfactorias y económicas en el logro de sus objetivos. Esta disposición de planta puede ser una disposición física ya existente o una nueva disposición proyectada³⁰.

TIPOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA

Actualmente, existen 4 tipos de distribución de planta los cuales son los siguientes :

LA DISTRIBUCION POR PRODUCTO

Según el Centro Europeos de Empresas Innovadoras, es una producción en serie donde los equipos se agrupan en un área de trabajo y se ordenan de acuerdo al trabajo. Se emplean cuando los lotes de productos son altos y son estandarizados³¹. En la figura 04 se muestra una presentación del proceso de la distribución por producto.

³⁰ Cfr. Fuertes, 2012: 13

³¹ Cfr. Centros Europeos de Empresas Innovadoras 2013:15

FIGURA 04. DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOR

Fuente : UPC 2014-Distribución Planta

Se puede observar que tiene menores retrasos por materiales, menores tiempos de producción, mayor facilidad en el control de producción y los trabajadores, menor manipulación de materiales y mayor eficiencia en la mano de obra.

LA DISTRIBUCION POR PROCESO

Según el Centro Europeos de Empresas Innovadoras, la distribución por proceso es cuando todas las operaciones están agrupadas. Se caracteriza por fabricar en lotes de productos pequeños, escasamente estandarizados, el personal se agrupa según el tipo de función³². En la figura 05, se muestra una presentación del proceso de la distribución por proceso.

³² Cfr. Centros Europeos de Empresas Innovadoras 2013:15

FIGURA 05. DISTRIBUCIÓN POR PROCESO

Fuente : UPC 2014-Distribución Planta

Se puede observar que son una mejor utilización de los equipos, se adapta a gran cantidad de productos o servicios, si falla un equipo no para la operación y fácil mantener la continuidad de la producción por escasos recursos.

LA DISTRIBUCION POR POSICION FIJA

Según Centro Europeos de Empresas Innovadoras, es cuando el componente o equipo principal permanece en un lugar fijo y el resto como las herramientas, las personas, materiales, equipos menores se dirigen hacia ella. El producto se maneja bajo un solo proyecto³³.

³³ Cfr. Centros Europeos de Empresas Innovadoras 2013:16

LA DISTRIBUCION POR CELULA DE FABRICACION

Según Centro Europeos de Empresas Innovadoras, es cuando una mezcla de la distribución por proceso y por producto, logrando eficiencia y flexibilidad para la reparación o fabricación de equipos y componentes. En una célula los productos fluyen continuamente de uno a uno o en pequeños lotes, de una persona a otra³⁴. En la figura 06 se muestra una presentación del proceso de la distribución por célula de fabricación.

FIGURA 06. DISTRIBUCIÓN POR CÉLULA DE FABRICACIÓN

Fuente : UPC 2014-Distribución Planta

Se observa que son la flexibilidad para todo tipo de trabajo, reducción en los tiempos de trabajo, reducción en el nivel de inventario y reducción de costos de manipulación de materiales.

MÉTODO SPL (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING)

Según Fuertes en su marco teórico, este método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos³⁵. La figura 07 muestra las etapas del planeamiento sistemático de distribución.

³⁴ Cfr. Centros Europeos de Empresas Innovadoras 2013:16

³⁵ Cfr. Fuertes, 2012:17

FIGURA 07. ETAPAS DEL PLANEAMIENTO SISTEMÁTICO DE LA DISTRIBUCIÓN

Fuente : Fuertes 2012

Según Fuertes en su marco teórico, describe que las herramientas del SPL son de diversos tipos, existen herramientas para recojo de información, diagrama de procesos, relación de actividades, cálculo de espacios y diagrama de flujo³⁶.

DIAGRAMA DE RELACION DE ACTIVIDADES

Según Centro Europeos de Empresas Innovadoras, el objetivo del diagrama es representar en un gráfico el recorrido de los productos o las actividades relacionadas, reflejando las necesidades de proximidad de las actividades³⁷.

³⁶ Cfr. Fuertes, 2012:18

³⁷ Cfr. Centros Europeos de Empresas Innovadoras 2013:27

Según fuertes en su marco teórico, describe que se muestra las relaciones de cada departamento, oficina o área de servicio, empleando símbolos de cercanía para reflejar la importancia de cada relación³⁸. Véase la figura 08 donde se muestran los grados de cercanía y la figura 09 del diagrama de relación de actividades.

FIGURA 08. GRADO DE CERCANÍA EXISTENTE ENTRE ÁREAS

<i>Código</i>	<i>Definición</i>
A	Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto al otro
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Fuente : Fuertes 2012

³⁸ Cfr. Fuertes, 2012:20

FIGURA 09. DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES (DRA)

Fuente : Fuertes 2012

BENCHMARKING

El benchmarking ha sido una herramienta de los negocios en su lucha para conseguir un conjunto de elevados estándares de desempeño en cualquier área de la empresa³⁹. El benchmarking es un proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales⁴⁰.

ANALISIS Y OPINION DE EXPERTOS

La metodología aplicada tiene un enfoque de liderazgo que tiene una cultura de mejora continua por medio de un sistema integrado con las mejores herramientas, técnicas e ideas.

³⁹ Cfr. Gonzalez, 2011:103

⁴⁰ Cfr. Alarco, 2013:83

El objetivo general de esta metodología es generar una nueva cultura en la organización de la mejora basada en la comunicación y el trabajo en equipo, buscando nuevas formas para hacer los procesos de manera más ágil, flexible y continua. Los principios principales de esta metodología son las siguientes :

- Trabajar dentro del proceso a analizar y comprobar las cosas in situ
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua
- Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean
- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño
- Conseguir la eliminación de defectos

Las herramientas que se utilizaran para este proyecto de investigación serán la distribución de planta, el estudio de tiempos, la filosofía lea, las 5's, el kaizen y el VSM.

La distribución de planta es muy importante analizarla si hay procesos donde los desplazamientos de las personas que trabajan son largos y constantes. Mediante la aplicación del SPL se puede analizar estos recorridos innecesarios y proponer una redistribución para poder optimizar los tiempos de ejecución de los procesos⁴¹.

La filosofía lea está basada en crear una cultura de mejora continua para toda la organización, el cual todos deben estar comprometidos con los objetivos de la empresa para poder

⁴¹ Cfr. Centros Europeos de Empresas Innovadoras 2013:7

incrementar la producción y generar mejora continua constante en los procesos y eliminar pasos innecesarios en los procesos⁴².

Las 5's incrementa en una organización el orden y la limpieza en los procesos, esta herramienta tiene cinco pasos cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. El principio de las 5S puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes y adoptar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización. Es por esto que es de suma importancia la aplicación de la estrategia de las 5S como inicio del camino hacia una cultura Lean⁴³.

El Kaizen es el cambio en la actitud de las personas, es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito. Los antecedentes de la mejora continua se encuentran en las aportaciones de Deming, el Kaizen se ha considerado como un elemento clave para la competitividad y el éxito de las empresas⁴⁴.

El VSM es una herramienta principal para identificar la cadena de valor o el flujo del proceso de un producto o servicio utilizado por la Metodología Lean. Una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas, VSM es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados⁴⁵.

⁴² Cfr. Vitásková 2015:130-140

⁴³ Cfr. Hernandez, 2015:02-04

⁴⁴ Cfr. Paraschivescu, 2015:12-16

⁴⁵ Cfr. Palomino, 2012:12-14

Estas son las herramientas que se aplicaran en el proyecto de investigación de acuerdo a la metodología planteada para poder optimizar los tiempos de reparación de los equipos y componentes, implementando un sistema óptimo de reparaciones.

ANALISIS DE EXPERIENCIAS EXITOSAS

CASO 1 : SECTOR DE CONFECCIÓN – COLOMBIA

Según Arrieta la aplicación de la manufactura esbelta en un sector de confección ha diseñado una metodología que define las estrategias de mejora. Aplicando las herramientas que tiene la manufactura esbelta.

El sector de confección en Colombia es una industria bastante importante y que tiene sus principales ejes en la ciudad de Medellin. Por ello, las empresas han visto implementar una metodología que pueda mejorar la gestión y reducir las operaciones que no agregan valor. El problema de la empresa es los retrasos en los pedidos debido a una mala planeación y programación de productos. Por ello implementaron la metodología de la manufactura esbelta aplicando las siguientes herramientas.

- Las 5's, el cual propuso mantener el orden y limpieza en los sitios de trabajo para reducir desperdicios y tiempos de búsqueda de herramientas, esto se aplicó en toda la organización. El cual conlleva retirar todo lo que no era necesario para el proceso.
- SMED (Single – Minute Exchange of Die) método de cambio rápido, se requiere que la industria de confección posea un modelo de cambio rápido para sus máquinas y la línea de producción. Se debe tener siempre las herramientas y las maquinas en un lugar para tenerlo a la mano.
- El kaizen, esta herramienta identifica los problemas de manera rápida que afecta al sector de confección. Estos problemas por lo general son problemas sencillos que se solucionan de manera rápida pero que afectan directamente a la producción. El tiempo de duración del ciclo Kaizen es entre 1 a 5 días.

- El VSM, permite reducir los tiempos de entrega del producto. Ya que, otorga un panorama general del proceso que ayuda a proponer mecanismos para reducir los procesos.
- Se puede concluir que aplicando la metodología y las herramientas de la manufactura esbelta se puede lograr mejorar los procesos y optimizar los tiempos de entrega de los productos en la industria de confección de Colombia⁴⁶.

CASO 2 : AYUNTAMIENTOS DE LEGANES Y VICTORIA

En el ayuntamiento de Leganés se aplicó la metodología Lean para dos fases de producción del proceso tributario las cuales fueron la preparación del patrón tributario y la puesta al cobro de los patrones. Estos procesos se caracterizan por tener tiempos muy ajustados y no tener desperdicios de tiempo. Se aplicó la herramienta Kaizen para aumentar la velocidad de los procesos y eliminar las tareas que no aportan valor, así como estandarizar las fases de los dos procesos. También se aplicó la herramienta VSM para identificar todas las actividades del proceso e identificar los procesos que no brindan un valor al proceso. Ayudando a identificar la muda y las causas, visualizar posteriormente los efectos de las mejoras a implementar y servir de base en el plan de acción. Aplicando esta metodología se obtuvo una reducción en el proceso de 2 meses y 16 días a 2 meses y 8 días. Por lo tanto, se puede decir que se ha ahorrado un 50% de tiempo en la tramitación que depende del ayuntamiento de Leganés⁴⁷.

CASO 3 : TOYOTA

El Sistema de Producción Toyota es una estrategia de negocio que se establece con los objetivos de obtener la mejor calidad, el menor costo, el más corto tiempo de entrega, la mayor seguridad y la moral más alta. La forma más común y práctica de representar dicha estrategia es por medio de la figura 10 que se muestra a continuación.

⁴⁶ Cfr. Arrieta, 2015: 127-145

⁴⁷ Cfr. Galano 2011: 127-57

FIGURA 10. METODOLOGÍA DE TOYOTA

Fuente : Hernández 2013-18

La figura anterior representa una casa con cimientos, pilares, estructura interior y techo. La idea de representarlo mediante dicha figura y no a través de alguna otra, es que la estructura de una casa requiere ser integral, es decir, sin unos buenos cimientos la casa no puede funcionar por mucho tiempo. Al no tener los pilares o al tenerlos de manera endeble, el techo se vendría abajo al menor movimiento, es por eso que una casa requiere tener una estructura sólida. Así es como Taiichi Ohno lo visualizo cuando le pidió a su discípulo Fujio Cho que diseñara la mencionada figura. La estrategia tiene como cimientos, la construcción de una cultura organizacional bastante fuerte, a través de la comprensión de los principios de la administración integral que ésta conlleva. Es este punto el que va a promover que las herramientas se relacionen y puedan obtener el objetivo deseado.

Una vez entendidos los cimientos se tiene como otra parte de las bases la administración visual, los procesos estables y la nivelación de la producción que se refieren a mantener mayor facilidad en la administración de las operaciones y el traer a flote los problemas de la organización para poder resolverlos. Hay dos grandes pilares que sostienen los objetivos de la estrategia, estos son el justo a tiempo y el jidoka. Cabe aclarar que estos pilares no van a poder ser realizados si no se tienen las bases claras y firmes. El justo a tiempo debe ser entendido como la forma de hacer un enlace con el cliente, para poder darle lo que necesita, en la cantidad requerida y el momento deseado, para ello se utilizan algunas herramientas como sistema jalar, sistema Kanban, flujo continuo, cambio rápido y tiempo takt, todas estas herramientas son parte del pilar, sin embargo pudiera ser que no todas apliquen, lo realmente importante es entender el significado del pilar ya que éste es universal y puede ser aplicado a cualquier empresa sea el giro que sea. El pilar Jidoka o Autonomatización, que como ya se refirió es un principio importado de la industria textil, trata de dar cierta autonomía a las máquinas o dispositivos de organización que conciernen a la ejecución del trabajo humano, esto para identificar un funcionamiento defectuoso y parar el proceso a fin de eliminarlo e incrementar la calidad del producto o servicio. A este pilar también se le asocian ciertas técnicas como: paros automáticos, andon, Poka-Yoke, control 20 de la calidad en la estación, solución de causa raíz a los problemas (5 porqués), etc. Pero al igual que el pilar anterior las herramientas pueden o no aplicar a la organización específica, lo verdaderamente importante es el concepto que éste conlleva, que es la maximización de la calidad a través de la cultura de no permitir que el producto o servicio defectuosos pase por la cadena de valor, sino identificarlos y eliminarlos aun a costa del paro de operaciones, ya que lo verdaderamente importante es la calidad. Estos dos pilares están ligados a dos grades estructuras que son por un lado reducción del desperdicio y por el otro el desarrollo del personal y de los equipos de trabajo. Al fomentar estas ideas se genera la mejora continua que mantiene el sistema operando para alcanzar los objetivos. La reducción del desperdicio es un tema bastante estudiado y trabajado en el Sistema de Producción Toyota, se han identificado siete tipos de desperdicios o actividades de no valor agregado (20)⁴⁸.

⁴⁸ Cfr. Hernández, 2013: 6-20

CASO 4 : EMPRESA GALLETERA

Este caso de la empresa galletera bajo estudio donde precisamente se ha identificado a la Manufactura esbelta como medio de acción para lograr como objetivo reducir la cantidad de desperdicios de la línea de producción número uno dado que representa debido un área de oportunidad enorme debido a las pérdidas monetarias generadas por este problema. El proyecto de investigación como tal tiene su fundamento en la implementación de la filosofía lean donde destaca la aplicación de la herramienta de Mapa de flujo de valor (VSM) y creando planes Kaizen y las 5'S.

Es importante mencionar que la aplicación de la manufactura esbelta es la herramienta adecuada, y queda demostrado con el análisis de los resultados, para mejorar la productividad de la empresa galletera bajo estudio. El llevar a cabo una correcta implementación de 5 S's en la organización ayuda a mejorar los procesos, a eficientarlos y además mejora la imagen de la planta y facilita y reduce los tiempos de limpieza de los equipos, además de promover el orden de los mismos. Para lograr el éxito en las actividades planteadas fue de suma importancia incluir en las mismas a las personas encargadas del área y realmente convencerlos de que las herramientas a aplicar eran la solución a las oportunidades que se están presentando. El personal de línea desempeña un rol sumamente importante dentro de la realización de los eventos Kaizen, es necesario crear conciencia y pláticas de sensibilización respecto a la aplicación de la manufactura esbelta.

En conclusión, cuando se implementó la filosofía, se redujo el promedio semanal de desperdicio de 63 mil a 42 mil pesos, lo que representa el 33% de mejora. Asimismo, se mejoró el indicador de orden y limpieza de la línea 1 de 3.84 a 4.03 (20)⁴⁹.

CASO 5: RIVA MADRID

Rivamadrid es la empresa municipal de Rivas Vaciamadrid, que se encarga de tareas tan esenciales en nuestra vida cotidiana como la recogida de residuos sólidos urbanos, la limpieza viaria, la limpieza y mantenimiento de los colegios públicos y edificios de dependencias públicas y la construcción, limpieza y mantenimiento de parques y jardines. En su misión se pone de manifiesto su compromiso con la capacidad de adaptarse al crecimiento de la ciudad

⁴⁹ Cfr. Hernández, 2013: 98-106

y la mejora continua, buscando la satisfacción de los ciudadanos, entidades e instituciones, con un decidido compromiso de responsabilidad social. En Rivamadrid se ha realizado un diagnóstico del proceso de Limpieza Viaria, utilizando la herramienta de Análisis del Flujo de Valor de la metodología Lean Manufacturing

Mediante VSM se pudo identificar todos los procesos que no brindaban valor al servicio, por ello se aplicó las mejoras en diferentes periodos para obtener los resultados esperados. Mediante la aplicación se obtuvieron las siguientes mejoras, véase la figura 11.

FIGURA 11. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO VSM

Fuente : Galano 2011-99

- Reducir al máximo los problemas mecánicos y averías en barredoras
- Aumentar la capacidad de barrido mecánico
- Aumentar la capacidad de barrido incluyendo más barrido mecánico.
- Disminuir los retrabajos realizados entre servicios.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes parques de barredoras operativo en un 75%, disminución de tiempos perdidos en 30 minutos por turno por limpiador e incremento

en la capacidad de barrido de barredoras en aproximadamente 45 minutos por barredora por turno⁵⁰.

COMPONENTES PRINCIPALES DE UN EQUIPO PESADO

En los equipos de maquinaria pesada se tienen un conjunto llamado tren de fuerza en el cual lo compone el motor diésel, la transmisión, el convertidor, los mandos finales, los frenos, diferenciales y eje de mando⁵¹. Véase la figura 12 donde se detalla lo descrito.

FIGURA 12. COMPONENTES DE TREN DE FUERZA

Fuente : Ferreyros 2013 :05

Convertidor de par

El convertidor de par conecta al motor con la transmisión. Su objetivo es transmitir la fuerza hidráulicamente de la volante del motor a la transmisión. El convertidor utiliza aceite para generar la fuerza entre el motor y la transmisión. Cuando una máquina está trabajando contra

⁵⁰ Cfr. Galano 2011: 98-106

⁵¹ Cfr. Ferreyros – Tren de Fuerza, 2013:04

una carga, el convertidor puede multiplicar la fuerza del motor hacia la transmisión, véase la figura 13.⁵²

FIGURA 13. CONVERTIDOR DE PAR

Fuente : Ferreyros – Convertidor 2013 :09

TRANSMISION

La transmisión, usa la presión interna del aceite para acoplar los embragues hidráulicos. Cuando el operador selecciona una marcha, el aceite hidráulico acopla los embragues que transmiten la energía a los engranajes seleccionados. Cada combinación de embragues da lugar a una diversa variedad de relaciones de transmisión y con ello a una variedad de velocidades⁵³. Véase la figura 14.

FIGURA 14. TRANSMISIÓN

Fuente : Ferreyros – Transmisión 2013 :13

⁵² Cfr. Ferreyros – Convertidor, 2013:09

⁵³ Cfr. Ferreyros – Transmisión, 2013:13

DIFERENCIAL

El diferencial proporciona potencia equilibrada a las ruedas y transfiere potencia a los mandos finales, reduciendo el desgaste de los componentes del tren de potencia.

Durante un giro, las ruedas interiores ofrecen mayor resistencia a la rodadura que las ruedas exteriores. Esta resistencia origina diferentes torques en ambos engranajes laterales. Cuando uno de los ejes se detiene, los piñones diferenciales giran alrededor del engranaje lateral detenido. El movimiento de los piñones diferenciales transfiere la potencia y velocidad sobrante al otro engranaje lateral aumentando su velocidad, esto provoca que ambos ejes giren a diferente velocidad. Cuando una rueda presenta mayor tracción que la otra, el diferencial opera de la misma manera que si la maquina estuviera girando. La misma cantidad de torque es enviado a ambas ruedas, véase la figura 15.⁵⁴

FIGURA 15. DIFERENCIAL

Fuente : Ferreyros – Diferenciales 2013 :14

MANDOS FINALES Y FRENOS

Los mandos finales proporcionan la última reducción de transmisión y ayuda a los otros componentes del tren de potencia a transformar la velocidad del motor en torque capaz de

⁵⁴ Cfr. Ferreyros – Diferenciales, 2013:14

acarrear grandes cargas. Así mismo alivia al tren de potencia de los altos torques y extiende la vida útil de los componentes del sistema, véase la figura 16.⁵⁵

FIGURA 16. MANDOS FINALES Y FRENOS

Fuente : Ferreyros – Mandos 2013 :14

⁵⁵ Cfr. Ferreyros – Mandos finales y frenos, 2013:14

CAPITULO II : ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

En este capítulo se desarrollará el análisis del sector y el rubro donde se encuentra la empresa las cuales son minería y construcción. La importancia para el crecimiento económico del Perú, la descripción de la empresa y del área donde se realizará la investigación. Después se procederá a describir los procesos del taller de reparaciones de componentes que tiene la empresa para brindar el soporte a los proyectos mineros y de construcción.

Análisis de sector industrial

Durante los últimos años el Perú viene liderando el crecimiento económico en toda Sudamérica siendo los principales sectores la manufactura y la minería-hidrocarburos. Según la figura 17 que se presenta.

FIGURA 17. APOORTE DEL PBI POR SECTORES EN EL PERÚ

Fuente : INEI 2014

Estos resultados de acuerdo al instituto de estadísticas e informática (INEI) muestran que el sector minero y construcción tiene un gran crecimiento en el Perú.

SECTOR MINERO

En el 2013 creció en un 2.9% gracias a la apertura de nuevos proyectos y la ampliación de algunas unidades de cobre y polimetálicos. Sin embargo, en el 2014 disminuyó en un 0.78% debido a la minera Toromocho que aún no opera al 100% también la minera las Bambas que no culminó la construcción de sus operaciones. En el 2015 fueron paralizados proyectos de gran relevancia como Conga, Tia Maria, Rio Blanco por conflictos sociales e incumplimientos de las mineras con el medio ambiente y el desarrollo sostenible del país. Pero para el 2016 se estima que debe incrementarse este porcentaje, ya que las Bambas iniciaran sus operaciones y nuevos proyectos se iniciaran.

SECTOR DE CONSTRUCCION

En el 2013 creció en 8.9% fue el cuarto sector productivo que contribuyó en el PBI en el Perú. En el 2014 creció en 1.7% este poco crecimiento fue debido a los retrasos en los proyectos de infraestructura pública en las regiones y el cambio de los gobernantes en las regiones del país.

Por ello, en estos últimos años estos dos sectores han tenido un crecimiento y para los próximos años seguirá incrementándose. Véase la siguiente figura 18.

FIGURA 18. CONTRIBUCIÓN A LA VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL

Fuente : INEI 2014

Según la figura estos sectores vienen creciendo estos últimos años. El cual es muy beneficioso para las empresas como San Martín Contratistas Generales que brindan servicios de construcción y minería el cual generara mayor rentabilidad.

PRESENTACION DE LA EMPRESA

San Martín Contratistas Generales se fundó en los años 90 teniendo un rol muy importante en el desarrollo de los principales proyectos de minería y construcción del Perú. En el 2012 la empresa mexicana ICA compra el 51% de acciones de San Martín consolidando una alianza con la empresa de ingeniería y construcción más grande de México.

San Martín Contratistas Generales se dedica al servicio de minería y construcción desde la década de los noventa, participando en importantes obras tanto en el sector privado como público, ejecutando proyectos de gran envergadura en todo el país. Actualmente se encuentran en operaciones como minera Shougang, Antapacay, Vale, Cementos Lima, Cementos Andino, Chinalco, Cerro Corona, Tantahutay, Tambomayo, Puerto Sungaro, Santa Este y San Martín Colombia. Para ello, se cuenta con maquinarias propias de última generación, el cual asegura una operación segura y exitosa.

En el 2015 la empresa tuvo una meta de tener un ingreso de 30 mil millones de dólares, pero cerrando el año se logró 25 mil millones de dólares. Este año se espera superar el ingreso anterior.

Por esa razón, en el 2012 se crea un área de soporte denominado taller central con el objetivo de brindar soporte de todos los proyectos de minería y construcción que cuenta la empresa.

El taller de reparaciones se dedica principalmente a realizar reparaciones parciales o generales de los equipos y componentes que llegan de los diferentes proyectos por reporte de fallas o tiempo de vida útil. En el 2014 se contrataron técnicos especialistas y se implementó el taller para poder brindar un mejor soporte a los proyectos mineros y de construcción en la reparación de los equipos pesados con la finalidad de brindar un servicio de calidad, en tiempos menores y costos menores.

El motivo de esta tesis es proponer alternativas de solución para poder mejorar los procesos en las reparaciones de los equipos y componentes mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial. Para esta investigación se aplicará el lean service, la mejora continua y

el estudio de trabajos para proponer las alternativas de solución. Este proyecto motiva, ya que será de mucha ayuda para reducir costos de reparación de los equipos y minimizar tiempos de reparación.

La visión de la empresa es la siguiente: “brindar soluciones en operación minera, construcción e infraestructura para generar valor a nuestros clientes, colaboradores, accionistas y la sociedad”.

La misión de la empresa es la siguiente: “Ser reconocidos en el mercado iberoamericano como el socio estratégico de nuestros clientes”.

VALORES DE LA EMPRESA

- **RESPONSABILIDAD**

Conscientes que el compromiso y resultados de nuestras acciones, depende el trabajo de nuestro equipo.

- **TRABAJO EN EQUIPO**

Cada miembro de la familia es un engranaje valioso e importante que trabaja coordinadamente en busca de un objetivo en común.

- **MEJORA CONTINUA**

Buscamos siempre mejorar los procesos, productos y servicios con el objetivo de una mayor satisfacción del cliente.

- **CALIDAD**

La calidad no se piensa como meta sino como una norma que encamina las acciones en San Martín. Tratamos de lograr continuidad que no permita la variación en perjuicio del resultado esperado.

OBJETIVO ESTRATEGICO

Satisfacer las exigencias de sus clientes, entregándoles un servicio de calidad en los plazos establecidos y dentro del presupuesto acordado.

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

El organigrama de la empresa se puede observar en la gráfica 19.

FIGURA 19. ORGANIGRAMA DE SAN MARTÍN CONTRATISTAS GENERALES

Fuente : San Martín 2012 – SIG

En la figura se puede apreciar las áreas en las que se han dividido como: el área de minería, el área de construcción y el resto de áreas de soporte para las operaciones. El taller de reparaciones de San Martín se encuentra en el área de equipos y activos fijos donde se realizará la investigación.

PARTICIPACION DE LA EMPRESA EN EL MERCADO

Las principales empresas que se dedican al mismo rubro son San Martín Contratistas Generales, Graña y Montero, COSAPI, JJC entre otras. La empresa San Martín Contratistas Generales actualmente en minería ocupa el primer lugar y respecto a construcción lo lidera GYM y San Martín Contratistas Generales ocupa el cuarto lugar. Véase la siguiente figura 20.

FIGURA 20. RANKING DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS

SUB RK 2012	EMPRESA	VENTAS NETAS 2012 (US\$ MM)	
1	GYM ⁽³⁶⁾	1.310,4	
2	ODEBRECHT PERÚ ING. Y CONSTRUCCIÓN	939,8	
3	COSAPI	451,7	
4	SAN MARTÍN CONT. GENERALES S.A.	329,0	
5	JJC CONTRATISTAS GENERALES	264,7	
6	ING. CIVILES & CONT. GENERALES - ICCGSA	264,0	
7	TRADI	257,1	
8	LA VIGA ⁽¹¹⁾	208,3	
9	GRUPO CENTENARIO	188,0	
10	MOTA-ENGIL PERÚ S.A. ⁽¹¹⁾	172,1	

Fuente : Ranking Perú - 2014

PRINCIPALES SERVICIOS QUE BRINDA

SERVICIO DE MINERIA

Siendo la empresa contratista que tiene mayor experiencia y son especialistas en la minería en el Perú. Cumpliendo con los más exigentes estándares que solicitan las mineras se detalla que actividades que realiza. Véase la figura 21.

- Planeamiento y control de minado
- Perforación

- Voladura carguío
- Movimiento de tierra
- Mantenimiento y construcción de accesos de vía

FIGURA 21. SERVICIO DE MINERÍA EN SAN MARTIN CG

Fuente: Pagina Web San Martin

SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN

La calidad del servicio brindado y la tecnología de la maquinaria que se utiliza para los proyectos de construcción permiten realizar los trabajos cumpliendo todos los requerimientos de todos los clientes. Véase la figura 22.

- Movimiento de tierra en gran escala.
- Construcción y mantenimiento de carreteras, vías y accesos.
- Canales y tendido de ductos de gran diámetro.
- Obras de saneamiento.
- Construcción de plataformas, presas de relaves, diques y túneles.
- Producción de agregados.
- Construcción de obras de arte, campamentos y oficinas.
- Construcción de centrales hidroeléctricas.

FIGURA 22. SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN EN SAN MARTIN CG

Fuente : Pagina Web San Martin

MAPA DE PROCESOS

Se detallará el mapa de procesos de la empresa San Martín para minería, construcción y también del área de equipos donde se realizará la investigación de la tesis el cual es el taller de reparaciones. Véase las figuras 23, 24, 25.

FIGURA 23. MAPA DE INTERACCIÓN DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Fuente : San Martín 2012 – Sistema Integrado de Gestión

FIGURA 24. MAPA DE INTERACCIÓN DE PROCESO DE MINERÍA

Fuente : San Martín 2012 – Sistema Integrado de Gestión

FIGURA 25. MAPA DE INTERACCIÓN DE PROCESO DEL TALLER DE REPARACIONES

Fuente : Elaboración propia

En el mapa de procesos del taller de reparaciones se puede analizar cómo es la interacción entre áreas y que tan importantes son cada uno de ellos. El mapa inicia con el cliente (proyecto) el cual solicita una reparación del componente, después ingresa al proceso operacional donde se resume el proceso en 4 actividades principales como es la inspección y evaluación ; elaboración del presupuesto, reparación y ; pruebas y ajuste para posterior a ello entregar al cliente el componente reparador. Seguido de eso se puede apreciar las áreas de apoyo que brindan soporte al proceso operacional como son el almacén, compras y seguridad y finalmente el proceso estratégico donde se encuentra la jefatura y planeamiento.

DESCRIPCION DEL PROCESO DEL TALLER DE REPARACIONES

El proceso de reparación se inicia solicitando la reparación del componente vía correo electrónico por el jefe de equipos del proyecto minero.

El supervisor de planeamiento genera la OT y comunica al Supervisor de taller quien recibe la OT y procede en designar recursos para la reparación del componente.

El técnico realiza el desarmado del componente, evalúa los componentes internos, realiza el informe de evaluación y listado de repuestos del componente.

El supervisor envía el informe de desarmado del componente para sustentar el cambio de repuestos solicitado.

El asistente técnico realiza el pedido de repuestos mediante el sistema Oracle que es aprobado por el jefe de equipos de la obra.

Una vez que lleguen los repuestos solicitados el supervisor de taller designa los trabajos a realizar al técnico quien procede a ejecutar las actividades descritas en el orden de trabajo.

Durante el proceso de armado del componente, el técnico elabora un informe de armado del componente donde se detalla la prueba de funcionamiento del componente.

El supervisor de taller gestiona el pintado del componente con personal de taller o proveedores para culminar con la reparación del componente.

Una vez culminado con el pintado se envía el componente al área de recepción y despacho

El supervisor de planeamiento gestiona el envío del componente al proyecto. Véase la figura 26 para entender mejor el proceso de reparaciones y la figura 27 la secuencia de la reparación de un componente.

FIGURA 26. FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE REPARACIÓN

FUENTE : ELABORACION PROPIA

FIGURA 27. GRAFICA DEL PROCESO DE REPARACIÓN

Fuente : Elaboración propia

ANTECEDENTES DE REPARACION DE COMPONENTES

Antes de describir el problema se explicará porque se implementó el taller de reparaciones en la empresa que brinda soporte al área de operaciones en sus diferentes proyectores de minería y poder generar mayor ahorro en las inversiones de Overd Haul en equipos de gran minería.

PARQUE DE MAQUINAS

Actualmente San Martin cuentan con una gran flota de equipos de más de 450 para minería y construcción. Los cuales según política de la empresa los equipos de gran minería tienen una vida útil mayor a de 48,000 horas de trabajo y los equipos de construcción tiene una vida útil máximo de 16,000 horas de trabajo. Véase la figura 28 y el anexo 01.

FIGURA 28. PARQUE DE MAQUINAS DE SAN MARTÍN CG

Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico nos muestra que el 27% de equipos son de la marca Volvo, el 26% de la marca Caterpillar, el 17% de la marca Mercedes Benz y el 6% de la marca Komatsu los cuales se tiene mayor demanda de reparaciones parciales o generales.

Por ello, como tiene dos unidades de negocio San Martín Contratistas Generales en minería se tiene un 37% de equipo pesado entre las marcas Caterpillar, Komatsu, Atlas Copco y otros; en construcción tiene un 42% de equipos en la marca Volvo y Mercedes Benz. El porcentaje que queda lo abarcan equipos auxiliares como luminarias, motobombas, grupos electrógenos y otros. Se detallará el impacto económico y la importancia de los equipos en ambos sectores.

EQUIPOS DEL SECTOR DE GRAN MINERÍA

Los equipos de gran minería trabajan en minas de tajo abierto, estos tienen un modelo económico que es rentable realizar su Overhaul cuando cumplen sus primeras 16,000 y 32,000 horas de trabajo. Este análisis se emplea debido al alto costo de estos equipos el cual son mayores a un millón de dólares, por ello son rentables invertir en su reparación y generar ahorro en lugar de comprar un equipo nuevo. Véase el cuadro 01 donde se detalla los costos y la cantidad de equipos.

CUADRO 01. COSTO DE EQUIPOS NUEVOS Y OVER HAUL DE MINERÍA

Descripción	Marca	Modelo	Cantidad Equipos SM	Costo de Activo (Por Equipo)	Costo de OH (Por Equipo)
Camión Cantera 60 ton	CATERPILLAR	775F	8	\$ 791,208	\$ 276,922.97
Camión Cantera 90 ton	CATERPILLAR	777F	13	\$ 1,511,242	\$ 528,934.70
Camión Cantera 140 ton	CATERPILLAR	785C	11	\$ 2,015,000	\$ 705,250.00
Camión Cantera 140 ton	KOMATSU	HD 1500-7	10	\$ 1,725,000	\$ 603,750.00
Pala Hidráulica 2000 HP	CATERPILLAR	6040FS	2	\$ 6,100,000	\$ 2,135,000.00

Fuente : Elaboración propia

EQUIPOS DE SECTOR DE CONSTRUCCION

Por otro lado, los equipos de construcción solo tienen reparaciones correctivas durante el tiempo de su vida útil de 16,000 horas de trabajo y posterior a esas horas ingresan para venta. Ya que, la inversión de su reparación general es aprox. entre 75 a 80% del costo de un equipo nuevo que no es rentable. Véase el cuadro 02 donde se detalla los costos y la cantidad de equipos.

CUADRO 02. COSTO DE EQUIPOS NUEVOS Y OVER HAUL DE CONSTRUCCIÓN

Descripción	Marca	Modelo	Cantidad Equipos SM	Costo Activo (Por Equipo)	Costo de OH (Por Equipo)
Camion Volquete	Volvo	FMX	90	\$ 180,000	\$ 144,000.0
Camion Volquete	Mercede Benz	4144	56	\$ 160,000	\$ 128,000.0

Fuente : Elaboración propia

ANTECEDENTES DE SERVICIOS EXTERNOS CON PROVEEDORES

En el 2012 cuando no se tiene el taller de reparación en San Martín los trabajos de reparaciones componentes eran derivados a los representantes de las marcas. La demanda de las reparaciones con los proveedores en los últimos 4 años fue el siguiente cuadro 03 y la figura 29.

CUADRO 03. COSTO DE REPARACIONES CON PROVEEDORES EXTERNOS

PROVEEDORES	2012	2013	2014	2015	Total general
DIVECENTER S.A.C.	\$ -	\$ 87,847.92	\$ 100,223.71	\$ 4,293.79	\$ 192,365.42
FERREYROS SOCIEDAD ANÓNIMA	\$ 235,809.47	\$ 23,801,658.13	\$ 1,322,415.15	\$ 948,564.10	\$ 26,308,446.85
KOMATSU-MITSUI MAQUINARIAS PERU S.A.	\$ 1,430,063.87	\$ 397,360.65	\$ 427,335.30	\$ 348,120.53	\$ 2,602,880.35
VOLVO PERU S.A	\$ 74,820.04	\$ 50,421.01	\$ 164,385.38	\$ 11,733.99	\$ 301,360.42
TOTAL	\$ 1,740,693.38	\$ 24,337,287.71	\$ 2,014,359.54	\$ 1,312,712.41	\$ 29,405,053.04

Fuente : Elaboración propia

FIGURA 29. COSTO DE REPARACION CON PROVEEDORES EXTERNOS

Fuente : Elaboración propia

Se puede analizar que el 2013 hubo un incremento de servicios debido a los Overd Haul de los equipos de gran minería de la marca Caterpillar, pero para los próximos dos años 2014 y 2015 hubo una notablemente disminución de servicios con los proveedores. Ya que, se puso en marcha el taller de reparaciones de San Martín.

Por ello, el estudio de investigación se realizará en el taller de reparaciones de componentes de tren de fuerza (Transmisión, convertidor, rueda delantera, mandos finales y diferenciales). Por ello, nos centraremos más en los componentes del tren de fuerza de camiones mineros 777F de la marca Caterpillar.

AHORRO EN EL COSTO DE REPARACION DE COMPONENTES

En la siguiente figura 30 se muestra los costos de reparación realizados en el taller de reparaciones de San Martín y en Ferreyros con los componentes principales del tren de fuerza para los camiones mineros Caterpillar 777F. Los costos de Ferreyros son información proporcionada por parte del proveedor cuando se realizó reparaciones en el 2012 y 2013, revisar el Anexo 02.

FIGURA 30. COSTO DE REPARACIÓN DE COMPONENTES DE UN CAMION MINERO 777F CON FERREYROS VS EL TALLER DE SAN MARTÍN

Fuente : Elaboración propia

Se puede apreciar el notable ahorro de las reparaciones de los componentes de tren de fuerza para los camiones mineros Caterpillar 777F. El ahorro total en tren de fuerza para un equipo fue de US\$ 106,301.00 el cual fue un buen indicador optimo del taller de reparaciones que es rentable. Sin embargo, los tiempos de entrega de los componentes de tren de fuerza son más extensos y no se cuenta con controles de calidad. Por ello, ahora se analizarán los tiempos de entrega de los componentes reparados.

Entre el 2014 se realizaron 10 Overd Haul a camiones mineros 777F teniendo un ahorro de más de un millón de dólares que reparándolo externamente en Ferreyros representante de la marca Caterpillar. Para los próximos años se tiene un plan de reparaciones Overd Haul para el resto de equipos de gran minería y para ello se debe plantear mejoras en los procesos en la productividad de reparación de componentes y aumentar la satisfacción del cliente interno.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Anteriormente llegaban los componentes de tren de fuerza a Lima de los diferentes proyectos y estos eran enviados a los representantes de la marca como Caterpillar, Komatsu, Altas Copco, Volvo y entre otros. Pero estos representantes como tienen una alta demanda de clientes en todo el Perú los tiempos de respuesta son muy extensos y los costos de reparación son muy elevados por ser los únicos talleres que brindan un servicio de alta calidad en la reparación de equipos y componentes.

Por esta razón San Martín Contratistas Generales implementar el taller de reparaciones de componentes de tren de fuerza para brindar mayor soporte a los proyectos de minería y construcción con la reparación de los equipos y componentes reduciendo costos de reparación y minimizando los tiempos de entrega. Actualmente se vienen reparando componentes de tren de fuerza en el taller de reparaciones, pero se tiene problemas en los tiempos de entrega y los costos de reparación por causas como carencia de procedimientos, falta de planificación en pedido de repuestos, deficiencia en ubicación de áreas y falta de herramientas de especializadas ocasionando insatisfacción con los clientes internos.

A continuación, se muestra los tiempos de entrega realizados por Ferreyros del 2013 y del taller de reparaciones de San Martín 2014 para la reparación de los componentes principales del tren de fuerza para camiones mineros 777F Caterpillar. Revisar el anexo 03 donde se detallan los tiempos de reparación de cada componente según las ordenes de trabajo y el cuadro 04.

CUADRO 04. TIEMPOS DE ENTREGA DE REPARACIÓN (DÍA)

COMPONENTES	Caterpillar - Fabrica (T. Estándar)	Ferreyros (T. Estándar)	San Martin – TC (T. Estándar)
MANDO FINAL RH	15	16.5	17.5
TRANSMISIÓN	16	17.0	18.8
RUEDAS	14	15.0	16.5
CONVERTIDORES	14	15.0	16.4
DIFERENCIALES	16	17.5	18.4

Fuente : Elaboración propia

TIEMPOS DE ENTREGA DE COMPONENTES

A continuación, se presentarán gráficos de tiempos de reparación reales que se tienen dentro del historial de reparaciones con Ferreyros antes de implementar de taller de reparaciones y después los tiempos obtenidos con el taller. Ver anexo 03 donde se detallan las OT históricas de reparación en los años 2013 y 2014.

TIEMPO DE ENTREGA DE UN MANDO FINAL

FIGURA 31. TIEMPO DE REPARACIÓN DE UN MANDO FINAL

Fuente : Elaboración propia

Según la figura 31, se puede ver que Ferreyros tiene 15 días de retraso total mientras que el taller de reparaciones de San Martín tiene 26 días de retraso en reparar un mando final.

TIEMPO DE ENTREGA DE UNA TRANSMISIÓN

FIGURA 32. TIEMPO DE REPARACIÓN DE UNA TRANSMISIÓN

Fuente : Elaboración propia

Según la figura 32, Se puede ver que Ferreyros tiene 13 días de retraso total mientras que el taller de reparaciones de San Martin tiene 28 días de retraso en reparar una transmisión.

TIEMPO DE ENTREGA DE UNA RUEDA DELANTERA

FIGURA 33. TIEMPO DE REPARACIÓN DE UNA RUEDA

Fuente : Elaboración propia

Según la figura 33, se puede ver que Ferreyros tiene 11 días de retraso total mientras que el taller de reparaciones de San Martin tiene 25 días de retraso en reparar una rueda.

TIEMPO DE ENTREGA DE UN CONVERTIDOR

FIGURA 34. TIEMPO DE REPARACIÓN DE UN CONVERTIDOR

Fuente : Elaboración propia

Según la figura 34, se puede ver que Ferreyros tiene 14 días de retraso total mientras que el taller de reparaciones de San Martín tiene 24 días de retraso en reparar un convertidor.

TIEMPO DE ENTREGA DE UN DIFERENCIAL

FIGURA 35. TIEMPO DE REPARACIÓN DE UN DIFERENCIAL

Fuente : Elaboración propia

Según la figura 35, se puede ver que Ferreyros tiene 15 días de retraso total mientras que el taller de reparaciones de San Martín tiene 24 días de retraso en reparar un diferencial.

Finalmente, se puede apreciar una notable diferencia entre Ferreyros y el taller de reparación de componentes de San Martín. Véase el cuadro 05.

CUADRO 05. TIEMPO DE TOTAL DE REPARACIÓN (DÍAS)

Componente	N° Reparaciones	T. Total - Caterpillar	T. Total - Ferreyros	T. Total San Martín
Mando Final	10	150	165	176
Transmisión	10	160	173	188
Rueda Delantera	10	140	151	165
Convertidor	10	140	154	164
Diferencial	10	160	175	184
Total	50	750	818	877

Fuente: Elaboración propia

Según las muestras de las últimas reparaciones de los componentes de tren de fuerza de Ferreyros en el año 2013 tuvo 68 días de retraso en un total de 50 reparaciones y el taller de San Martín en los años 2014 tuvo 118 días de retraso en un total de 50 reparaciones de componentes para los 10 camiones 777F que se realizó Overd Haul. Estos tiempos indican que se requiere implementar mejoras para poder competir con los tiempos de entrega de los fabricantes.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA

El problema principal es la deficiencia en la productividad de reparación de componentes por los tiempos entrega que están fuera del Lead Time de fábrica, esto afecta directamente a los encargados de los proyectos los cuales tienen una flota de equipos en sus operaciones mineras.

Para realizar un mejor análisis se elaboró un árbol de problemas y un diagrama de Ishikawa para identificar las causas principales. Véase la figura 36 y el anexo 04.

FIGURA 36. ÁRBOL DE PROBLEMAS DE DEMORAS DE TIEMPOS DE REPARACIÓN

Fuente : Elaboración propia

Es importante realizar una ponderación de las causas principales del problema por lo que se elaboró un cuadro de acuerdo al árbol de problemas y aplicando las 6M'S. Esta ponderación se realizará con el equipo de trabajo del taller de reparaciones los cuales cuentan con una alta experiencia.

El equipo que se ha elegido para realizar esta ponderación son los siguientes : jefe de taller, supervisor de taller, supervisor de planeamiento, mercantico líder 1 y mecánico líder 2.

El criterio de la ponderación será de la siguiente manera :

- Puntaje 1: Leve
- Puntaje 2: Bajo
- Puntaje 3: Medio
- Puntaje 4: Grave
- Puntaje 5: Muy grave

Este cuadro se puede apreciar en el anexo 05, para poder identificar las causas principales se elaboró un diagrama de Pareto y plantear soluciones aplicando las herramientas de ingeniería industrial y mejorar la productividad de reparación de componentes. Véase el cuadro 6, la figura 37 y mayor detalle en el anexo 05.

**CUADRO 6. CAUSAS DEL PROBLEMA DE LA DEFICIENCIA EN LA
PRODUCTIVIDAD DE REPARACIÓN**

CAUSAS DEL PROBLEMA	PONDERACIÓN	F. RELATIVA	F. ABSOLUTA
DEMORA EN TIEMPOS DE DES/ARM	165	34%	34%
DEMORAS EN PEDIDO DE REPUESTO	98	20%	54%
DEMORA EN DESPLAZAMIENTO	72	15%	69%
FALTA DE HERRAMIENTAS	48	10%	79%
FALTA DE REPUESTOS	28	6%	85%
PROBLEMAS ERGONÓMICOS	25	5%	90%
POCAS HORAS DE TRABAJO	20	4%	94%
FALTA DE VENTILACIÓN	15	3%	97%
OTROS	14	3%	100%
TOTAL	485	100%	

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 37. DIAGRAMA DE PARETO – DEFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE REPARACION

Fuente : Elaboración propia

De acuerdo al diagrama de Pareto debemos analizar las 4 principales causas como demoras en tiempos de desarmado y armado, demoras en pedido de repuestos, demoras en desplazamiento y falta de herramientas los cuales son 79% de las causas totales del problema de las demoras en los tiempos de reparaciones en los componentes de tren de fuerza.

DEMORAS EN TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO

Los retrasos de tiempos de desarmado y armado son por las siguientes causas de falta de solicitud de trabajo, falta de procedimientos de desarmado y armado, falta de control de calidad y falta de tiempos estándares de trabajos.

FALTA DE PROCEDIMIENTOS

No se cuenta con herramientas de calidad que aseguren que el proceso sea ordenado y eficiente.

- Falta mejorar procedimiento de reparación de componentes
- Falta de procedimiento escrito de trabajo de componentes de tren de fuerza.
- Falta de formatos de check list de desarmado
- Falta de formatos de check list de armado
- Falta de formatos de check list de control de calidad

FALTA DE SOLICITUD DE TRABAJO

Para iniciar con el proceso de reparación no se cuenta con una solicitud de trabajo del componente de tren de fuerza que ingresa a reparación enviado del proyecto, donde incluya información campo, horas de trabajo, motivo de reparación, tipo de reparación, prioridad de reparación entre otros campos importantes. Que ayudara al personal técnico a realizar la evaluación de manera más eficiente.

FALTA DE TIEMPOS ESTANDARES DE REPARACION

El personal técnico realiza las reparaciones de los componentes en base a su experiencia que tuvo en otras empresas. No se cuenta con un estudio de tiempos para poder estandarizar los tiempos de reparación que se adecuen a los recursos que tiene el taller de reparaciones.

DEMORAS EN PEDIDOS DE REPUESTOS

La falta de repuestos es una causa muy crítica, ya que es un cuello de botella debido a que si no se tiene estos recursos no se puede iniciar el proceso de armado de los componentes.

FALTA DE PLANEAMIENTO

La falta de planeamiento es debido a que no se tiene un alcance general de las reparaciones, ya que no se tiene una planificación a largo plazo de todas las reparaciones de los equipos en los proyectos. A veces llegan componentes para reparación por fallas correctivas o no programadas, estos deben ser atendidos con urgencia. Ya que, si se tiene equipos inoperativos en las operaciones mineras el indicador de disponibilidad y confiabilidad disminuye. Por ello, se requiere el máximo soporte para satisfacer al cliente.

FALTA LISTA DE KIT DE REPARACIONES

Como San Martín su unidad de negocio no es la venta de equipos o reparaciones de equipos no se cuenta con un kit de reparación de componentes de tren de fuerza para poder realizar pedidos de repuestos programados y puedan llegar en el tiempo previsto. De esta manera evitar que se genere retrasos con los tiempos de reparación por faltan de repuestos para el armado del componente.

DEMORAS EN DESPLAZAMIENTOS DE PERSONAL

Esto es debido a una inadecuada distribución de planta que se ha realizado en el taller de reparaciones, ya que los técnicos se desplazan constantemente tramos largos para firmar los formatos de seguridad o coordinar trabajos con la supervisión del taller.

DEFICIENCIA EN DISTRIBUCION DE AREAS

La distribución poco eficiente se percibe al encontrar el área de supervisión y el área de seguridad muy alejadas de las áreas operativas. Esta mala distribución implica que actualmente los técnicos tienen que desplazarse tramos largos para poder hacer firmar los formatos de seguridad y también el área de supervisión está muy alejada del taller de reparación, esto ocasiona que los supervisores y técnicos se desplacen tramos largos. Véase la figura 38.

FIGURA 38. LAYOUT DEL TALLER DE REPARACIONES ACTUAL

Fuente : Elaboración propia

FALTA DE HERRAMIENTAS ESPECIALIZADAS

Existen herramientas especiales que se requieren para el proceso de desarmado y armado de acuerdo al modelo y serie de los equipos, en varias ocasiones el componente llega y la falta de herramientas especiales paraliza el proceso hasta realizar el pedido o la fabricación de una herramienta hecha a mano para seguir con el proceso. Con el afán de continuar con el proceso de reparación los técnicos con mayor experiencia buscan otras opciones para el armado y/o desarmado del componente generando mayor tiempo durante la reparación. También se han encontrado herramientas descalibradas cuando se han realizado el proceso de armado ocasionando retrasos en el trabajo.

IMPACTO ECONOMICO DEL PROBLEMA

IMPACTO ECONOMICO DIRECTO

Se detalla la pérdida por mes de las reparaciones realizadas en el taller de reparaciones en el año 2014. Véase el cuadro 07 y el anexo 03.

CUADRO 07. VENTA DE HH POR REPARACIÓN DE COMPONENTES - 2014

ITM	Mes	HH Pres.	HH Reales	Costo HH Pres.	Costo HH Real	Perdida
1	ENERO	1334	1482	S/. 113,390.00	S/. 125,970.00	S/. 12,580.00
2	FEBRERO	1354	1487	S/. 115,090.00	S/. 126,395.00	S/. 11,305.00
3	MARZO	1044	1170	S/. 88,740.00	S/. 99,450.00	S/. 10,710.00
4	ABRIL	1378	1487	S/. 117,130.00	S/. 126,395.00	S/. 9,265.00
5	MAYO	1099	1231	S/. 93,415.00	S/. 104,635.00	S/. 11,220.00
6	JUNIO	1334	1430	S/. 113,390.00	S/. 121,550.00	S/. 8,160.00
7	JULIO	1179	1306	S/. 100,215.00	S/. 111,010.00	S/. 10,795.00
8	AGOSTO	1124	1198	S/. 95,540.00	S/. 101,830.00	S/. 6,290.00
9	SETIEMBRE	1422	1538	S/. 120,870.00	S/. 130,730.00	S/. 9,860.00
10	OCTUBRE	994	1168	S/. 84,490.00	S/. 99,280.00	S/. 14,790.00
11	NOVIEMBRE	1080	1195	S/. 91,800.00	S/. 101,575.00	S/. 9,775.00
12	DICIEMBRE	950	1112	S/. 80,750.00	S/. 94,520.00	S/. 13,770.00
Total		14292	15804	S/. 1,214,820.00	S/. 1,343,340.00	S/. 128,520.00

Fuente : Datos de la empresa San Martín Contratistas Generales

Según el cuadro se tiene una pérdida anual de S/128,510.00 por la deficiencia en la productividad de reparación de componentes de tren de fuerza.

IMPACTO ECONOMICO INDIRECTO

El área de equipos alquila las maquinas al área de operaciones para el servicio de movimiento de tierra que se realiza en los proyectos mineros, el costo de alquiler por 450 horas mensuales es de 480 soles por hora trabajada. Según el cuadro 05 de demoras de tiempos de entrega de componentes para camiones mineros 777F se tuvo 118 días en el año 2014 generando una perdida indirecta de S/ 849,600.00 por tener un equipo inoperativo en las operaciones. Véase el cuadro 08 y el anexo 03.

CUADRO 08. COSTO POR PERDIDA POR EQUIPO INOPERATIVO

Mes	Modelo	Demoras Días	Perdida
FEBRERO	777F	4	S/. 28,800.00
MARZO	777F	12	S/. 86,400.00
ABRIL	777F	10	S/. 72,000.00
MAYO	777F	16	S/. 115,200.00
JUNIO	777F	17	S/. 122,400.00
JULIO	777F	11	S/. 79,200.00
AGOSTO	777F	7	S/. 50,400.00
SEPTIEMBRE	777F	11	S/. 79,200.00
OCTUBRE	777F	12	S/. 86,400.00
NOVIEMBRE	777F	18	S/. 129,600.00
Total		118	S/. 849,600.00

Fuente : Elaboración Propia

Por esta, razón el estudio de esta tesis ayudara a optimizar la productividad de reparaciones de componentes en el taller de reparaciones y generar ahorro para la empresa.

CAPITULO III : PROPUESTAS DE MEJORA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS

EVALUACION DE ALTERNATIVA DE SOLUCION

DESCRIPCION DE LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS

Para seleccionar una metodología de mejora continua, el cual ayudara a brindar una solución al problema identificado. Se plantea las siguientes alternativas de solución propuestas : Lean Service, EFQM, Seis – Sigma y 7 pasos los cuales tienen como objetivo la satisfacción del cliente.

MISION DE METODOLOGIAS

Se detalla la misión de las metodologías propuestas, donde se resalta la mejora continua y la reducción de costos. Véase el cuadro 09.

CUADRO 09. MISIÓN DE METODOLOGÍAS

METODOLOGÍAS – MISIÓN			
LEAN SERVICE	EFQM	SEIS – SIGMA	7 PASOS
Busca cambiar para mejorar continuamente la vida personal, familiar, social y de trabajo, es decir un mejoramiento continuo que involucra a todos gerentes y trabajadores por igual. Bajo la premisa de que no habrá ningún proceso si se continúan haciendo las cosas de la misma manera.	Se basa en la premisa de que los resultados excelentes con respecto al rendimiento, clientes, personal y sociedad se logran a través del liderazgo, el personal, la política y estrategia, las alianzas y los recursos y los procesos.	Conocer y comprender los procesos con la opción que puedan ser modificados al punto de reducir el desperdicio u errores generados en ellos. Lo cual se verá reflejado, en la reducción de los costos de hacer las cosas y a su vez le permitirá asegurar que el precio de los productos o servicios sean competitivos en el mercado.	Formar equipos de trabajo para concientizarlos acerca de los problemas de calidad y productividad con el fin de buscar soluciones efectivas. A las mismas se le ha de ser un seguimiento para reforzarlas y crear así un nuevo ciclo de mejoramiento.

Fuente : Elaboración propia

BENEFICIOS DE METODOLOGIAS

Se detalla los beneficios que se obtienen aplicando las metodologías propuestas, donde se concluye que el mayor beneficio es la satisfacción al cliente en cuanto al servicio brindado. Véase el cuadro 10.

CUADRO 10. BENEFICIOS DE METODOLOGÍAS

METODOLOGÍAS – BENEFICIOS			
LEAN SERVICE	EFQM	SEIS – SIGMA	7 PASOS
<p>Aumento de la productividad.</p> <p>Reducción del espacio utilizado.</p> <p>Mejoras en la calidad de los productos.</p> <p>Reducción del inventario en proceso.</p> <p>Reducción del tiempo de fabricación.</p> <p>Mejora el manejo y control de la producción.</p> <p>Reducción de costos de producción.</p> <p>Mejora el clima organizacional.</p> <p>Aclara roles</p>	<p>Aprender de sus puntos fuertes y débiles.</p> <p>Aprender acerca del concepto y de lo que implica la “excelencia” para la organización y su trayectoria.</p> <p>Proporciona un planteamiento muy estructurado con base en datos que permite identificar y evaluar los puntos fuertes y las áreas de mejoría.</p> <p>Comparación con otras organizaciones, de naturaleza similar o distinta, mediante conjuntos de criterios aceptados.</p>	<p>Mejorar la visión de la administración de las actividades, calidad y costos. Mejorar el entendimiento y la apreciación de la capacidad de servicio. Proveer un nivel más acertado de las expectativas de los clientes. Reducción de tiempo de ciclo y residuos. Resolución sistemática de problemas. Motivación de los empleados. Análisis de los datos antes de la toma de decisiones.</p> <p>Reducciones de los incidentes.</p>	<p>Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.</p> <p>Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.</p> <p>Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas. Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.</p>

Fuente : Elaboración propia

ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Después de describir las metodologías propuestas para la solución del problema, se planteará los criterios de evaluación mediante la lluvia de ideas con los especialistas en el taller de reparaciones. Los criterios a evaluación son los siguientes :

- Satisfacción al cliente
- Tiempo de implementación

- Costo de implementación
- Capacación
- Recursos humanos
- Materiales
- Tecnología
- Indicadores

En base a los criterios de evaluación se aplicará el análisis multicriterio, mediante la matriz AHP (Analytic Hierarchy Process), mediante el cual se definirá la mejor metodología.

ELECCION DE METODOLOGIA

Se aplicará la ponderación a los criterios de evaluación a través de la lluvia de ideas mediante la matriz AHP.

MATRIZ AHP DE CRITERIOS

CUADRO 11. MATRIZ AHP DE CRITERIOS

CRITERIOS	Satisfacción al cliente	Tiempo de implementación	Costo de implementación	Capación	Recursos humanos	Materiales	Tecnología	Indicadores	Vector Promedio
Satisfacción al cliente	1.00	5.00	1.00	3.00	7.00	7.00	3.00	9.00	27%
Tiempo de implementación	0.20	1.00	5.00	3.00	3.00	1.00	3.00	3.00	18%
Costo de implementación	1.00	0.20	1.00	5.00	5.00	7.00	5.00	7.00	21%
Capación	0.33	0.33	0.20	1.00	3.00	3.00	0.33	0.20	6%
Recursos humanos	0.14	0.33	0.20	0.33	1.00	5.00	3.00	7.00	9%
Materiales	0.14	1.00	0.14	0.33	0.20	1.00	0.14	0.11	3%
Tecnología	0.33	0.33	0.20	3.00	0.33	7.00	1.00	0.33	7%
Indicadores	0.11	0.33	0.14	5.00	0.14	9.00	3.00	1.00	10%
	3.26	8.53	7.89	20.67	19.68	40.00	18.48	27.64	

Fuente : Elaboración propia

Según el cuadro 11 los principales criterios a evaluar son: Satisfacción al cliente, tiempo de implementación, costo de implementación e indicadores. Por ello, con estos criterios se analizará la mejor metodología.

MATRIZ AHP DE METODOLOGÍAS CON CRITERIOS

CUADRO 12. MATRIZ AHP DE METROLOGÍAS CON CRITERIOS

CRITERIO N° 1 - SATISFACCION AL CLIENTE	LEAN SERVICE	EFQM	SEIS - SIGMA	7 PASOS	Matriz Normalizada				Vector Promedio
LEAN SERVICE	1.00	7.00	3.00	3.00	0.55	0.62	0.66	0.25	52%
EFQM	0.14	1.00	0.33	3.00	0.08	0.09	0.07	0.25	12%
SEIS - SIGMA	0.33	3.00	1.00	5.00	0.18	0.26	0.22	0.42	27%
7 PASOS	0.33	0.33	0.20	1.00	0.18	0.03	0.04	0.08	9%
	1.81	11.33	4.53	12.00					

CRITERIO N° 2 - TIEMPO DE IMPLEMENTACION	LEAN SERVICE	EFQM	SEIS - SIGMA	7 PASOS	Matriz Normalizada				Vector Promedio
LEAN SERVICE	1.00	3.00	1.00	1.00	0.55	0.26	0.22	0.08	28%
EFQM	0.33	1.00	1.00	1.00	0.18	0.09	0.22	0.08	14%
SEIS - SIGMA	1.00	1.00	1.00	3.00	0.55	0.09	0.22	0.25	28%
7 PASOS	1.00	1.00	0.33	1.00	0.55	0.09	0.07	0.08	20%
	3.33	6.00	3.33	6.00					

CRITERIO N° 3 - COSTO IMPLEMENTACION	LEAN SERVICE	EFQM	SEIS - SIGMA	7 PASOS	Matriz Normalizada				Vector Promedio
LEAN SERVICE	1.00	5.00	1.00	1.00	0.55	0.44	0.22	0.08	32%
EFQM	0.20	1.00	1.00	3.00	0.11	0.09	0.22	0.25	17%
SEIS - SIGMA	1.00	1.00	1.00	3.00	0.55	0.09	0.22	0.25	28%
7 PASOS	1.00	0.33	0.33	1.00	0.55	0.03	0.07	0.08	18%
	3.20	7.33	3.33	8.00					

CRITERIO N° 4 - INDICADORES	LEAN SERVICE	EFQM	SEIS - SIGMA	7 PASOS	Matriz Normalizada				Vector Promedio
LEAN SERVICE	1.00	5.00	1.00	3.00	0.55	0.44	0.22	0.25	37%
EFQM	0.20	1.00	1.00	3.00	0.11	0.09	0.22	0.25	17%
SEIS - SIGMA	1.00	1.00	1.00	7.00	0.55	0.09	0.22	0.58	36%
7 PASOS	0.33	0.33	0.33	1.00	0.18	0.03	0.07	0.08	9%
	2.53	7.33	3.33	14.00

Fuente : Elaboración propia

Finalmente se realizará la elección de la metodología con la data obtenida de las matrices de los cuadros 11 y 12.

CUADRO 13. MATRIZ AHP DE METROLOGÍAS CON CRITERIOS PRINCIPALES

CRITERIOS	SATISFACCION AL CLIENTE	TIEMPO DE IMPLEMENTACION	COSTO IMPLEMETACION	INDICAORES	Total
LEAN SERVICE	0.52	0.28	0.32	0.37	30%
EFQM	0.12	0.14	0.17	0.17	11%
SEIS - SIGMA	0.27	0.28	0.28	0.36	22%
7 PASOS	0.09	0.20	0.18	0.09	11%
	0.27	0.18	0.21	0.10	

Fuente : Elaboración propia

Véase el cuadro 13 el vector global obtenido final es de 30% resultando la mejora alternativa a proponer es la metodología Lean Service.

DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA

OBJETIVO PRINCIPAL

Mejorar la producción de reparación de componentes de tren de fuerza en el taller de reparaciones en 12%, con la finalidad de satisfacer al cliente y generar ahorro en los costos de reparación.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Incrementar la producción de reparaciones en el taller
- Implementar un plan de capacitación para fomentar la metodología lean service en toda la organización
- Mejorar los procesos de reparación

- Mejorar la planificación de reparación de componentes
- Mejorar la distribución del taller de reparaciones
- Implementar indicadores para los procesos de reparación

Véase la siguiente figura 39 y 40 en plan de implementación de la metodología Lean Service.

FIGURA 39. PLAN DE TRABAJO DE IMPLEMENTACIÓN

Nombre de tarea
IMPLEMENTACION DEL PROYECTO LEAN SERVICE
1. PLANEAR
Definir el proyecto
Definir el objetivo general
Definir los objetivos principales
2. HACER
2.1 Describir el proceso
Flujo de proceso del taller de reparaciones
SIPOC del taller de reparaciones
Organigrama propuesto para el taller de reparaciones
2.2 Plan para optimizar los tiempos de reparación
Mejorar tiempos de desarmado y armado
Implementación de las 5S
Estandarizar los tiempos de armado y desarmado
2.3 Plan para optimizar los pedidos de repuestos
Estrategia de planificación de reparación
Implementación de kit de repuestos
2.4 Plan para mejorar la distribución del taller
Mejorar Layaout del taller de reparaciones
2.5 Plan para implementación de herramientas para el taller
Herramientas de gestión para el mejor control
3. VERIFICAR
Desarrollo de fase de mejoras
Implementación de VMS Actual VS Propuesto
Análisis DAP
Indicadores (Lead Time - Talk Time)
Simulación del proceso - Promodel
4. ACTUAR
Documentación de lecciones aprendidas
Implementar el área de soporte técnico

Fuente : Elaboración propia

FIGURA 40. GANTT DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA

Fuente: Elaboración propia

DESARROLLO DEL PLAN DE METODOLOGIA

De acuerdo al análisis realizado se cuenta con 4 causas principales las cuales son falta de procedimientos para desarmados y armado, demoras en pedidos de repuestos, demoras por desplazamientos y falta de herramientas especializadas.

Antes de pasar a proponer las mejoras primero explicaremos el mapa de procesos y el flujograma actualizado del taller de reparaciones. Véase la figura 25.

FIGURA 25. MAPA DE INTERACCIÓN DE PROCESO DEL TALLER DE REPARACIONES

Fuente : Elaboración propia

En el mapa de procesos se puede analizar cómo es la interacción entre áreas y que tan importantes son cada uno de ellos. El mapa inicia con el cliente el cual solicita una reparación de equipo o componente, después ingresa al proceso operacional donde se resume el proceso en 4 actividades principales como es la inspección y evaluación, elaboración del presupuesto, reparación y pruebas y ajuste para posterior a ello entregar al cliente el equipo o componente

reparador. Seguido de eso se puede apreciar el proceso de apoyo que brindan soporte al proceso operacional como son el almacén, compras y seguridad y finalmente el proceso estratégico donde se encuentra la jefatura y planeamiento.

Ahora se pasará a proponer el nuevo flujograma y un diagrama SIPOC más detallado del proceso para el taller de reparaciones para poder tener un mejor alcance de cómo es el proceso de reparaciones y poder entender mejor las propuestas de mejoras que se realizaran en todo el proceso operativo. Véase la figura 41 y 42.

FIGURA 42. DIAGRAMA SIPOC DEL TALLER DE REPARACIONES

Fuente : Elaboración propia

En el flujograma y el diagrama SIPOC se tiene un mayor alcance del proceso, las entradas y las salidas, y la interacción de las actividades.

Además, se propondrá implementar el área de soporte técnico con el puesto de comunicador técnico el cual trabajará con el supervisor de taller para poder aplicar todas las mejoras que se van a proponer y puedan actualizar la información constantemente para mejorar el proceso de reparaciones. Véase la figura 43.

FIGURA 43. ORGANIGRAMA PROPUESTO DEL TALLER DE REPARACIONES

Fuente : Elaboración Propia

El comunicador técnico será el encargado de hacer cumplir todos los procedimientos y mejoras que se proponen en el proyecto de investigación. Así mismo, actualizar la información de los fabricantes, revisar futuras mejoras, actualizar las herramientas de gestión con la supervisión del supervisor de taller.

A continuación, se detalla los tiempos de reparación de cada componente del proceso operativo actual para poder tener un alcance general y proponer las mejoras respectivas. Véase el cuadro 14.

CUADRO 14. TIEMPO TOTAL DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE COMPONENTES

Descripción		Tiempo de Entrega Total de un Componente (Días)				
		Transmisión	Diferenciales	Convertidor	Rueda Delantera	Mandos Finales
Inspección y Evaluación	Desarmado de componente	5	4	3.25	3.25	5
Gestión Administrativa	Aprobación de Presupuesto	1	1	1	1	1
	Aprobación de OC y OS	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	Espera de OC	6	7	6	6	5
	Espera de OS	4	4	4	4	4
	Armado de Componente	4	2.5	3	3	3.5
Pruebas y ajustes	Pruebas y ajuste finales	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5
Total		19	17.5	16	16	17.5

Fuente : Elaboración propia

Esta información es tomada en base a las reparaciones realizadas. Véase anexo 03.

A continuación, se propone las mejoras para solucionar las causas del problema por demora en tiempos de reparación.

PROPUESTAS PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE REPARACION

PROPUESTA PARA MEJORA EN TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO

Para mejorar los tiempos de desarmado y armado se propone mejorar la gestión del proceso de reparación implementando un procedimiento de gestión de reparaciones y estandarizar las horas que se emplean aplicando el estudio de tiempos.

MEJORA LA GESTION DE REPARACION DE COMPONENTES

IMPLEMENTAR EL PROCEDIMIENTO DE REPARACIONES DEL TALLER DE REPARACIONES

Se propone implementar un procedimiento para el taller de reparaciones general y los procedimientos específicos por tipo de trabajo. Con el cual se propone mejorar el proceso de reparación en el taller de reparaciones. Véase el anexo 05, donde se encontrarán los siguientes puntos con detalle :

- Objetivo
- Alcance
- Referencias
- Definiciones
- Responsabilidades
- Desarrollo
- Registros

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE GESTIÓN PARA EL PROCESO DE ARMADO

Actualmente en el taller de reparaciones los técnicos ingresan al manual de servicios para revisar la información del desarmado y armado de componentes. Esto les toma un tiempo de 2 a 4 horas en revisar toda la información que se requiere para realizar el trabajo.

Por ello, se requiere implementar los check list de desarmado y armado en cual se indique el paso a paso de un correcto proceso de reparación de un componente para verificar el control de calidad. Toda esta información se puede encontrar en el SIS (Service Information System) de la marca CATERPILLAR, para facilitar a los técnicos en la ejecución de los trabajos, se propone estandarizar formatos de acuerdo a los componentes que se reparan. Por ello, se

propone implementar el área de soporte técnico que se encarga en realizar todas las implementaciones, según el manual de servicio. Véase la figura 44 y los anexos 06 - 07, en el cual se encontrarán las siguientes herramientas de gestión para la reparación de componentes.

- Procedimiento estricto de trabajo de desarmado de componente
- Procedimiento estricto de trabajo de armado de componente
- Check list de desarmado y armado (Control de calidad según especificaciones del fabricante)

FIGURA 44. MANUAL DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES

Fuente : SIS CAT - Ferreyros

IMPLEMENTAR FORMATO DE SOLICITUD DE TRABAJO

Actualmente en el taller de reparaciones para iniciar el proceso de reparación, se inicia mediante una orden verbal del supervisor de taller o mediante un correo electrónico de la

jefatura. Esto a veces genera dudas y atrasos por la falta de información para iniciar el proceso de reparación. Por ello se propone implementar un formato que ayude a la parte operativa a cumplir con toda la información que se requiera. Véase el anexo 08.

- Descripción del equipo
- Horas de trabajo
- Fotos, informes y datos adicionales de campo
- Descripción del componente
- Nivel de reparación (General o parcial)
- Motivo de reparación

MEJORA DE FORMATOS DE SEGURIDAD PARA INICIAR LOS TRABAJOS RUTINARIOS

Actualmente el taller de reparaciones para iniciar una actividad por parte del departamento de seguridad se debe realizar el llenado de un formato llamado ATS (Análisis de trabajo escrito) y un formato de inspección de elementos de izaje. Estos formatos deben ser llenado de forma diaria antes de iniciar cualquier actividad por procedimientos del departamento de seguridad de la empresa, esto normalmente toma un tiempo entre 30 min aprox. Por ello, se propone implementar un ATS semanal por tratarse de trabajos rutinarios y poder optimizar los tiempos de llenado de formatos de seguridad. Para ello, se debe implementar un nuevo procedimiento de ATS semanal que pueda optimizar tiempos y cumplir con los requerimientos del departamento de seguridad. Véase el anexo 09, donde se encontrarán los siguientes puntos con detalle :

- Objetivo
- Alcance
- Referencias
- Definiciones

- Responsabilidades
- Desarrollo
- Registros

Con esta mejora ayudara a reducir el llenado de estos formatos de seguridad entre 10 a 15 minutos de manera diaria, lo cual es muy favorable para optimizar los tiempos de reparación entre 6% a un 3% en un horario de trabajo de 8 horas diarias.

IMPLEMENTACION DE LAS 5'S

La implementación de las 5'S busca mejorar los procesos en el taller de reparaciones de componentes. El objetivo de esta implementación es buscar que las áreas de trabajo cumplan con los más altos estándares de calidad de un taller de reparaciones.

En las fotografías se puede visualizar la situación actual del área de lavado, desarmado y armado. No se cuenta con un check list de herramientas, faltan cajas para guardas los repuestos, soportes para almacenar repuestos. Por ello, el taller de reparaciones se encuentra bajo una situación de desorden que no permite un control rápido. Véase la figura 45 y 46.

FIGURA 45. ÁREA DE LAVADO DE COMPONENTES

Fuente : Taller de Reparaciones SM

FIGURA 46. ÁREA DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES

Fuente : Taller de Reparaciones SM

Para implementar las 5's se requiere capacitar a todo el personal involucrado al desarrollo de las 3 primeras "S". En estas capacitaciones deben estar presentes la supervisión y la jefatura de equipos, para que quede establecido el compromiso de todo el taller de reparaciones.

IMPLEMENTACIÓN DEL SEIRI - CLASIFICACIÓN

El seiri se aplicará para la clasificación del almacenamiento de repuestos en el proceso de desarmado y armado. El apoyo de los técnicos es muy importante para la implementación del seiri, ya que ellos son los que conocen mejor que todos los procesos en su área de trabajo. Actualmente el taller de reparaciones no cuenta con un área de almacenamiento componentes internos y repuestos para el desarmado y armado de componentes. Se requiere implementar canastillas y porta discos para el almacenamiento adecuado en el proceso de desarmado y armado de componentes en el proceso de reparación de componentes.

Para ello se propone la implementación del Seiri. Véase la figura 47 y los anexos 09 y 10.

FIGURA 47. ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SEIRI

Fuente : Elaboración propia

Según el plan de la implementación del seiri se debe implementar tarjetas de control para que estas se coloquen en las canastillas y se puedan identificar en que proceso se encuentran. Para ello, se debe elaborar un procedimiento de trabajo para poder llevar un control de todos los componentes según el proceso de desarmado y armado de componentes.

IMPLEMENTACION DEL SEITON - ORDENAR

En este punto se establecer áreas definidas dentro del taller de reparaciones de componentes. Según la frecuencia de uso mensual, semanal y diario.

La secuencia se debe trabajar en el proceso de desarmado y armado de acuerdo a lo siguiente :

- Realizar un inventario de las herramientas de los técnicos para realizar un check list semanal, estas herramientas deben estar en cajas portaherramientas para que estén en un alcance cercano a los técnicos, véase los anexos 10 y 11.
- Definir el área de almacenamiento de las canastillas donde se almacenarán los repuestos para desarmados, lavados y fuera de servicio
- Definir los colores de las etiquetas según el proceso para rotular las canastillas
- Realizar un correcto almacenamiento en las plataformas de almacenamiento
- Establecer procedimientos para la implementación

Véase la figura 48.

FIGURA 48. ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SEITON

Fuente : Elaboración propia

IMPLEMENTACION DEL SEISO - LIMPIAR

La empresa cuenta con un sistema de gestión integrado con las tres normas ISO 9001, ISO 14001 y OSHA 18001 los cuales exigente que se debe mantener el orden y la limpieza en todas las áreas de trabajo. Actualmente en el taller de reparaciones la limpieza se desarrolla culminando las labores realizándolo de manera dispersa por todos los técnicos sin definir un tiempo establecido. Por ello, se propone establecer horarios de limpieza los cuales se deben ejecutar de forma efectiva la limpieza al inicio y al final de los trabajos.

Desarrollo de trabajo	Horarios
Limpieza inicial	8:15 am a 8:30am
Limpieza final	4:45 pm a 5:00pm

El cumplimiento de los trabajos lo realizaran los supervisores y los técnicos líderes de forma diaria por un lapso de un mes, con el objetivo de crear una costumbre y cultura con todo el personal.

Esto debe controlarse al inicio y al final del horario de trabajo, las herramientas, equipos, materiales deben permanecer en sus lugares designados correctamente.

Para ello, se debe implementar un formato de conformidad de limpieza que consta de una lista de verificación de los aspectos que se deben evaluar, el objetivo es crear una nueva cultura de todo el personal y que no se regrese al estado anterior. Todos los trabajadores deben saber sobre los beneficios que conlleva una cultura de limpieza en sus áreas de trabajo.

IMPLEMENTACION DEL SEIKETSU - ESTANDARIZACION

Una vez implementada las 3's anteriores como base para la estandarización del proceso que se está proponiendo mejorar. Este modelo de estandarización se debe capacitar a todo el personal que ingrese a trabajar al taller de reparaciones. Véase la figura 49.

FIGURA 49. ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SEIKETSU

Fuente : Elaboración propia

IMPLEMENTACION DEL SHITSUKE - DISCIPLINAR

Finalmente, para mantener las 5's es muy importante la disciplina, el compromiso de toda la organización. El objetivo de la implementación de las 5's es generar una cultura auto disciplinaria en todo el taller de reparaciones, es importante la autonomía para crear una cultura. Véase la figura 50.

FIGURA 50. ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SHITSUKE

Fuente : Elaboración propia

ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS DESARMADO Y ARMADO

Se realizará un estudio de tiempos para los componentes que se reparan con mayor frecuencia para estandarizar estos trabajos los cuales son los siguientes :

- Transmisión
- Mandos finales
- Rueda delantera
- Diferenciales
- Convertidor

Para el estudio se aplicará un factor de valoración de 15% para las actividades de desarmado y armado, ya que es donde se emplea mayor número de horas y para el suplemento se aplicará el 20% en una jornada de 8 horas de trabajo. Véase los siguientes cuadros por componente.

CUADRO 15. ESTUDIO DE TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO DE TRANSMISIÓN

TRANSMISIÓN		Ciclo										Total	Tiempo Observado	Factor de valoración	Tiempo Observado	Factor de Suplemento	Tiempo Estandar
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Inspección y Evaluación	Elaboración de ATS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00	1.2	152
	Desarmado de componente	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	160.00	16.00	1.00	16.00		
	Lavado de componentes internos	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	22.00	22.00	30.00	30.00	284.00	28.40	1.15	32.66		
Elaboración de Presupuesto	Elaboración de Informe tecnico	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Elaboración de Listado de Repuestos	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
Armado	Elaboración de ATS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Recojo de Repuestos del Almacén	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Armado de Componente	39.12	47.12	47.12	47.12	47.12	55.12	39.12	39.12	47.12	47.12	455.20	45.52	1.15	52.35		
Pruebas y ajustes	ATS	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	4.00	0.40	1.00	0.40		
	Pruebas y ajuste finales	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	56.00	5.60	1.00	5.60		

Fuente : Elaboración propia

CUADRO 16. ESTUDIO DE TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO DE MANDOS FINALES

MANDO FINALES		Ciclo										Total	Tiempo Observado	Factor de valoración	Tiempo Observado	Factor de Suplemento	Tiempo Estandar
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Inspección y Evaluación	Elaboración de ATS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00	1.2	144
	Desarmado de componente	17.92	17.92	17.92	17.92	17.92	17.92	17.92	17.92	17.92	17.92	179.20	17.92	1.00	17.92		
	Lavado de componentes internos	27.00	30.20	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	408.20	27.32	1.15	31.42		
Elaboración de Presupuesto	Elaboración de Informe técnico	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	6.40	8.00	11.20	8.00	8.00	81.60	8.16	1.00	8.16		
	Elaboración de Listado de Repuestos	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	4.80	8.00	8.00	8.00	8.00	76.80	7.68	1.00	7.68		
Armado	Elaboración de ATS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Recojo de Repuestos del Almacén	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Armado de Componente	28.20	41.00	28.20	36.20	28.20	33.00	28.20	41.00	28.20	28.20	455.40	32.04	1.15	36.85		
Pruebas y ajustes	ATS	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	4.00	0.40	1.00	0.40		
	Pruebas y ajuste finales	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	56.00	5.60	1.00	5.60		

Fuente : Elaboración propia

CUADRO 17. ESTUDIO DE TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO DE DIFERENCIAL

DIFERENCIALES		Ciclo										Total	Tiempo Observado	Factor de valoracion	Tiempo Observado	Factor de Suplemento	Tiempo Estandar
		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16						
Inspección y Evaluación	Elaboración de ATS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00	1.2	112
	Desarmado de componente	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	160.00	16.00	1.00	16.00		
	Lavado de componentes internos	15.20	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	195.20	19.52	1.15	22.45		
Elaboración de Presupuesto	Elaboración de Informe técnico	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Elaboración de Listado de Repuestos	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	80.00	8.00	1.00	8.00		
Armado	Elaboración de ATS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Recojo de Repuestos del Almacén	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Armado de Componente	20.92	32.12	16.12	32.12	16.12	16.12	16.12	16.12	32.12	16.12	214.00	21.40	1.15	24.61		
Pruebas y ajustes	ATS	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	4.00	0.40	1.00	0.40		
	Pruebas y ajuste finales	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	56.00	5.60	1.00	5.60		

Fuente : Elaboración propia

CUADRO 18. ESTUDIO DE TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO DE RUEDA DELANTERA

RUEDA DELANTERA		Ciclo										Total	Tiempo Observado	Factor de valoración	Tiempo Observado	Factor de Suplemento	Tiempo Estandar
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Inspección y Evaluación	Elaboración de ATS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00	1.2	104
	Desarmado de componente	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	80.00	8.00	1.00	8.00		
	Lavado de componentes internos	19.00	22.20	19.00	22.20	19.00	19.00	14.20	11.00	16.12	19.00	180.72	18.07	1.15	20.78		
Elaboración de Presupuesto	Elaboración de Informe técnico	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Elaboración de Listado de Repuestos	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	8.00	44.00	4.40	1.00	4.40		
Armado	Elaboración de ATS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	28.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Recojo de Repuestos del Almacén	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	31.00	3.10	1.00	3.10		
	Armado de Componente	31.12	27.92	31.12	27.92	39.12	31.12	27.92	23.12	18.00	31.12	288.48	28.85	1.15	33.18		
Pruebas y ajustes	ATS	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	4.00	0.40	1.00	0.40		
	Pruebas y ajuste finales	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	46.00	4.60	1.00	4.60		

Fuente : Elaboración propia

CUADRO 19. ESTUDIO DE TIEMPOS DE DESARMADO Y ARMADO DE CONVERTIDOR

Convertidor		Ciclo										Total	Tiempo Observado	Factor de valoracion	Tiempo Observado	Factor de Suplemento	Tiempo Estandar
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Inspección y Evaluación	Elaboración de ATS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00	1.2	104
	Desarmado de componente	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	50.00	5.00	1.00	5.00		
	Lavado de componentes internos	11.00	19.00	14.20	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	22.20	30.20	191.60	19.16	1.15	22.03		
Elaboración de Presupuesto	Elaboración de Informe tecnico	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	20.00	2.00	1.00	2.00		
	Elaboración de Listado de Repuestos	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
Armado	Elaboración de ATS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.00	4.00	1.00	4.00		
	Recojo de Repuestos del Almacén	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	30.00	3.00	1.00	3.00		
	Armado de Componente	23.12	36.12	24.92	36.12	28.12	36.12	37.72	36.12	32.92	32.92	324.20	32.42	1.15	37.28		
Pruebas y ajustes	ATS	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	4.00	0.40	1.00	0.40		
	Pruebas y ajuste finales	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	46.00	4.60	1.00	4.60		

Fuente : Elaboración propia

Después de realizar el estudio de tiempos se tiene los tiempos de desarmado y armado por componente. Ya se cuenta con un estándar de tiempos para la reparación de componentes en el taller de reparaciones.

PROPUESTA PARA MEJORAR LA GESTION DE PEDIDOS DE REPUESTOS

En la empresa anualmente la gerencia de equipos se reúne con todos los gerentes de proyectos para definir los Over Haul de los equipos de gran minería. Pero toda esta información del plan de reparación general de los equipos lo canaliza con la jefatura del taller de reparaciones. Actualmente se requiere mejorar esta planificación e involucrar más a los supervisores de taller. Para que puedan realizar una mejor la planificación de todos los recursos que se requieren para ejecutar dichas reparaciones de equipos. Ya que, actualmente si no se realiza esta planificación los tiempos de entrega de las órdenes de compra de repuestos son de entre 7 a 15 días y algunos repuestos que no son de alta rotación pueden demorar hasta 30 días.

Por ello, se proponer realizar reuniones con toda la supervisión involucrada una vez al mes para poder realizar seguimiento a los trabajos e implementar el listado de repuestos estándar de componentes.

ESTRATEGIA DE PLANIFICACION DE REPARACION

Se propone involucrar más al proceso operativo en las planificaciones de reparaciones de equipos anual. Teniendo como finalidad la programación de recursos y poder cumplir con los tiempos de entrega de componentes. Véase la figura 51.

FIGURA 51. PLAN DE OVER HAUL DE CAMIONES 777F

Fuente : Elaboración propia

IMPLEMENTACION DE KIT DE REPUESTOS

Se debe implementar los kits de reparación de componentes, para que estos pedidos se realicen de manera anticipada según el plan de Over Haul anual y así evitar los retrasos de demoras por los tiempos de entrega de repuestos. Estos pedidos se deben realizar 15 días antes que el componente ingrese al taller de reparaciones y solo se pediría repuestos adicionales según la evaluación final de componente que ingresa al taller de reparaciones.

Por ello, se requiere tener un comunicador técnico dentro del taller de reparaciones que pueda implementar los kits de reparaciones de componentes y sea el encargado en tener todos los recursos a la mano para los ejecutores de las reparaciones. Esta información se implementará utilizando el manual de servicio de la marca del componente, véase la figura 52 y el anexo 12.

FIGURA 52. KIT DE REPARACIÓN POR COMPONENTE

Ferreyros

CAT

Service Information System

Change Product/Part Configuration

Go To:

< Model: NO EQUIPMENT SELECTED

Transmission Kits

Kit Part Number	Kit Name	Serviced	Notes
447-2962	POWER SHIFT TRANSMISSION	Yes	
441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	Yes	

Torque Converter Kits

Kit Part Number	Kit Name	Serviced	Notes
451-8947	TORQUE CONVERTER/DIVIDER	Yes	
347-9020	TORQUE CONVERTER	Yes	

Drive Train Kits

Kit Part Number	Kit Name	Serviced	Notes
156-0140	DIFF AND GEAR	Yes	
347-9723	WHEEL/FINAL DRIVE/BRAKE	Yes	
481-4601	WHEEL/FINAL DRIVE/BRAKE	Yes	
347-9726	WHEEL/FINAL DRIVE/BRAKE	Yes	
243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	Yes	
243-3626	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	Yes	
347-9020	TORQUE CONVERTER	Yes	

Fuente : SISCAT

PROPUESTA PARA REDUCIR EL DESPLAZAMIENTO DEL PERSONAL

Actualmente el personal del taller de reparaciones los técnicos se desplaza largos tramos por el siguiente motivo.

Antes de iniciar los trabajos el personal debe realizar el formato de ATS (Análisis de trabajo seguro), el cual debe ser firmado por el supervisor de mantenimiento y el supervisor de seguridad, estas oficinas están muy alejadas del taller de reparaciones, por ello toma tiempo entre 20 a 40 minutos en hacer firmar dichos documentos por los dos supervisores por diferentes motivos.

Por ello, mediante el SPL se realizará un estudio con la herramienta del diagrama de relación de actividades con las diferentes áreas para determinar cuán importante la distancia que debe tener un área con otro y proponer una mejora en el taller de reparaciones.

Se analizará el layout actual de la empresa para proponer la mejora que se debe realizar. Véase la figura 38.

FIGURA 38. LAYOUT DEL TALLER DE REPARACIONES ACTUAL

Fuente : Elaboración propia

Se propone redistribuir el área de planeamiento y el área de seguridad, ya que el personal realiza desplazamientos largos para coordinar los trabajos y solicitar las firmas para iniciar los trabajos con el formato ATS (Análisis de trabajo seguro).

- La oficina de seguridad, se encarga en realizar la supervisión del cumplimiento de los estándares de trabajo seguro. Todo trabajo antes que se inicie debe ser firmado el formato ATS por el supervisor de seguridad.
-
- La oficina de planeamiento y supervisión, se encarga de planificar los trabajos con todos los proyectos y personal se desplaza a las oficinas para que puedan proporcionar mayor alcance de los trabajos se realizan.

Véase la figura 54.

FIGURA 54. LAYOUT DEL TALLER DE REPARACIONES PROPUESTO

Fuente : Elaboracion propia

PROPUESTA PARA IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS

Se proponer un presupuesto para implementación de herramientas y equipo para poder mejorar el taller de reparaciones. Es importante contar con dicho presupuesto, ya que se requiere realizar un programa de mantenimiento de equipos y herramientas. Además, comprar nuevos equipos y herramientas con tecnología actualizada que ayude a optimizar nuestros procesos. Es importante que toda la organización tenga en cuenta que estamos dispuestos a recibir sus mejoras para crear la cultura de mejora continua. Se plantea lo siguiente y ver anexo 12 :

- Inventario de herramientas mensuales, trimestrales y anuales
- Check list de herramientas manuales y especializadas
- Programa de calibración de herramientas especializadas
- Programa de implementación de nuevas herramientas de forma anual

DESARROLLO DE FASE DE MEJORAS

IMPLEMENTACIÓN DE VSM

Finalmente, luego de proponer las mejoras se plasmará en la cadena de valores con el fin de analizar el estado actual y poder colocar las mejoras propuestas mediante graficas desde el ingreso del servicio hasta la salida al cliente. Esta herramienta proporciona visualizar todo el proceso del taller de reparaciones tanto la gestión, información general, documentación y formatos con el movimiento de los materiales. Esto permitirá tener un enfoque más claro de todo el proceso para poder identificar actividades innecesarias, actividades críticas, actividades para mejoras y otros.

Paso 1 del VSM

El primer paso es seleccionar la familia de productos a analizar, en este caso serán los componentes que ingresan para reparación al taller de reparaciones. Por ello, el servicio que brinda el taller de reparaciones es la reparación de componentes.

Paso 2 del VSM

Se realizará el mapeo de la situación actual en el proceso de reparación de componentes con el software SMARTDRAW, esto ayudará a identificar los tiempos en cada área de trabajo y el traslado de información como los presupuestos, requerimientos y otros. Véase la figura 55.

FIGURA 55. MAPA DE CADENA DE VALORES DEL TALLER DE REPARACIONES ACTUAL

Fuente : Elaboración propia

Paso 3 del VSM

En este paso se propone las mejoras en el proceso actual, utilizando las herramientas que se han propuesto en la metodología tiene como objetivo proponer un proceso más completo donde se pueda identificar que todas las áreas estén comprometidas para la mejora continua.

Paso 4 del VSM

Implementar el nuevo mapa de procesos con las mejoras propuestas. Véase la figura 56. Donde se incluye el área de soporte técnico que será el encargado de realizar las mejoras.

- Mejora de la gestión de reparación del taller de reparaciones
- Mejora en planeamiento de reparación de equipos
- Estudio de tiempos
- Implementación de las 5S
- Mejora en distribución de áreas en el taller de reparaciones

FIGURA 56. MAPA DE CADENA DE VALORES DEL TALLER DE REPARACIONES CON MEJORAS

Fuente : Elaboración propia

ANÁLISIS DE DAP'S

Finalmente, luego de proponer las mejoras planteadas para reducir los tiempos de reparación, se desarrolla los DAP'S donde se mostrarán el antes y después del proceso de reparación de componentes.

- Antes de iniciar con el proceso de reparación, como se tiene un plan de reparación se genera el requerimiento de repuestos planificado con los kits de repuestos implementados.
- Antes de crear la orden de trabajo el coordinador técnico revisa la solicitud de servicio que cuente con toda la información para poder iniciar con los trabajos.
- Antes de iniciar el proceso de desarmado el coordinador técnico imprime todas las herramientas de calidad (Procedimiento de desarmado, armado, control de calidad y pruebas y ajustes)
- Durante el proceso se genera el ATS semanal para validarlo durante los 7 días de trabajo, para su posterior check list diario.
- Durante el proceso el supervisor de taller valida el control de calidad de los componentes a reusarse según el manual de reusabilidad que indica el fabricante.
- Durante el proceso de desarmado los técnicos especialistas clasifican los repuestos según su tipo para poder almacenarlos adecuadamente.
- Durante el proceso de elaboración de repuestos adicionales el técnico especialista valida el kit de reparación y genera la lista de adicionales.
- Antes de iniciar con el proceso de armado el comunicador técnico revisa todos los recursos se encuentren en almacén para gestionar la separación de repuestos.
- Durante el armado antes de iniciar con el armado el técnico especialista valida los repuestos según el kit de reparación y adicionales.

- Durante de pruebas y ajustes, el supervisor de taller verifica los ajustes estén correctos con las especificaciones del fabricante.
- Antes del cierre técnico del trabajo el comunicador técnico carga toda la información al sistema.
- Finalmente, el comunicador técnico informa que el trabajo se ha culminado para su posterior coordinación de traslado de componente al proyecto.

Véase a figura 57 y 58.

FIGURA 57. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO ACTUAL

Fuente : Elaboración propia

FIGURA 58. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO CON MEJORAS

Fuente : Elaboración propia

RESUMEN DE REDUCCION TIEMPO DE DESARMADO Y ARMADO

Realizando todas las mejoras propuestas se resume la reducción de tiempos de desarmado y armado se podría reducir entre 8 a 16 horas de acuerdo al tipo de componente que esto corresponde entre el 10 al 13% del tiempo total de reparaciones. Véase cuadro 20.

**CUADRO 20. TIEMPO DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES
FINAL (HORAS)**

COMPONENTES	TIEMPO DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES FINAL (HORAS)				
	TRANSMISIÓN	DIFERENCIA	MANDOS FINALES	CONVERTIDO	RUEDA DELANTERA
TIEMPO ESTÁNDAR FABRICA	128	128	112	96	96
TIEMPO ESTÁNDAR ACTUAL DE SM	152	150	144	104	104
TIEMPO ESTÁNDAR CON MEJORA DE SM	136	134	130	96	96
AHORRO	16	16	14	8	8

Fuente : Elaboración propia

IMPLEMENTACION DE LEAD TIME Y TAKT TIME

Los indicadores que se implementaran son los siguientes para poder realizar el seguimiento a las mejoras en los procesos.

LEAD TIME DE ENTREGA

Este indicador ayudara a realizar el seguimiento de los tiempos de reparación por cada componente utilizando en Benchmarking del taller de reparaciones de Ferreyros. Véase el cuadro 21.

$$\text{Lead Time} = \frac{\text{Tiempo de reparacion de SM}}{\text{Tiempo de reparacion de Fabricante}}$$

CUADRO 21. ESTÁNDAR DE REPARACIÓN DE COMPONENTES

Componente	Proceso Desarmado	Gestión Logística	Armado	Pintado	Total
Transmisión	5	7	3	1	16
Diferencial	5	7	3	1	16
Mando Final	4	7	3	1	15
Convertidor	3	7	3	1	14
Ruedas	3	7	3	1	14

Fuente : Ferreyros CRC -2014

Con estos tiempos se realizarán los controles para no excedernos y proponer mejorar para alcanzar este estándar de reparaciones.

TAKT TIME DE REPARACION

Con este indicador mediremos las horas totales empleadas por los técnicos en el proceso de armado y desarmado. Ya se tiene los tiempos de reparación estandarizados de acuerdo al estudio de tiempos de que realizo. Por ello, se procederá a crear el indicador de efectividad en tiempos de desarmado y armado. Véase el cuadro 22.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Horas empleadas reales}}{N^{\circ} \text{ Componentes reparados}}$$

**CUADRO 22. TIEMPO DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES
FINAL (HORAS)**

COMPONENTES	TIEMPO DE ENTREGA TOTAL DE UN COMPONENTE (HORAS)				
	TRANSMISIÓN	DIFERENCIA	MANDOS FINALES	CONVERTIDO	RUEDA DELANTERA
TIEMPO ESTÁNDAR FABRICA	128	128	112	96	96
TIEMPO ESTÁNDAR ACTUAL DE SM	152	150	144	104	104
TIEMPO ESTÁNDAR CON MEJORA DE SM	136	134	130	96	96

Fuente : Elaboración propia

**CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION DE PROPUESTA DE
MEJORA**

Cuando se realizó el plan de tesis se diseñó un plan de implementación desde que se inició este proyecto de investigación aplicada hasta la ejecución.

A continuación, mostraremos el Plan de Implementación en los Procesos en el Taller de Reparación de Componentes. Véase del cuadro 23.

CUADRO 23. CRONOGRAMA DE PROPUESTA DE MEJORA

Actividades	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES
	1	2	3	4	5	6	7	8
Recopilación de información teórica	X	X						
Elaborar plan de tesis	X							
Desarrollo del marco teórico		X						
Procesamiento de información		X	X	X	X	X		
Análisis y diagnóstico actual		X	X	X				
Evolución de alternativas de solución					X	X		
Elaborar conclusiones y conclusiones							X	
Revisión final								X

Fuente : Elaboración propia

Simulación del proceso de reparación

Aplicando el software Promodel se simulará el proceso de reparación de los componentes en el taller central con el escenario actual y el propuesto. Por ello, se definirán locaciones, arribos, recursos y proceso.

DESCRIPCION DE DISEÑO DE SIMULACION

LOCACIONES

Son las zonas donde interactúa el personal ejecutor en el proceso de la reparación de un componente en el taller de reparaciones. Áreas donde se realizan las actividades, véase la figura 59.

FIGURA 59. LOCACIONES – PROMODEL

- Zona de seguridad
- Zona de oficina de CRC
- Zona de área de lavado
- Zona de área de desarmado
- Zona de oficina técnica
- Zona de almacén del taller de reparaciones
- Zona de armado
- Zona de pruebas y ajustes

Locaciones	
Icono	Nombre
	OFICINA_SEGURIDAD
	OFICINA_CRC
	ÁREA_DESARMADO
	ÁREA_LAVADO_COMPONENTES
	ALMACÉN
	OFICINA_TECNICA
	ÁRE_ARMADO
	ÁREA_PRUEBAS_AJUSTES
	COLA_OT
	COLA_ATS
	COLA_DESARMADO
	COLA_LAVADO
	COLA_ALMACÉN
	COLA_INFORMACIÓN
	COLA_ARMADO
	COLA_PRUEBAS_AJUSTES

Fuente : Elaboración propia

ARRIBO Y ENTIDAD

FIGURA 60. ARRIBO –PROMODEL

Se definirá en base a una simulación de 20 réplicas con el software Promodel. Para la simulación se utilizará un componente de tren de fuerza que es la transmisión el cual se emplea más horas de trabajo en el proceso de desarmado y armado. Véase la figura 60.

Fuente : Elaboración propia

PROCESO

El proceso se ingresa al software según el flujo grama de reparación de componentes que se ha propuesto para emplear la simulación lo más real posible. Véase figura 39 y 61.

FIGURA 61. PROCESO –PROMODEL

Entidad...	Locación...	Operación...
TRANSMISIÓN	COLA_OT	Inc V_OT_SISTEMA, 1A_HORA_ARRIBO_1 = Clock()A_ORDEN_DE_TRABAJO = Clock()
TRANSMISIÓN	OFICINA_SEGURIDAD	Get 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1Wait 11.4 hrFree 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1
TRANSMISIÓN	COLA_ATS	A_HORA_ARRIBO_2 = Clock()
TRANSMISIÓN	OFICINA_CRC	Get 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1Wait 6 hrFree 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1
TRANSMISIÓN	COLA_DESARMADO	A_HORA_ARRIBO_1 = Clock()
TRANSMISIÓN	ÁREA_DESARMADO	Get 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1Wait N(19.56,1.788) hrFree 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1
TRANSMISIÓN	COLA_LAVADO	A_HORA_ARRIBO_2 = Clock()
TRANSMISIÓN	ÁREA_LAVADO_COMPONENTES	Get 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1Wait N(43.065,2.7945) hrFree 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1
TRANSMISIÓN	COLA_ALMACÉN	A_HORA_ARRIBO_2 = Clock()
TRANSMISIÓN	OFICINA_TECNICA	Get 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1Wait 16 hrFree 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1
TRANSMISIÓN	COLA_INFORMACIÓN	A_HORA_ARRIBO_3 = Clock()
TRANSMISIÓN	ALMACÉN	Get 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1Wait 6 hrFree 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1
TRANSMISIÓN	COLA_ARMADO	A_HORA_ARRIBO_3 = Clock()
TRANSMISIÓN	ÁREA_ARMADO	Get 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1Wait U(49.275,70.875) hrFree 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1
TRANSMISIÓN	COLA_PRUEBAS_AJUSTES	A_HORA_ARRIBO_3 = Clock()
TRANSMISIÓN	ÁREA_PRUEBAS_AJUSTES	Get 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1Wait E(4.8,2.04) hrFree 2 MECANICO_ESPECIALISTA_1

Fuente : Elaboración propia

RECURSOS

Para el proceso de reparación de un componente se emplean dos técnicos especialistas. Por ello, dentro el software de simulación se emplea 2 personas que puedan simular el trabajo. Véase la figura 62.

FIGURA 62. RECURSOS –PROMODEL

- Técnico especialista 1
- Técnico especialista 2

Fuente : Elaboración propia

DESCRIPCION DE VARIABLES

Se definirán cuáles son las variables y los comportamientos que tienen en el proceso de reparación de un componente en cada actividad. Ver cuadro 24.

TIEMPOS DE SERVICIO

- Elaboración de ATS F (X2)
- Controles administrativos F (X3)
- Lavado de componente F (X4)
- Desarmado de componente F (X5)
- Elaboración de presupuesto F (X6)
- Gestión de repuestos F (X7)
- Armado de componente F (X8)
- Pruebas y ajustes F (X9)

CUADRO 24. VARIABLES PARA EL PROCESO DE REPARACIÓN

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN ACTUAL	FUNCIÓN PROPUESTA	TIPO DE DISTR.	FUENTE
Elaboración de ATS	11.4 hr	5.7 hr	Promedio	Data de TC
Controles administrativos	6 hr	0.6 hr	Promedio	Data de TC
Lavado de componente	N (43.065,2.79) hr	N (43.065,2.79) hr	Normal	STAT FIT
Desarmado de componente	N (19.56,1.788) hr	N (19.56,1.788) hr	Normal	STAT FIT
Elaboración presupuesta	16 hr	16 hr	Promedio	Data de TC
Gestión de repuestos	6 hr	2.4 hr	Promedio	Data de TC
Armado de componente	U(49.275,70.875) hr	U(49.275,70.875) hr	Uniforme	STAT FIT
Pruebas y ajustes	E(4.8,2.04) hr	E(4.8,2.04) hr	Exponencial	STAT FIT

Fuente : Elaboración propia

Ver anexo 13, donde se detalla cómo se hallaron los tipos de distribución para cada actividad en el proceso. Los que no cuentan con una función de distribución es porque son actividades que tienen un menor número de horas de ejecución y por ello se utilizó el método del promedio para proponer un tiempo en la simulación.

VARIABLES DE SALIDA E INDICADORES DE DESEMPEÑO

- Tiempo total en el sistema que permanece el componente en reparación, con este indicador compararemos el escenario actual con el propuesto ver anexo 14.
- Porcentaje de utilización de recursos, ver anexo 15.
- Porcentaje de utilización de zonas en cada actividad, ver anexo 15.

SIMULACION ACTUAL Y PROPUESTA

A continuación, se detalla el esquema de la simulación actual, véase la figura 63.

FIGURA 63. LAYOUT DE SIMULACIÓN DE PROCESO DE DESARMADO Y ARMADO

Fuente : Elaboración propia

COMPARACION DEL ESCENARIO ACTUAL CON EL PROPUESTO

Para la comparación de escenarios se realizó una prueba de 20 réplicas para poder apreciar los comportamientos y cuanto sería el ahorro de tiempo en horas hombre en la reparación de componentes. Véase el cuadro 25 y figura 64.

CUADRO 25. TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN (HORAS)

Replicas	Escenario Actual	Escenario Propuesto
1	154.1	137.3
2	185.6	168.8
3	177.2	160.4
4	186.5	169.7
5	158.7	141.9
6	200.4	183.6
7	127.1	110.3
8	112.1	95.3
9	170.5	153.7
10	140.7	123.9
11	140.4	123.6
12	183.6	166.8
13	185.1	168.3
14	105	88.2
15	156.8	140
16	104.3	87.5
17	161.7	144.9
18	107.3	90.5
19	175.7	158.9
20	133.9	117.1
Promedio	153.335	136.535

Fuente : Elaboración propia

FIGURA 64. COMPARATIVO DEL PROCESO DE DESARMADO Y ARMADO ACTUAL VS PROPUESTA CON MEJORAS

Fuente: Elaboracion propia

Se puede apreciar que se tiene un ahorro de 16.8 horas respecto al escenario actual aplicando las mejoras propuestas que esto corresponde en un 12.3% del tiempo total de reparaciones. Véase el cuadro 22.

CUADRO 22. TIEMPO DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES FINAL (HORAS)

COMPONENTES	TIEMPO DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES FINAL (HORAS)				
	TRANSMISIÓN	DIFERENCIA	MANDOS FINALES	CONVERTIDO	RUEDA DELANTERA
TIEMPO ESTÁNDAR FABRICA	128	128	112	96	96
TIEMPO ESTÁNDAR ACTUAL DE SM	152	150	144	104	104
TIEMPO ESTÁNDAR CON MEJORA DE SM	136	134	130	96	96
AHORRO	16	16	14	8	8

Fuente : Elaboración propia

Actualmente se tiene un promedio de 10 reparaciones por mes en el taller de reparaciones, por ello se podría decir que anualmente se realizan 120 reparaciones aproximadamente y se tendría un ahorro en costos de mano de obra de S/126,480.00. Esto sería una oportunidad para incrementar la productividad y aumentar el número de reparaciones anualmente.

EVALUACION ECONOMICO - FINANCIERO DE LA PROPUESTA DE SOLUCION

Ahora se procederá a detallar los costos de la implementación de la propuesta de mejora para poder demostrar la rentabilidad del proyecto para la empresa. Se realizará un flujo de caja para la propuesta de mejora, en el cual se calcularán los costos incurridos para realizar la mejora.

COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

Para plasmar los escenarios de mejora se debe implementar el área de soporte para la mejora de procesos técnico, la implementación de rack estructural, castillas, porta discos para las 5's y la redistribución de áreas del taller de reparaciones. A continuación, se detallan los costos incurridos, véase el cuadro 25.

CUADRO 25. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA

IMPLEMENTACIÓN DE 5'S	TIPO DE PAGO	CANTIDAD	COSTO
Compra de rack estructural	Único	1	S/. 15,000.00
Canastillas	Único	20	S/. 7,000.00
Porta Disco	Único	10	S/. 2,000.00
Parihuelas	Único	40	S/. 3,000.00
TOTAL			S/. 27,000.00

ÁREA DE SOPORTE TÉCNICO	TIPO DE PAGO	CANTIDAD	COSTO
Supervisor de Soporte Técnico	Anual	1	S/. 60,000.00
Asiste Técnico	Anual	1	S/. 30,000.00
Asiste Técnico	Mensual	1	S/. 1,800.00
Laptop	Único	1	S/. 4,000.00
Computadora	Único	1	S/. 2,500.00
Útiles de Oficina	Mensual	1	S/. 3,600.00

REDISTRIBUCIÓN DE LAS OFICINAS	TIPO DE PAGO	CANTIDAD	COSTO
Área de Seguridad	Único	1	S/. 8,000.00
Área de Equipos	Único	1	S/. 14,000.00
TOTAL			S/. 22,000.00

Fuente: Elaboración propia

Estos son los costos que se deben asumir para comenzar con el proyecto de mejora para optimizar los tiempos de reparación en el taller de reparaciones.

IDENTIFICACIÓN DE COSTOS Y GASTOS DE TALLER

Se detalla los costos por alquiler de local, salario de la supervisión y los técnicos operativos y los servicios como teléfono, luz, agua, servicios generales, vigilancia, servicios logísticos, mantenimiento de taller de reparación y herramientas. Véase el cuadro 26.

CUADRO 26. COSTOS Y GASTOS DEL TALLER

EGRESOS	MONTO
ALQUILER DE LOCAL	S/. 350,000.00
SALARIOS	S/. 456,000.00
SERVICIOS CON TERCEROS	S/. 180,000.00

Fuente: Elaboración propia

AHORRO POR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Actualmente se tiene clientes internos, es decir las reparaciones que se realizan son para los proyectos mineros de la empresa. Por ello, los ingresos son mediante la venta de horas hombre el cual es S/85.00.

A continuación, se detalla el ahorro que se tiene por componente y la demanda actual en el taller de reparaciones de 8 a 10 componentes que ingresan al taller de reparaciones, teniendo un promedio de 12.4 horas de ahorro con las mejoras propuestas. Véase el cuadro 22.

CUADRO 22. TIEMPO DE REPARACIÓN DE COMPONENTES

COMPONENTES	Tiempo de Entrega Total de un Componente (Horas)				
	Transmisión	Diferenciales	Convertidor	Rueda Delantera	Mandos Finales
Tiempo Estándar Actual	152	112	104	104	144
Tiempo Estándar con Mejora	136	100	94	94	130
Ahorro	16	12	10	10	14

Fuente : Elaboración Propia

Por último, se calculará el flujo de caja en 5 años y se efectuará la evaluación del VAN y el TIR. Estas herramientas permitirán evaluar la rentabilidad del proyecto en mención.

Flujo de caja para mejora de optimizar los tiempos de reparación

Para el cálculo del VAN se utilizará un costo de oportunidad de 15%. Este dato es el promedio de retorno con que cuenta la empresa para proyectos de este tipo.

El proyecto resulto rentable, ya que el VAN fue mayor a 0 y el TIR mucho mayor al costo de oportunidad de la empresa. Por estas razones, el proyecto aplicado a la mejora es viable. Véase el cuadro 27.

CUADRO 27. FLUJO DE CAJA PARA MEJORA DE OPTIMIZAR LOS TIEMPOS DE REPARACIÓN

DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESO	-	S/. 126,480.00	S/. 126,480.00	S/. 126,480.00	S/. 126,480.00	S/. 126,480.00
EGRESOS	-	S/. 93,600.00	S/. 93,600.00	S/. 93,600.00	S/. 93,600.00	S/. 93,600.00
EQUIPOS PARA ÁREA DE SOPORTE TÉCNICO	S/. 6,500.00	-	-	-	-	-
REDISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE SEGURIDAD	S/. 8,000.00	-	-	-	-	-
REDISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE EQUIPOS	S/. 14,000.00	-	-	-	-	-
RACK PARA ALMACENAMIENTO DE COMPONENTES	S/. 15,000.00	-	-	-	-	-
ACCESORIOS	S/. 12,000.00	-	-	-	-	-
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	S/. -55,500.00	S/. 32,880.00	S/. 32,880.00	S/. 32,880.00	S/. 32,880.00	S/. 32,880.00
VAN	S/. 57,718.86					
TIR	52%					
COK	15%					

Fuente : Elaboración propia

RESULTADO OPERATIVO ANUAL ACTUAL VS PROYECTADO

Según el cuadro se puede obtener un incremento de venta de horas hombre en un 12% respecto al año 2016 realizando las mejoras propuestas. Véase el cuadro 28.

CUADRO 28. RESULTADO OPERATIVO DEL TALLER DE REPARACIONES ACTUAL Y PROYECTADO

RO (Taller de Reparaciones SM)	Año_2014	Año_2015	Año_2016	Proyección_Año1	Proyección_Año2
N° DE COMPONENTES REPARADOS	116	119	120	136	136
N° DE HH VENDIDAS	15,172.80	15,565.20	15,696.00	15,696.00	15,696.00
INGRESO	S/. 1,289,688.00	S/. 1,323,042.00	S/. 1,334,160.00	S/. 1,467,576.00	S/. 1,467,576.00
EGRESOS	S/. 986,000.00	S/. 990,000.00	S/. 991,000.00	S/. 1,140,100.00	S/. 1,084,600.00
ALQUILER DE LOCAL	S/. 350,000.00	S/. 350,000.00	S/. 350,000.00	S/. 350,000.00	S/. 350,000.00
SALARIOS	S/. 456,000.00	S/. 456,000.00	S/. 456,000.00	S/. 549,600.00	S/. 549,600.00
SERVICIOS CON TERCEROS	S/. 180,000.00	S/. 184,000.00	S/. 185,000.00	S/. 185,000.00	S/. 185,000.00
INVERSIÓN	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 55,500.00	S/. -
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	S/. 303,688.00	S/. 333,042.00	S/. 343,160.00	S/. 327,476.00	S/. 382,976.00

Fuente : Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se diagnostico el problema del taller de reparaciones, el cual es la deficiencia en la productividad de reparaciones que genero durante el año 2013 una pérdida de S/ 128520.00.
- Implementando el área de soporte técnico se mejora los procesos, ya que brindara soporte a la supervisión y los técnicos especializados. Mejora control administrativo, seguimiento en los indicadores y mejora continua constante.
- Mejorando los procedimientos, controles y estandarizando los tiempos desarmado y armado se optimiza el proceso de reparación en el taller de reparaciones.
- Implementando los listaos de kit de reparación y realizar una mejora planificación de reparación se reduce los tiempos por espera de repuestos el cual optimiza el proceso de reparación.
- Mejorando la distribución de las áreas se optimiza los recorridos del personal que interactúa en el proceso, mejora el control de calidad por parte de la supervisión.
- Mejorando e implementando el inventario y control de herramientas manuales y especializadas, brinda mayor soporte a los técnicos especializados en el proceso de armado y desarmado.
- Implementando los indicadores como el lead time y el takt time se tendrá un mejor control del proceso para poder plantear la mejora continua en el proceso de reparación de componentes en el taller de reparaciones.
- El análisis financiero indica que el proyecto es viable ya que las herramientas como el VAN S/ 57,718.86 y el TIR 52% son óptimos.
- Finalmente, mediante el proyecto de investigación se logra reducir en un 12% el proceso de reparación de componentes de tren de fuerza, el cual es óptimo ya que genera mayor producción y satisfacción al cliente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda buscar el compromiso de la alta gerencia para tener un respaldo en la implementación de optimizar los tiempos de reparación en el taller de reparaciones y así lograr todos los objetivos planteados.
- Se recomienda difundir la implementación a toda la organización para que todos tengan el compromiso de la mejora en el proceso de reparación de componentes en el taller de reparaciones de la empresa.
- Se recomienda aplicar todas las metodologías propuestas en el proyecto de investigación, ya que son de fácil implementación y se adecua a toda organización.
- Se recomienda crear equipos de trabajo para la mejora continua en cada actividad del proceso, con la finalidad de buscar las oportunidades de mejorar continua.
- Se recomienda la implementación del área de soporte técnico para el taller de reparaciones, para poder implementar todas las propuestas.
- Según las metodologías y el análisis económico plateando se recomienda la implementación del presente proyecto en el taller de reparaciones de la empresa.

REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA

PEREZ, José. (2012) Gestión por procesos. Quinta Edición. Madrid : ESIC

BONILLA, Elsie y Otros. (2012) Mejora continua de los procesos : Herramientas y técnicas.
Lima. Fondo Editorial Universidad de Lima

IAT SEVILLA ESPAÑA 2012, Guía para Gestión por Procesos (consulta : 29 de Enero)
<http://www.centrosdeexcelencia.com/dotnetnuke/portals/0/guiagestionprocesos.pdf>

ROLDAN, Luis (2013) 10 pasos para aumentar la rentabilidad. España : DIAZ DE SANTOS

CASTRO, Percy (2014) Sistemas de Gestión de la Calidad. Gestión de la Calidad Total.
Lima. UPC

VITÁSKOVÁ (2015) IS CZECH HEALTH CARE GOING TO BE LEAN(Consulta: 5 de febrero) <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=a04c8cf7-1185-4a2c-855a-cf0d8529a060%40sessionmgr198&vid=3&hid=125>

SUAREZ BARRAZA, MANUEL, 2012 Lean Service: A literature analysis and classification (Consulta: 02 de Febrero)
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=577eac10-4a66-49e8-a494-8a58441090de%40sessionmgr4002&hid=4206>

MG. KANAKANA 2014 Lean in Service Industry (Consulta: 03 de Febrero)
<http://conferences.sun.ac.za/index.php/saie25/SAIIE25/paper/view/574/253>

RADNOR, Zoe. (2013) Lean: A failed theory for public services (Consulta: 5 de febrero)
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=45914380-12e9-4abc-861d-b7c42dbc42ca%40sessionmgr110&vid=0&hid=125&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#db=bth&AN=85879258>

BERTOLINI, Massimo. (2013) Extending value stream mapping: the synchro-MRP case (Consulta: 5 de febrero) <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=bc2d05c5-1cb1-4731-93b6-44c32dca168d%40sessionmgr113&vid=0&hid=125&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=90169824&db=bth>

PALOMINO, Miguel (2012) Tesis Aplicación De Herramientas De Lean Manufacturing En Las Líneas De Envasado De Una Planta Envasadora De Lubricantes (Consulta : 5 de febrero) http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1707/PALOMINO_MIGUEL_LEAN_MANUFACTURING_LUBRICANTES.pdf?sequence=1

IRLAND, Mike (2013) How to use 5S methods to improve (Consulta: 5 de febrero) <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=0c0df3da-bda0-4a75-9edd-3f790b7fa27b%40sessionmgr198&vid=0&hid=125&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#db=bwh&AN=93438159>

HERNÁNDEZ, Eileen (2015) Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda (Consulta: 5 de febrero) <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=586974bb-cff9-416a-89b2-d4e8ed613ae1%40sessionmgr115&vid=0&hid=125&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#db=fua&AN=100785536>

PARASCHIVESCU, Andrei (2015) Quality Continuous Improvement Strategies Kaizen Strategy -- Comparative Analysis (Consulta: 5 de febrero)

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=a265a32f-a5a7-401c-8d13-21c2288d53d8%40sessionmgr111&vid=0&hid=125&bdata=Jmxhbmc9ZXM%3d#db=bth&AN=108503056>

LOPEZ, Jorge (2010) Kaizen : Filosofía de mejora continua. El caso Facusa Ingeniería Industrial, Lima. Universidad de Lima (Consulta 06 de mayo)
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428494004>

FUERTES, Wilder (2012) Tesis Análisis Y Mejora De Procesos Y Distribución De Planta En Una Empresa Que Brinda El Servicio De Revisiones Técnicas Vehiculares (Consulta : 5 de febrero)
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1715/FUERTES_WILDER_R_REVISIONES_TECNICAS_VEHICULARES.pdf?sequence=1

CENTROS EUROPEOS DE EMPRESAS INNOVADORAS (2013) Distribucional de planta Europa : Centros europeos.

ARRIETA, Katty (2015) Diseño de una metodología que relaciona las técnicas de manufactura esbelta con la gestión de la innovación : una investigación en el sector de confecciones de Cartagena (Colombia) (Consulta: 18 de febrero)
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=6fba872d-b302-4a5f-a9be-5831fb961db1%40sessionmgr111&vid=3&hid=118>

GALANO, Grup (2011) La Administración Pública Sin Derroches (Consulta : 18 de febrero)
[http://www.femp.es/files/566-1610-archivo/12492%20Lean%20\(1\).pdf](http://www.femp.es/files/566-1610-archivo/12492%20Lean%20(1).pdf)

HERNÁNDEZ, Matias (2013) Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación (Consulta : 17 de febrero)
http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:80094/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf

SEMIKLOSE, Tom (2014) Safety: The sixth 'S' in a 5S system (Consulta: 5 de febrero)
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=6afd0f9d-455f-4dc5-8287-73f03d7b38c0%40sessionmgr111&vid=0&hid=125&bdata=Jmxhbmc9ZXNM%3d#db=bth&AN=96163486>

ESPINOZA, Miguel (2011) MANUFACTURA ESBELTA APLICADA A UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA Galletera (Consulta: 17 de febrero)
http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/2.-_manufactura_esbelta_aplicada_a_una_linea_de_produccion_de_una_empresa_galletera.pdf

FELIX, Damrath (2012), Increasing competitiveness of Service companies: developing conceptual models for implementing Lean Management in service companies (Consulta: 02 de Febrero)

VALLE, Antonio (2011) Introducción a Lean Service Management (Consulta : 01 de Febrero)
<http://www.fibalumni.net/eCatRepository/download?fileId=13d3a95e32431d8e01340d6e9b97050a>.

GONZÁLEZ, Encarnación (2011), Benchmarking en responsabilidad social corporativa. El caso de las empresas gallegas Cuadernos de Gestión (Consulta : 07 de mayo)
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274322154006>

ALARCO, Germán (2013), Benchmarking de la banca central en América Latina (Consulta : 07 de mayo) <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60129406003>

CATERPILLAR 2015, Información técnica de los equipos Caterpillar (Consulta 15 de enero)
<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.CSSISPartsManualServlet>

VOLVO 2015, Información técnica de equipos VOLVO (Consulta 07 de enero)
<http://www.volvotrucks.com/trucks/spain-market/es-es/Applications/login/Pages/login.aspx>

FERREYROS (2013) Fundamentos y tipos de transmisión. Versión 5 Lima (Consulta 15 de enero) <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.CSSISPartsManualServlet>

FERREYROS (2013) Tren de Fuerza de equipo pesado. Versión 5 Lima (Consulta 15 de enero) <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.CSSISPartsManualServlet>

FERREYROS (2013) Fundamentos y tipos de convertidores. Versión 5 Lima (Consulta 15 de enero) <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.CSSISPartsManualServlet>

FERREYROS (2013) Fundamentos y tipos de diferenciales. Versión 5 Lima (Consulta 15 de enero) <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.CSSISPartsManualServlet>

FERREYROS (2013) Fundamentos y tipos de mandos finales y frenos. Versión 5 Lima (Consulta 15 de enero) <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.CSSISPartsManualServlet>

FERREYROS (2013) Fundamentos y tipos de ruedas delanteras. Versión 5 Lima (Consulta 15 de enero) <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.CSSISPartsManualServlet>

GLOSARIO

- **Lean Service:** Lean es un término general empleado para describir una aproximación sostenible para utilizar menos recursos obteniendo los resultados esperados, los métodos Lean se centran en la identificación y eliminación de los desperdicios o derroches (waste) tanto en el lado de la producción y la entrega como en el lado del consumo de nuestros bienes y servicios.
- **Tren de Fuerza:** En los equipos de maquinaria pesada se tienen un conjunto llamado tren de fuerza en el cual lo compone el motor diésel, la transmisión, el convertidor, los mandos finales, los frenos, diferenciales y eje de mandos.
- **Transmisión:** La transmisión, usa la presión interna del aceite para acoplar los embragues hidráulicos. Cuando el operador selecciona una marcha, el aceite hidráulico acopla los embragues que transmiten la energía a los engranajes seleccionados.
- **Diferenciales:** El diferencial proporciona potencia equilibrada a las ruedas y transfiere potencia a los mandos finales, reduciendo el desgaste de los componentes del tren de potencia
- **Convertidor:** El convertidor de par conecta al motor con la transmisión. Su objetivo es transmitir la fuerza hidráulicamente de la volante del motor a la transmisión.
- **Mandos finales y frenos:** Los mandos finales proporcionan la última reducción de transmisión y ayuda a los otros componentes del tren de potencia a transformar la velocidad del motor en torque capaz de acarrear grandes cargas.

SIGLARIO

- ERP: Enterprise Resource Planning
- ORACLE : Es un sistema de gestión de base de datos de tipo objeto-relacional
- OH : Over haul
- SLP : Systematic Layout Plannig
- PHVA : Planificar, hacer, verificar y actuar
- SMED: Single-Minute Exchange of Dies
- VMP : Mapeo de flujo de valor

ANEXOS

ANEXO 01. PARQUE DE MAQUINARIA PESADA DE SAN MARTIN CG

MAESTRO DE EQUIPOS DE SAN MARTÍN CONTRATISTAS GENERALES

TIPO DE EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	UND
MAQUINARIA PESADA	VOLVO	107	UND
MAQUINARIA PESADA	CATERPILLAR	103	UND
MAQUINARIA PESADA	MERCEDES BENZ	69	UND
MAQUINARIA PESADA	KOMATSU	24	UND
MAQUINARIA PESADA	TEREX-AMIDA	15	UND
MAQUINARIA PESADA	ATLAS COPCO	15	UND
EQUIPOS LIVIANOS	MAGNUM	14	UND
EQUIPOS LIVIANOS	OTROS	51	UND

ANEXO 02. COSTOS DE REPARACION GENERAL DE UN CAMION MINERO CAT 777F

Tarifario de Reparación de Componentes

Cliente		0063895 SAN MARTIN CONTRATISTAS GENE				Cod.Tarifa:		2013T2
Store		00 REP LIMA						
Modelo:		777F		Serie:		JRP		
Tipo	Trabajo	Descripción Comp		Nro Parte	US\$ Tarifa	Estado	Items no Considerados	
Mayor	REPARAR	1000	MOTOR	C32 262-3743	135,966	Vigente	Cylinder block, crankshaft, flywheel.	
Mayor	REPARAR	3030	TRANSMISION	246-2647	48,009	Vigente	Case, carrier, housing	
Mayor	REPARAR	3101	CONVERTIDOR (TC)	249-5539	24,521	Vigente	Housing, carrier	
Mayor	REPARAR	3258	DIFERENCIAL	266-2091	14,804	Vigente	Carrier, housing, pinion, gear (corona)	
Mayor	REPARAR	4050	MANDOS FINALES	307-7342	49,865	Vigente	Carrier, wheel, spindle	
Mayor	REPARAR	4201	RUEDA	261-2356	21,361	Vigente	Wheel, Spindle.	
Hidraul	REPARAR	4303	CIL DIRECCION	105-2440	3,148	Vigente	Cylinder, rod, head, piston	
Hidraul	REPARAR	5102	CIL LEVANTE	296-0608	6,648	Vigente	Cylinder, rod, head, piston	
Hidraul	REPARAR	7201	CIL SUSP DELANTERO	285-7636	8,273	Vigente	Housing, rod, head, piston, plate.	
Hidraul	REPARAR	7213	CIL SUSP POSTERIOR	290-7231	4,641	Vigente	Rod, cylinder, head	

*Tarifas unitarias, en dólares americanos, para reparación general de componentes antes de falla. Válida desde el 01 de Julio hasta el 31 de Diciembre de 2013.
No incluyen: Fletes, RI, Fee, base metálica, faltantes, ni el listado de ítems descritos ("ítems no considerados"), que de ser necesario su reemplazo, se presupuestarán como adicionales a la tarifa presentada.
De existir algún cambio en la política de precios, ya sea por temas inflacionarios, cambiarios, proveedores (Ej: Caterpillar, etc) o ajuste de gobierno (Ej: arancelarios, etc), se coordinará previamente entre ambas partes, el monto del reajuste respectivo.

ANEXO 03. HISTORIAL DE ORDENES DE TRABAJO DE REPARACIONES
HISTORIAL DE ORDENES DE TRABAJO DE CAMIONES 777F AÑO 2013 -2014

ITM	OT 1 Ferreiros (2013)	OT 2 Taller SM (2014)	MODELO	Descripción – Componentes solo de camiones mineros 777F	T. REP. _1(Días)	T. REP. _2(Días)
1	WO2179685	WO4159910	777F	MANDO FINAL	17	16
2	WO2136511	WO4165514	777F	MANDO FINAL	17	18
3	WO2482147	WO4165520	777F	MANDO FINAL	15	17
4	WO2307360	WO4168310	777F	MANDO FINAL	16	20
5	WO2299513	WO4168312	777F	MANDO FINAL	18	17
6	WO2439707	WO4168315	777F	MANDO FINAL	16	17
7	WO2297824	WO4169415	777F	MANDO FINAL	16	17
8	WO2482148	WO4169423	777F	MANDO FINAL	16	18
9	WO2253799	WO4170009	777F	MANDO FINAL	18	17
10	WO2220024	WO4318109	777F	MANDO FINAL	16	19
11	WO2074657	WO4318809	777F	TRANSMISIÓN	18	16
12	WO2398558	WO4319208	777F	TRANSMISIÓN	17	19
13	WO2398537	WO4319208	777F	TRANSMISIÓN	19	20
14	WO2299845	WO4319309	777F	TRANSMISIÓN	15	19
15	WO2312349	WO4319309	777F	TRANSMISIÓN	19	19
16	WO2307369	WO4320008	777F	TRANSMISIÓN	17	21
17	WO2159169	WO4320108	777F	TRANSMISIÓN	17	17
18	WO2307358	WO4321808	777F	TRANSMISIÓN	18	18
19	WO2093351	WO4322008	777F	TRANSMISIÓN	17	19
20	WO2213152	WO4415608	777F	TRANSMISIÓN	16	20
21	WO2311525	WO4422408	777F	RUEDAS DELANTERAS	15	14
22	WO2306944	WO4422408	777F	RUEDAS DELANTERAS	15	17
23	WO2203872	WO4423508	777F	RUEDAS DELANTERAS	16	18
24	WO2203873	WO4423708	777F	RUEDAS DELANTERAS	16	15
25	WO2203864	WO4424208	777F	RUEDAS DELANTERAS	17	17
26	WO2203869	WO4424611	777F	RUEDAS DELANTERAS	14	16
27	WO2203871	WO4424708	777F	RUEDAS DELANTERAS	15	16
28	WO2203870	WO4425108	777F	RUEDAS DELANTERAS	15	19
29	WO2203864	WO4425310	777F	RUEDAS DELANTERAS	14	15
30	WO2203867	WO4458009	777F	RUEDAS DELANTERAS	14	18
31	WO2074847	WO4459209	777F	CONVERTIDORES	16	14
32	WO2300791	WO4459408	777F	CONVERTIDORES	14	17
33	WO2310819	WO4459608	777F	CONVERTIDORES	15	15
34	WO2353161	WO4459608	777F	CONVERTIDORES	14	18
35	WO2212285	WO4463708	777F	CONVERTIDORES	14	19
36	WO2252135	WO4463709	777F	CONVERTIDORES	18	16
37	WO2197202	WO4463710	777F	CONVERTIDORES	16	16
38	WO2240967	WO4463711	777F	CONVERTIDORES	17	14
39	WO2203852	WO4469808	777F	CONVERTIDORES	15	18
40	WO2353066	WO4490508	777F	CONVERTIDORES	15	17

41	WO3481417	WO4490708	777F	DIFERENCIALES	18	19
42	WO3526449	WO4490808	777F	DIFERENCIALES	17	17
43	WO3555219	WO4490908	777F	DIFERENCIALES	20	16
44	WO3481412	WO4492008	777F	DIFERENCIALES	16	20
45	WO3494708	WO4495608	777F	DIFERENCIALES	17	21
46	WO3555229	WO4495708	777F	DIFERENCIALES	16	17
47	WO3494708	WO4500208	777F	DIFERENCIALES	19	17
48	WO3865626	WO4500408	777F	DIFERENCIALES	18	18
49	WO3890983	WO4504808	777F	DIFERENCIALES	17	19
50	WO3931650	WO4511308	777F	DIFERENCIALES	17	20

HISTORIAL DE REPARACIONES EN EL TALLER DE REPARACIONES DEL 2014

ITM	OT 2 Taller SM (2014)	Mes	EQUIPO	Modelo	Reporte de reparacion de componentes	HH Proyectadas	HH Reales
1	WO4320012	ENERO	FC-55	775	RUEDA DELANTERA	100	116
2	WO4463709	ENERO	FC-29	777F	CONVERTIDOR	104	120
3	WO4495708	ENERO	FC-29	777F	DIFERENCIAL	150	162
4	WO4320030	ENERO	MO-19	140K	TRANSMISIÓN	100	120
5	WO4424611	ENERO	FC-29	777F	RUEDA DELANTERA	104	120
6	WO4168315	ENERO	FC-29	777F	MANDO FINAL	144	150
7	WO4320008	ENERO	FC-29	777F	TRANSMISIÓN	152	174
8	WO4320009	ENERO	T-25	D8T	MANDO FINAL	60	60
9	WO4320026	ENERO	FC-61	HD1500	MANDO FINAL	160	180
10	WO4320010	ENERO	C-48	980H	TRANSMISIÓN	100	110
11	WO4320025	ENERO	FC-61	HD1500	MANDO FINAL	160	170
12	WO4463730	FEBRERO	CH-02	6019	MANDO FINAL	70	80
13	WO4463710	FEBRERO	FC-30	777F	CONVERTIDOR	104	103
14	WO4500208	FEBRERO	FC-30	777F	DIFERENCIAL	150	170
15	WO4424708	FEBRERO	FC-30	777F	RUEDA DELANTERA	104	126
16	WO4463735	FEBRERO	CH-02	6019	MANDO FINAL	70	80
17	WO4169415	FEBRERO	FC-30	777F	MANDO FINAL	144	142
18	WO4320108	FEBRERO	FC-30	777F	TRANSMISIÓN	152	170
19	WO4463713	FEBRERO	C-50	980H	MANDO FINAL	120	116
20	WO4463714	FEBRERO	C-50	980H	MANDO FINAL	120	126

21	WO4463710	FEBRERO	FC-19	785C	RUEDA DELANTERA	110	130
22	WO4463712	FEBRERO	C-50	980H	TRANSMISIÓN	100	120
23	WO4463719	FEBRERO	FC-19	785C	RUEDA DELANTERA	110	124
24	WO4422408	MARZO	FC-70	777F	RUEDA DELANTERA	104	126
25	WO4459408	MARZO	FC-70	777F	CONVERTIDOR	104	106
26	WO4490808	MARZO	FC-70	777F	DIFERENCIAL	150	172
27	WO4165517	MARZO	CH-03	6030	REDUCTOR DE GIRO	60	74
28	WO4165530	MARZO	EP-29	DML	CABEZAL	90	110
29	WO4165514	MARZO	FC-70	777F	MANDO FINAL	144	148
30	WO4319208	MARZO	FC-70	777F	TRANSMISIÓN	152	168
31	WO4165544	MARZO	C-52	966H	MANDO FINAL	120	130
32	WO4165550	MARZO	C-52	966H	MANDO FINAL	120	136
33	WO4165570	ABRIL	FC-59	775	TRANSMISIÓN	140	142
34	WO4425108	ABRIL	FC-71	777F	RUEDA DELANTERA	104	130
35	WO4169423	ABRIL	FC-71	777F	MANDO FINAL	144	160
36	WO4463711	ABRIL	FC-71	777F	CONVERTIDOR	104	110
37	WO4500408	ABRIL	FC-71	777F	DIFERENCIAL	150	155
38	WO4165556	ABRIL	FC-60	HD1500	DIFERENCIAL	160	168
39	WO4165558	ABRIL	FC-59	775	CONVERTIDOR	104	120
40	WO4321808	ABRIL	FC-71	777F	TRANSMISIÓN	152	168
41	WO4165554	ABRIL	FC-60	HD1500	MANDO FINAL	160	164
42	WO4165566	ABRIL	FC-60	HD1500	MANDO FINAL	160	170
43	WO4318849	MAYO	C-42	992	TRANSMISIÓN	130	144
44	WO4159910	MAYO	FC-72	777F	MANDO FINAL	144	165
45	WO4422408	MAYO	FC-72	777F	RUEDA DELANTERA	104	120
46	WO4459209	MAYO	FC-72	777F	CONVERTIDOR	104	120
47	WO4490708	MAYO	FC-72	777F	DIFERENCIAL	150	170
48	WO4318825	MAYO	EP-30	DML	CABEZAL	90	120
49	WO4318809	MAYO	FC-72	777F	TRANSMISIÓN	152	148
50	WO4318820	MAYO	T-30	D9T	MANDO FINAL	60	64
51	WO4318840	MAYO	FC-57	HD1500	TRANSMISIÓN	165	180
52	WO4423752	JULIO	C-43	966H	MANDO FINAL	120	130
53	WO4423753	JULIO	C-43	966H	MANDO FINAL	120	128
54	WO4423740	JULIO	CH-04	6040	MANDO FINAL	70	78
55	WO4423745	JULIO	CH-04	6040	MANDO FINAL	70	78
56	WO4423708	JULIO	FC-77	777F	MANDO FINAL	144	150
57	WO4423710	JULIO	FC-77	777F	RUEDA DELANTERA	104	130
58	WO4423709	JULIO	FC-77	777F	TRANSMISIÓN	152	170
59	WO4423711	JULIO	FC-77	777F	CONVERTIDOR	104	120
60	WO4423712	JULIO	FC-77	777F	DIFERENCIAL	150	170
61	WO4423755	JULIO	C-43	966H	DIFERENCIAL	145	152

62	WO4168312	AGOSTO	FC-78	777F	MANDO FINAL	144	166
63	WO4170009	AGOSTO	FC-78	777F	TRANSMISIÓN	152	160
64	WO4318109	AGOSTO	FC-78	777F	RUEDA DELANTERA	104	112
65	WO4319309	AGOSTO	FC-78	777F	CONVERTIDOR	104	115
66	WO4322008	AGOSTO	FC-78	777F	DIFERENCIAL	150	139
67	WO4319309	AGOSTO	EP-18	DML	CABEZAL	90	110
68	WO4319413	AGOSTO	C-42	980H	CONVERTIDOR	120	100
69	WO4319410	AGOSTO	T-34	D9T	MANDO FINAL	60	66
70	WO4319411	AGOSTO	C-43	980H	TRANSMISIÓN	100	120
71	WO4319412	AGOSTO	C-42	980H	TRANSMISIÓN	100	110
72	WO4319343	JUNIO	MO-20	140K	TRANSMISIÓN	100	120
73	WO4319354	JUNIO	MO-40	140K	TRANSMISIÓN	100	120
74	WO4165520	JUNIO	FC-76	777F	MANDO FINAL	144	138
75	WO4319208	JUNIO	FC-76	777F	RUEDA DELANTERA	104	106
76	WO4168310	JUNIO	FC-76	777F	TRANSMISIÓN	152	164
77	WO4319309	JUNIO	FC-76	777F	CONVERTIDOR	104	120
78	WO4423508	JUNIO	FC-76	777F	DIFERENCIAL	150	150
79	WO4319330	JUNIO	FC-20	785C	MANDO FINAL	160	170
80	WO4319331	JUNIO	FC-20	785C	MANDO FINAL	160	172
81	WO4319332	JUNIO	FC-20	785C	DIFERENCIAL	160	170
82	WO4463740	SETIEMBRE	FC-54	775	MANDO FINAL	144	150
83	WO4463746	SETIEMBRE	FC-54	775	MANDO FINAL	144	150
84	WO4415608	SETIEMBRE	FC-79	777F	MANDO FINAL	144	160
85	WO4463762	SETIEMBRE	FC-22	785C	MANDO FINAL	160	180
86	WO4424208	SETIEMBRE	FC-79	777F	TRANSMISIÓN	152	150
87	WO4463763	SETIEMBRE	FC-22	785C	MANDO FINAL	160	158
88	WO4425310	SETIEMBRE	FC-79	777F	RUEDA DELANTERA	104	116
89	WO4458009	SETIEMBRE	FC-79	777F	CONVERTIDOR	104	120
90	WO4463708	SETIEMBRE	FC-79	777F	DIFERENCIAL	150	190
91	WO4463764	SETIEMBRE	FC-22	785C	DIFERENCIAL	160	164
92	WO4504813	OCTUBRE	C-57	980H	TRANSMISIÓN	100	138
93	WO4469808	OCTUBRE	FC-80	777F	MANDO FINAL	144	166
94	WO4490508	OCTUBRE	FC-80	777F	TRANSMISIÓN	152	172
95	WO4495608	OCTUBRE	FC-80	777F	RUEDA DELANTERA	104	120
96	WO4504812	OCTUBRE	T-25	D9T	MANDO FINAL	60	62
97	WO4504808	OCTUBRE	FC-80	777F	CONVERTIDOR	104	118
98	WO4504809	OCTUBRE	FC-80	777F	DIFERENCIAL	150	152
99	WO4504810	OCTUBRE	EP-19	DML	CABEZAL	90	120
100	WO4504811	OCTUBRE	EP-29	DML	CABEZAL	90	120
101	WO4511309	NOVIEMBRE	FC-25	785C	MANDO FINAL	160	160
102	WO4511316	NOVIEMBRE	FC-20	785C	MANDO FINAL	160	170

103	WO4511312	NOVIEMBRE	FC-25	785C	TRANSMISIÓN	165	180
104	WO4511313	NOVIEMBRE	FC-25	785C	TRANSMISIÓN	165	185
105	WO4511310	NOVIEMBRE	CH-03	6030	CAJA ENGRANAJES	80	100
106	WO4511311	NOVIEMBRE	FC-25	785C	DIFERENCIAL	160	170
107	WO4511314	NOVIEMBRE	CH-03	6030	CAJA ENGRANAJES	80	100
108	WO4511315	NOVIEMBRE	FC-25	785C	RUEDA DELANTERA	110	130
109	WO4511323	DICIEMBRE	CH-03	6019	REDUCTOR DE GIRO	60	70
110	WO4511317	DICIEMBRE	FC-27	785C	MANDO FINAL	160	172
111	WO4511320	DICIEMBRE	FC-27	785C	TRANSMISIÓN	165	180
112	WO4511321	DICIEMBRE	FC-27	785C	TRANSMISIÓN	165	185
113	WO4511318	DICIEMBRE	CH-02	6019	CAJA ENGRANAJES	80	110
114	WO4511319	DICIEMBRE	FC-27	785C	DIFERENCIAL	160	165
115	WO4511322	DICIEMBRE	CH-02	6019	CAJA ENGRANAJES	80	120
116	WO4511329	DICIEMBRE	CH-02	6019	CAJA ENGRANAJES	80	110

ANEXO 04. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04. PRINCIPALES CAUSAS DE LA DEFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD

Ponderación de causas principales del problema								
6M'S	Causas	Sub - Causas	Jefe de Taller	Supervisor de Taller	Planner	Tecnico Lider	Tecnico Lider	Total
Mano de obra	Pedidos mal realizados	No está capacitado para utilizar un ERP	3	3	4	3	3	16
Mano de obra	Falta de programa de capacitaciones	Personal no cuenta con conocimientos técnicos	3	3	3	3	3	15
Mano de obra	Personal no capacitado	No se cuenta con un procedimiento de reparación de componentes	5	5	5	5	5	25
Mano de obra	Pocas horas de trabajo	Mala planificación de trabajos	2	2	2	2	2	10
Mano de obra	Pocas horas de trabajo	Se trabajó un solo turno de 8 horas	2	2	2	2	2	10
Maquinaria	Falta de herramientas	El montaje y desmontaje se realiza con herramientas inadecuadas	4	3	4	5	5	21
Maquinaria	Falta de herramientas	Herramientas descalibradas	4	3	3	5	5	20
Maquinaria	Falta de herramientas	No se cuenta con maleta de herramientas para todo el personal	4	4	4	4	4	20
Materiales	Falta de repuestos	Falta de planeamiento	3	5	3	5	5	21
Materiales	Falta de repuestos	No se cuenta con kit de repuestos para reparación	5	5	5	5	5	25
Materiales	Falta de repuestos	Inventario desactualizado de repuestos	5	5	5	5	5	25
Materiales	Falta de repuestos	Repuestos para importación	5	5	5	5	5	25
Materiales	Falta de repuestos	Demora en generación y aprobaciones de OC	5	5	5	5	5	25
Materiales	Falta de repuestos	Demora en servicios externos	5	5	5	5	5	25
Medio ambiente	Problemas ergonómicos	Falta de iluminación	5	5	5	5	5	25
Medio ambiente	Falta de ventilación	No se cuenta con extractores de gases adecuados	3	3	3	3	3	15
Métodos	Demora en tiempos de armado	Falta de información técnica	4	5	4	5	5	23
Métodos	Demora en tiempos de armado	No existe procedimientos de reparación	5	5	5	5	5	25
Métodos	Demora en desplazamiento de personal	Falta de supervisión en los trabajos	4	4	4	5	5	22
Métodos	Demora en desplazamiento de personal	Desplazamientos largos para retirar una herramienta	4	5	4	5	5	23
Métodos	Demora en desplazamiento de personal	Mala distribución de oficinas de supervisión	5	5	5	5	5	25
Métodos	Demora en tiempos de armado	Desconocimiento de procedimiento de armado	5	5	5	5	5	25
Medida	Demora en tiempos de armado	No se tiene tiempos estándares de reparación	5	5	5	5	5	25

ANEXO 05. PROCEDIMIENTO PARA LA GESTION DE REPARACION EN UN TALLER DE EQUIPO PESADO

PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE UN TALLER DE REPARACIÓN DE EQUIPO PESADO

ÍNDICE

1.0	OBJETIVO	¡Error! Marcador no definido.
2.0	ALCANCE	
3.0	REFERENCIAS	
4.0	DEFINICIONES	
5.0	RESPONSABILIDADES	
6.0	DESARROLLO	
7.0	REGISTROS	
8.0	ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

1.0	OBJETIVO	
-----	----------	--

Establecer y mantener un procedimiento documentado para la gestión de un taller de reparación de equipo pesado y brindar un apropiado soporte a las operaciones de SMCG

2.0 ALCANCE

Este procedimiento aplica a las actividades de reparación de componentes de tren de fuerza realizadas por el taller de reparación de equipo pesado de San Martín Contratistas Generales.

3.0 REFERENCIAS

- EQP-PRO-005 procedimiento para la Elaboración del presupuesto anual de equipos
- ADO-PRO-001 Procedimiento para la Gestión Administración en Obra
- 038-LOG-PRO-002 Procedimiento para la recepción, control y despacho de componentes

4.0 DEFINICIONES

- **Maquinaria, Componente y/o Equipo:** Activos Fijos de propiedad de San Martín Contratistas Generales S.A. destinados a la producción y distribución de los productos o servicios que se espera utilizar en más de un año y sin el propósito de venderlos.
- **Orden de Trabajo (OT):** Registro en sistema de actividad de trabajo que incluye recursos materiales, humanos y terceros, así como descripción de la actividad, fechas y horas de ejecución programadas y reales.
- **Trabajo de recuperación:** Trabajos que se realizan para poder recuperar las medidas originales, con procesos de tratamientos térmicos como pueden ser Cementación, nitruración, cianuración y metalizado.
- **Solicitud de Servicio:** Es un documento que entrega la obra y/o proyecto la cual tiene información para poder dar inicio de las reparaciones en taller central.
- **Overhaul:** Es cuando se realiza una reparación mayor dejando el equipo a 0 horas es decir que va a tener las misma durabilidad de que si fuese nuevo.
- **CRC:** Centro de reparación de componentes

5.0 RESPONSABILIDADES

5.1 Jefe de Equipos del CRDC

- Es responsable cumplir y hacer cumplir el presente procedimiento.
- Es responsable de aprobar presupuestos de taller central y proporcionar recursos.
- Es responsable de todos los componentes que ingresen para reparación
- Es responsable del correcto servicio brindado

5.2 Supervisor de Reparaciones

- Es el responsable de la recepción y reparación de los componentes.
- Es responsable de cumplir con los requisitos pactados con el cliente interno
- Es el responsable de la integridad de los componentes que ingresen
- Verificar la conformidad de los trabajos con los formatos de control de calidad

5.3 Comunicador técnico

- Es responsable de brindar soporte técnico al taller de reparaciones
- Es responsable de brindar formatos de trabajo
- Es responsable de verificar mejoras en los procesos
- Es responsable de hacer seguimiento de las OC y OS de los trabajos externos
- Es responsable de verificar el correcto llenado de los formatos

5.4 Asistente Técnico

- Es responsable de apoyar al Supervisor y al comunicador técnico.

5.5 Analista de Compras

- Es responsable de realizar las cotizaciones de bienes / servicios
- Es responsable de generar Órdenes de Servicio y Orden de Compra.

5.6 *Supervisor de Planeamiento Central*

- Responsable de generar Órdenes de Trabajo de reparación mayor.
- Responsable de programar todos los trabajos en general del taller de reparaciones.

5.7 *Gerente de Obra/Gerente de Proyecto*

- Responsable de la aprobación del presupuesto.

5.8 *Superintendente de Equipo*

- Responsable de validación de la reparación mayor.

5.9 *Jefe de Equipos Proyecto/Supervisor de Proyecto*

- Responsable de enviar la solicitud del servicio.
- Responsable de dar la conformidad de servicio.

5.10 *Supervisor de Almacén*

- Responsable de la entrega oportuna de los repuestos / materiales solicitados.
- Responsable del adecuado envío del componente/equipo al proyecto.

5.11 *Técnico*

- Efectuar las reparaciones de los componentes
- Trabajar con los estándares de seguridad

- Responsable de mantener el orden y la limpieza en el proceso de reparación

6.0 DESARROLLO

6.1. GENERALIDADES

- **En el taller de equipo pesado se realizan los siguientes trabajos:**

❖ COMPONENTE	: Reparación de media vida
❖ COMPONENTE	: Reparación específica
❖ COMPONENTE	: Reparación por falla
❖ COMPONENTE	: Reparación por horas
❖ OTROS	: Especificar

- **Planificación de reparaciones por OH semestral**

El supervisor de planeamiento se reúne con los jefes de proyecto para programar todas las reparaciones de la flota de equipos. Se procede a realizar un plan de reparaciones para entregarle al supervisor de taller para programar los pedidos de repuestos según los kit de reparación por modelo de componente. Todos los pedidos se realizan con 30 días antes de iniciar con la reparación de los componentes y poder ser más eficientes con los tiempos de entrega. Cumpliendo así con las exigencias del cliente en tiempos de entrega, menor costo y calidad del servicio.

- **Recepción de la Solicitud de Servicio:**

La solicitud de servicio recibida a través de correo electrónico debe contener como mínimo el tipo de falla del componente o equipo y servicio requerido, modelo y serie del equipo, equipo al que pertenece el componente, número de parte y serie del componente etc.

El taller no realizará ninguna reparación si no se ha recibido de manera previa la Solicitud de Servicio y demás requisitos descritos en el presente procedimiento.

- **Ubicación, Identificación e Inspección de la maquinaria, componente o equipo**

El componente será descargado con el equipo de izaje más conveniente según el peso y dimensiones del mismo, para ello deberán primero realizar el 038-SSA-FOR-004 Análisis de Trabajo Seguro (ATS) para la maniobra a realizar y deberán seguir las consignas estipuladas en el 038-OPO-PETS-015 Izaje. El Supervisor de Taller y/o Ingeniero de Seguridad, Salud y Ambiente serán los responsables de supervisar la maniobra de descarga a realizar.

Los componentes pequeños y medianos (menores a 2 metros de largo) deberán ser puestos dentro de la losa que se encuentra al exterior del taller.

Las maquinarias y/o componentes grandes (mayores a 2 metros de largo) serán colocados al costado de la losa.

Al ingreso de un componente el Técnico de taller revisa la Guía de Remisión y Solicitud de Servicio, luego procede a verificar el estado del componente (inspección visual) y documenta la verificación con fotos. Seguidamente etiqueta el componente con una etiqueta adhesiva de color según corresponda, y entrega la Guía de remisión y Solicitud de servicio físico al Supervisor de planeamiento.

- ❖ Etiqueta Amarillo : Componente a reparar
- ❖ Etiqueta Rojo : Componente a dar de baja
- ❖ Etiqueta Verde : Componente ya reparado.

El Supervisor de Planeamiento con la Solicitud de Servicio y la Guía de remisión crea la Orden de Trabajo.

- **Reparación de componente**

El supervisor de taller designa recursos para iniciar la evaluación del componente que ingresa a reparación. Se inicia con el lavado del componente y se procede con el desarmado y evaluación con los formatos de check list para luego revisar con el formato de kit de reparación si hay repuestos adicionales para complementar el listado final, se elabora el informe técnico y el listado de trabajos externos de recuperación. El supervisor de taller aprueba el presupuesto de reparación y el comunicador técnico envía el presupuesto al jefe de proyecto para su

aprobación. Una vez aprobada la reparación del componente se procede con los trabajos externos y la listad de repuestos adicionales. Se verifica la disponibilidad de todos los repuestos y la entrega de los trabajos externos para programar con el armado del componente con el formato de check list de armado y el formato de control de calidad para las pruebas y ajuste finales. Finalmente se comunica que el componente se encuentra para despacho y traslado a obra.

7.0 REGISTROS

- 038-SSA-FOR-004 Análisis de Trabajo Seguro semanal (ATS)
- 038-EQO-FOR-086 Informe de evaluación
- 038-EQO-FOR-082 Control diario de actividades
- Formato de Solicitud de Servicio
- Formato de PETS de desarmado
- Formato de PETS de armado
- Formato de kit de reparación
- Plan de trabajo (Gantt)
- Presupuesto

ANEXO 06. PROCEDIMIENTO DE DESARMADO Y ARMADO DE COMPONENTES

DESARMADO DE RUEDA DELANTERA
	PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO

PERSONAL	EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES
• Técnico especialista	• Eslingas.
• Supervisor responsable	• Grilletes.
• Supervisor de seguridad	• Estrobos.
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	• Caja de herramientas.
• Casco.	• Torquímetros.
• Lentes.	• Pescantes.
• Tapones auditivos.	• Bandejas para aceite.
• Guantes de Seguridad.	• Paños absorbentes.
• Uniforme de trabajo.	• Kit anti – derrame.
• Zapatos de seguridad	• Tachos para los desechos.

PROCEDIMIENTO

- El trabajador antes de iniciar el desarmado de la rueda deberá hacer el reconocimiento del área de trabajo.
- Realizar ATS con la participación de todos los involucrados en el trabajo del desarmado de la rueda.
- Imprimir documentación necesaria para el desarmado de la rueda (manual de desarmado, manual de partes y check list).
- Delimitar el área de trabajo para evitar el ingreso a personas no autorizadas o ajenas a la actividad.
- Inspección de los equipos de izaje y herramientas manuales a utilizar.
- El supervisor de seguridad conjuntamente con el supervisor del área, deberá dar el visto bueno a todos los formatos antes de iniciar con el trabajo.
- Reunirse y delegar funciones a todos los participantes en presencia del personal de seguridad.
- Inspección inicial de la rueda, anotar faltantes y daños externos.
- Retirar parte eléctrica, conectores, adaptadores, tapas y demás partes externas.
- Izaje y traslado de la rueda a la zona de trabajo.
- Desarmado, evaluación y almacenaje de partes de la rueda.
- Identificación de partes F/S y almacenaje
- Limpieza de herramientas y área de trabajo.
- Realizar listado de partes necesarias para su reparación de la rueda.
- Realizar informe técnico de desarmado de la rueda.

RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES.

- El técnico debe contar con inducción sobre manejo y manipulación de pescantes y elementos de izaje.

DESARMADO DE DIFERENCIAL

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO

PERSONAL	EQUIPO / HERRAMIENTAS
• Técnico especialista	• Eslingas.
• Supervisor responsable	• Grilletes.
• Supervisor de seguridad	• Estrobos.
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	• Caja de herramientas.
• Casco.	• Torquímetros.
• Lentes.	• Pescantes.
• Tapones auditivos.	• Bandejas para aceite.
• Guantes de Seguridad.	• Paños absorbentes.
• Uniforme de trabajo.	• Kit anti – derrame.
• Zapatos de seguridad	• Tachos para los desechos.

PROCEDIMIENTO

- El trabajador antes de iniciar el desarmado del convertidor de torque deberá hacer el reconocimiento del área de trabajo.
- Realizar ATS con la participación de todos los involucrados en el trabajo del desarmado del diferencial.
- Imprimir documentación necesaria para el desarmado del diferencial (manual de desarmado, manual de partes y check list).
- Delimitar el área de trabajo para evitar el ingreso a personas no autorizadas o ajenas a la actividad.
- Inspección de los equipos de izaje y herramientas manuales a utilizar.
- El supervisor de seguridad conjuntamente con el supervisor del área, deberá dar el visto bueno a todos los formatos antes de iniciar con el trabajo.
- Reunirse y delegar funciones a todos los participantes en presencia del personal de seguridad.
- Inspección inicial del diferencial, anotar faltantes y daños externos.
- Retirar parte eléctrica, conectores, adaptadores, tapas y demás partes externas.
- Izaje y traslado del diferencial a mesa de trabajo.
- Desarmado, evaluación y almacenaje de partes de diferencial.
- Identificación de partes F/S y almacenaje
- Limpieza de herramientas y área de trabajo.
- Realizar listado de partes necesarias para su reparación del diferencial.
- Realizar informe técnico de desarmado del diferencial.

RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES

- Contar con técnicos calificados y certificados.
- El técnico debe contar con inducción sobre manejo y manipulación de pescantes y elementos de izaje.
- Antes de iniciar el desarmado del convertidor de torque reunirse con personal involucrado en la tarea, especialmente con el departamento de Seguridad.
- Conocer el peso de la carga a izar.
- Revisar especificaciones de fabricante sobre capacidades y método de izaje.
- En caso de emergencia, los integrantes involucrados en el desarmado del convertidor de torque pueden dar la voz de alerta de parada de maniobra.

ARMADO DE CONVERTIDOR PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO

PERSONAL	EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES
• Técnico especialista	• Eslingas.
• Supervisor responsable	• Grilletes.
• Supervisor de seguridad	• Estrobos.
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	• Caja de herramientas.
• Casco.	• Torquímetros.
• Lentes.	• Pescantes.
• Tapones auditivos.	• Bandejas para aceite.
• Guantes de Seguridad.	• Paños absorbentes.
• Uniforme de trabajo.	• Kit anti – derrame.
• Zapatos de seguridad	• Tachos para los desechos.

PROCEDIMIENTO

- El trabajador antes de iniciar el armado del convertidor de torque deberá hacer el reconocimiento del área de trabajo.
- Realizar ATS con la participación de todos los involucrados en el trabajo del armado del convertidor de torque.
- Imprimir documentación necesaria para el armado del convertidor de torque (manual de armado, manual de partes y check list).
- Delimitar el área de trabajo para evitar el ingreso a personas no autorizadas o ajenas a la actividad.
- Inspección de los equipos de izaje y herramientas manuales a utilizar.
- El supervisor de seguridad conjuntamente con el supervisor del área, deberá dar el visto bueno a todos los formatos antes de iniciar con el trabajo.
- Reunirse y delegar funciones a todos los participantes en presencia del personal de seguridad.
- Inspección inicial de partes del convertidor de torque (canastillas con partes almacenadas, componentes provenientes de trabajo exterior, revisión listado de repuestos.
- Siguiendo el procedimiento del manual de armado, ajustes y tolerancia del convertidor de torque, iniciar el proceso.
- Armar el convertidor de torque.
- Almacenar el convertidor de torque, para su despacho.
- Limpieza de herramientas y área de trabajo.
- Realizar informe técnico del armado del convertidor de torque.

RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES.

- El técnico debe contar con inducción sobre manejo y manipulación de pescantes y elementos de izaje.
- Antes de iniciar el armado del convertidor de torque reunirse con personal involucrado en la tarea, especialmente con el departamento de Seguridad.
- Revisar especificaciones de fabricante sobre capacidades y método de izaje.
- En caso de emergencia, los integrantes involucrados en el armado del convertidor de torque pueden dar la voz de alerta de parada de maniobra.

ARMADO DE DIFERENCIAL PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO

PERSONAL	EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES
• Técnico especialista	• Eslingas.
• Supervisor responsable	• Grilletes.
• Supervisor de seguridad	• Estrobos.
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	• Caja de herramientas.
• Casco.	• Torquímetros.
• Lentes.	• Pescantes.
• Tapones auditivos.	• Bandejas para aceite.
• Guantes de Seguridad.	• Paños absorbentes.
• Uniforme de trabajo.	• Kit anti – derrame.
• Zapatos de seguridad	• Tachos para los desechos.

PROCEDIMIENTO

- El trabajador antes de iniciar el armado del convertidor de torque deberá hacer el reconocimiento del área de trabajo.
- Realizar ATS con la participación de todos los involucrados en el trabajo del armado del convertidor de torque.
- Imprimir documentación necesaria para el armado del diferencial (manual de armado, manual de partes y check list).
- Delimitar el área de trabajo para evitar el ingreso a personas no autorizadas o ajenas a la actividad.
- Inspección de los equipos de izaje y herramientas manuales a utilizar.
- El supervisor de seguridad conjuntamente con el supervisor del área, deberá dar el visto bueno a todos los formatos antes de iniciar con el trabajo.
- Reunirse y delegar funciones a todos los participantes en presencia del personal de seguridad.
- Inspección inicial de partes del diferencial (canastillas con partes almacenadas, componentes provenientes de trabajo exterior, revisión listado de repuestos).
- Siguiendo el procedimiento del manual de armado, ajustes y tolerancia del convertidor de torque, iniciar el proceso.
- Armar el diferencial.
- Almacenar el diferencial, para su despacho.
- Limpieza de herramientas y área de trabajo.
- Realizar informe técnico del armado del convertidor de torque.

RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES.

- El técnico debe contar con inducción sobre manejo y manipulación de pescantes y elementos de izaje.
- Antes de iniciar el armado del convertidor de torque reunirse con personal involucrado en la tarea, especialmente con el departamento de Seguridad.
- Revisar especificaciones de fabricante sobre capacidades y método de izaje.
- En caso de emergencia, los integrantes involucrados en el armado del convertidor de torque pueden dar la voz de alerta de parada de maniobra.

ARMADO DE MANDO FINAL PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO

PERSONAL	EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES
• Técnico especialista	• Eslingas.
• Supervisor responsable	• Grilletes.
• Supervisor de seguridad	• Estrobos.
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	• Caja de herramientas.
• Casco.	• Torquímetros.
• Lentes.	• Pescantes.
• Tapones auditivos.	• Bandejas para aceite.
• Guantes de Seguridad.	• Paños absorbentes.
• Uniforme de trabajo.	• Kit anti – derrame.
• Zapatos de seguridad	• Tachos para los desechos.

PROCEDIMIENTO

- El trabajador antes de iniciar el armado de los mandos finales deberá hacer el reconocimiento del área de trabajo.
- Realizar ATS con la participación de todos los involucrados en el trabajo del armado de los mandos finales.
- Imprimir documentación necesaria para el armado de los mandos finales (manual de armado, manual de partes y check list).
- Delimitar el área de trabajo para evitar el ingreso a personas no autorizadas o ajenas a la actividad.
- Inspección de los equipos de izaje y herramientas manuales a utilizar.
- El supervisor de seguridad conjuntamente con el supervisor del área, deberá dar el visto bueno a todos los formatos antes de iniciar con el trabajo.
- Reunirse y delegar funciones a todos los participantes en presencia del personal de seguridad.
- Inspección inicial de partes del mando final (canastillas con partes almacenadas, componentes provenientes de trabajo exterior, revisión listado de repuestos.
- Inspección visual de partes y repuestos del mando final.
- Siguiendo el procedimiento del manual de armado, ajustes y tolerancia del mando final e iniciar el proceso.
- Armar mando final.
- Limpieza de herramientas y área de trabajo.
- Realizar informe técnico de armado del mando final.

RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES.

- El técnico debe contar con inducción sobre manejo y manipulación de pescantes y elementos de izaje.
- Antes de iniciar el armado del mando final reunirse con personal involucrado en la tarea, especialmente con el departamento de Seguridad.
- Revisar especificaciones de fabricante sobre capacidades y método de izaje.
- En caso de emergencia, los integrantes involucrados en el armado del mando final pueden dar la voz de alerta de parada de maniobra.

ARMADO DE RUEDA DELANTERA

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO

PERSONAL	EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES
• Técnico especialista	• Eslingas.
• Supervisor responsable	• Grilletes.
• Supervisor de seguridad	• Estrobos.
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	• Caja de herramientas.
• Casco.	• Torquímetros.
• Lentes.	• Pescantes.
• Tapones auditivos.	• Bandejas para aceite.
• Guantes de Seguridad.	• Paños absorbentes.
• Uniforme de trabajo.	• Kit anti – derrame.
• Zapatos de seguridad	• Tachos para los desechos.

PROCEDIMIENTO

- El trabajador antes de iniciar el armado de la rueda deberá hacer el reconocimiento del área de trabajo.
- Realizar ATS con la participación de todos los involucrados en el trabajo del armado de la rueda.
- Imprimir documentación necesaria para el armado de la rueda (manual de armado, manual de partes y check list).
- Delimitar el área de trabajo para evitar el ingreso a personas no autorizadas o ajenas a la actividad.
- Inspección de los equipos de izaje y herramientas manuales a utilizar.
- El supervisor de seguridad conjuntamente con el supervisor del área, deberá dar el visto bueno a todos los formatos antes de iniciar con el trabajo.
- Reunirse y delegar funciones a todos los participantes en presencia del personal de seguridad.
- Inspección inicial de partes de la rueda (canastillas con partes almacenadas, componentes provenientes de trabajo exterior, revisión listado de repuestos.
- Inspección visual de partes y repuestos de la rueda.
- Siguiendo el procedimiento del manual de armado, ajustes y tolerancia de la rueda, iniciar el proceso.
- Armar rueda.
- Limpieza de herramientas y área de trabajo.
- Realizar informe técnico de armado de la rueda.

RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES.

- El técnico debe contar con inducción sobre manejo y manipulación de pescantes y elementos de izaje.
- Antes de iniciar el armado de la rueda reunirse con personal involucrado en la tarea, especialmente con el departamento de Seguridad.
- Revisar especificaciones de fabricante sobre capacidades y método de izaje.
- En caso de emergencia, los integrantes involucrados en el armado de la rueda pueden dar la voz de alerta de parada de maniobra.

ARMADO DE TRANSMISIÓN PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO

PERSONAL	EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES
• Técnico especialista	• Eslingas.
• Supervisor responsable	• Grilletes.
• Supervisor de seguridad	• Estrobos.
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	• Caja de herramientas.
• Casco.	• Torquímetros.
• Lentes.	• Pescantes.
• Tapones auditivos.	• Bandejas para aceite.
• Guantes de Seguridad.	• Paños absorbentes.
• Uniforme de trabajo.	• Kit anti – derrame.
• Zapatos de seguridad	• Tachos para los desechos.

PROCEDIMIENTO

- El trabajador antes de iniciar el armado de la transmisión deberá hacer el reconocimiento del área de trabajo.
- Realizar ATS con la participación de todos los involucrados en el trabajo del armado de la transmisión.
- Imprimir documentación necesaria para el armado de la transmisión (manual de armado, manual de partes y check list).
- Delimitar el área de trabajo para evitar el ingreso a personas no autorizadas o ajenas a la actividad.
- Inspección de los equipos de izaje y herramientas manuales a utilizar.
- El supervisor de seguridad conjuntamente con el supervisor del área, deberá dar el visto bueno a todos los formatos antes de iniciar con el trabajo.
- Reunirse y delegar funciones a todos los participantes en presencia del personal de seguridad.
- Inspección inicial de partes de transmisión (canastillas con partes almacenadas, componentes provenientes de trabajo exterior, revisión listado de repuestos.
- Inspección visual de partes y repuestos de la caja de transferencia.
- Siguiendo el procedimiento del manual de armado, ajustes y tolerancia del conjunto de la caja de transferencia, iniciar el proceso.
- Armar y almacenar caja de transferencia.
- Siguiendo el procedimiento del manual de armado, ajustes y tolerancia del conjunto de la transmisión, iniciar el proceso.
- Armar transmisión y acoplar a caja de transferencia.
- Limpieza de herramientas y área de trabajo.
- Realizar informe técnico de armado de la transmisión.

RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES.

- 5.0 El técnico debe contar con inducción sobre manejo y manipulación de pescantes y elementos de izaje.
- 5.1 Antes de iniciar el armado de la transmisión reunirse con personal involucrado en la tarea, especialmente con el departamento de Seguridad.
- 5.2 En caso de emergencia, los integrantes involucrados en el armado pueden dar la voz de alerta de parada de maniobra.

ANEXO 07. CHECK LIST DE CONTROL DE CALIDAD

INFORMACION GENERAL

O/T: _____

OPE: _____

CLIENTE:					
Unidad	Modelo	Serie	Arreglo	Horas	Código
Máquina					

CAJA DE TRANSFERENCIA DE ENTRADA

Imagen referencial

- (1) Case.
- (2) Engranaje conductor.
- (3) Shims.
- (4) Engranaje conducido.
- (5) Yoke assembly.
- (-) Rodamientos

It em	EVALUACIONES	✓
01	<p>Case. ☐ OK ☐ T/EXT</p> <p>☐ F/S</p> <p>Inspección de rajaduras, alojamientos de pistas, alojamientos roscados, conductos de lubricación</p> <p>Observaciones:</p>	☐
02	<p>Engranaje de ENTRADA. ☐ OK ☐ T/EXT</p> <p>☐ F/S</p> <p>Descartar rajaduras, evaluar desgaste en dientes, Estriás de enganche al yoke, Alojamiento roscado, Conductos de lubricación, Alojamiento de bearings.</p> <p>Observaciones:</p>	☐
03	<p>Registrar el espesor de laminas encontradas en cada grupo de engranajes:</p> <p>Engranaje de Entrada:</p> <p>Engranaje de Salida:</p>	☐
04	<p>Engranaje de SALIDA ☐ OK ☐ T/EXT</p> <p>☐ F/S</p> <p>Descartar rajaduras, evaluar desgaste en dientes, Estriás internas, Alojamiento de bearings.</p> <p>Observaciones:</p>	☐
05	<p>YOKE ☐ OK ☐ T/EXT</p> <p>☐ F/S</p> <p>Descartar rajaduras, Evaluar diámetro de trabajo del labio del sello y zona de alojamiento de cruceta.</p> <p>Nota: No pulir el Yoke manualmente. Si presenta rayaduras o marcas no perpendiculares a la línea central enviar a T/EXT a pulir.</p> <p>Observaciones:</p>

GRUPO

PLANETARIO

Imagen solo referencial

ITEM	EVALUACIÓN				✓
01	Planetario # 1 ☐ OK ☐ T/EXT ☐ F/S Carrier: Evaluar desgastes en estrías internas, conductos de lubricación, alojamientos roscados, asientos de washer thrust Engranajes: Descartar rajaduras, Evaluar desgastes en los dientes, diámetro interno, #s de parte: Ejes: Horas, desgastes, conductos de lubricación.				☐
	Evaluar	O K	F/S	T/ E	
	Carrier				
	Planetarios				
	Solar				
	Ring Gear				
	Ejes

04	Housing Clutch # 1 ☐ OK ☐ T/EXT ☐ F/S Evaluar desgaste en la cara de reacción, Øs internos (zona de sellado del pistón), alojamientos de pines. Observaciones:					☐
03	Embrague # 1 Evaluar desgastes en los discos y platos (alojamiento de pin, caras de reacción, desgaste). Pistón: Evaluar desgastes en la cara de reacción, alojamiento de pines.					☐
	Evaluar	OK	F/S	T/EXT	Observaciones	
	Discos					
	Platos					
	Piston					
ITEM	EVALUACION					
05	Planetario # 2 Carrier: Evaluar desgastes en estrías externas, conductos de lubricación, alojamientos roscados, asientos de washer thrust. Engranajes: Descartar rajaduras, Evaluar desgastes en los dientes, Ø interno, #s de parte, mejora aplicada. Ejes: Horas, #s de parte, desgastes, conductos de lubricación.					
	Evaluar	OK	F/S	T/E	Observaciones	
	Carrier					
	Planetarios					
	Solar					
	Ring Gear					
	Ejes					
06	Housing clutch # 2 ☐ OK ☐ T/EXT ☐ F/S Evaluar desgaste en la cara de reacción, Øs internos (zona de sellado del pistón), alojamientos de pines. Pines de reacción: Horas, # de parte, desgaste Observaciones:

07	Embrague # 2 Evaluar desgastes en los discos y platos (alojamiento de pin, caras de reacción, desgaste). Pistón: Evaluar desgastes en la cara de reacción, alojamiento de pines.					
	Evaluar	OK	F/S	T/EXT	Observaciones	
	Discos					
	Platos					
	Piston					
ITEM	EVALUACION					☒
05	Planetario # 3 Carrier: Evaluar desgastes en estrías externas, conductos de lubricación, alojamientos roscados, asientos de washer thrust. Engranajes: Descartar rajaduras, Evaluar desgastes en los dientes, Ø interno, #s de parte, mejora aplicada. Ejes: Horas, #s de parte, desgastes, conductos de lubricación.					☐
	Evaluar	OK	F/S	T/E	Observaciones	
	Carrier					
	Planetarios					
	Solar					
	Ring Gear					
	Ejes					
06	Housing clutch # 3 ☐ OK ☐ T/EXT ☐ F/S Evaluar desgaste en la cara de reacción, Øs internos (zona de sellado del pistón), alojamientos de pines. Pines de reacción: Horas, # de parte, desgaste Observaciones:					☐

07	Embrague # 3 Evaluar desgastes en los discos y platos (alojamiento de pin, caras de reacción, desgaste). Pistón: Evaluar desgastes en la cara de reacción, alojamiento de pines.					☐
	Evaluar	OK	F/S	T/EXT	Observaciones	
	Discos					
	Platos					
	Piston					
ITEM	EVALUACION					✓
05	Planetario # 4 Carrier: Evaluar desgastes en estrías externas, conductos de lubricación, alojamientos roscados, asientos de washer thrust. Engranajes: Descartar rajaduras, Evaluar desgastes en los dientes, Ø interno, #s de parte, mejora aplicada. Ejes: Horas, #s de parte, desgastes, conductos de lubricación.					☐
	Evaluar	OK	F/S	T/E	Observaciones	
	Carrier					
	Planetarios					
	Solar					
	Ring Gear					
	Ejes					
06	Housing clutch # 4 ☐ OK ☐ T/EXT ☐ F/S Evaluar desgaste en la cara de reacción, Øs internos (zona de sellado del pistón), alojamientos de pines. Pines de reacción: Horas, # de parte, desgaste Observaciones:					☐

07	Embrague # 4 Evaluar desgastes en los discos y platos (alojamiento de pin, caras de reacción, desgaste). Pistón: Evaluar desgastes en la cara de reacción, alojamiento de pines.					☐
	Evaluar	OK	F/S	T/EXT	Observaciones	
	Discos					
	Platos					
	Piston					
ITEM	EVALUACION					✓
05	Planetario # 5 Carrier: Evaluar desgastes en estrías externas, conductos de lubricación, alojamientos roscados, asientos de washer thrust. Engranajes: Descartar rajaduras, Evaluar desgastes en los dientes, Ø interno, #s de parte, mejora aplicada. Ejes: Horas, #s de parte, desgastes, conductos de lubricación.					☐
	Evaluar	OK	F/S	T/E	Observaciones	
	Carrier					
	Planetarios					
	Solar					
	Ring Gear					
	Ejes					
06	Housing clutch # 5 ☐ OK ☐ T/EXT ☐ F/S Evaluar desgaste en la cara de reacción, Øs internos (zona de sellado del pistón), alojamientos de pines. Pines de reacción: Horas, # de parte, desgaste Observaciones:					☐

07	Embrague # 5 Evaluar desgastes en los discos y platos (alojamiento de pin, caras de reacción, desgaste). Pistón: Evaluar desgastes en la cara de reacción, alojamiento de pines.					☐
	Evaluar	OK	F/S	T/EXT	Observaciones	
	Discos					
	Platos					
	Piston					
ITEM	EVALUACION					✓
05	Planetario # 6 Carrier: Evaluar desgastes en estrías externas, conductos de lubricación, alojamientos roscados, asientos de washer thrust. Engranajes: Descartar rajaduras, Evaluar desgastes en los dientes, Ø interno, #s de parte, mejora aplicada. Ejes: Horas, #s de parte, desgastes, conductos de lubricación.					☐
	Evaluar	OK	F/S	T/E	Observaciones	
	Carrier					
	Planetarios					
	Solar					
	Ring Gear					
	Ejes					
06	Housing clutch # 6 ☐ OK ☐ T/EXT ☐ F/S Evaluar desgaste en la cara de reacción, Øs internos (zona de sellado del pistón), alojamientos de pines. Pines de reacción: Horas, # de parte, desgaste Observaciones:					☐

07	Embrague # 6 Evaluar desgastes en los discos y platos (alojamiento de pin, caras de reacción, desgaste). Pistón: Evaluar desgastes en la cara de reacción, alojamiento de pines.					☐
	Evaluar	OK	F/S	T/EXT	Observaciones	
	Discos					
	Platos					
	Piston					
ITEM	EVALUACION					✓
05	Planetario # 7 Carrier: Evaluar desgastes en estrías externas, conductos de lubricación, alojamientos roscados, asientos de washer thrust. Engranajes: Descartar rajaduras, Evaluar desgastes en los dientes, Ø interno, #s de parte, mejora aplicada. Ejes: Horas, #s de parte, desgastes, conductos de lubricación.					☐
	Evaluar	OK	F/S	T/E	Observaciones	
	Carrier					
	Planetarios					
	Solar					
	Ring Gear					
	Ejes					
06	Housing clutch # 7 ☐ OK ☐ T/EXT ☐ F/S Evaluar desgaste en la cara de reacción, Øs internos (zona de sellado del pistón), alojamientos de pines. Pines de reacción: Horas, # de parte, desgaste Observaciones:					☐

07	Embrague # 7				☐	
	Evaluar desgastes en los discos y platos (alojamiento de pin, caras de reacción, desgaste).					
	Pistón: Evaluar desgastes en la cara de reacción, alojamiento de pines.					
	Evaluar	O K	F/S	T/EXT		Observaciones
	Discos					
	Platos					
	Piston					

OBSERVACIONES:

FALTANTES:

CODIGO
SUPERVISOR

TECNICO

INICIO – Fecha
Hora

TERMINO –
Fecha
Hora

ANEXO 08: FORMATO DE SOLICITUD DE SERVICIO

san martín <small>Con la sólida experiencia de ICA</small>	SOLICITUD DE SERVICIO		038-EQO-FOR-001	
			Versión:	2
			Fecha:	26/03/2015
			Orden de Trabajo TC	
			Fecha de S/S	
			N° Solicitud de Servicio	
1.- DATOS GENERALES				
OBRA				
RESPONSABLE			JACK OBLITAS - SAN JUAN	
2.- DATOS DE LA MAQUINA				
N° Interno Equipo				
Descripción Del Equipo			Serie	Horas Operación
ZARANDA 683			POR CONFIRMAR	POR CONFIRMAR
2A.- PRIORIDAD DE SOLICITUD				
Emergencia de 1 a 3 días				
2B.- DESCRPCIÓN ACTIVIDAD				
EQUIPO-Inspeccion total				
3.- SERVICIO SOLICITADO				
☐ REPARACION ☐ GARANTIA ☐ FUERA DE SERVICIO ☐ PRESTAMO				
☐ DEVOLUCION AL PROVEEDOR ☐ FABRICACION ☐ REENCAUCHE ☒ OTROS				
3A.- FASE				
☐ MATERIAL DE DESGASTE ☐ NEUMATICOS ☒ MANTENIMIENTO MECANICO				
☐ CARRILERIA ☐ REPARACION MAYOR ☐ LUBRICACIÓN				
3B.-TIPO MANTENIMIENTO				
☐ CORRECTIVO ☒ PREVENTIVO				
4.- ESTADO DE MAQUINA				
☒ MAQUINA OPERATIVA ☐ MAQUINA CON FALLA ☐ MAQUINA PARADA ☐ MAQUINA STAND BY				
5.- DOCUMENTOS ADJUNTOS				
☐ Fotografías ☒ Informe predictivo (estado del equipo) ☐ Matriz de cambios (transmisión) ☐ Analisis de aceite				
☐ Informe de campo ☐ Informe de transferencia ☐ AT2 ☐ File de equipo ☐ Informe de baja				
<div><div></div><div></div></div>				
6.- COMPONENTE ENVIADO				
Descripción			Horas	
Número de Parte/Serie			Codigo de Componente	
N° de Reparación			Fecha Ultima Reparación	
☐ OPERATIVO ☐ INOPERATIVO				
7.- ANTECEDENTES DE LA FALLA				
Falla				
Causa				
Observaciones adicionales				

ANEXO 09. PROCEDIMIENTO DE ATS SEMANAL

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO SEMANAL

ÍNDICE

1.0	OBJETIVO	¡Error! Marcador no definido.
2.0	ALCANCE	161
3.0	REFERENCIAS	161
4.0	DEFINICIONES	161
5.0	RESPONSABILIDADES	161
6.0	LINEAMIENTO GENERAL	164
7.0	DESARROLLO	166
8.0	REGISTROS	¡Error! Marcador no definido.

1. OBJETIVO

Establecer una metodología para desarrollar un Análisis de Trabajo Seguro (ATS) de manera semanal con una lista de verificaciones, que permita identificar los peligros,

evaluar riesgos y determinar controles asociados a las tareas de los procesos de reparación de componentes de tren de fuerza en el taller de reparaciones de SMCG.

2. ALCANCE

Es aplicable a todas las tareas rutinarias dentro del taller de reparaciones.

3. REFERENCIAS

- D.S. 055-2010-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- Ley N° 29783 – ley de seguridad y salud en el trabajo.
- D.S 005-2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud y Trabajo

4. DEFINICIONES

- **ACTO SUBESTANDAR:** Es toda acción o práctica incorrecta ejecutada por el trabajador que se encuentra fuera de los estándares (PETS, Manuales, Normas legales o reglamentarias, entre otros) y que causa o contribuye a la ocurrencia de un accidente.
- **CONDICIÓN SUBESTANDAR:** Toda condición o situación física peligrosa que puede estar presente en el entorno del trabajo, en los materiales o en los equipos y que se encuentra fuera de los estándares (PETS, Manuales, Normas legales o reglamentarias, entre otros) y que puede causar o contribuir a un accidente.
- **ATS:** Análisis del Trabajo Seguro. Es una herramienta de gestión para identificar los peligros, evaluar los riesgos e implementar las medidas de control necesarios, debe ser realizado antes del inicio de todo proceso de producción y servicios, contempla un detalle general de las actividades a ejecutar y que evalúa el análisis de riesgos de seguridad y salud ocupacional. Debe estar acompañado por el Permiso de Trabajo respectivo, cuando se trate de actividades críticas. (Anexo N° 15)
- **EPP:** Equipo de Protección Personal.
- **EVALUACIÓN DE RIESGOS:** consiste en asignar niveles de frecuencia de ocurrencia y severidad potencial de daño (A las personas, a las instalaciones o al ambiente).
- **IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS:** Proceso de reconocimiento de una situación de peligro existente y definición de sus características.
- **PELIGRO:** Fuente, situación o acto con el potencial de daño en términos de lesiones o enfermedades o la combinación de ellos
- **PETS:** Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro, documento que contiene la descripción específica de la forma cómo llevar a cabo o desarrollar una tarea de manera correcta desde

el comienzo hasta el final, dividida en un conjunto de pasos consecutivos o sistemáticos resuelve la pregunta ¿Cómo hacer el trabajo/tarea de manera correcta?.

- **RIESGO:** Es la combinación de probabilidad y severidad reflejados en la posibilidad de que un peligro cause pérdida o daño a las personas, a los equipos, a los procesos y/o al ambiente de trabajo.

5. RESPONSABILIDADES

JEFE DE EQUIPOS DEL CRDC

- Asegurar que no se trabajará en condiciones de riesgo no aceptable.
- Asegurar los recursos para implantar los controles.

SUPERVISOR DE REPARACIONES

- Promover la participación del personal en la gestión del ATS
- Participar activamente en la revisión, auditorias y mejoras del ATS.
- Garantizar que no se trabajará en la zona de riesgos no tolerables.
- Aplicar este procedimiento en todos los trabajos programados.
- Verificar que los controles sean aplicados.
- Asegurar que la calidad, efectividad y continuidad de los controles sea óptima.

SUPERVISOR DE SEGURIDAD

- Garantizar que todo participante en la gestión del ATS reciban entrenamiento adecuado.
- Asegurar la aplicación homogénea de este procedimiento en todo CRDC.
- Promover la revisión anual de la estructura del sistema de gestión de riesgos.

6. LINEAMIENTO GENERAL

El ATS establecido en el presente procedimiento reúne lo solicitado por el Análisis de Trabajo Seguro Semanal (ATS) y el Formato IPERC Continuo, señalados en los Anexos 15 C y 19 respectivamente del DS 055-2010-EM.

El ATS Semanal establecido solo tendrá una duración de 7 días como máximo durante un turno de trabajo, si se extendiera al turno noche se aplicaría en paralelo el 038-OPO-PETS-031 Trabajos nocturnos.

Será obligatoria la firma del Jefe de Equipos para autorizar el Formato de ATS semanal.

El ATS se invalida si cambian las siguientes condiciones:

- Turno de trabajo.
- Ambiente de trabajo.
- El tipo de equipo o herramienta.
- Incidente.

El Permiso de Trabajo de Alto Riesgo PETAR debe acompañar al ATS siempre que sea una actividad crítica.

El ATS establecido solo aplicara para trabajos rutinarios que tengan un PETS aprobado. Los documentos como Pre-usos de equipos o herramientas que se generen por la tarea rutinaria se realizaran a diario por el personal ejecutor.

Se contara con una Lista de Verificación, la cual tendrá que ser firmada a diario por el personal ejecutor. La cual será verificada a diario por el Ingeniero/Supervisor de Seguridad.

7. DESARROLLO

- Realizar el ATS (Anexo 1) en campo con participación del personal involucrado a la tarea para actividades rutinarias
- Completar en los campos del formato ATS Semanal de forma obligatoria con todos los involucrados
- Hacer firmar al personal que va a realizar la tarea.
- Describir la tarea a realizar en pasos sucesivos iniciando con un verbo que denote acción. (No excederse en la división ni omitir pasos significativos desde el enfoque del riesgo del trabajo)

- Identificar todos los peligros por cada paso de la tarea, usando como referencia la Lista no limitativa de peligros y riesgos en las actividades con código 038-SSA-DOC-076 de la tarea a realizar. Cada paso podrá tener uno o más peligros.
- Identificar los Posibles Eventos (riesgos) de cada peligro. Cada peligro puede tener uno o más posibles eventos no deseados.
- Determinar la acción preventiva o control del riesgo para eliminar el peligro o minimizar el riesgo, a fin de llevarlo a niveles de riesgo tolerable o poco significativo, de acuerdo a la siguiente priorización: Eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos y uso de epp's.
- Asegurar que el personal que participó en la confección del ATS coloque su nombre, apellidos y firma.
- Retener los registros físicos del ATS para su almacenamiento
- Verificar in situ el cumplimiento del presente procedimiento.
- Paralizar la tarea en caso se evidencie el incumplimiento del presente procedimiento.

8. REGISTROS

- Permiso Escrito de Trabajo de Alto Riesgo (PETAR) Código: SSA-FOR-005
- Procedimiento Escrito de Trabajo (PETS)
- Análisis de trabajo seguro Semanal

ANÁLISIS TRABAJO SEGURO SEMANAL - ATS				Desde Hasta: Valido 7 Días
Área		Turno		Fecha de inicio		Fecha final			
Taller de Reparaciones		Día							
Necesario PETAR:		☒	SI	☐	NO	Actividad no rutinaria	☐	Actividad rutinaria	☒
Descripción de la actividad:		Desarmado y armado de componentes						Lugar: CRC	
EPP'S BASICO		EPP'S ADICIONALES		Equipos y Herramientas:					
				1.- Herramientas Manuales				3.-	5.-
				2.-				4.-	6.-
Responsable: Supervisor de Taller		Cargo		Área		Firma			
1									
Responsable: Ingeniero de Seguridad		Cargo		Área		Firma			
1									
Personal Ejecutor		Cargo		Área		Firma			
1									
Item	Paso a paso de la actividad	Peligro/Aspecto	Riesgo/Impacto	Medidas de control					
1	Inspección de área de trabajo	Objetos en el suelo	Caidas en el mismo nivel	*Orden y limpieza *Uso de EPP'S					
		Líquidos en el suelo	Caidas en el mismo nivel						
2	Inspección de herramientas y equipos	Herramientas en mal estado	Cortes, golpes	*Retirar objetos o materiales ajenos a la actividad *Uso de EPP'S *Inspección de guardas de Protección y Dispositivos de Seguridad					
		Objetos en el suelo	Caidas en el mismo nivel						
		Líquidos en el suelo	Caidas en el mismo nivel						
		Herramientas manuales	Cortes, golpes						
3	Lavado, desarmado, evaluación y armado	Líquidos en el suelo	Caidas a nivel del piso	*Orden y limpieza *Uso de Respirador con filtro para gases y polvo *Inspección de Herramientas Mecánicas Manuales y No Manuales *Inspección de Guardas de Protección y Dispositivos de Seguridad *Uso de doble protección auditiva *Uso de bloqueador solar *Inspección de elementos de izaje *Procedimiento escrito de componentes de tren de fuerza					
		Líquidos presurizados	Salpicadura a presión						
		Objetos en el suelo	Caidas en el mismo nivel						
		Radiación UV	Exposición a radiación UV						
		Ruidos debido a trabajos con herramientas	Exposición a niveles superiores al límite permitido						
4	Traslado de residuos solidos	Objetos en el suelo	Caidas en el mismo nivel	*Orden y limpieza *Señalización y código de colores *Uso de EPP'S					
		Líquidos en el suelo	Caidas en el mismo nivel						
		Derrame de materiales y químicos peligrosos	Contacto con materiales peligrosos						

LISTA DE VERIFICACION DE ATS
Descripción de la actividad:		REPARACIÓN DE COMPONENTES DE TREN DE FUERZA							
Verificación de controles		Día	1	2	3	4	5	6	7
		Turno	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día
1	Inspección de objetos o materiales ajenos a la actividad								
2	Inspección de uso de EPP'S								
3	Inspección de elementos de izaje								
4	Inspección de Guardas de Protección y Dispositivos de Seguridad								
5	Inspección de herramientas manuales								
6	Inspección de área de trabajo								
7	Conoce del procedimiento de reparación de componentes								
8	Conoce los procedimientos escritos de componentes de tren de fuerza								
9	Uso de formatos de check list de armado y desarmado								
10	Uso de formatos de control de calidad								
Evaluar los ítems de verificación como: NC - No Conforme C - Conforme NA - No aplicable									
Caso algún ítem sea evaluado como NC, la actividad no podrá ser ejecutada hasta que sean tomadas acciones correctivas para este ítem.									
SUPERVISORES RESPONSABLES		Día	1	2	3	4	5	6	7
1									
EJECUTORES		Día	1	2	3	4	5	6	7
1									
2									
3									
4

ANEXO 10. TARJETA DE IDENTIFICACIÓN

TARJETA DE IDENTIFICACIÓN	
Fecha	_____
Area de Trabajo	_____
Orden de Trabajo	_____
Obra	_____
Numero de Caja	_____
Descripcion	_____ _____ _____ _____ _____

ANEXO 11: FORMATO DE INVENTARIO DE HERRAMIENTAS POR TÉCNICO

CAJA DE HERRAMIENTA - MAX REYES				
ITM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MARCA	OBSERVACIONES
1	1	Llave mixta 7	SNAPON	
2	2	Llave mixta 8	SNAPON	
3	2	Llave mixta 9	SNAPON	
4	3	Llave mixta 10	SNAPON	
5	4	Llave mixta 11	SNAPON	
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20

ANEXO 12: PLANOS DE FABRICACIÓN DE CANASTILLAS

ANEXO 13. KIT DE REPUESTOS PARA REPARACIÓN

LISTADO DE KIT DE REPARACIÓN									
Componente		Transmisión		Marca		Caterpillar		Tecnico	
N° de Parte		441-7010		Familia		777F			
Verificar OK FS									
ITM	Tipo Pedido	No. de pieza	Cant	Verificar	Tipo	Nombre de la pieza	No. de grupo	Nombre de la grupo	
1	Programado	441-7010	1		CAT	TRANSMISSION OVERHAUL	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
2	Programado	104-6730	1		CAT	GASKET	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
3	Programado	117-1385	2		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
4	Programado	153-1157	1		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
5	Programado	1H-5728	1		CAT	SEAL-O RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
6	Programado	1H-6227	1		CAT	SEAL-O RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
7	Programado	214-7568	1		CAT	SEAL-O-RING-STOR	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
8	Programado	238-5080	1		CAT	SEAL-O-RING-STOR	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
9	Programado	2D-8364	1		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
10	Programado	2H-3927	2		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
11	Programado	2H-6184	1		CAT	SEAL-O RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
12	Programado	2K-4472	1		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
13	Programado	2S-4663	1		CAT	SEAL-O RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
14	Programado	361-7171	1		CAT	SEAL-LIP TYPE	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
15	Programado	361-7172	1		CAT	SEAL-WEAR SLEEVE	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
16	Programado	3D-2824	1		CAT	SEAL-O-RING-STOR	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
17	Programado	3D-8241	1		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
18	Programado	3J-1907	2		CAT	SEAL-O-RING-STOR	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
19	Programado	3K-0360	2		CAT	SEAL-O-RING-STOR	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
20	Programado	3P-2793	2		CAT	SEAL-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
21	Programado	3P-2794	1		CAT	SEAL-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
22	Programado	3T-2508	4		CAT	RING-SEAL	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
23	Programado	3T-2509	2		CAT	RING-SEAL	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
24	Programado	4J-5477	2		CAT	SEAL-O-RING-ORFS	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
25	Programado	4S-5816	2		CAT	RING-SEAL	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
26	Programado	5F-9657	1		CAT	SEAL-O RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
27	Programado	5H-2824	1		CAT	SEAL-O RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
28	Programado	5P-1979	1		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
29	Programado	6J-2419	1		CAT	SEAL-O RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
30	Programado	6T-5613	1		CAT	SPACER	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
31	Programado	6V-0852	10		CAT	CAP-DUST	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
32	Programado	6V-5266	1		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
33	Programado	6Y-5793	2		CAT	RING-SEAL	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
34	Programado	7G-4817	1		CAT	RING-SEAL	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
35	Programado	7G-6373	1		CAT	GASKET	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
36	Programado	7M-8485	1		CAT	SEAL-O-RING-STOR	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
37	Programado	8E-3838	2		CAT	RING-SEAL	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
38	Programado	8F-9960	1		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
39	Programado	8M-4438	2		CAT	SEAL-O RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
40	Programado	8M-5253	1		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
41	Programado	8M-5254	4		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
42	Programado	8P-2019	1		CAT	RING-SEAL	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
43	Programado	8P-2022	1		CAT	RING-SEAL	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
44	Programado	9G-9126	2		CAT	RING-SEAL	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
45	Programado	9M-9647	1		CAT	SEAL-O-RING	441-7010	TRANSMISSION OVERHAUL	
46	Adicionales								
47	Adicionales								
48	Adicionales								
49	Adicionales								
50	Adicionales								
51	Adicionales								
52	Adicionales								
53	Adicionales								
54	Adicionales								
55	Adicionales								
56	Adicionales								
57	Adicionales								
58	Adicionales								
59	Adicionales								
60	Adicionales

LISTADO DE KIT DE REPARACIÓN									
Componente		Mando Final		Marca		Caterpillar		Tecnico	
N° de Parte		481-4601		Familia		777F			
Verificar OK FS									
ITM	Tipo Pedido	No. de pieza	Cant	Verificar	Tipo	Nombre de la pieza	No. de grupo	Nombre de la grupo	
1	Programado	120-0295	1		CAT	CUP-ROLLER BRG	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
2	Programado	123-7268	1		CAT	SEAL-RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
3	Programado	123-7271	2		CAT	SEAL-RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
4	Programado	124-3520	1		CAT	SEAL-RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
5	Programado	129-3719	1		CAT	SEAL-O-RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
6	Programado	212-5024	1		CAT	CONE-SPL TAPERED	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
7	Programado	229-7377	1		CAT	BEARING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
8	Programado	266-4594	1		CAT	RING-SEAL	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
9	Programado	2M-9780	4		CAT	SEAL-O-RING-STOR	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
10	Programado	314-4128	1		CAT	SEAL GP-DUO CONE	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
11	Programado	337-1943	2		CAT	SEAL-RECTANGULAR	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
12	Programado	359-0854	1		CAT	SEAL-O-RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
13	Programado	365-4920	1		CAT	SEAL-GP DUO CONE	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
14	Programado	3D-3295	1		CAT	SEAL-O-RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
15	Programado	3H-3385	1		CAT	SEAL-O RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
16	Programado	3K-0360	1		CAT	SEAL-O-RING-STOR	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
17	Programado	5F-1678	1		CAT	SEAL-O-RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
18	Programado	5P-1948	1		CAT	CONE-SPL TAPERED	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
19	Programado	5P-1949	1		CAT	CUP-RLR BEARING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
20	Programado	5P-4342	1		CAT	SEAL-O-RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
21	Programado	6F-6672	1		CAT	SEAL-O RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
22	Programado	6M-9155	4		CAT	PIN	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
23	Programado	6V-0852	1		CAT	CAP-DUST	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
24	Programado	7D-3013	2		CAT	DAMPER AS	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
25	Programado	7Y-0640	1		CAT	SEAL-O-RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
26	Programado	8E-7945	6		CAT	BEARING-INNER	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
27	Programado	8X-7931	9		CAT	SPACER	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
28	Programado	9D-7986	1		CAT	SEAL	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
29	Programado	9D-7987	1		CAT	SEAL	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
30	Programado	9D-7988	1		CAT	SEAL	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
31	Programado	9D-9121	4		CAT	SPRING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
32	Programado	9W-7017	15		CAT	DISC-FRICTION	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
33	Programado	9X-7550	1		CAT	SEAL-O RING	481-4601	WHEELFINAL DRIVEBRAKE	
34	Adicionales								
35	Adicionales								
36	Adicionales								
37	Adicionales								
38	Adicionales								
39	Adicionales								
40	Adicionales								
41	Adicionales								
42	Adicionales								
43	Adicionales								
44	Adicionales								
45	Adicionales								
46	Adicionales								
47	Adicionales								
48	Adicionales								
49	Adicionales								
50	Adicionales

LISTADO DE KIT DE REPARACIÓN									
Componente		Diferencial	Marca		Caterpillar		Tecnico		
N° de Parte		156-0140	Familia		777F				
					Verificar	OK FS			
ITM	Tipo Pedido	No. de pieza	Cant	Verificar	Tipo	Nombre de la pieza	No. de grupo	Nombre de la grupo	
1	Programado	1B-6577	1		CAT	CONE-SPL TAPERED	156-0140	DIFF AND GEAR	
2	Programado	1M-6573	1		CAT	CUP-ROLLER BRG	156-0140	DIFF AND GEAR	
3	Programado	2D-6506	1		CAT	SEAL-O-RING	156-0140	DIFF AND GEAR	
4	Programado	2D-8364	1		CAT	SEAL-O-RING	156-0140	DIFF AND GEAR	
5	Programado	2D-9457	1		CAT	CONE-SPL TAPERED	156-0140	DIFF AND GEAR	
6	Programado	2H-3932	1		CAT	SEAL-O RING	156-0140	DIFF AND GEAR	
7	Programado	2J-2152	1		CAT	CUP-ROLLER BRG	156-0140	DIFF AND GEAR	
8	Programado	3D-6509	8		CAT	DOWEL	156-0140	DIFF AND GEAR	
9	Programado	3D-8513	2		CAT	WASHER-THRUST	156-0140	DIFF AND GEAR	
10	Programado	464-9063	1		CAT	KIT-DT BRG-CLA	156-0140	DIFF AND GEAR	
11	Programado	4D-7534	4		CAT	BEARING AS-RLR	156-0140	DIFF AND GEAR	
12	Programado	4D-7536	4		CAT	LOCK-NUT	156-0140	DIFF AND GEAR	
13	Programado	4F-2041	1		CAT	CUP-ROLLER BRG	156-0140	DIFF AND GEAR	
14	Programado	5D-7449	1		CAT	CUP-SPL TAPERED	156-0140	DIFF AND GEAR	
15	Programado	5D-7453	1		CAT	CONE-SPL TAPERED	156-0140	DIFF AND GEAR	
16	Programado	7S-8554	1		CAT	SEAL-O RING	156-0140	DIFF AND GEAR	
17	Programado	9M-2744	1		CAT	CONE-SPL TAPERED	156-0140	DIFF AND GEAR	
18	Programado	9X-7395	1		CAT	SEAL ASSEMBLY	156-0140	DIFF AND GEAR	
19	Adicional								
20	Adicional								
21	Adicional								
22	Adicional								
23	Adicional								
24	Adicional								
25	Adicional								
26	Adicional								
27	Adicional								
28	Adicional								
29	Adicional								
30	Adicional								

LISTADO DE KIT DE REPARACIÓN									
Componente		Diferencial	Marca		Caterpillar		Tecnico		
N° de Parte		156-0140	Familia		777F				
					Verificar	OK FS			
ITM	Tipo Pedido	No. de pieza	Cant	Verificar	Tipo	Nombre de la pieza	No. de grupo	Nombre de la grupo	
1	Programado	243-3625	1		CAT	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
2	Programado	123-2939	1		CAT	SEAL-RING	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
3	Programado	123-2940	1		CAT	SEAL-RING	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
4	Programado	2J-1826	1		CAT	SEAL-O RING	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
5	Programado	337-1943	2		CAT	SEAL-RECTANGULAR	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
6	Programado	6G-4361	1		CAT	SHIM	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
7	Programado	8E-2183	12		CAT	DISC-FRICTION	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
8	Programado	8X-4435	1		CAT	DAMPER AS	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
9	Programado	9X-7288	1		CAT	RING-SEAL	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
10	Programado	9X-7290	1		CAT	RING-SEAL	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
11	Programado	9X-7550	2		CAT	SEAL-O RING	243-3625	FRONT WHEEL AND WET BRAKE	
12	Adicionales								
13	Adicionales								
14	Adicionales								
15	Adicionales								
16	Adicionales								
17	Adicionales								
18	Adicionales								
19	Adicionales								
20	Adicionales

LISTADO DE KIT DE REPARACIÓN									
Componente		Convertidor		Marca		Caterpillar		Tecnico	
N° de Parte		347-9020		Familia		777F			
Verificar						OK FS			
ITM	Tipo Pedido	No. de pieza	Cant	Verificar	Tipo	Nombre de la pieza	No. de grupo	Nombre de la grupo	
1	Programado	347-9020	1		CAT	TORQUE CONVERTER	347-9020	TORQUE CONVERTER	
2	Programado	113-5945	2		CAT	RING-SEAL	347-9020	TORQUE CONVERTER	
3	Programado	128-1663	1		CAT	RING-SEAL	347-9020	TORQUE CONVERTER	
4	Programado	223-9743	1		CAT	SEAL-LIP TYPE	347-9020	TORQUE CONVERTER	
5	Programado	2A-3398	1		CAT	GASKET	347-9020	TORQUE CONVERTER	
6	Programado	2D-6533	1		CAT	SEAL-O RING	347-9020	TORQUE CONVERTER	
7	Programado	3K-0360	2		CAT	SEAL-O-RING-STOR	347-9020	TORQUE CONVERTER	
8	Programado	3S-1284	1		CAT	RING-SEAL	347-9020	TORQUE CONVERTER	
9	Programado	3T-6246	3		CAT	RING-SEAL	347-9020	TORQUE CONVERTER	
10	Programado	5D-4311	1		CAT	SEAL-O RING	347-9020	TORQUE CONVERTER	
11	Programado	5H-2824	1		CAT	SEAL-O RING	347-9020	TORQUE CONVERTER	
12	Programado	5P-8118	3		CAT	SEAL-O-RING	347-9020	TORQUE CONVERTER	
13	Programado	6V-2406	1		CAT	SEAL-O RING	347-9020	TORQUE CONVERTER	
14	Programado	8M-4988	1		CAT	SEAL-O RING	347-9020	TORQUE CONVERTER	
15	Programado	8S-3373	1		CAT	RING-SEAL	347-9020	TORQUE CONVERTER	
16	Programado	9H-6832	1		CAT	SEAL-O RING	347-9020	TORQUE CONVERTER	
17	Programado	9S-2760	1		CAT	GASKET-SUPPORT	347-9020	TORQUE CONVERTER	
18	Adicionales								
19	Adicionales								
20	Adicionales								
21	Adicionales								
22	Adicionales								
23	Adicionales								
24	Adicionales								
25	Adicionales								
26	Adicionales								
27	Adicionales								
28	Adicionales								
29	Adicionales								
30	Adicionales								

ANEXO 14. ECUACIONES PARA LOS PROCESOS MÁS IMPORTANTES

TIEMPO DE DESARMADO

TIEMPO DE LAVADO

TIEMPO DE ARMADO

TIEMPO DE PRUEBAS Y AJUSTE

ANEXO 15 - PROMODEL

TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN ESCENARIO ACTUAL

Output Viewer - [Proyecto_de_Tesis_Escenario_Actual]

Filter: Escenarios: Base

Replica: < All >

Elementos: ☒ V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN ☒ V BUSQUEDA INFORMACIÓN ☒ V ELABORACIÓN DE ATS ☒ V RECOJO DE REPUESTOS ☒ V TOTAL OT ☒ V OT SISTEMA ☒ V DESARMADO ☒ V LAVADO DE COMPONENTES ☒ V ELABORACIÓN PRESUPUESTO ☒ V ARMADO ☒ V PRUEBAS FINALES

Columnas: Estadísticas

Opciones:

Réplica	Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Hr)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
1	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	154.10	0.00	9,246.00	9,246.00	0.00
2	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	185.60	0.00	11,136.00	11,136.00	0.00
3	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	177.20	0.00	10,632.00	10,632.00	0.00
4	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	186.50	0.00	11,190.00	11,190.00	0.00
5	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	158.70	0.00	9,522.00	9,522.00	0.00
6	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	200.40	0.00	12,024.00	12,024.00	0.00
7	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	127.10	0.00	7,626.00	7,626.00	0.00
8	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	112.10	0.00	6,726.00	6,726.00	0.00
9	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	170.50	0.00	10,230.00	10,230.00	0.00
10	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	140.70	0.00	8,442.00	8,442.00	0.00
11	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	140.40	0.00	8,424.00	8,424.00	0.00
12	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	183.60	0.00	11,016.00	11,016.00	0.00
13	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	185.10	0.00	11,106.00	11,106.00	0.00
14	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	105.00	0.00	6,300.00	6,300.00	0.00
15	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	156.80	0.00	9,408.00	9,408.00	0.00
16	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	104.30	0.00	6,258.00	6,258.00	0.00
17	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	161.70	0.00	9,702.00	9,702.00	0.00
18	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	107.30	0.00	6,438.00	6,438.00	0.00
19	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	175.70	0.00	10,542.00	10,542.00	0.00
20	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	133.90	0.00	8,034.00	8,034.00	0.00

TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN ESCENARIO PROPUESTO

Output Viewer - [Proyecto_de_Tesis_Escenario_Propuesto]

Filter: Escenarios: Base

Replica: < All >

Elementos: ☒ V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN ☒ V BUSQUEDA INFORMACIÓN ☒ V ELABORACIÓN DE ATS ☒ V RECOJO DE REPUESTOS ☒ V TOTAL OT ☒ V OT SISTEMA ☒ V DESARMADO ☒ V LAVADO DE COMPONENTES ☒ V ELABORACIÓN PRESUPUESTO ☒ V ARMADO ☒ V PRUEBAS FINALES

Columnas: Estadísticas

Opciones:

Réplica	Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Hr)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
1	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	137.30	0.00	8,238.00	8,238.00	0.00
2	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	168.80	0.00	10,128.00	10,128.00	0.00
3	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	160.40	0.00	9,624.00	9,624.00	0.00
4	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	169.70	0.00	10,182.00	10,182.00	0.00
5	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	141.90	0.00	8,514.00	8,514.00	0.00
6	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	183.60	0.00	11,016.00	11,016.00	0.00
7	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	110.30	0.00	6,618.00	6,618.00	0.00
8	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	95.30	0.00	5,718.00	5,718.00	0.00
9	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	153.70	0.00	9,222.00	9,222.00	0.00
10	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	123.90	0.00	7,434.00	7,434.00	0.00
11	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	123.60	0.00	7,416.00	7,416.00	0.00
12	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	166.80	0.00	10,008.00	10,008.00	0.00
13	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	168.30	0.00	10,098.00	10,098.00	0.00
14	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	88.20	0.00	5,292.00	5,292.00	0.00
15	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	140.00	0.00	8,400.00	8,400.00	0.00
16	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	87.50	0.00	5,250.00	5,250.00	0.00
17	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	144.90	0.00	8,694.00	8,694.00	0.00
18	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	90.50	0.00	5,430.00	5,430.00	0.00
19	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	158.90	0.00	9,534.00	9,534.00	0.00
20	V TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	1.00	117.10	0.00	7,026.00	7,026.00	0.00

ANEXO 16 - GRÁFICOS DE SIMULACIÓN

UTILIZACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO

UTILIZACIÓN DE RECURSOS