



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

**Mantenimiento productivo total para mejorar la productividad
en la faja tubular de transporte de concentrados de minerales
Empresa Transportadora Callao S.A. - 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Vargas Gamboa, Jhony (ORCID: 0000-0001-5457-9204)

ASESOR:

Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo (ORCID: 0000-0001-7188-1190)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Esta tesis se las dedico a mi familia por el apoyo en todos estos años y la comprensión y soporte para seguir adelante a pesar de las dificultades que nos trae la vida.

Agradecimiento

Agradecer primeramente a Dios. Por haberme dado la salud y trabajo porque sin ello no hubiera podido salir adelante. También agradecer a todas las personas que me apoyaron incondicionalmente en el ambiente académico y laboral. Porque sin ellos no hubiera sido posible esta tesis.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	26
III. METODOLOGÍA	44
3.1. Tipo y diseño de investigación	45
3.2. Variables y operacionalización	46
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	48
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	49
3.5. Procedimientos	50
3.6. Método de análisis de datos	91
3.7. Aspectos éticos.....	91
IV. RESULTADOS.....	92
V. DISCUSIÓN.....	109
VI. CONCLUSIONES.....	111
VII. RECOMENDACIONES.....	113
REFERENCIAS	115
ANEXOS	118

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de la participación porcentual de sector minero en las exportaciones del país	4
Tabla 2. Matriz de Correlación.....	18
Tabla 3. Tabla de frecuencias	19
Tabla 4. Tabla de Frecuencias acumuladas	20
Tabla 5. Matriz de alternativas de solución	23
Tabla 6. Matriz de Priorización	23
Tabla 7. Relación de los coeficientes de eficiencia global del equipo con las 6 pérdidas	37
Tabla 8. Validación de expertos	49
Tabla 9. Data Pre Test de la Eficiencia del mes de abril 2019	59
Tabla 10. Data Pre Test de la Eficacia del mes de abril 2019	60
Tabla 11. Data Pre Test de la Productividad del mes de abril 2019	61
Tabla 12. Data Pre Test del indicador tiempo medio de reparación del mes de abril 2019.....	62
Tabla 13. Data Pre Test del indicador tiempo medio entre fallas del mes de abril 2019.....	63
Tabla 14. Cronograma de ejecución de las fases del TPM en el área de mantenimiento para la faja tubular de transporte de concentrados de minerales, empresa transportadora callao, S.A – 2019.....	65
Tabla 15. Costo de la inversión de la ejecución del TPM	66
Tabla 16. Indicadores de la variable independiente que darán la Confiabilidad	67
Tabla 17. Descripciones del proceso de actividades de las fallas inesperadas	72
Tabla 18. Actividades a ejecutar en el mantenimiento del sistema de faja transportadora.....	83
Tabla 19. Medición de la dimensión de la eficiencia después.....	84
Tabla 20. Medición de la dimensión de la eficacia después.....	85
Tabla 21. Productividad después del aplicar el mantenimiento productivo	86
Tabla 22. Medición de la dimensión del tiempo medio de reparación después.....	89
Tabla 23. Medición de la dimensión del Tiempo medio entre fallas después	90
Tabla 24. Resumen del procesamiento de datos de la dimensión de eficiencia.....	93
Tabla 25. Análisis descriptivo de la dimensión de la eficiencia	93
Tabla 26. Resumen del procesamiento de datos de la dimensión de eficacia.....	95
Tabla 27. Análisis descriptivo de la eficacia	95
Tabla 28. Resumen de procesamiento de datos de productividad	96
Tabla 29. Análisis descriptivo de la variable dependiente productividad.....	97
Tabla 30. Resumen del procesamiento de datos de la dimensión de tiempo medio de reparación.....	98
Tabla 31. Análisis descriptivo de la dimensión del tiempo medio de reparación	99
Tabla 32. Resumen del procesamiento de datos de la dimensión del tiempo medio entre fallas	100
Tabla 33. Análisis descriptivo de la dimensión del tiempo medio entre fallas.....	101
Tabla 34. Prueba de normalidad de la productividad con Shapiro Wilk	102
Tabla 35. Comparación de Medias de la productividad antes y después con Wilcoxon	103
Tabla 36. Estadística de prueba Wilcoxon para Productividad	104
Tabla 37. Prueba de normalidad de la Eficiencia con Shapiro Wilk	104
Tabla 38. Comparación de medias de la eficiencia antes y después con Wilcoxon	105
Tabla 39. Estadística de prueba Wilcoxon para la Eficiencia.....	106
Tabla 40. Prueba de normalidad de la Eficacia con Shapiro Wilk	106
Tabla 41. Comparación de medias de la eficacia antes y después con Wilcoxon	107
Tabla 42. Estadística de prueba Wilcoxon para eficacia	108

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Contribución de la minería metálica a la economía del país – año 2016.....	3
Figura 2. Distribución (%) por Sector Minero y Otros Sectores, 1980-2015.....	4
Figura 3. Ciclo de la actividad minera metálica: inversión y producción	5
Figura 4. Precios promedios de los Metales.....	6
Figura 5. Descripción del antiguo proceso de embarque de minerales	7
Figura 6. Delimitación del proyecto.....	9
Figura 7. Propuesta de transporte de concentrados mediante faja transportadora.....	9
Figura 8. Faja tubular en área de carga	10
Figura 9. Faja tubular durante el transporte	10
Figura 10. Faja tubular en la Base Naval del Callao	11
Figura 11. Edificio de transferencia	11
Figura 12. Faja Tripper, Shiploader y Muelle de Minerales	12
Figura 13. Shiploader	12
Figura 14. Transporte de concentrados	13
Figura 15. Tramo de la faja transportadora	14
Figura 16. Caja de recepción de concentrados de minerales.....	14
Figura 17. Detalles de la problemática de la faja Tubular.....	15
Figura 18. Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto).....	17
Figura 19. Causas que afectan la productividad del sistema de transporte de concentrados de minerales	21
Figura 20. Diagrama de Estratificación.....	22
Figura 21. Mantenimiento Productivo Total	31
Figura 22. Efecto del TPM.....	33
Figura 23. Pilares del TPM	33
Figura 24. Clasificación de las seis grandes pérdidas	35
Figura 25. Implantación del TPM	43
Figura 26. Actuación de la variable independiente sobre la variable dependiente.....	48
Figura 27. Etapa Única del Terminal Embarque de Concentrados de Minerales en el TP Callao...	51
Figura 28. Estructura orgánica Transportadora Callao S.A.	53
Figura 29. Principio de Transportador Tubular - 1	54
Figura 30. Principio de Transportador Tubular - 2	55
Figura 31. Faja tubular	55
Figura 32. Shiploader	55
Figura 33. El Sistema SCADA.....	57
Figura 34. DOP de las actividades de mantenimiento vigente el sistema de transporte	58
Figura 35. Reunión para la información del TPM.....	68
Figura 36. Equipo a cargo de la promoción del TPM	69
Figura 37. Capacitación de la seguridad y de la importación de las fases del TPM	70
Figura 38. Flujograma de registro de fallas.....	71
Figura 39. Participación en temas de TPM	73
Figura 40. Fotos 1 de capacitación.....	74
Figura 41. Fotos 2 de capacitación.....	74
Figura 42. Formato de capacitación de Limpieza	76
Figura 43. Cable de motor desordenado y sucios antes – foto 1 y 2	76
Figura 44. Cable de motor ordenado y limpios después – foto 3	77

Figura 45. Mantenimiento de finales de carrera para regular contrapeso – antes foto 1 y 2.....	77
Figura 46. Mantenimiento de finales de carrera para regular contrapeso – Después 3 y 4.....	78
Figura 47. Formato de inspección de la faja transportadora de minerales	79
Figura 48. Formato de inspección de calibración de espesores	80
Figura 49. Check List de las actividades rutinarias de la Faja Transportadora	81
Figura 50. Inventario de la faja transportadora	82
Figura 51. Gráfico de líneas de la productividad después de aplicar el TPM.....	87
Figura 52. Promedio de eficiencia, eficacia y productividad después de ejecutar el mantenimiento productivo total	88
Figura 53. Gráfico de barras de la productividad después de aplicar el mantenimiento productivo total.....	88
Figura 54. Curva normal de la eficiencia antes	94
Figura 55. Curva normal de la eficiencia después.....	94
Figura 56. Curva normal de la eficacia antes	96
Figura 57. Curva normal de la eficacia después.....	96
Figura 58. Curva normal de la productividad antes	97
Figura 59. Curva normal de la productividad después	98
Figura 60. Curva normal del tiempo medio de reparación antes.....	99
Figura 61. Curva normal del tiempo medio de reparación después	100
Figura 62. Curva normal del tiempo medio entre fallas antes.....	101
Figura 63. Curva normal del tiempo medio entre fallas después	102

Resumen

La investigación tuvo como objetivo aplicar el Mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de minerales el cual la Empresa Transportadora Callao, S.A., tiene a cargo en concesión y es responsable de su operación. Sus actividades comprenden el transporte y embarque de los concentrados de minerales desde los depósitos ubicados en las zonas cercanas al Puerto en el Callao hasta las bodegas de las embarcaciones en el muelle 5 del Puerto.

En términos metodológicos la investigación, por su finalidad fue aplicada, por su nivel descriptiva y explicativa, de enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y por su temporalidad longitudinal. La población fue la cantidad de concentrados de minerales que son transportados y embarcados por el sistema y la muestra tomada comprendió el mineral embarcado en un periodo de 60 días. Como técnica la observación. Además, se recogió datos para su análisis llevándose un registro de las paradas e interrupción en el servicio del sistema de transporte.

El TPM mejoró la productividad del sistema en el orden del 10.10% para la productividad, la eficiencia se mejoró en un 6.39 % y la eficacia en un 3.65% .

Palabras claves: Mantenimiento productivo total, tiempo medio de reparación, tiempo medio entre fallas, eficiencia global del equipo

Abstract

The objective of the research was to apply total productive maintenance to improve productivity in the tubular belt for the transport of mineral concentrates, which Empresa Transportadora Callao, S.A., is in charge of the concession and is responsible for its operation. Its activities includes the transport and shipment of mineral concentrates from the warehouses located in the areas near the Port in El Callao to the loading dock No 5 of the Port.

In methodological terms, the research for its purpose was applied, of descriptive and explanatory level, quantitative approach, quasi-experimental design and for its temporality longitudinal. The population was the amount of mineral concentrates transported and shipped by the system and the sample taken included the mineral shipped in a period of 60 days. The observation was the technique and it was collected data for analysis; also it was kept the record of all stops and breaks of the transport system.

Keywords: Total productive maintenance, mean time to repair, mean time between failure, overall efficiency of the equipment

I. INTRODUCCIÓN

Los alcances del mantenimiento productivo total se desarrollaron en los Estados Unidos y fueron introducidos en el Japón en 1951. Para entonces, las empresas tenían como estándar el mantenimiento correctivo o la reparación de las averías; esto, no era más que reparar las mismas después de haberse producido estas.

Tal como refiere (Shirose, 1994, pág. 135), inicialmente, su aplicación se orientó a la industria automotriz; sin embargo; rápidamente, como lo señala (Suzuki, 1994, pág. 186), se convirtió, en parte de la cultura de las organizaciones que buscan la excelencia. Empresas como Toyota, Nissan y Mazda fueron los pioneros de su puesta en práctica.

En la actualidad, las organizaciones están abocadas a incrementar la productividad de sus procesos, y mejorar la performance de sus equipos. En esa medida, las empresas tienen en el mantenimiento productivo total (TPM) a la herramienta para lograr una mejor gestión del mantenimiento incrementando la productividad.

El TPM es más que un programa de mantenimiento y va más allá; pues requiere el involucramiento de todos los que son parte de la organización; desde los directivos a la totalidad de los colaboradores, donde cada uno asume el rol que le corresponde pues no solo implica el desarrollo de sistemas que buscan no solo mantener los recursos en buen estado (la operatividad de los equipos) sino que, además, brindar servicios con alta confiabilidad; con un solo objetivo: ofrecer el mejor servicio al cliente. Para ello, las áreas de mantenimiento y producción deben operar complementariamente.

En el país el TPM, es una práctica cotidiana de organizaciones como: Aceros Arequipa, Antamina, Alimentos y derivados S.A., Alisud Perú, Minera Barrick Misquichilca y otras.

Para estas organizaciones, el eje de las actividades de sus áreas de mantenimiento y producción es que apenas se detectan problemas en el funcionamiento de un equipo, se ponen en práctica todo lo necesario a fin de restaurar la operatividad de los equipos. Así, no solo se mantiene el ciclo productivo, sino que, se ve fortalecida la imagen de la organización.

Puede decirse pues que las operaciones productivas de la empresa están ligadas, de modo directo, a la disponibilidad del equipamiento y este, a su vez, está supeditado a la calidad del mantenimiento.

La minería es la principal actividad exportadora del Perú e importante para nuestra economía en exportaciones, volumen de inversiones y la generación de empleo. El gráfico tomado del informe Perú Sector minero del BVA RESEARCH en noviembre del 2017 resume lo que significa la minería para el país.

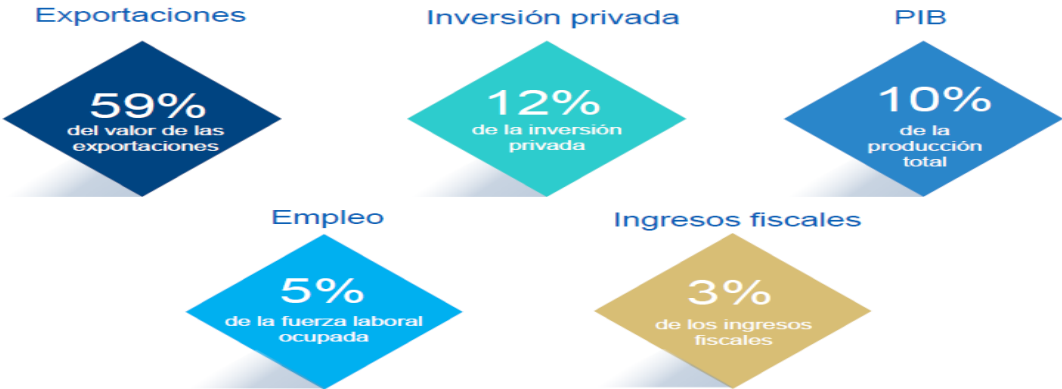


Figura 1. Contribución de la minería metálica a la economía del país – año 2016

Fuente: BVA Research - Noviembre 2017.

En el año 2015, la minería representó el 55% de nuestras exportaciones. La tabla No 1 y la figura No 2 muestran detalles de su impacto y el efecto multiplicador en la economía.

La dinámica de la actividad minera se refleja en el crecimiento del PBI que se reflejan directa e indirectamente en la economía. Somos el cuarto productor de plomo, el tercero de zinc y el quinto de cobre en el mundo. Para el 2015 estas exportaciones representaron el 55% de los ingresos del país.

Tabla 1. Distribución de la participación porcentual de sector minero en las exportaciones del país

Exportaciones	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Sector minería %	62%	58%	61%	61%	59%	58%	56%	52%	55%
Otros sectores %	38%	42%	39%	39%	41%	42%	44%	48%	45%

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Distribución (%) por Sector Minero y Otros Sectores, 1980-2015

Fuente: BBVA Research - Noviembre 2017

Respecto a las inversiones del sector, entre los años 2011 al 2014 se dio un ciclo importante en la inversión en grandes proyectos mineros como Las Bambas, Toquepala), Cerro Verde, Constancia y Toromocho los que totalizaron más de 21 mil millones de dólares. Los mismos han generado beneficios a la a economía del país al dinamizar la actividad en sectores de la construcción, la manufactura no primaria, y servicios absorbiendo mano de obra en la fase de producción.

Al entrar en producción, estos proyectos han comenzado a generar mayores ingresos para el país por el incremento en las exportaciones tradicionales de productos minerales. La interrogante que surge es ¿Cuándo se dará inicio a un nuevo ciclo?

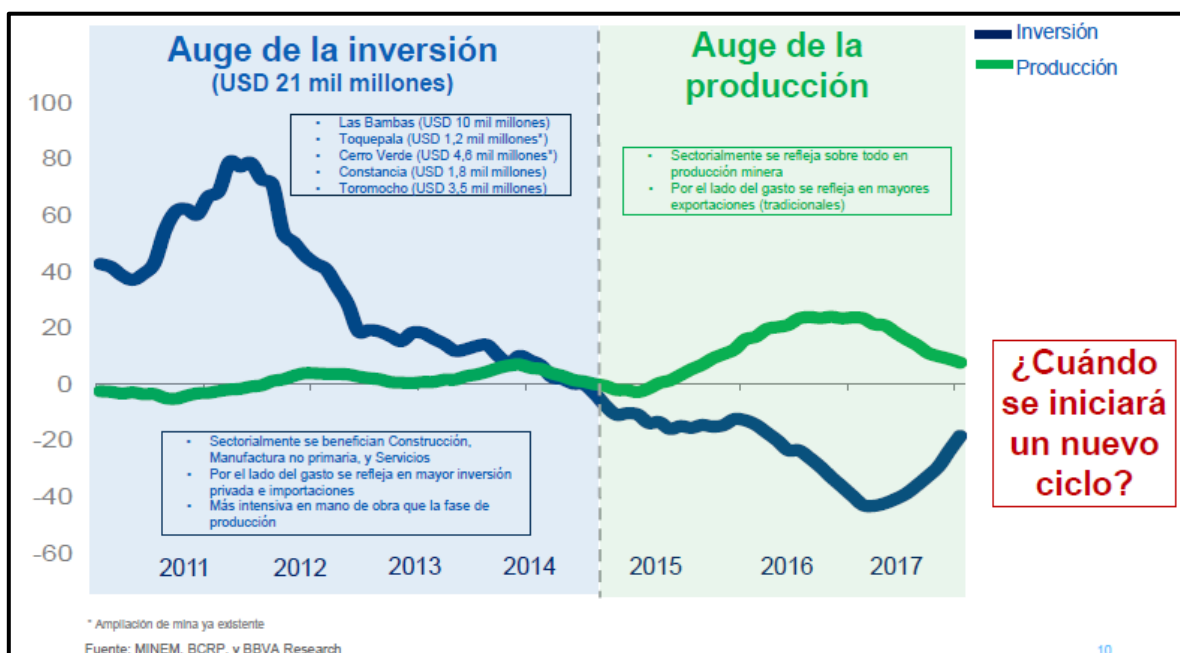


Figura 3. Ciclo de la actividad minera metálica: inversión y producción

Fuente: MNEM, BCRL y BBVA

Sin embargo, la principal preocupación del sector es como hacer frente a los conflictos sociales generados por los temores de la contaminación que genera la actividad minera.

Respecto al desenvolvimiento del sector y los precios internacionales, la revista Semana Económica, (No 38 año 2017, p. 4), señala que “los analistas consideran que el 2017, fue el de recuperación para la industria minera; y se estima que el 2018, será el de consolidación y crecimiento pues estiman que los precios internacionales se mantengan”.

Los estimados de los analistas sitúan el precio de metales como el cobre en US\$ 6,289/TM, el zinc en US\$ 3,009/TM, el oro en US\$ 1,268/oz y plata en US\$17.5/oz. De ser así, proyectos como Justa, Quellaveco, Pampa del Pongo, entre otros, se tornarían más interesantes para acometer su desarrollo.

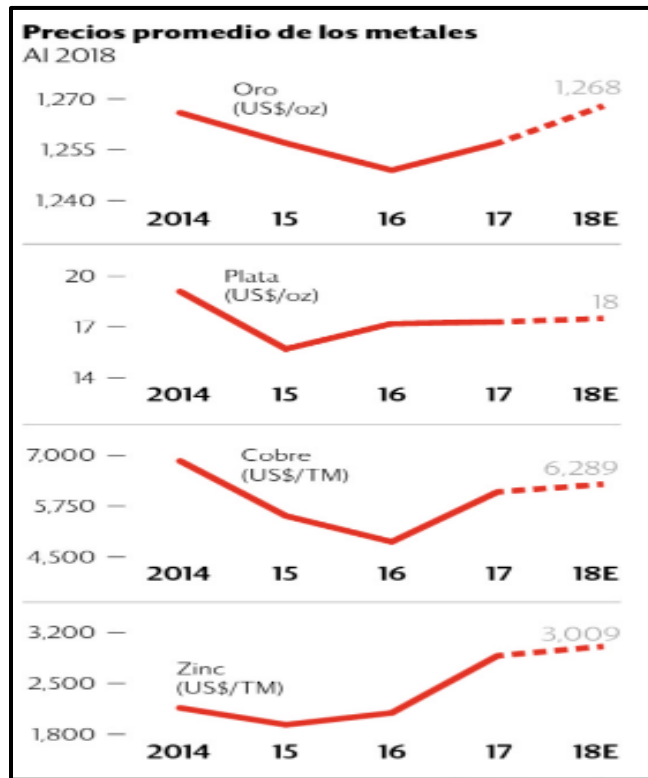


Figura 4. Precios promedios de los Metales

Fuente: Semana Económica

En el caso del zinc, China participa con un 37%, Australia tiene el 12% y el Perú tiene una participación del 11% equivalente a 1.421.524 toneladas finas. Estos países representan casi el 59% del mercado de producción mundial.

En el caso del país, la mayor parte de la producción es exportada desde el Terminal del Callao proveniente de los diferentes yacimientos mineros de la sierra central del país. Respecto al destino de nuestras exportaciones, China concentra el 35,5% del total de las ventas al exterior, Corea del Sur representa el 13,1%, España el 10,7%, Brasil el 8,9%, Japón el 7,6% y, en menor medida, Bélgica, Canadá, EEUU, Taiwán, Colombia entre otros,

El Terminal Portuario del Callao tiene el mayor movimiento de los embarques de concentrados minerales de cobre, zinc y plomo para exportación superando los 2 millones de toneladas métricas anuales. Los concentrados se transportan en casi el 70%, por vía terrestre y el 30% por vía férrea. Esto se almacena en depósitos privados para su posterior transporte y embarque.

Las condiciones de embarque de los concentrados de minerales hasta el 2014 eran deplorables y afectaban el bienestar y salud de los residentes de la zona pues contaminaba el entorno deteriorando las zonas urbanas generando preocupación en las autoridades de salud. El sistema de embarque era inadecuado e ineficiente con bajo rendimiento en su productividad e incrementando los costos. Los camiones que llevaban el mineral no eran herméticos y, por su limitada capacidad de carga (30 Tm), sus recorridos eran de ida y vuelta. Se ha estimado que los camiones hacían, en promedio, hasta 60,000 viajes al año, lo que generaba contaminación en el medio ambiente, congestión vehicular y ruidos afectando a los pobladores de las zonas de vivienda aledañas. La descarga de los concentrados minerales se hacía en la loza del terminal portuario y el embarque se efectuaba con cargadores frontales y fajas móviles. Los gráficos adjuntos muestran el sistema de carga hasta antes de la implementación del sistema hermético de transporte de concentrados.

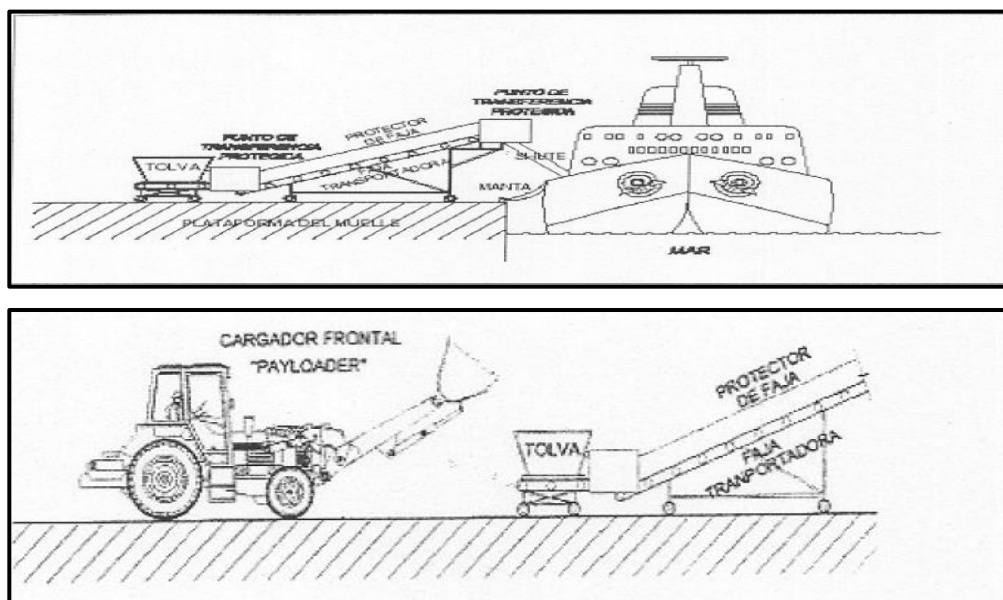


Figura 5. Descripción del antiguo proceso de embarque de minerales

Fuente: Universidad del Pacífico – Centro de Consultoría “Estudio de sostenibilidad operativa de la carga de minerales por el muelle 5”

Ante los problemas ocasionado por el sistema de carga y descarga de baja productividad, la Autoridad Portuaria Nacional y PROINVERSIÓN propone la instalación de una faja transportadora cerrada para transportar los concentrados de minerales desarrollándola como

iniciativa privada y entregada en concesión por 20 años a la empresa o consorcio que emprenda su diseño y construcción.

Ante la iniciativa de PROINVERSIÓN, Transportadora Callao S.A, propuso el “*Terminal de Embarque y Faja Transportadora Tubular para Concentrados de Minerales en el Puerto del Callao*”, para implementar un sistema de transporte hermético que incluía el terminal de embarque como alternativa para una mayor eficiencia al proceso contribuyendo además a generar beneficios ambientales evitando la contaminación por plomo, zinc y cobre.

El proyecto contemplaba una faja transportadora hermética que discurriría por un área industrial alejada de viviendas y zonas urbanas, eliminaba los 130,000 sucesivos viajes de camiones cargados descongestionando el acceso al puerto para contenedores y se constituía en una solución ambiental definitiva y sostenible.

Además de la faja transportadora, el detalle de ingeniería del Proyecto contemplaba: un dragado de los fondos del mar de 14 metros para sentar las bases de la plataforma donde se iba a construir del muelle de minerales, el open acces o punto de libre acceso de los exportadores de minerales, la faja tubular del sistema de transporte de, aproximadamente, 3,500 metros, el edificio de transferencia, la faja tripper y el shiploader. La inversión total estimada representaba unos U\$ 120.3 millones teniendo el sistema una capacidad de transporte del orden de 2,000 Tm por hora. La figura adjunta muestra el esquema del transporte cerrado mediante esta faja.

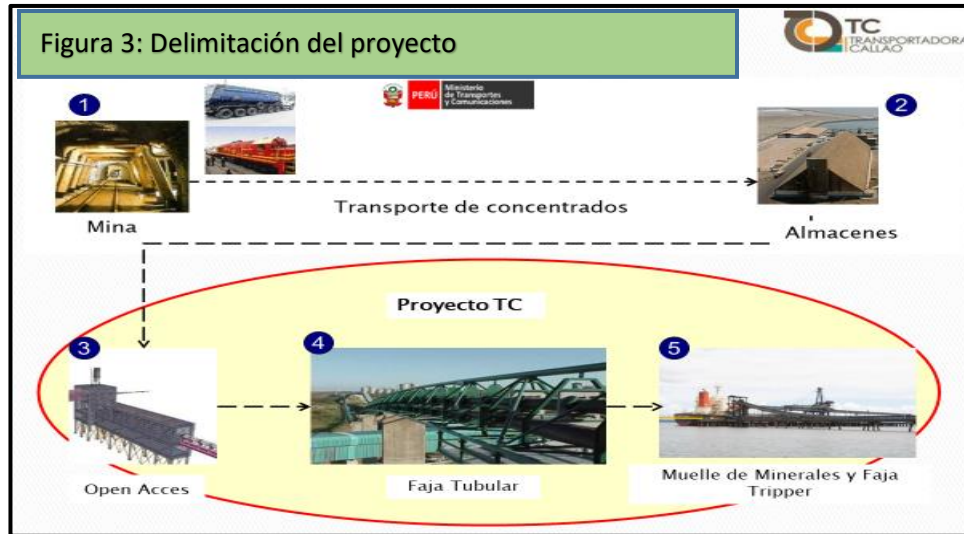


Figura 6. Delimitación del proyecto

Fuente: Transportadora Callao S.A.

Transportadora Callao S.A., presentó la iniciativa en julio de 2009; en agosto de 2010 se le otorga la adjudicación directa y a inicios del 2011 se suscribió el contrato de concesión. Las figuras No 6 y 7 recogen el detalle de la delimitación del proyecto.

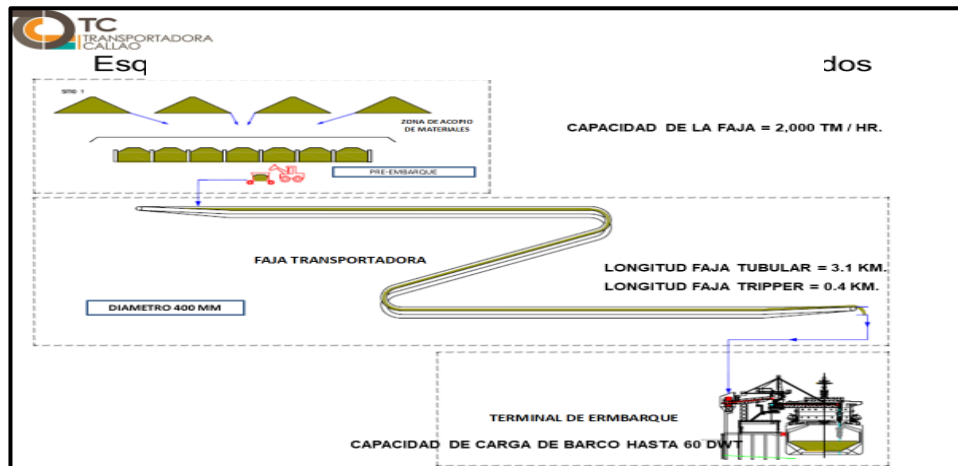


Figura 7. Propuesta de transporte de concentrados mediante faja transportadora

Fuente: Transportadora Callao S.A.

El Proyecto inició sus actividades en el 2014. Los gráficos 8 y 9 muestra detalles del sistema de transporte para embarcar los concentrados de minerales.



Figura 8. Faja tubular en área de carga

Fuente: Transportadora Callao S.A



Figura 9. Faja tubular durante el transporte

Fuente: Transportadora Callao S.A

La figura 10 muestra la trayectoria que sigue la faja tubular donde discurren los concentrados minerales a las embarcaciones acoderadas en el Puerto en la zona de la base Naval del Callao rumbo al terminal del Callao.



Figura 10. Faja tubular en la Base Naval del Callao

Fuente: Transportadora Callao S.A



Figura 11. Edificio de transferencia

Fuente: Transportadora Callao S.A



Figura 12. Faja Tripper, Shiploader y Muelle de Minerales

Fuente: Transportadora Callao S.A

La faja tripper (figura 12), que se ubica al interior de una galería recorre de forma longitudinal el muelle abastece de concentrados de minerales al cargador de barcos.

El shiploader (figura 13), se encarga de alimentar a los barcos con concentrado minerales. Tiene la apariencia de un brazo mecánico largo que permite cargar directamente las bodegas de los barcos con los concentrados de minerales.



Figura 13. Shiploader

Fuente: Transportadora Callao S.A

Transportadora Callao S.A., con RUC 20537577232 y domicilio legal en la Avenida Victor Andrés Belaunde No 147 - San Isidro, inició sus actividades en octubre del 2010. Estas se

desarrollan en actividades de manipuleo de carga, transporte; estando entre estas: el embarque de concentrados minerales.

Entre sus accionistas están: Impala Perú S.A.C., Perubar S.A., Sociedad Minera El Brocal S.A.A., Minera Chinalco Perú S.A. y Trabajos Marítimos S.A. Sus actividades operativas las desarrolla desde sus depósitos y almacenes ubicados en la Avda. Contralmirante Mora N°. 590 – Callao.

Transportadora Callao S.A tiene la concesión del Sistema por 20 años el cual transporta y embarca los concentrados de minerales de los depósitos de minerales en las zonas aledañas al Puerto en el Callao hasta las bodegas de las embarcaciones en el muelle 5 del Puerto en el Callao. El gráfico adjunto (figura 14), detalla el esquema del transporte de concentrados.



Figura 14. Transporte de concentrados

Fuente: Transportadora Callao S.A

La faja hermética tubular (figura 15), tiene: 3.134 km de longitud y un diámetro de 50 cm, con capacidad de 2000 ton / hora. El mineral discurre por la faja a una velocidad de 4 m/s – 4.5 m/s. El ancho de la banda es 1600 mm y el diámetro de tubo 400 mm.



Figura 15. Tramo de la faja transportadora

Fuente: Transportadora Callao S.A

El punto de recepción del sistema se denomina “open access” (figura 16). Es un punto libre de acceso para los exportadores de minerales. Cuenta con una capacidad 2,000 Tm / h. contando con conexiones de fajas tubulares secundarias.



Figura 16. Caja de recepción de concentrados de minerales

Fuente: Transportadora Callao S.A

Respecto a la estructura del terminal de embarque, es de concreto armado y ha sido levantado sobre 93 pilotes tubulares de acero. En sus dimensiones, la estructura tiene 220 m. de largo, y 21 m de ancho. Los pilotes tubulares son de acero estructural diseñados bajo la norma técnica ASTM A572. Las dimensiones de esto pilotes son de 1,016 mm de diámetro por 19 mm de espesor. El muelle posibilita el atraque y amarre de naves de hasta 60,000 DWT. Respecto a los problemas identificados que afectan la operatividad del sistema, las vistas adjuntan (figura 17), recoge el detalle de las mismas:

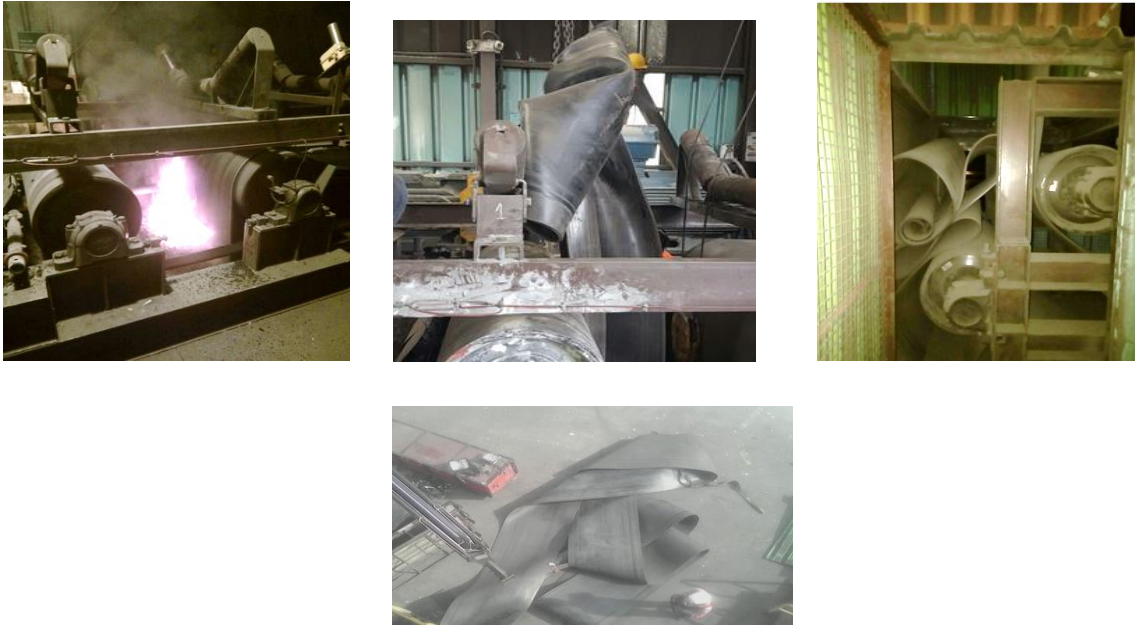


Figura 17. Detalles de la problemática de la faja Tubular

Fuente: Transportadora Callao S.A

Para el diagnóstico de la problemática, de modo inicial, se ha recurrido al diagrama de Ishikawa. Este recoge, en lo que se denomina como las 6 M, el detalle cualitativo descriptivo de las diferentes causas que derivan en el problema identificado: la baja productividad de la faja transportadora.

De la figura 18 (diagrama de Ishikawa), se tiene que en la categoría maquinaria pone de manifiesto detalles referidos al desgaste de los elementos de la maquinaria por el funcionamiento ininterrumpido de la misma, la tensión de la faja tubular sobrepasa los límites permitidos. Se está cargando al sistema concentrados de minerales en mayor cantidad de lo permitido y da lugar a que el sistema se sobrecargue; a esto se añade el deficiente mantenimiento al sistema de transporte. Esto se refleja en paradas intempestivas por el deterioro de las piezas de la faja.

Respecto a la M de mano de obra, la constante es la inadecuada capacitación del personal técnico a cargo de la revisión del funcionamiento del Sistema; lo que deriva en que no hay una detección oportuna de las anomalías que puedan presentarse.

Respecto a la M de los materiales, se han identificado demoras en las reparaciones de la faja transportadora pues los materiales no son los más adecuados.

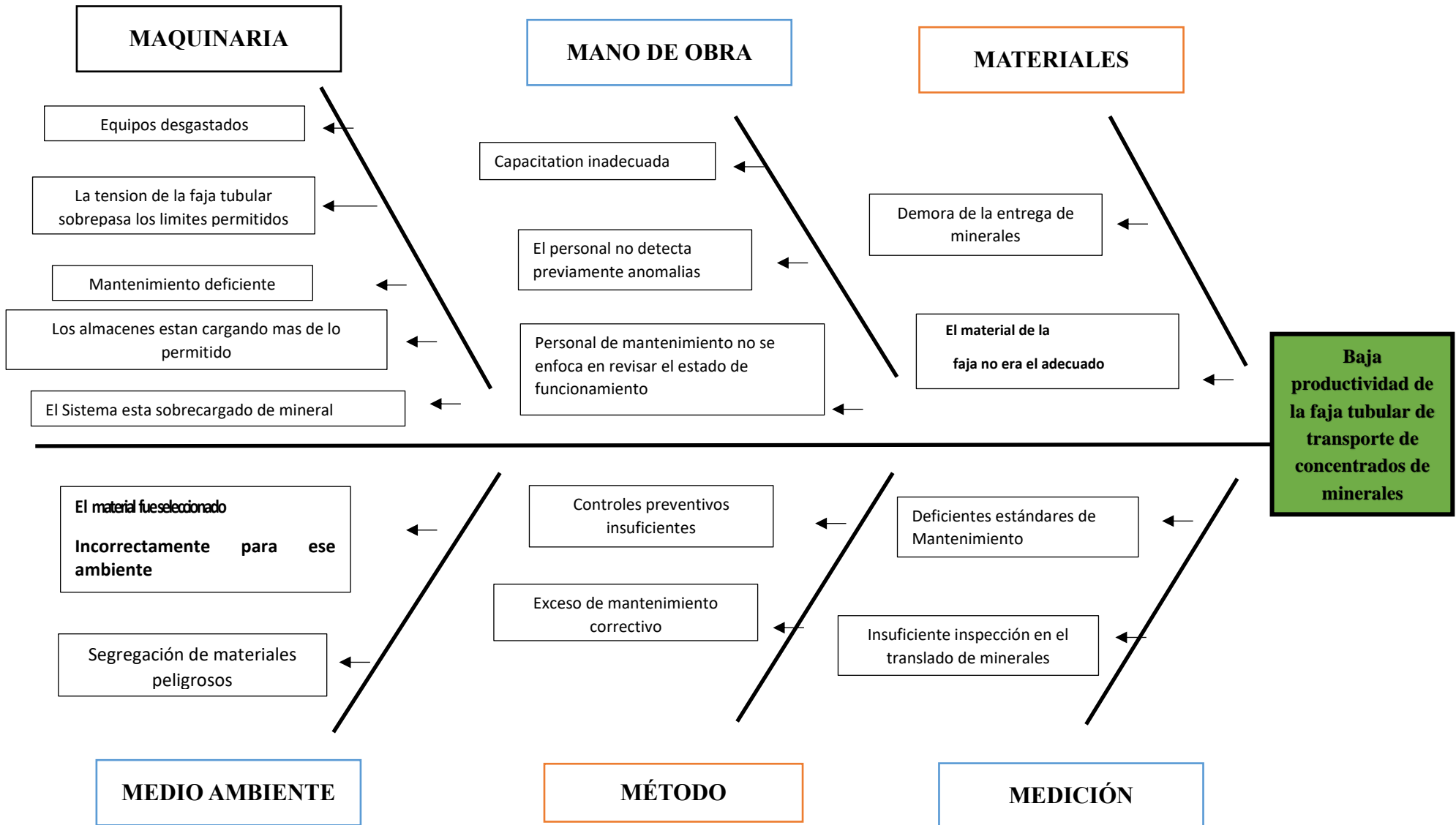
En la M de materiales, es necesario una segregación de los materiales que por la característica de la actividad puedan contaminar el medio ambiente y el material de la faja debe soportar adecuadamente las condiciones en las que opera el sistema

Respecto a la M de métodos se observa que los controles de tipo preventivo son insuficientes y que hay un exceso de mantenimiento correctivo.

En el caso de la M de medición, los estándares para medir las actividades de mantenimiento son deficientes por la falta de inspecciones en el traslado de los minerales a través de la faja.

A partir de las causas que muestra el diagrama de Ishikawa (figura 18), se tiene que estas derivan en la baja productividad de la faja tubular de transporte de concentrados de minerales.

Figura 18. Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto)



Fuente: Elaboración propia – 2019

Tabla 2. Matriz de Correlación

CAUSAS	DEFINICIÓN	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C16	C17	PUNTAJE	% PONDERADO
C1	El sistema esta sobrecargado de mineral		3	1	2	3	3	3	0	2	2	3	0	2	2	3	2	31	6.68%
C2	El personal de mantenimiento no se enfocó en revisar el estado de funcionamiento	3		0	0	3	0	3	2	0	0	0	2	0	0	2	2	17	3.66%
C3	Mantenimiento deficiente	2	2		3	3	3	3	2	1	2	3	1	2	3	2	3	35	7.54%
C4	Los almacenes están cargando más de lo permitido	2	3	3		3	1	1	1	0	0	1	0	2	1	2	2	22	4.74%
C5	El personal no detecto previamente anomalías	2	3	2	3		3	3	2	1	2	3	0	3	3	2	3	35	7.54%
C6	Capacitación inadecuada	2	3	2	2	3		2	2	2	2	3	2	1	3	2	2	33	7.11%
C7	La tensión de la faja tubular sobrepasa los límites permitidos	2	2	3	1	2	3		1	2	2	3	3	2	2	2	2	32	6.90%
C8	El material de la faja tubular no era el adecuado	2	3	2	1	2	3	1		0	2	2	1	2	3	3	3	30	6.47%
C9	Demora de la entrega de minerales	2	0	1	0	2	2	3	2		2	3	1	1	2	2	2	25	5.39%
C10	el material fue seleccionado incorrectamente para ese ambiente	3	2	2	1	2	0	1	3	0		2	1	2	1	0	3	23	4.96%
C11	equipos desgastados		2	3	1	3	2	1	3	2	1		3	2	1	2	3	29	6.25%
C12	Segregación de materiales peligrosos	2	1	1	1	1	3	2	0	0	1	0		1	2	1	1	17	3.66%
C13	Exceso de mantenimiento correctivo	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	1		2	2	3	37	7.97%
C14	Controles preventivos insuficientes	2	2	3	2	2	1	2	3	1	2	3	1	1		2	3	30	6.47%
C15	Deficientes estándares de mantenimiento	3	2	3	3	3	2	2	2	1	1	3	3	2	2		3	35	7.54%
C16	Insuficiente inspección en el traslado de minerales	3	3	3	3	3	2	2	1	1	2	3	1	2	2	2		33	7.11%
TOTAL																		464	100.00%

ESCALA
0 = nula
1 = baja
2 = media
3 = alta i

Fuente: Elaboración propia - 2019

El diagrama causa efecto sirve para construir la matriz de correlación (tabla No 2), que permiten identificar las frecuencias ante la situación problemática identificada.

Este diagrama fue evaluado usando la escala de: siguiente: nula, baja, media y alta por su influencia. Lo obtenido se muestra en la tabla adjunta.

Como se ha señalado, la matriz anterior establece las causas que inciden con mayor frecuencia en el problema identificado. En este caso son las causas C3, C5, C6 y C13. Las otras inciden en una menor proporción

La información de la matriz de correlación ha posibilitado elaborar la tabla No 3, que recoge la distribución de las frecuencias respecto a la incidencia de estas causas en el problema identificado así como para construir la tabla de frecuencias acumuladas y su porcentaje correspondientes (tabla No 4), el mismo que fue la base para construir el diagrama de Pareto.

Tabla 3. Tabla de frecuencias

CAUSAS	DEFINICIÓN	FRECUENCIAS
C13	Exceso de mantenimiento correctivo	37
C15	Deficientes estándares de mantenimiento	35
C3	Mantenimiento deficiente	35
C5	El personal no detecto previamente anomalías	35
C6	Capacitación inadecuada	33
C16	Insuficiente inspección en el traslado de minerales	33
C7	La tensión de la faja tubular sobrepasa los límites permitidos	32
C1	El sistema esta sobrecargado de mineral	31
C14	Controles preventivos insuficientes	30
C8	El material de la faja tubular no era el adecuado	30
C11	equipos desgastados	29
C9	Demora de la entrega de minerales	25
C10	El material de la faja tubular no era el adecuado	23
C4	Los almacenes están cargando más de lo permitido	22
C2	El material fue seleccionado incorrectamente para ese ambiente	17
C12	Segregación de materiales peligrosos	17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Tabla de Frecuencias acumuladas

CAUSAS	DEFINICIÓN DE CAUSAS	FRECUENCIA	% DE FRECUENCIA ACUMULADO	Frecuencia Acumulada	80 - 20	CLASIFICACION ABC	
C13	Exceso de mantenimiento correctivo	37	8%	37	80%	A	V I T A L E S
C15	Deficientes estandares de mantenimiento	35	16%	72	80%	A	
C5	Mantenimiento deficiente	35	23%	107	80%	A	
C3	El personal no detecto previamente anomalía	35	31%	142	80%	A	
C6	Capacitación inadecuada	33	38%	175	80%	A	
C16	Insuficiente inspeccion en el traslado de mineral	33	45%	208	80%	A	
C7	La tension de la faja tubular sobrepasa los	32	52%	240	80%	A	
C1	El sistema esta sobrecargado de mineral	31	58%	271	80%	A	
C11	Controles preventivos insuficientes	30	65%	301	80%	A	
C8	El material de la faja tubular no era el adecuado	30	71%	331	80%	A	
C14	equipos desgastados	29	78%	360	80%	A	POCO VITALES
C9	Demora de la entrega de minerales	25	83%	385	80%	B	
C10	El material de la faja tubular no era el adecuado	23	88%	408	80%	B	
C4	Los almacenes estan cargando mas de lo permitido	22	93%	430	80%	B	TRIVIALES
C2	El material fue seleccionado	17	96%	447	80%	C	
C12	Segregacion de materiales peligrosos	17	100%	464	80%	C	
Total		464					

Fuente: Elaboración propia - 2019

Los problemas del área de mantenimiento identificados fueron agrupados en la tabla 4 de la forma siguiente:

- A = 0 % - 80 % ; centrales
- B = 81 % a 95 % ; poco importantes
- C= 96 % a 100 % ; no importantes

DIAGRAMA DE PARETO

Posibilita ordenar, por su importancia, las causas más relevantes. Este detalla los diferentes problemas que afectan productividad del sistema de transporte de concentrados minerales ordenados por su prioridad.

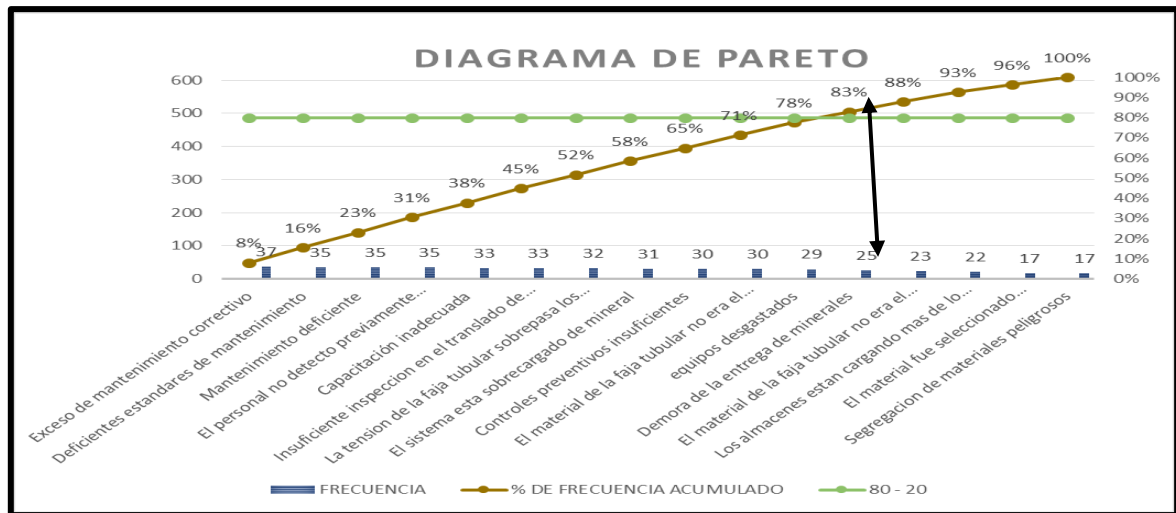


Figura 19. Causas que afectan la productividad del sistema de transporte de concentrados de minerales

Fuente: Elaboración propia - 2019

Del gráfico 18, tenemos que hay excesivos mantenimientos correctivos en la faja tubular de transporte de concentrados, deficientes mantenimientos, personal que no detecta las anomalías y los mantenimientos deficientes al sistema y la capacitación inadecuada que, en conjunto, afectan la productividad de la faja tubular.

DIAGRAMA DE ESTRATIFICACIÓN

Se muestra en la figura número 19 que agrupa a las diferentes causas de los problemas identificados en áreas funcionales. Estas corresponden a las áreas de gestión, procesos, mantenimiento y calidad.

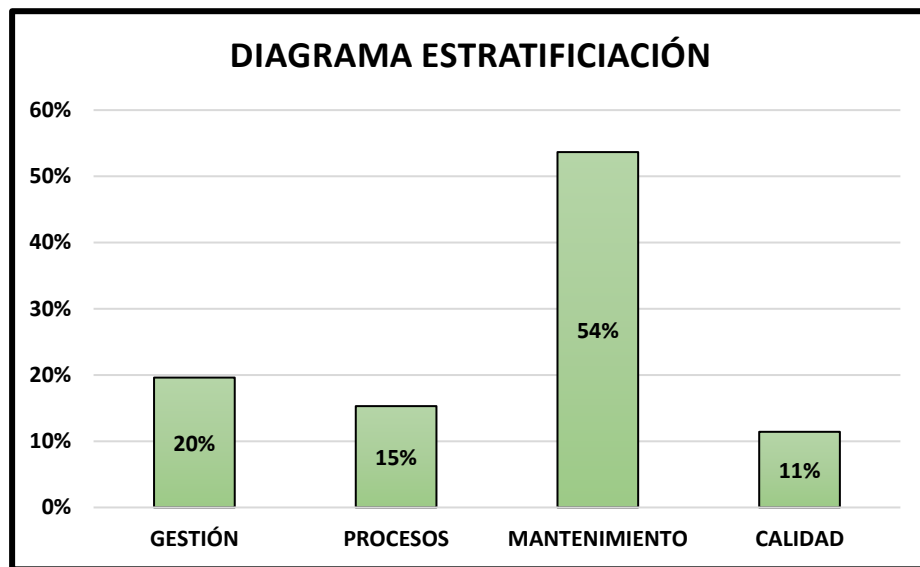


Figura 20. Diagrama de Estratificación

Fuente: Elaboración propia – 2019

MATRIZ DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Las probables alternativas para resolver la problemática identificada se detallan en la tabla 7. Se busca identificar la mejor y alternativa más adecuada estableciendo diferentes criterios. Las alternativas identificadas son las siguientes:

- La metodología de las 5 “S” de la evaluación efectuada obtuvo un puntaje de 2. La empresa no lo consideró como oportuna por el tiempo que tomaría su implementación;
- la mejora de procesos obtuvo un puntaje de 7 y la alternativa de estudio de trabajo obtuvo 6 de puntuación.
- el TPM obtuvo 12 puntos. La empresa la ha considerado como la más adecuada y la mejor alternativa para solucionar los problemas que afecta la productividad del sistema de transporte de concentrados de minerales.

Tabla 5. Matriz de alternativas de solución

ALTERNATIVAS	CRITERIOS A EVALUAR				PUNTAJE TOTAL
	SOLUCION AL PROBLEMA	COSTO	FACILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO	
MEJORA DE LOS PROCESOS	2	2	2	1	7
ESTUDIO DEL TRABAJO	1	1	1	1	6
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	3	3	3	3	12
5S	1	1	6	2	10

CRITERIOS QUE FUERON ESTABLECIDOS POR LA GERENCIA Y LA JEFATURA DE MANTENIMIENTO Y CORRESPONDEN A LA ESCALA SIGUIENTE:

PUNTUACIÓN: NO ES BUENO (0), ES BUENO (1), ES MUY BUENO (2), ES MUY EXCELENTE (3).

Fuente: Elaboración propia – 2019

DIAGRAMA DE PRIORIZACION

Finalmente, la matriz de priorización - tabla No 8 - recoge las causas en función a las áreas de gestión y sus frecuencias agrupadas por su criticidad. Esto permitirá establecer la prioridad donde se concentrará la mejora a desarrollarse. El área de que obtuvo la mayor calificación es el TPM y corresponde al área de mantenimiento.

Tabla 6. Matriz de Priorización

Áreas	CAUSAS																TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD	TASA PORCENTUAL DE LAS CAUSAS	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16					
GESTIÓN					33			25							33	91	MEDIO	20%	2	MEJORA DE PROCESOS	
PROCESOS			22			32					17					71	BAJO	15%	3	ESTUDIO DEL TRABAJO	
MANTENIMIENTO	31	17	35	35						29	37	30	35			249	ALTO	54%	1	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - TPM	
CAUIDAD							30	23								53	BAJO	11%	4	5S	
TOTAL																464		100%			

Fuente: Elaboración propia - 2019

Problema General

¿Cómo la aplicación del Mantenimiento productivo total mejorará la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. -2019?

Problemas específicos

- ¿Cómo la aplicación del Mantenimiento productivo total mejorará la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. -2019?
- ¿Cómo la aplicación del Mantenimiento productivo total mejorará la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. - 2019?

Justificación del estudio

Para Valderrama (2013, p.140), son los motivos por los que se lleva a cabo el estudio siendo la carta de presentación de la investigación.

- **Justificación Teórica**

Para Bernal (2010), la justificación hace referencia a cuáles son las razones, el porqué y el para qué se realiza una investigación. Justificar una investigación viene a ser exponer cuales son los motivos del estudio y refiriéndose a la justificación teórica señala que su propósito es generar reflexión acerca del conocimiento desarrollado, confrontar teorías, contrastar resultados o mostrar las soluciones de un modelo.

En esa medida, la propuesta mantenimiento productivo total para mejorar la productividad del sistema de transporte de concentrados, la Empresa Transportadora Callao, posibilitará la continuidad de operación del equipamiento y la operatividad continua del servicio y de esta manera que el sistema pueda alimentar de modo continuo los concentrados de minerales a las embarcaciones de modo ininterrumpido y probar que los conceptos teóricos que sustentan el TPM son aplicables a la solución de un problema que se ha presentado en la empresa.

- **Justificación Económica**

Se justifica desde la perspectiva económica, pues posibilitará garantizar la eficiencia operativa del sistema de transporte de concentrados de minerales para disminuir los costos de mantenimiento contribuyendo a una mayor eficiencia de la faja. Se considera que el estimado de reducción de costos estará en el orden del 15% respecto a los costos operativos actuales.

- **Justificación social**

El TPM generó beneficios para la Empresa Transportadora Callao pues no solo se mejoró el sistema; además, con la implementación de la faja transportadora se puso fin a las condiciones de contaminación que causaba los antiguos procedimientos en la carga, transporte y embarque de concentrados de minerales y los problemas que son ocasionados a la población que reside en las zonas aledañas como el Pueblo Joven Puerto Nuevo, Avda Nestor Gambetta, Dulanto, Castilla, Avda. Contralmirante Mora, PPJJ Corongo y otras zonas aledañas al Puerto del Callao.

Hipótesis general

La aplicación del Mantenimiento productivo total mejorará la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.

Hipótesis específicas

- ❖ La aplicación del Mantenimiento productivo total mejorará la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.
- ❖ La aplicación del Mantenimiento productivo total mejorará la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.

Objetivo General

Aplicar el Mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.

Objetivos específicos

- ❖ Aplicar el Mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.

❖ Aplicar el Mantenimiento productivo total para mejorar la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes Nacionales

La investigación de Bautista (2011), mostró que El TPM, cuenta con herramientas que posibilitaban el control de la demanda y la capacidad instalada posibilitando tener un programa de mantenimiento programado y coordinado. Se implementó el pilar mantenimiento programado que posibilitó ahorros económicos pues logró reducciones en las pérdidas por las paradas e incrementó la producción demostrando que esta reducción impactó en los factores que inciden en las paradas imprevistas. El estudio estimó que entre el 70% y 100% de las fallas imprevistas se pueden atribuir tanto al operador como al personal de mantenimiento.

La investigación contribuyo a reducir los costos operativos al disminuir las pérdidas de tiempo productivo por paradas debido a fallas mecánicas generando alta disponibilidad de los equipos al optimizarse el mantenimiento por la atención oportuna de los requerimientos de servicio.

La investigación de Apaza, R (2015), se propuso desarrollar un modelo de mantenimiento basado en el TPM para incrementar la productividad y los indicadores de efectividad global. La estrategia fue elaborar planes de mantenimiento basados en las especificaciones e indicaciones de los manuales de referencia de los equipos.

La productividad aumentó en 25% desde el 65% a 90%. El aporte fue la comprensión y aplicación de las técnicas del mantenimiento productivo total. La investigación concluyó en que planificando las actividades de mantenimiento de inspección, lubricación, organización y la documentación de las mismas complementadas con la capacitación continua contribuyeron a incrementar la productividad reduciendo los costos de mantenimiento.

La investigación mostró que el Mantenimiento Productivo Total (TPM), incrementaba simultáneamente la eficiencia y productividad logrando reducciones en los costos.

Cruzado, A (2014), se propuso identificar si las paradas por fallas o deficiencias en el mantenimiento de los equipos en la MYPES genera pérdidas económicas y en la producción afectando los tiempos programados y disminuyendo la productividad. El plan de gestión de mantenimiento desarrollado brindó soporte al proceso productivo tomando como eje el pilar del mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad (RCM) posibilitaba establecer prioridades en programar las actividades de mantenimiento. La investigación concluyó en que el pilar de mantenimiento basado en confiabilidad contribuyó a mejorar la planificación de las actividades de mantenimiento estableciendo prioridades.

La investigación de Rivera, E (2011), demostró que la competitividad organizacional es producto de la conjunción de factores como la seguridad, la productividad y, fiabilidad y que en conjunto contribuyen a que se obtenga un mayor rendimiento en el mantenimiento garantizándose así el buen desempeño de los mismos.

La investigación de Silva, J. (2015), se propuso como objetivo lograr el cambio en los comportamientos y la cultura general en la organización concluyendo que la implementación del TPM fortaleció el trabajo en equipo logrando mejorar los resultados de operación, la confiabilidad en lo equipos y la calidad de los productos por la acción colaborativa entre el personal del área de producción y los involucrados en actividades de mantenimiento rompiendo el paradigma: “yo opero, tú reparas”. La investigación demostró que es posible el cambio de la actitud de los colaboradores y su disposición a integrar nuevos hábitos de comportamiento que redundan en el clima organizacional y el incremento de la productividad.

Antecedentes Internacionales

Toral, X y Burgos, L (2013), buscaron implementar el TPM para incrementar la productividad y la calidad de servicio de la organización. La metodología de estudio fue de tipo experimental. El plan logró el cumplimiento de las actividades programadas del orden del 92% incrementando la eficiencia operativa de los equipos considerados como críticos en el 10%. Además, se logró reducir, a su mínima expresión, los incidentes

en el ámbito de trabajo por la una cultura de limpieza en las actividades diarias. La aplicación de las 5 S' y la colaboración del personal de la planta contribuyó a esto.

La investigación de Tuarez, C (2013), se propuso la implementación progresiva del TPM para incrementar la confiabilidad mejorando la eficiencia del área de embotellado por reducción y disminución en los tiempos improductivos y despilfarros. En su fase inicial, fue casi generalizada la resistencia al cambio por los colaboradores del área. Progresivamente, se observó lo beneficios por la puesta en marcha del mantenimiento autónomo que se reforzaron con capacitaciones y entrenamiento del personal operativo e involucrarse con mayor dedicación respecto al funcionamiento de los equipos que operaban.

La investigación demostró que incluir a los colaboradores en un programa de mantenimiento autónomo brindó múltiples beneficios. Con la capacitación, los colaboradores lograron conocer de mejor forma a su equipo. Los beneficios estuvieron en la prevención de paradas en el proceso reflejadas en disminuir los tiempos de mantenimiento. La investigación aportó sobre la importancia de la capacitación y el compromiso de los colaboradores como parte del logro del TPM requiere constancia y avance paulatino.

Lopez, E (2009), en su investigación se estableció como objetivo implementar paralelamente al desarrollo del TPM, la metodología de las 5 "S" para mejorar el proceso de fabricación y la calidad del servicio. La implementación del TPM, es un proceso de largo plazo asociado a la búsqueda del mejoramiento continuo y lograr lo que es una meta ideal del TPM: cero desperdicios.

Para Mansilla, N (2011), el objetivo de su investigación fue reducir las fallas del proceso de producción de la goma de mascar en sus líneas de producción. La aplicación del TPM, disminuyeron las fallas en un 54% y en 2% para las líneas 1 y 2. Además, se reflejó en la disminución del porcentaje de reproceso y productos de deshecho (scrap) que son índices que generan pérdidas. La investigación demostró que el TPM no solo se concentraba en disminuir las fallas en los procesos productivos y poner en relieve disminuir los reprocesos y los desechos que incidian en el incremento de la producción disminuyendo los costos.

Estas son las teorías relacionadas al tema de la variable: **TPM**

Objetivos de los sistemas de mantenimiento

Implementar un sistema de mantenimiento tiene como objetivos lograr lo siguiente:

- ❖ Optimización de la disponibilidad de los equipos.
- ❖ Reducir los costos asociados con el mantenimiento.
- ❖ Optimizar la asignación de los recursos humanos.
- ❖ El maximizar la vida útil de máquinas y equipos

Clasificación de las fallas de los equipos

Fallas Tempranas

Se presentan con el inicio de la vida útil de los equipos y representan un porcentaje reducido respecto al total de las fallas. Por lo general, estas se producen por problemas de calidad de los materiales, aquellas relacionadas con el diseño o los que pueden ocurrir en el montaje.

Fallas adultas

Surgen durante en la vida útil del equipo y son resultado de las condiciones de operación. Por ejemplo, las generadas por la suciedad en los filtros de aire, cambios en los rodamientos de una máquina, ente otros.

Fallas tardías

Son un pequeño porcentaje respecto al total de las fallas del equipo; su aparición se da lentamente. Se presentan al final de la vida útil del equipo. Se presentan por el envejecimiento, por ejemplo, el aislamiento en un motor eléctrico o cuando una lámpara pierde progresivamente su luminosidad.

Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Preventivo

Es producto de la necesidad de reducir el mantenimiento correctivo y lo que representa. Se busca reducir las reparaciones reemplazándola por una rutina de inspecciones periódicas renovando los elementos dañados

Mantenimiento Productivo Total (TPM), concepto

Se fundamenta en implementar el mantenimiento autónomo donde las tareas de mantenimiento las ejecuten los operarios de producción. El TPM implica compartir responsabilidades participando activamente los empleados, técnicos y operarios. Ello es posible por el desarrollo de una cultura estimulante y motivadora fomentando el trabajo en equipo, la motivación y el estímulo por el desarrollo de la coordinación entre las áreas de producción y el mantenimiento.

Su eje son las personas pues esta son importante para las tareas de mantenimiento y requieren ser capacitadas y motivadas para ejecutar las tareas de mantenimiento autónomo sentando las bases de las mejoras enfocadas.

Alcances del TPM

El TPM busca, mediante el mejoramiento continuo de los equipos, asegurar el 100 % de eficiencia, fiabilidad y disponibilidad de los mismos. Su objetivo es eliminar pérdidas por paradas no programadas. Lograrlo involucra a la totalidad de los colaboradores de la empresa.

Para López Arias, 2009, el TPM propende el cambio de la cultura organizacional pues articula la gestión de producción y el mantenimiento para generar beneficios en el proceso productivo, la calidad de los productos y los servicios que brinda la empresa. El TPM integra los conceptos de gestión de mantenimiento, mejora continua, calidad total, Just in time y 5's.

Como lo señala (Cuatrecasas, Lluís y Torrell, Francesca, 2015, pp. 29-32), el TPM articula las diferentes etapas de los mantenimientos: correctivo, preventivo y productivo como parte del proceso de mejora continua. Cada fase tiene un enfoque propio y es base para la etapa siguiente.

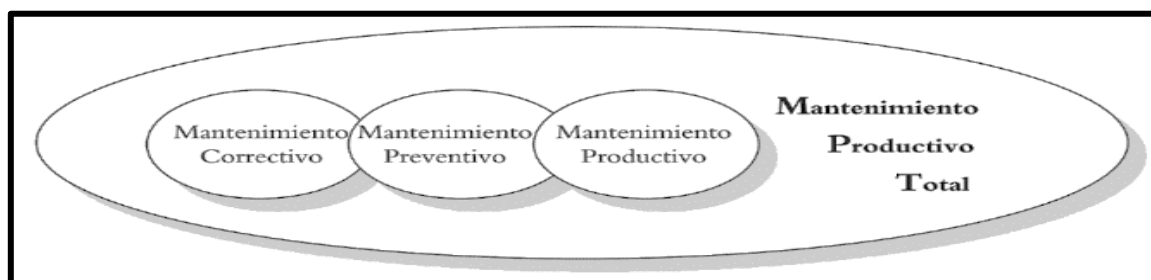


Figura 21. Mantenimiento Productivo Total

El TPM es parte de la evolución de los procesos de Manufactura de Calidad Total, que surgen con Edward Deming y sus conceptos de calidad que influenciaron la industria japonesa superando así la primera generación del mantenimiento el cual se circunscribía al mantenimiento correctivo y donde el operador tenía el papel protagónico. Sus tareas eran dedicar el mayor esfuerzo a solucionar las fallas cuando estas se producían.



El sistema TPM tiene como ideal lograr cero accidentes, cero defectos y cero fallas. Para que esta propuesta sea exitosa, no se puede pretender su introducción por la imposición. Se requiere la convicción de todos los que forman la organización y el TPM es beneficioso para todos; sin embargo, significa hacer cambios en la organización y su implementación a plenitud requiere de varios años.

Definición Del Mantenimiento Productivo Total

Para (Gómez, 2010, p.3), el TPM, deviene, como filosofía de mantenimiento, del mantenimiento preventivo y contribuyen a la mejora de la competitividad haciendo que la organización se diferencie de sus competidores en reducción de los costos y tiempos de mantenimiento. De esta forma se posibilita preparar a los colaboradores para lograr la excelencia.

Para Cuatrecasas (2012, p.671), el TPM busca el incremento de la eficiencia total de los equipos eliminando fallas, accidentes y defectos por la participación de los colaboradores. Esto se logra por una preparación y capacitación especial al personal.

Objetivos del TPM

Maximizar los sistemas productivos mejorando los indicadores de eficacia, eficiencia y productividad de los procesos buscando cero desperdicios al reducirse los costos de mantenimiento y el incremento de la productividad. Esto se resume en el gráfico adjunto.

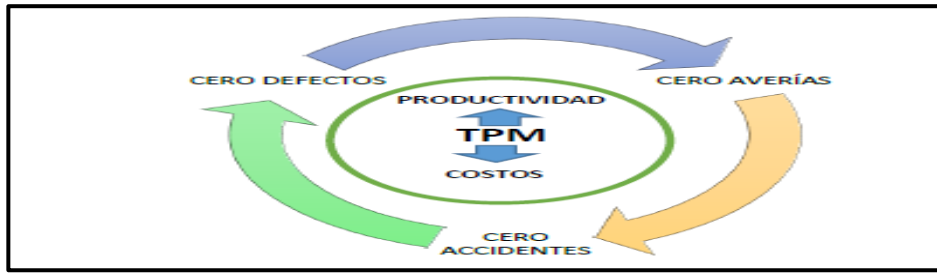


Figura 22. Efecto del TPM

Fuente: Cuatrecasas 2010

- ✓ **Costos:** Reducir los costos del producto por cero averías, cero accidentes y cero defectos.
- ✓ **Productividad:** incrementarla mejorando la eficiencia y eficacia
- ✓ **Cero Averías:** minimizar las demoras por fallas en los sistemas y maquinaria ocasionando pérdidas de horas - máquina y horas – hombre.
- ✓ **Cero accidentes:** mitigar daños a la propiedad y al personal y las consecuencias derivadas.
- ✓ **Cero defectos:** Como resultado de la mejora continua (PDCA)

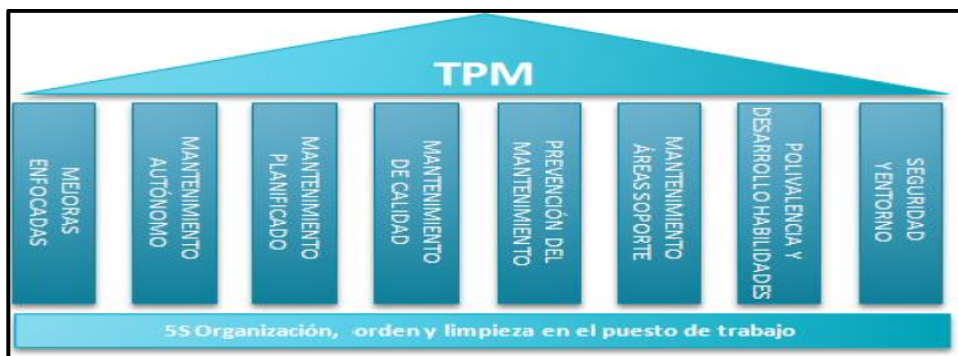


Figura 23. Pilares del TPM

Fuente: Cuatrecasas 2010

Los pilares del TPM

PILAR 1: Mejora Focalizada (KAIZEN). Eliminación de pérdidas en el proceso productivo; comprende tanto a los equipos, recursos humanos o al proceso productivo.

PILAR 2: Mantenimiento Autónomo. Involucra conservar los equipos por inspecciones y limpieza de las máquinas por la coordinación con el área de mantenimiento.

PILAR 3: Mantenimiento Planeado. Implica el mantener los equipos y el proceso en condiciones óptimas mejorando de forma continua el proceso productivo (Rey, F., 2005, p.50).

PILAR 4: Formación, Adiestramiento, Capacitación. Incrementar tanto las habilidades y capacidades de los colaboradores en los procesos por las capacitaciones. (Rey, F., 2005, p.50).

PILAR 5: Gestión Temprana. La reducción del deterioro de equipos disminuyendo costos de mantenimiento (Rey, F., 2005, p.50).

PILAR 6: Mejora para la Calidad. Acciones preventivas en el área de procesos a fin de que los equipos tengan cero defectos (Rey, F., 2005, p.50).

PILAR 7: TPM en los departamentos de apoyo. Eliminación de pérdidas en los procesos administrativos. (Rey, F., 2005, p.50). El implementar el TPM en estos departamentos significa:

T: Participación de sus miembros

P: Productividad por volúmenes de venta

M: Mantener a los clientes actuales buscando nuevos

PILAR 8: Seguridad Higiene y Medio Ambiente. Significa garantizar el entorno laboral sin accidentes ni contaminación por el mal funcionamiento del equipo (Rey, F., 2005, p.50).

Las Seis Grandes Pérdidas

Para (Shirose, 1994) el TPM busca mejorar la eficacia global de los equipos. Esto se

consigue maximizando las funciones y características de rendimiento del equipo eliminando aquellos obstáculos a la eficacia. Estas son las “las seis grandes pérdidas” (figura 24)



Figura 24. Clasificación de las seis grandes pérdidas

Fuente: Cuatrecasas (2010)

Pérdidas por averías. Son las más frecuentes y son aquellas producidas por la pérdida de función y por la reducción de función:

- **Las averías de pérdida de función** se producen inesperadamente y se detectan muy fácilmente pues el equipo se detiene totalmente.
- **Las averías de función reducida;** Se ponen de manifiesto cuando el equipo funciona con un nivel de eficacia inferior y es detectado por la observación e instrumentos adecuados.

A) Pérdidas por preparación y ajuste.

Surgen al finalizar la fabricación de un producto y terminan cuando la máquina está apta para fabricar un producto diferente. La reducción de pérdidas preparación y ajustes se relaciona con investigar los mecanismos de estos ajustes separando aquellos que son evitables de los que son inevitables.

B) Pérdidas por tiempos muertos y paradas pequeñas.

Se producen por problemas menores en el equipo que se restauran fácilmente sin recurrir

a personal especializado (Agustiady, Tina y Cudney, Elizabeth, 2015, p.28).

C) Pérdidas por reducción de velocidad.

Para (Agustiady, Tina y Cudney, Elizabeth, 2015, p.29), Se generan por diferencias entre la velocidad prevista en el diseño de la máquina y su velocidad de operación actual. Estas pérdidas, casi siempre, se ignoran y son un obstáculo para la eficacia del equipo.

D) Defectos de calidad y repetición de trabajos.

Para (Agustiady, Tina y Cudney, Elizabeth, 2015, p.29), estos se originan por disfunciones de las máquinas y se corrigen fácil y rápidamente. Muchas veces, incluyen el aumento de otros defectos crónicos que son de difícil identificación

E) Pérdidas de puesta en marcha.

Según (Agustiady, Tina y Cudney, Elizabeth, 2015, p.30), estos ocurren por el reducido rendimiento entre el momento de arranque de máquina y la producción estable. Muchas veces, son difíciles de identificar y su alcance varía según la estabilidad de las condiciones del proceso.

Los cinco pilares del desarrollo del TPM

Para Nakajima (1991), los detalles y procedimientos para alcanzar la máxima efectividad del TPM se ajustan a cada organización en particular y sea esta quien desarrolle su propio plan de acción en función a sus necesidades. Así, el plan a implementar dependerá de las características de la industria, sus métodos de producción, los tipos de equipo y el diagnóstico situacional de cada organización.

Respecto a las actividades básicas a ejecutar en el desarrollo del TPM, Shirose (1994) detalla lo siguiente:

- El desarrollo de actividades de mejora para incrementar la eficacia del equipo por la eliminación de las seis grandes pérdidas.

- El poder establecer un sistema de mantenimiento autónomo por los operadores del

equipo por la toma de conciencia, la capacitación y el compromiso de los colaboradores.

- Tener un sistema de mantenimiento planificado para mejorar la eficacia del departamento de mantenimiento.
- Cursos de formación para adiestrar a los trabajadores y aumentar su nivel técnico
- Contar con un sistema de mantenimiento preventivo y la gestión temprana del equipo. El mantenimiento preventivo posibilita que los equipos requieran menos mantenimiento. La gestión temprana del equipo posibilita que un nuevo equipo comience a operar de forma óptima en menor tiempo del que se requería.

Maximización de la efectividad del equipo

Nakajima (1991) propuso el término “Overall Equipment Effectiveness” (OEE) como indicador de evaluación del avance del TPM en la empresa donde:

$$\text{Eficiencia Global} = D \times E \times C$$

Tabla 7. Relación de los coeficientes de eficiencia global del equipo con las 6 pérdidas

Coeficiente de eficiencia	Tipo de pérdidas
Disponibilidad (D)	<ul style="list-style-type: none"> • Averías • Tiempos de preparaciones
Efectividad (E)	<ul style="list-style-type: none"> • Paradas y tiempos de vacío • Reducciones de velocidad
Calidad (C)	<ul style="list-style-type: none"> • Productos defectuosos y reprocesados. • Puestas en marcha sin producto real.

Fuente: Cuatrecasas (2000)

Donde:

D= Coeficiente de disponibilidad o fracción de tiempo que el equipo está operativo.

E= Efectividad o nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro.

C= Coeficiente de calidad o fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad.

Objetivos del OEE

- Detectar las fallas más comunes en los equipos.

- Reducir costos de mantenimiento y control de calidad.
- Contar con un presupuesto anual de mantenimiento.

Identificación de tiempos

a) Tiempo Disponible (TD)

Hace referencia al periodo disponible donde el equipo puede ser utilizado en periodos de tiempo como: día, semana, mes o año. Ejemplo: $30 \times 24 = 720$ o $24 \times 7 = 168$ horas a la semana.

b) Tiempo de Carga (TC)

Son las horas de trabajo efectivo por periodo de tiempo (año o mes.) La misma es obtenida restando el tiempo disponible del tiempo por paradas programadas como el tiempo muerto debido al mantenimiento preventivo, productivo, los descansos y los paros “previstos”.

c) Tiempo Operativo (TO)

Se obtiene al deducir del tiempo operativo el tiempo de carga, los tiempos de parada por averías y reparaciones, preparación y ajustes.

d) Tiempo Operativo Real (TOR)

Aquel tiempo de operación del que se resta las pérdidas en la velocidad de la máquina y las paradas pequeñas debido a los cambios de productos, ensambles o alguna manipulación por parte del operario.

$$TOR = CR \times Q$$

CR: Ciclo Real

Q: Volumen producido

e) Tiempo Operativo Eficiente (TOE)

Tiempo neto que dan lugar a productos aceptables sin defectos ni errores. Se calcula al restar del tiempo neto de operación la demora por la producción de unidades defectuosas. (Suzuki, 1994).

Tipos de Paradas

a) **Falla de Equipos:** Producto de defecto o avería del equipo generado durante el tiempo disponible.

b) **Paradas Rutinarias:** Por el proceso o diseño del equipo. Aquí están las causas de paradas por cambios de formato o material.

c) **Paradas Imprevistas:** Aquel producido por causas externas no previstas como materias primas, falta de personal, servicios, calidad del producto, falla en otros procesos, almacenamiento y otras causas externas.

Indicadores OEE.

a) **Coefficiente de operatividad por paros:** Mide la relación entre los tiempos en que el equipo está teóricamente operativo y aquel que considera las paradas cortas y pérdidas de velocidad.

$$OP = \frac{TO}{TO}$$

b) **Coefficiente de operatividad de ciclo:** Relación entre el ciclo para producir una unidad de producto y el tiempo real de su producción.

$$OC = \frac{CI}{CR}$$

c) **Coefficiente de Disponibilidad:**

$$D = \frac{TO}{TC}$$

d) **Coefficiente de efectividad:**

E = Tiempo Operativo ideal / Tiempo Operativo TO

$$E = OC \times OP$$

e) **Coefficiente de calidad:**

C = Tiempo operativo efectivo TOE / Tiempo operativo real

$$TOR C = \frac{TOE}{TOR}$$

f) **Eficiencia Global de equipo:**

$$EG = D \times E \times C$$

El TPM se aboca en la búsqueda de la eficiencia máxima o efectividad del equipo al ponerse en marcha las actividades de mejora sobre factores como disponibilidad, efectividad y calidad asociados a las pérdidas que afectan al equipo, al proceso y al producto.

Estas son las teorías relacionadas al tema de la variable: **Productividad**

Para Olavarrieta J., (1999), la productividad muestra la relación entre la producción y los insumos; esto es: la relación entre lo que sale y lo que ingresa, lo que se logra y los recursos utilizados para conseguirlos.

Según Krajewski y Malhotra (2013, p.16), “la productividad mide el valor de las salidas en términos de productos y servicios efectuados los que son divididos entre los valores de los recursos de entrada como los salarios, costos de equipo usados, entre otros”. La relación que lo mide se expresa por:

$$Productividad = \frac{Salida}{Entrada}$$

Donde:

- ◆ Salida = Productos finales
- ◆ Entradas = Recursos: materia prima, insumos, horas hombre, horas máquinas, etc.

Productividad de la mano de obra

$$Productividad\ de\ la\ mano\ de\ obra = \frac{Productos\ logrados}{Horas\ empleadas}$$

Productividad de la máquina

$$Productividad\ de\ la\ máquina = \frac{Productos\ logrados}{Horas\ máquina\ efectiva}$$

Implantación del TPM

Consta de un ciclo de 3 etapas las mismas que comprenden las etapas siguientes: inicial, implantación y consolidación.

Etapa Inicial:

A. Compromiso de la alta gerencia

El compromiso de la alta dirección es fundamental. Su divulgación es clave extendiéndose desde los niveles más altos de la organización precisando lo que se pretende lograr (I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba, 2008, p.729).

Los documentos que circulen al interior de la empresa son claves para que el personal tome conocimiento de lo que se pretende lograr con la implantación del TPM. Para ello se debe:

- ✓ Verificar que los alcances del TPM hayan sido comprendidos por los colaboradores.
- ✓ Verificar sobre las acciones de divulgación de los conceptos de TPM.
- ✓ Elogiar el esfuerzo por la difusión.
- ✓ Verificar y comentar los resultados de la capacitación.
- ✓ Mostrar interés por los problemas brindando apoyo a los equipos.

B. Nombramiento de los responsables de grupo de trabajo

Se relaciona con designar al comité responsable de la coordinación de la implantación. Esto es un tema que se desarrolla de modo conjunto con los jefes de cada departamento.

(I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba, 2008, p.729), refiere que mucho del éxito del TPM se basa en las actividades por los equipos de trabajadores. Quienes los lideran serán los más destacados en las tareas de supervisión. Estando el éxito relacionado con el comité responsable de la implantación se elegirá a los más responsables en términos de liderazgo.

C. Política básica y metas

El TPM integra las políticas de largo plazo como parte de los objetivos de la organización. (I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba, 2008, p.729), señalan precisar las metas a ser logradas, por la implementación.

Estas metas se evidencian con los niveles de mejora a ser logradas expresadas como reducción de fallas, incremento de la disponibilidad, incremento en la productividad, entre otros tomando como referencia los valores actuales.

Etapa de implantación:

D. Inicio de la implantación

La inducción previa es el requerimiento básico antes de dar inicio a la implementación del TPM. Para ello se recomienda visitar las áreas involucradas para verificar la inducción efectuada y si los colaboradores llegaron a comprender, plenamente los objetivos que se pretende lograr con el TPM (I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba, 2008, p.729).

E. Mejoras orientadas en el Kaizen

Busca eliminar las pérdidas generadas en el proceso productivo las que pueden ser en los equipos, recursos humanos o el proceso productivo.

La secuencia a seguir es: identificar el problema, precisar sus causas, analizar el factor de mayor influencia, analizar las alternativas de solución, poner en acción las mejoras y verificar los estados sea en el proceso, equipo o recursos humanos para que el problema no se repita nuevamente (I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba, 2008, p.729).

F. Establecimiento del mantenimiento autónomo

Su objetivo es conservar el equipo por las inspecciones y la limpieza constante. El compromiso de los operadores es desarrollar la inspección y limpieza de la maquinaria como parte de una cultura ; limpiando, lubricando y cuidando de la contaminación de los agentes externos evitando fallas futuras más costosas (I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba, 2008, p.729).

G. Establecimiento del mantenimiento planificado

Se relaciona con que el equipo y el proceso puedan mantenerse en condiciones óptimas por actividades sistemáticas mejorando de modo continuo el proceso productivo.

Se basa en la probabilidad de averías en el equipo o se evidencie el deterioro en el rendimiento para un intervalo de tiempo especificado. El mantenimiento incluye la lubricación, limpieza, reemplazo de piezas, ajuste y ajuste así como la inspección del equipo y detectar signos de deterioro durante el mantenimiento preventivo (I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba, 2008, p.729).

H. Gestión temprana de los equipos

Su relaciona con la reducción del deterioro de los equipos mejorando los costos de mantenimiento. Se da inicio a esta etapa como respuesta a la condición del equipo o deterioro del rendimiento. Para ello se recurre a técnicas de diagnóstico midiendo la condición del equipo mediante indicadores como temperatura, ruido, vibración, lubricación y corrosión. Esta gestión temprana toma como referencia el principio del mantenimiento preventivo, aunque se recurre a un criterio distinto para identificar la necesidad de mantenimiento (I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba, 2008, p.729).

Etapa de consolidación:

I. Aplicación plena del TPM

Implica ampliar el TPM a la totalidad de los equipos de la planta definiéndose nuevas metas. Se sienta las bases para retroalimentar las operaciones de producción producto de la experiencia; se elimina problemas en los equipos nuevos por el desarrollo de capacidades de diagnóstico en nuevos procesos (I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba, 2008, p.729).

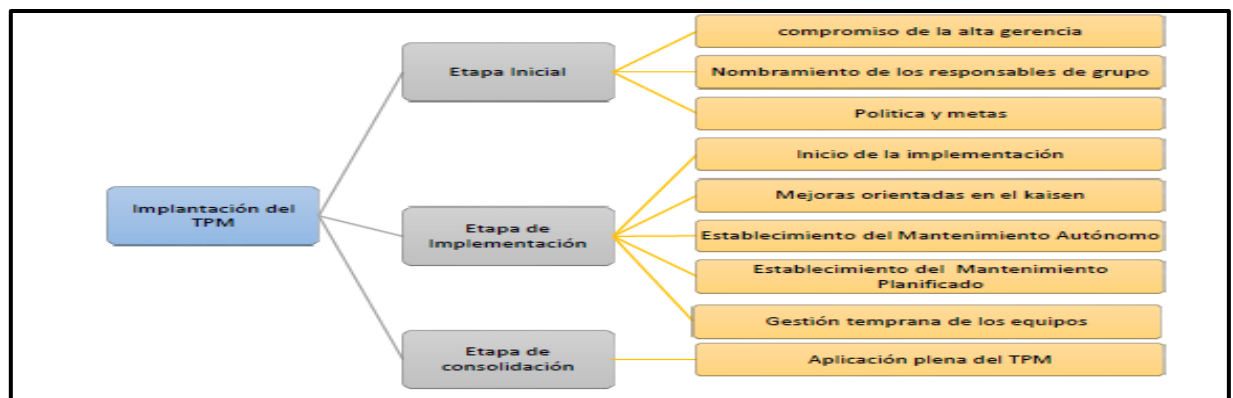


Figura 25. Implantación del TPM

Fuente: I.P.S Ahuja and J.S Khamba 2008

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Respecto al diseño de la investigación, Hernández (2010, p.120), señala que el responde a las interrogantes que se plantea la investigación y señala lo que se pretende hacer para materializar los objetivos del estudio. La investigación tuvo las siguientes características:

Por su finalidad

Aplicada pues, se implementó el mantenimiento productivo total para la mejora de la productividad del sistema de transporte de concentrados minerales.

Por su nivel

Descriptiva y explicativa. Descriptiva pues hizo un detalle de las variables y dimensiones del estudio y explicativa, pues se mostró la relación entre las variable independiente y dependiente.

Por su enfoque

Cuantitativa, pues, como lo refiere (Hernández R., 2010, p.4), recogerá datos para medir los resultados y probar las hipótesis planteadas, midiendo los cambios por la implementación desarrollada. Estos cambios fueron analizados por métodos estadísticos.

Por el diseño

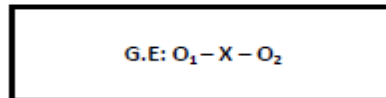
Cuasi experimental, pues se manipuló la variable independiente observando sus efectos en la variable dependiente. Los diseño de pre y post test constan de 3 pasos:

- Pre test: Medición de la variable dependiente.

- Implementar la mejora por la variable independiente (herramienta)
- Evaluar el resultado de mejora en la variable dependiente (post test).

Por su alcance temporal

Longitudinal pues posibilita ver los cambios en el corto, mediano y largo plazo. La muestra se midió antes y después de aplicarse la variable independiente a fin de observar como producto de la mejora implementada. El esquema de la secuencia fue el siguiente:



- ✓ G.E: Grupo de estudio evaluado
- ✓ O1: Medición pre – test de la variable dependiente
- ✓ X: Medición de la variable independiente
- ✓ O2: Medición post- test de la variable dependiente

3.2. Variables y operacionalización

Permiten su operacionalización que serán medidas en una escala numérica de tipo razón.

G.E: O1 – X – O2

Variable independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Definición Conceptual

Para Chen Lia – Xia, 2011, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) posibilita mejoras en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y sistemas al poner en práctica conceptos como la prevención, el lograr tanto cero defectos, cero accidentes, y la participación del personal.

El objetivo del TPM es elevar la eficiencia total de los equipos en el proceso productivo eliminando fallas, accidentes y defectos producto de la colaboración de los colaboradores (Cuatrecasas, 2012 p.671). Para ello, los operadores de los equipos y el personal de mantenimiento deben ser preparados y capacitados a fin de que puedan promover lograr cero averías en los diferentes procesos de la organización.

Definición Operacional

Sistema de mantenimiento basado en actividades para la mejora de la disponibilidad y confiabilidad del sistema de transporte de concentrados minerales. Las dimensiones como el tiempo medio de reparación y tiempo medio entre fallas se representan por:

$$\text{* Tiempo medio de reparación} = \frac{\text{(T.T.I)}}{\text{(T.D.F)}}$$

Dónde: **T.T.I** = Tiempo Total de Inactividad

T.D.F = Total Numero de Fallas

$$\text{* Tiempo medio entre fallas} = \frac{\text{(T.T.F)}}{\text{(N.F)}}$$

Dónde: **T.T.F** = Tiempo Total de Funcionamiento

N.F = Número de Fallas

Variable dependiente: Productividad

Definición operativa

- **Eficiencia:** $(\text{T.U} / \text{T.T}) * 100$

Dónde: **T.U** = Tiempo que funciona la faja tubular transportadora en si

T.T = Tiempo de lo que debe funcionar

- **Eficacia:** $(\text{C.T.T} / \text{C.T.P}) * 100$

Dónde: **C.C.T** = Cantidad de toneladas transportadas diarias

C.T.P = Cantidad de toneladas proyectadas

La figura 26 muestra la acción de la variable independiente sobre la variable dependiente

La matriz de operacionalización de variables se muestra en el Anexo N° 1.

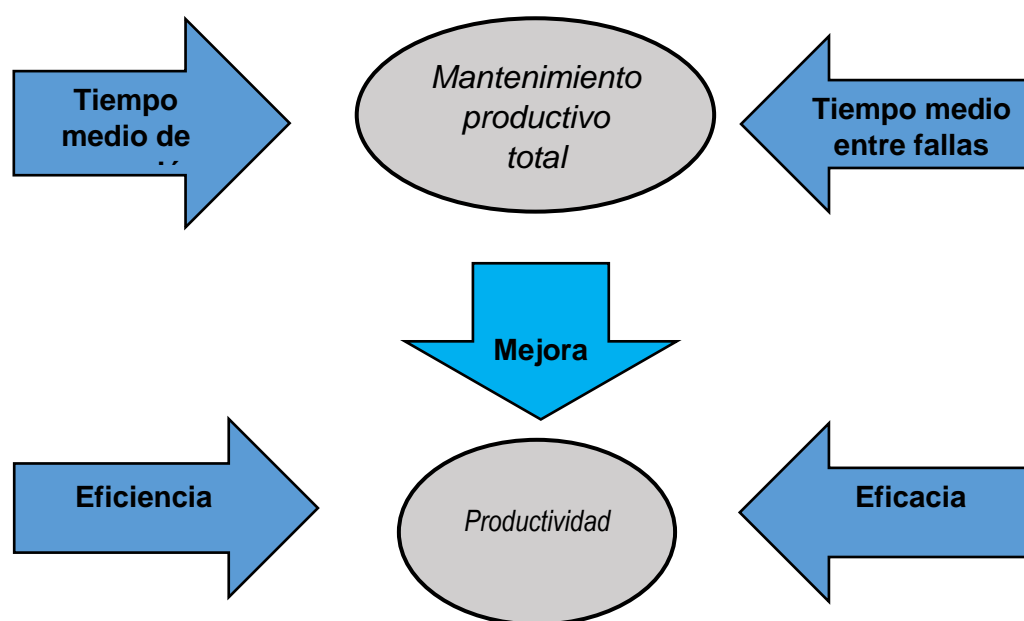


Figura 26. Actuación de la variable independiente sobre la variable dependiente

Fuente: Elaboración propia - 2019

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

Gorgas, Cardiel y Zamorano (2011, p.11), señalan que “hace referencia a los elementos que comparten atributos comunes y son el objeto de estudio y que esta puede ser finita o infinita”. La población fue la cantidad de concentrados de minerales embarcados transportados por el sistema de transporte de concentrados de minerales.

Muestra

Para Gorgas, Cardiel y Zamorano (2011, p.11), comparte las mismas características de la población siendo un sub conjunto de la misma. En la investigación la población fue

similar a la muestra. La toma de esta data se hizo durante un periodo de 60 días y estuvo comprendida entre mayo y junio del 2019.

Muestreo

Al ser la población y la muestra similares, para este caso no se aplicó muestreo.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Para Rodríguez (2008, p. 10), son los medios empleados para levantar los datos e información”. La observación permitió captar los hechos (datos) para su análisis; recolectándose datos y la productividad del sistema de transporte. Se llevó el registro de las paradas ante situaciones derivadas por la interrupción del servicio de transporte

Instrumentos

Vienen a ser los medios utilizados el levantamiento y almacenamiento de la información, como lo señala Valderrama (2013, p.195). El anexo No 02 muestra el el formato de registro de la producción mensual del sistema de transporte de minerales.

Validez

La validación de la matriz de operacionalización fue realizada mediante juicio de expertos de docentes de la Escuela de Ingeniería Industrial. Estos evaluaron la matriz por su pertinencia, relevancia y claridad en la medición de las variables.

Tabla 8. Validación de expertos

Asesor	Claridad	Pertinencia	Relevancia
Ing Percy Sunohara Ramirez	SI	SI	SI
Ing. Daniel Silva Siu	SI	SI	SI
Ing. Lino Rodríguez Alegre	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia - 2019

Confiabilidad

Para Valderrama, 2013, p.215, cuando los resultados del instrumento de medición se replican de forma sucesiva al ser aplicado de modo consecutiva se puede inferir en la confiabilidad del instrumento.

La investigación ha registrado los eventos reportados de las actividades de mantenimiento pues la empresa lleva un registro de los incidentes suscitados en el sistema de transporte que afectan la operatividad de los equipos.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Desarrollo de la Propuesta

3.5.1.1. Situación actual

Transportadora Callao S.A., con RUC 20537577232 y domicilio legal en la Avenida Víctor A. Belaunde 147 San Isidro, inició sus actividades en octubre del 2010. Está formada por las empresas Impala Perú S.A.C., Perubar S.A., Sociedad Minera El Brocal S.A.A., Minera Chinalco Perú S.A. y Trabajos Marítimos S.A.

Las actividades operativas de la empresa, se desarrollan desde sus depósitos y almacenes ubicados en la Avda. Contralmirante Mora N°. 590 – Callao. Actualmente, tiene la concesión para operar y administrar el terminal de embarque de concentrados de minerales en el Terminal portuario del Callao.

La figura 22 recoge características de la obra que opera CONSORCIO CALLAO S.A. en el embarque de concentrados de minerales la que ha representado una inversión de US\$ 113.21 millones de dólares



Figura 27. Etapa Única del Terminal Embarque de Concentrados de Minerales en el TP Callao

Fuente: Transportadora Callado – 2019

Aspectos Estratégicos

Estas corresponden a los propósitos estratégicos de la organización y se tomaron de la página web de la organización <https://transportadoracallao.com.pe/>

VISIÓN

“Transformar en un sistema eficiente el transporte y embarque de concentrados de minerales en el Puerto del Callao, mejorando la calidad de vida de la población de su área de influencia, operando con equilibrio entre lo económico, lo ambiental y lo social”.

MISIÓN

“Consolidarnos como el sistema de embarque más ventajoso para los exportadores de concentrados de minerales que utilizan el puerto del Callao, en base a un servicio eficiente, confiable y limpio”.

POLÍTICAS DE LA EMPRESA

La página web de la empresa muestra la declaración de la Política de la empresa de salud, seguridad industrial, medioambiente, calidad y responsabilidad social, que previene la contaminación ambiental y que se recogen en **el anexo No 01**.

Portafolios de Productos y servicios

Además de operar el sistema para el embarque de los concentrados de minerales, la empresa brinda los servicios adicionales siguientes:

A) Servicios a las embarcaciones

Alquiler de amarraderos

- ❖ Amarre y desamarre
- ❖ Seguridad

B) Servicios a la carga

- ❖ Estiba
- ❖ Trimado

Principales Clientes

Estos son las empresas mineras o agentes involucrados en la exportación de concentrados de minerales destinados a países del exterior y hacen uso del sistema de transporte y embarque, los clientes

Diseño Organizacional

La figura 23 muestra detalles de la estructura orgánica de la empresa

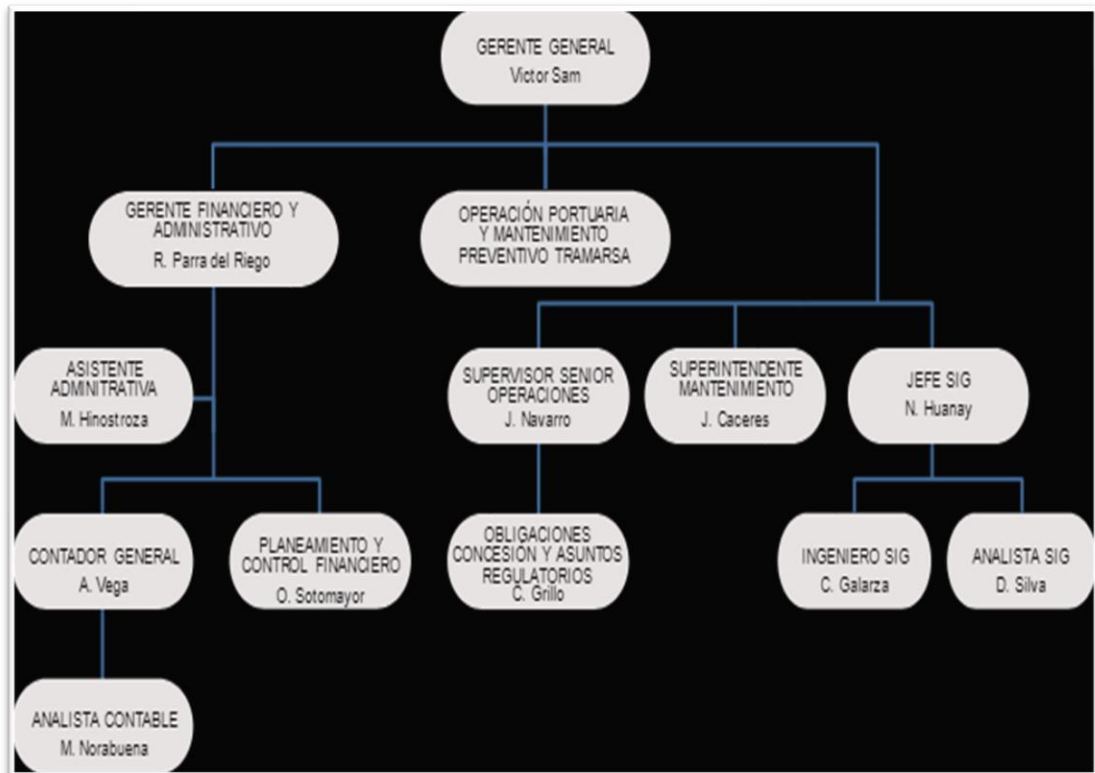


Figura 28. Estructura orgánica Transportadora Callao S.A.

Fuente: Elaboración propia – 2019

Descripción del proceso

El terminal de embarque automatizado se ubica al interior del Terminal del Callao y ha sido diseñado para atender naves con una eslora de 226 metros, manga de 34 metros y un calado referencial de 13.10 metros.

Comprende una faja transportadora hermética (faja principal) que traslada los concentrados de minerales desde el punto de libre acceso (open access) o torre de transferencia y el muelle; el cargador lineal (shiploader) en el muelle y un sistema de preparación de embarque para garantizar la fluidez y eficiencia del sistema.

Torre de Transferencia

Elemento clave para el embarque. La velocidad de embarque ha sido diseñada en función al rendimiento de la faja transportadora y el shiploader. Su diseño permite conectarse a fajas transportadoras herméticas de los diferentes depósitos de minerales.

Shiploader

El cargador Lineal (shiploader), se moviliza sobre rieles a lo largo del muelle. Tiene un rendimiento nominal es de 2000 ton/hora. Puede atender naves de hasta 60,000 DWT.

Faja Transportadora

La faja transportadora es completamente hermética y su diseño evita la contaminación durante el embarque de los minerales deberá. Su longitud es de algo más de 3000 metros y una capacidad nominal entre 2000 a 2,300 ton/hora y una velocidad de 4.0-4.5 m/s. El ancho de la banda es de 1600 mm y de 400 mm de diámetro de tubo. La faja está a una altura de 20 metros desde la torre de transferencia ubicada en el Punto de Acceso Público (Open Access) hasta el shiploader del barco. Recorre los terrenos de Petroperú) e ingresa por la Base Naval del Callao dirigiéndose al oeste, paralelo al río Rímac, adyacente a la Base Naval hasta el muelle de carga.



Figura 29. Principio de Transportador Tubular - 1

Fuente: Transportadora Callao S.A.C – 2019

Principio del Transportador Tubular



Durante el transporte:

- La cinta forma un tubo sellado, este protege el material transportado de influencias externas tales como viento y lluvia



Durante el transporte:

- La cinta de retorno también forma un tubo sellado, así se evita la contaminación por derrame

Figura 30. Principio de Transportador Tubular - 2

Fuente: Transportadora Callao S.A.C – 2019



Durante el transporte:

- El diseño flexible de la cinta tubular permite cambios direccionales sin la necesidad de estaciones de transferencia
- Mejora la efectividad costo y confiabilidad del funcionamiento



Area de descarga del material:

- La cinta se abre automáticamente en el area de descarga
- Posterior a la descarga del material, la cinta se cierra nuevamente para excluir la posibilidad de contaminación durante el trayecto de transporte



Figura 31. Faja tubular

Fuente: Transportadora Callao S.A.C – 2019

Shiploader



SHIPLoader MOSTRANDO LA MANGA RETRACTIL QUE DESCARGA DIRECTAMENTE AL INTERIOR DE LAS BODEGAS DE LOS BARCOS Y EVITA LA CONTAMINACION

17

Figura 32. Shiploader

Fuente: Transportadora Callao S.A.C – 2019

Gestión de las actividades de mantenimiento

El sistema para el embarque de los concentrados de minerales opera bajo el sistema 24/7; las 24 horas del día durante los 7 días de la semana y la calidad del servicio que brinda está en la operación ininterrumpida pues, las embarcaciones requieren que el embarque del mineral sea continuo, por un tema de costos operativos que se incrementa por las estadías en exceso en los puertos. En esa medida las operaciones de embarque de concentrados de zinc deben ser sin interrupciones.

Respecto al mantenimiento del sistema de la faja transportadora, se sigue un plan de mantenimiento preventivo dentro de las 4 fases de implementación del TPM donde, gran parte del proceso que suministra la información para programar las actividades de mantenimiento está soportado por indicadores que proporciona el sistema SCADA instalado en los equipos del sistema de la faja tubular de transporte de minerales que opera mediante el intercambio de información que hay entre los equipos, el servidor y el operador (cliente SCADA).

El término SCADA, siglas de Supervisory Control And Data Acquisition. Es un software para el control de producción. Se comunica con los dispositivos de campo controlando el proceso de modo automático desde el computador de gestión. Brinda información del proceso tanto a usuarios, operadores, supervisores de control de calidad, supervisión de mantenimiento, entre otros.

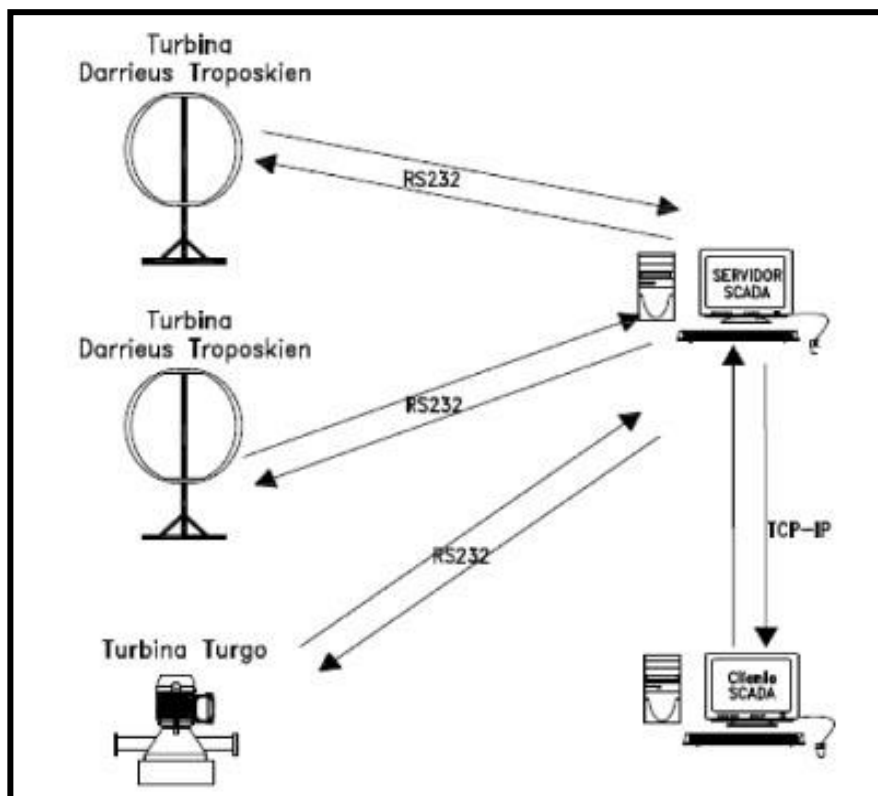


Figura 33. El Sistema SCADA

Fuente: Transportadora Callao S.A.C

El envío de información es por parte de los equipos periféricos que monitorean a los diferentes elementos del sistema; estos son diversos sensores que monitorean: temperatura, movimiento vibración, entre otros, los que son registrados permanentemente por el centro de control de Transportadora Callao S.A.

Lamentablemente, la precisión de la información proporcionada y la operatividad del mismo no han estado a la altura de los requerimientos y no ha proporcionado información precisa y oportuna relevante para quienes tienen a su cargo programar actividades de mantenimiento y las inspecciones.

Para los trabajos de mantenimiento se viene desarrolla el mantenimiento preventivo; sin embargo, esto no ha sido efectivo. La figura 34, muestra el detalle del DOP que se desarrolla en las actividades de mantenimiento tal como se viene ejecutando.

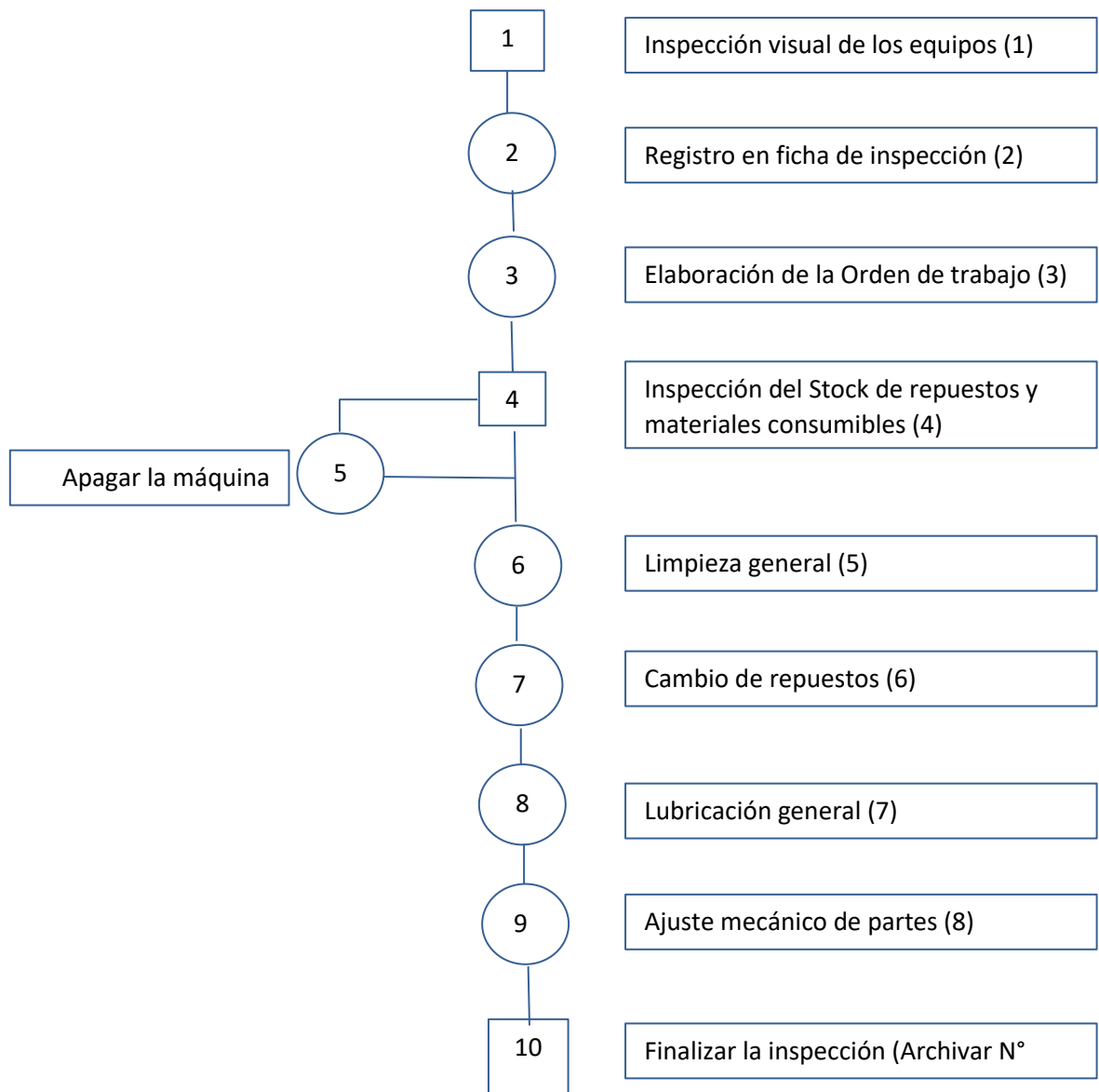



Figura 34. DOP de las actividades de mantenimiento vigente el sistema de transporte

Fuente: Elaboración propia – 2019

Data Pre-test

Las tablas No 9, 10, 11 y 12 muestran la información referida al pre test de la eficiencia, eficacia y la productividad del sistema de embarque registrado para el periodo comprendido entre el 01 al 30 de abril del 2019.


Tabla 9. Data Pre Test de la Eficiencia del mes de abril 2019

EFICIENCIA - ANTES			
FORMULA	$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Tiempo que funciona la faja tubular transportadora en si}}{\text{Tiempo de lo que debe funcionar}} * 100$		
Dias	Tiempo util (Tiempo que funciona la faja tubular transportadora en si)	Tiempo total (Tiempo de lo que debe funcionar)	% EFICIENCIA
1	22	24	92%
2	21	24	88%
3	24	24	100%
4	20	24	83%
5	22	24	92%
6	23	24	96%
7	19	24	79%
8	20	24	83%
9	19	24	79%
10	20	24	83%
11	21	24	88%
12	22	24	92%
13	23	24	96%
14	23	24	96%
15	20	24	83%
16	17	24	71%
17	21	24	88%
18	21	24	88%
19	22	24	92%
20	20	24	83%
21	20	24	83%
22	22	24	92%
23	22	24	92%
24	24	24	100%
25	21	24	88%
26	19	24	79%
27	19	24	79%
28	23	24	96%
29	23	24	96%
30	20.5	24	85%
PROMEDIO			88.0%

Fuente: Elaboración propia – 2019

La tabla número 9, muestra que la eficiencia promedio pre fue de 88 %. El formato de la eficacia adjunto (tabla 10) detalla los datos de la misma.


Tabla 10. Data Pre Test de la Eficacia del mes de abril 2019

EFICACIA - ANTES			
FORMULA	$\text{EFICACIA} = \frac{\text{CANTIDAD DE TONELADAS TRANSPORTADAS DIARIAS}}{\text{CANTIDAD DE TONELADAS PROYECTADAS}} * 100$		
DIAS	CANTIDAD DE TONELADAS TRANSPORTADAS DIARIAS	CANTIDAD DE TONELADAS PROYECTADAS	% EFICACIA
1	54000	55200	98%
2	5300	55200	10%
3	54500	55200	99%
4	52000	55200	94%
5	51000	55200	92%
6	50000	55200	91%
7	49000	55200	89%
8	53500	55200	97%
9	53800	55200	97%
10	54600	55200	99%
11	55150	55200	100%
12	48900	55200	89%
13	47900	55200	87%
14	48000	55200	87%
15	55000	55200	100%
16	50500	55200	91%
17	50905	55200	92%
18	50000	55200	91%
19	49500	55200	90%
20	51500	55200	93%
21	52000	55200	94%
22	51500	55200	93%
23	48100	55200	87%
24	51300	55200	93%
25	50700	55200	92%
26	49900	55200	90%
27	48950	55200	89%
28	49000	55200	89%
29	52180	55200	95%
30	52200	55200	95%
PROMEDIO			90.0%

Fuente: Elaboración propia – 2019

La tabla 10 muestra que el promedio de la eficacia pre fue del 90%. A continuación, se evalúa la productividad como producto de la eficiencia por eficacia.

Tabla 11. Data Pre Test de la Productividad del mes de abril 2019


PRODUCTIVIDAD - ANTES			
FORMULA	Productividad = Eficiencia x Eficacia		
DIAS	Eficiencia	eficacia	% Productividad
1	0.92	0.98	90%
2	0.88	0.96	84%
3	1.00	0.99	99%
4	0.83	0.94	79%
5	0.92	0.92	85%
6	0.96	0.91	87%
7	0.79	0.89	70%
8	0.83	0.97	81%
9	0.79	0.97	77%
10	0.83	0.99	82%
11	0.88	1.00	87%
12	0.92	0.89	81%
13	0.96	0.87	83%
14	0.96	0.87	83%
15	0.83	1.00	83%
16	0.71	0.91	65%
17	0.88	0.92	81%
18	0.88	0.91	79%
19	0.92	0.90	82%
20	0.83	0.93	78%
21	0.83	0.94	79%
22	0.92	0.93	86%
23	0.92	0.87	80%
24	1.00	0.93	93%
25	0.88	0.92	80%
26	0.79	0.90	72%
27	0.79	0.89	70%
28	0.96	0.89	85%
29	0.96	0.95	91%
30	0.85	0.95	81%
PROMEDIO			81.7%

Fuente: Elaboración propia – 2019

La tabla 11 muestra que el promedio de la productividad en abril del 2019 fue del 81.7%.

A continuación, se detalla la data de los indicadores tiempo medio de reparación y tiempo medio entre fallas de las tablas 12 y 13.

Tabla 12. Data Pre Test del indicador tiempo medio de reparación del mes de abril 2019


		MEDICION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DATA PRE - TEST			
		EMPRESA:	TRANSPORTADORA CALLAO		
		ELABORADO POR :	JHONY GAMBOA		
		INDICADOR	TIEMPO MEDIO DE RAPARACION		
		FORMULA:	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD / NUMERO DE FALLAS		
ITEMS	MES DE ABRIL - DIAS	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO MEDIO DE RAPARACION	
1	01/04/2019	2	3	0,67	
2	02/04/2019	2,50	4	0,63	
3	03/04/2019	3	4	0,75	
4	04/04/2019	1,55	2	0,78	
5	05/04/2019	2	3	0,67	
6	06/04/2019	2	3	0,67	
7	07/04/2019	2,30	4	0,58	
8	08/04/2019	2,50	4	0,63	
9	09/04/2019	3,20	5	0,64	
10	10/04/2019	2,35	4	0,59	
11	11/04/2019	3,10	5	0,62	
12	12/04/2019	3,30	5	0,66	
13	13/04/2019	2	3	0,67	
14	14/04/2019	2	3	0,67	
15	15/04/2019	2,50	4	0,63	
16	16/04/2019	2	3	0,67	
17	17/04/2019	2,35	4	0,59	
18	18/04/2019	2,35	4	0,59	
19	19/04/2019	2,35	4	0,59	
20	20/04/2019	3,30	5	0,66	
21	21/04/2019	2,30	4	0,58	
22	22/04/2019	2,05	3	0,68	
23	23/04/2019	3	4	0,75	
24	24/04/2019	3	4	0,75	
25	25/04/2019	3	4	0,75	
26	26/04/2019	2,33	3	0,78	
27	27/04/2019	2,45	5	0,49	
28	28/04/2019	3	4	0,75	
29	29/04/2019	2	3	0,67	
30	30/04/2019	1,55	2	0,78	
PROMEDIO				66%	

Fuente: Elaboración propia – 2019

La tabla 12 muestra que el indicador tiempo medio de reparación para abril de 2019 fue del 66%.

La tabla 13 muestra el tiempo medio entre fallas que corresponde a los datos obtenidos por la empresa Transportadora Callao S.A.C.

Tabla 13. Data Pre Test del indicador tiempo medio entre fallas del mes de abril 2019

		MEDICION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DATA PRE - TEST			
		EMPRESA:	TRANSPORTADORA CALLAO		
		ELABORADO POR :	JHONY GAMBOA		
		INDICADOR	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS		
		FORMULA:	$\frac{\text{(TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO - NUMERO DE FALLAS)}}{\text{TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO}}$		
ITEMS	MES DE ABRIL - DIAS	TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO MEDIO DE RAPARACION	
1	01/04/2019	24	3	0,88	
2	02/04/2019	24	4	0,83	
3	03/04/2019	24	4	0,83	
4	04/04/2019	24	2	0,92	
5	05/04/2019	24	3	0,88	
6	06/04/2019	24	3	0,88	
7	07/04/2019	24	4	0,83	
8	08/04/2019	24	4	0,83	
9	09/04/2019	24	5	0,79	
10	10/04/2019	24	4	0,83	
11	11/04/2019	24	5	0,79	
12	12/04/2019	24	5	0,79	
13	13/04/2019	24	3	0,88	
14	14/04/2019	24	3	0,88	
15	15/04/2019	24	4	0,83	
16	16/04/2019	24	3	0,88	
17	17/04/2019	24	4	0,83	
18	18/04/2019	24	4	0,83	
19	19/04/2019	24	4	0,83	
20	20/04/2019	24	5	0,79	
21	21/04/2019	24	4	0,83	
22	22/04/2019	24	3	0,88	
23	23/04/2019	24	4	0,83	
24	24/04/2019	24	4	0,83	
25	25/04/2019	24	4	0,83	
26	26/04/2019	24	3	0,88	
27	27/04/2019	24	5	0,79	
28	28/04/2019	24	4	0,83	
29	29/04/2019	24	3	0,88	
30	30/04/2019	24	2	0,92	
PROMEDIO				84%	

Fuente: Elaboración propia – 2019

El promedio del indicador de tiempo medio entre fallas fue del 84 % para el mes de abril de 2019.

3.5.1.2 Propuesta de Mejora


Tomando las alternativas consideradas en el diagnóstico de la realidad problemática del capítulo I: mejora de procesos, estudio del trabajo, mantenimiento productivo total (TPM) y que fueron evaluadas con la matriz de alternativas de solución (tabla No 7), se identificó al mantenimiento productivo total (TPM) como la más adecuada para el problema identificado donde los criterios de evaluación considerados fueron: solución al problema, costo, facilidad de implementación y tiempo.

Se ha optado por el mantenimiento productivo total (TPM) no solo por el puntaje obtenido a partir de los criterios establecidos sino, además, el TPM implementado con éxito genera importantes beneficios en el incremento de la productividad y la reducción de costos de mantenimiento; además permite prevenir los defectos y deterioro en la calidad así como la eliminación de la necesidad de ajustes haciendo el trabajo más fácil y seguro para los operadores del equipamiento del sistema de transporte de concentrados de minerales. Además, se obtendrán beneficios como:

- Generar una cultura de prevención.
- La identificación de problemas potenciales.
- Lograr la eficiencia maximizada de la faja tubular
- Mejora de condiciones ambientales.

La propuesta de mejora se circunscribe al desarrollo de las 4 fases del TPM, siguiendo la secuencia siguiente: Preparación, Introducción, Implementación y Consolidación; teniendo como objetivo el reducir los costos en que se incurren por las paradas del sistema de transporte. El diagrama de GANTT adjunto (tabla 14) detalla las actividades necesarias para desarrollar la propuesta mejora:

Tabla 14. Cronograma de ejecución de las fases del TPM en el área de mantenimiento para la faja tubular de transporte de concentrados de minerales, empresa transportadora callao, S.A – 2019

		Cronograma de ejecución de las 4 fases del TPM en el área de mantenimiento para la faja tubular de transporte de concentrados de minerales, empresa transportadora callao, S.A – 2019.																												
ITEMS	ACTIVIDADES	ACTIVIDADES A REALIZAR																												OBSERVACIONES
		abril				agosto				setiembre				octubre					Noviembre				diciembre							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	COMPROMISOS / DIAS O SEMANA																													
2	Recoleccion de la DATA PRE- TES																													
3	Situacion actual de la empresa																													
4	Identificacion del area a mejorar																													
5	4 FASES DE IMPLEMENTACION DEL TPM																													
6	PREPARACION																													
7	Decision de aplicar el mantenimiento productivo total																													
8	Informacion sobre el TPM																													
9	Estructura proporcional del mantenimiento																													
10	INTRODUCCION																													
11	Inicio formal del TPM																													
12	IMPLEMENTACION																													
13	Mejoras orientadas																													
14	Formacion y capacitacion																													
15	Programa de un mantenimiento autonomo																													
16	Programa de un mantenimiento planificado																													
17	CONSOLIDACION																													
18	Resultados del plan de mejorar (Data POS - TEST)																													

NOMBRE
 ELABORADO

NOMBRE
 JEFE DEL AREA MANTENIMIENTO

NOMBRE
 SUPERVISOR GENERAL

Fuente: Elaboración propia - 2019

Costo de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total

La tabla No 15 detalla los costos en los que se incurrirá por la implementación del TPM

Tabla 15. Costo de la inversión de la ejecución del TPM

 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACION	S/ COSTO DE LAS INVERSIONES
LAPTOP LENOVO	S/ 2.500,000
IMPRESIONES DE INVESTIGACIONES	S/ 180,00
FOLDER MANILAS	S/ 15,00
EMPASTADOS	S/ 20,00
IMPRESIONES DE LOS FORMATOS PARA LAS CHARLAS DE CAPACITACION	S/ 35,00
EQUIPOS DE PROCEDIMIENTOS PARA EVALUAR LA FAJA TUBULAR	S/ 1.800,00
CAPIAS DE REPORTE DE MANTENIMIENTOS A LA FAJA TUBULAR DE MINERALES CONCENTRADOS	S/ 25,00
IMPRESORA HD	S/ 850,00
CARPETA DE OFICINA	S/ 150,00
COSTO TOTAL DE HERRAMIENTAS DE INVERSION	S/ 5.575,00
PERSONAL A CONTRATAR PARA LA APLICACIÓN DEL TPM (4 MESES)	
PERSONAL ESPECIALIZADO	S/ 9.000,00
TOTAL DE INVERSION DE LA APLICACIÓN - TPM	S/ 14.575,00

Fuente: Elaboración propia – 2019

3.5.1.3 Implementación de la propuesta

Análisis de indicadores

El análisis de indicadores de desempeño que se espera lograr como producto de la aplicación del TPM serán el punto de referencia para obtener información objetiva respecto a las actividades de mantenimiento a la faja tubular por el del personal destacado en Transportadora Callao S.A.C. Los indicadores a ser considerados serán:

T.M.D.R = El tiempo medio de reparaciones y,

T.M.E.F = El tiempo medio entre fallas.

La tabla adjunta recoge los detalles referidos a estos indicadores tomando como referencia la línea base establecida por el supervisor de mantenimiento.

Tabla 16. Indicadores de la variable independiente que darán la Confiabilidad

La Confiabilidad requerida en operación	90%, sobre una operación continua de 22 horas diarias
El tiempo promedio para las reparaciones de la Faja tubular (MTTR)	NO debe ser superior a 6 horas.
El tiempo promedio para las Fallas (MTBF)	No debe ser superior a 6 horas.

Fuente: Elaboracion propia – 2019

Los indicadores anteriores serán la base para el análisis de fallas y el análisis de costo de falla.

El análisis de fallas, permite determinar el número de fallas que posibilita identificar los componentes que tienen asociadas mayor tasa de detenciones y los que involucran un mayor tiempo fuera de servicio en que se encuentra la faja tubular.

El análisis del costo de fallas se relaciona con los costos asociados a las fallas del equipo e involucran los costos por mano de obra, repuestos, traslados, pérdidas por arranque e inicio del proceso productivo de la faja tubular.

LAS 4 FASES DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

I.-Preparación:

Decisión de aplicar el TPM en la empresa Transportadora Callao S.A.C

Tomando como referencia a Cuatrecasas y Torrell, (2010), fue la alta dirección quien dio a conocer a los colaboradores la decisión de implementar el TPM. Es clave el compromiso de la alta dirección pues su apoyo la implementación transmite la disposición al cambio desde las altas esferas de la organización.

El anuncio de la decisión para el inicio al programa se muestra en el anexo 07: Documento de Anuncio de la aplicación del Mantenimiento productivo Total.

Información sobre el TPM

Uno de los primeros en los pasos en la propuesta de implementación fue informar sobre los alcances del TPM. Esto se hizo mediante reuniones con los colaboradores. Aquí se puso en conocimiento el concepto, los alcances, objetivos y los resultados esperados con el TPM como herramienta de la filosofía de Lean Manufacturing. Esta campaña informativa se dio en los diferentes niveles de la organización.



Figura 35. Reunión para la información del TPM

Fuente: Elaboración propia - 2019

Estructura promocional del TPM.

Se constituyó el comité a cargo de la promoción de la propuesta a fin de difundir y transmitir las políticas y objetivos de la propuesta a ser implementada. La misma estuvo conformada por personal a cargo de las tareas de la gestión, así como los colaboradores. Este equipo fue el responsable de desarrollar y promover estrategias para el proceso de implementación y seguimiento de los avances. La figura No 31 adjunta el detalle de la estructura diseñada para este equipo de promoción.

La idea es capitalizar las capacidades de los colaboradores delegando responsabilidad para así hacerlos partícipes directos pues son las personas quienes intervienen en todo el proceso y donde ya el conocimiento del grupo crece por el intercambiar ideas y sobre todo aprender del que más sabe.

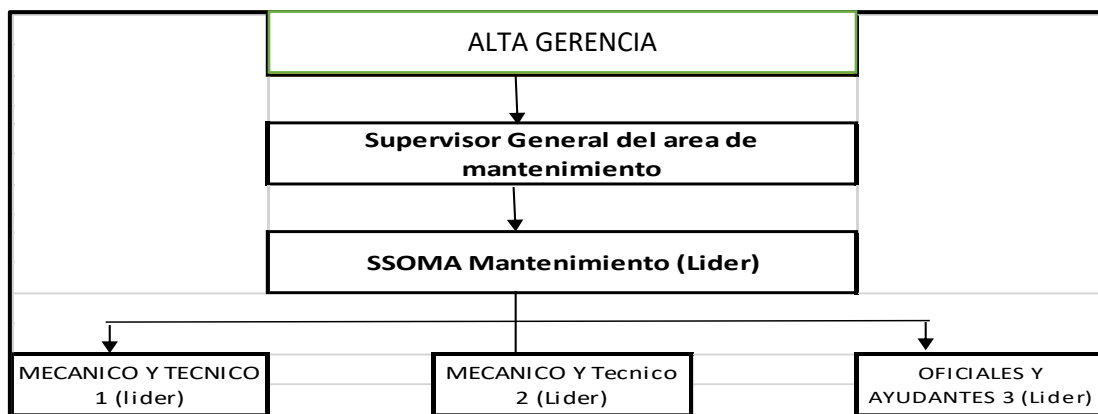


Figura 36. Equipo a cargo de la promoción del TPM

Fuente: Elaboración propia. Datos de RRHH. – 2019

A continuación se mostrara a los responsables de liderar implementación del TPM para la empresa Transportadora Callao S.A.C

Director (Gerente General):

Supervisor General del Área de Mantenimiento:

SSOMA de Mantenimiento (Lider del equipo):

Mecánico Técnico - 1 Líder

Mecánico Técnico - 2 Líder

Oficiales y Ayudantes - 3 Líder

Objetivos y políticas básicas del TPM.

OBJETIVOS

- a) Determinar el estado actual del sistema de la faja tubular de transporte de concentrados de minerales de la Empresa Transportadora Callao, S.A.
- b) Formular un calendario de mantenimiento preventivo.

POLÍTICAS

Las políticas de mantenimiento a seguirse como parte de la propuesta de mejora están alineadas con lo que es la declaración de política de salud, seguridad industrial, medioambiente, calidad y responsabilidad social, que previene la contaminación ambiental de la empresa y situaciones de riesgos no aceptables para sus trabajadores (Anexo 08).

El cumplimiento de estas políticas, que forman parte del sistema de mantenimiento son supervisadas por el grupo de mejora del TPM

II.- Introducción:

Arranque formal del TPM.

En esta fase del TPM, se dieron charlas informativas lideradas por el área de SSOMA y el jefe de planta basados en el pilar de la seguridad del TPM, para lograr que la seguridad de cada colaborador este acorde con la política integrada de gestión de salud, seguridad industrial, medio ambiente, calidad y responsabilidad social de la empresa. Este detalle se muestra en el anexo 09 (formato de capacitación – Las 4 fases de implementación del TPM)

- Capacitación mediante videos, de seguridad, y trabajo en equipo; donde la filosofía es nos cuidamos unos a otros.



Figura 37. Capacitación de la seguridad y de la importación de las fases del TPM

Fuente: Elaboración propia – 2019

III.- IMPLEMENTACIÓN

Plan maestro del desarrollo del TPM.

Mejoras Orientadas

Con este pilar identificó el problema raíz detectándose los tiempos perdidos. Para planificar las medidas a ser tomadas se consideró lo siguiente:

- El Flujograma de registro de fallas
- El Formato de registro de fallas
- El Formato de análisis de fallas

Se cuenta con el sistema scada de mantenimiento que posibilita llevar el control de la faja transportadora, horas de operación de los componentes mayores (motor, transmisión, convertidor, mandos finales, paquetes de frenos) y de los componentes menores (bombas hidráulicas, cardanes, suspensiones, etc.) a quienes les ha asignado un tiempo de operación antes de su reparación o reemplazo.

Los programas de mantenimiento requieren sincronizar las horas de operación, los tiempos de reparación y los presupuestos de mantenimiento aprobados por el responsable del proyecto. La figura No 38 muestra el flujograma del registro de fallas de la faja tubular:

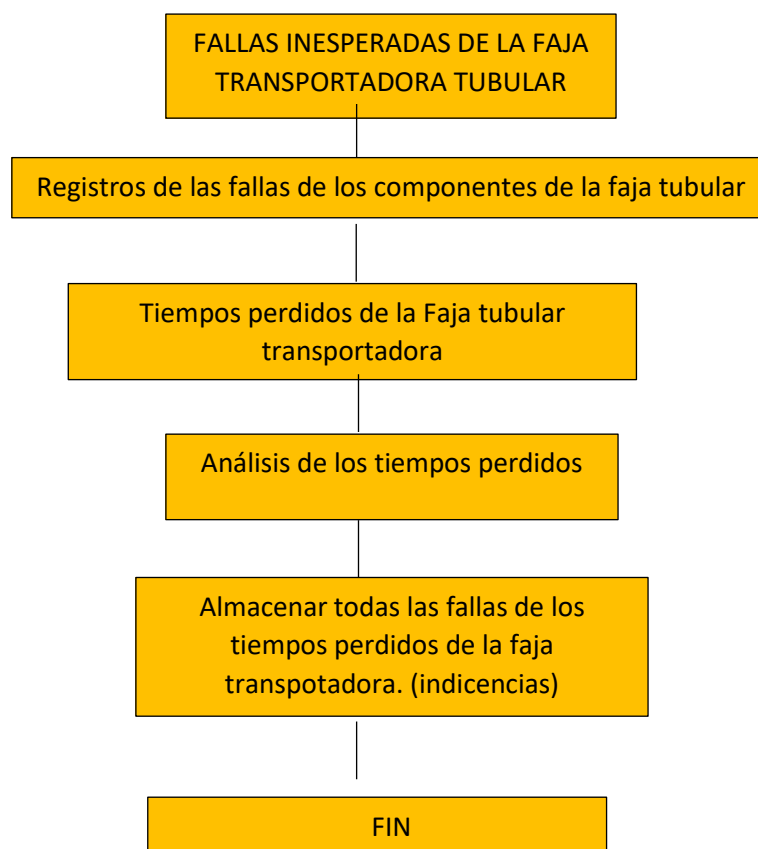


Figura 38. Flujograma de registro de fallas

Fuente: Elaboración Propia – 2019

Se detalla a continuación las actividades de las fallas inesperadas de la Faja Transportadora – Tubular.

Tabla 17. Descripciones del proceso de actividades de las fallas inesperadas

NUMERAL	ACTIVIDADES	DESCRIPCION
1	<i>Oxidación del polín</i>	
2	<i>Rotura de eje de polea de cabeza</i>	
3	<i>Elevación de temperatura en la sala eléctrica</i>	
4	<i>Sobrellenado de chute transferencia por el material con exceso de humedad</i>	

Fuente: Elaboración propia - 2019

En el anexo 10 se muestra el formato de registros de fallas que nos permitirá registrar las fallas observadas para la faja transportadora – tubular, para así poder manejar una base de datos y dar un mejor análisis; adicionalmente, se procedió a elaborar un formato de análisis de fallas (anexo 11).

Análisis de criticidad

Para el diseño del plan de mantenimiento del sistema de la faja tubular de transporte de concentrados de minerales se evaluó la criticidad de los componentes del sistema respecto a su relevancia en la operatividad del sistema.

Formación y Capacitación

Se reflejó en capacitar a los mecánicos, técnicos, oficiales y ayudantes y a los encargados para que adquieran conocimientos del mantenimiento bajo el enfoque TPM al sistema de transporte de concentrados de minerales (faja tubular), y puedan capacitar a sus demás compañeros de trabajo. Las evidencias se muestran en la figura No 39. Anexo 12.




		FORMATO DE REGISTRO DE CAPACITACION DEL MANTENIMIENTO A LA FAJA TUBULAR DE LA EMPRESA TRANSPORTADORA CALLAO S.A.C	
Area:		EQUIPO: FAJA TUBULAR:	
SSOMA:		Tipo de documentos: CAPACITACION	
Supervisor General:		Fecha: 17/10/19	
Mecanico o Tecnico:		Codigo:	
			
Firma			
Aprobado por: _____		Aprobado por: _____	
(SSOMA)		(Residente del proyecto Minero)	
Aprobado por: _____		Aprobado por: _____	
(Supervisor General del area de Mantenimiento)		(Residente del proyecto Minero)	

Figura 39. Participación en temas de TPM

Fuente: Elaboración propia – 2019



Figura 40. Fotos 1 de capacitación

Fuente: Elaboración propia – 2019



Figura 41. Fotos 2 de capacitación

Fuente: Elaboración propia – 2019

Programa de Mantenimiento Autónomo

La aplicación de este pilar se aplicara como capacitaciones y Check List. De esta manera se podrá facilitar para el desarrollo del mantenimiento, se verifico y se dio una evaluación antes de aplicar este pilar. Para que sea más efectivo se realizaron charlas a los técnicos, mecánicos que tengan conocimientos de cómo actuar antes y después de esta herramienta aplicada.

Los mecánicos y técnicos son los únicos de poner en marcha este pilar del TPM, encargándose de realizar diferentes actividades como la inspección de la faja tubular (transportadora de minerales), limpieza de la faja y lubricaciones.

Se hizo una capacitación a los técnicos sobre el mantenimiento autónomo, Ficha de inducción ver en los anexos 13 y 14.

La limpieza de la faja tubular ayudará a prolongar su vida útil y, a la vez, se disminuirán las posibles fallas por la falta de limpieza en la faja tubular (anexos 15, 16, 17,18 y 19).

A continuación se detallara los formatos de capacitación de limpieza e inspecciones de la faja transportadora y calibraciones de la faja que se brindaron a los técnicos y mecánicos del área de mantenimiento (figura No 42).



FORMATO DE CAPACITACION DE LIMPIEZA PARA LA FAJA TUBULAR TRANSPORTADORA DE MINERALES

Se elaboro un formato con el fin de que el tecnico o mecanico deberan tener en cuenta los siguientes pasos para realizar una respectiva Limpieza de las actividades principales de la Faja Tubular Transportadora:

- Debera de constactar a traves de una inspeccion visual en la Faja tubular Transportadora (donde hay mayor suciedad con el fin de evitar posibles fallas).
- Limpieza de mineral en la zona de transferencia de mineral (chutes)
- Tener como herramientas de accesorios personales trapos, grasa, etc.
- Limpieza de sensores de parada.
- Limpieza de paneles solares para el alumbrado, e inspeccion asi eliminando toda suciedad de la superficie .
- Limpieza de chute para que no se atore el mineral.
- Limpieza de caja reductoras
- Limpieza de contrapeso
- Limpieza de carro tensor
- Limpieza de variadores de potencia

Tomar a conciencia, todos los colaboradores de la empresa TRANSPORTADORA CALLAO S.A.C deberan cumplir la meta propuesta.

Elaborado por:

(Persona especializado del Tema)
- Tecnico

Aprobado por:

(Supervisor General - Area de
Mantenimiento)

Residente del Proyecto Minero:

(SSOMA)

Figura 42. Formato de capacitación de Limpieza

Fuente: Elaboración propia – 2019

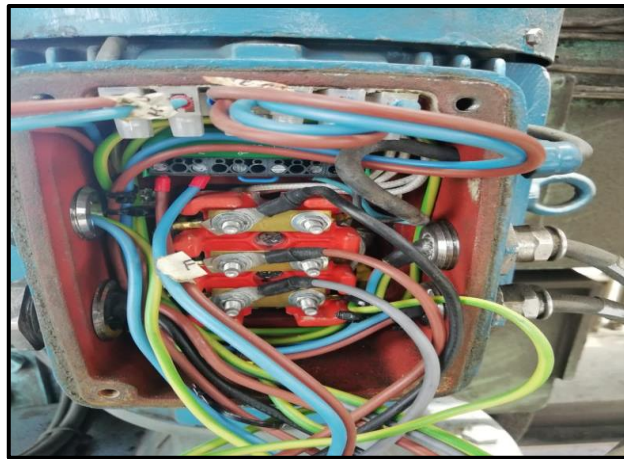
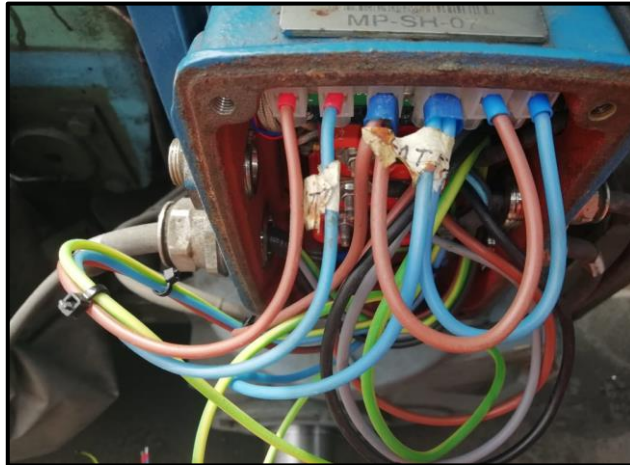


Figura 43. Cable de motor desordenado y sucios antes – foto 1 y 2

Fuente: Elaboración propia – 2019

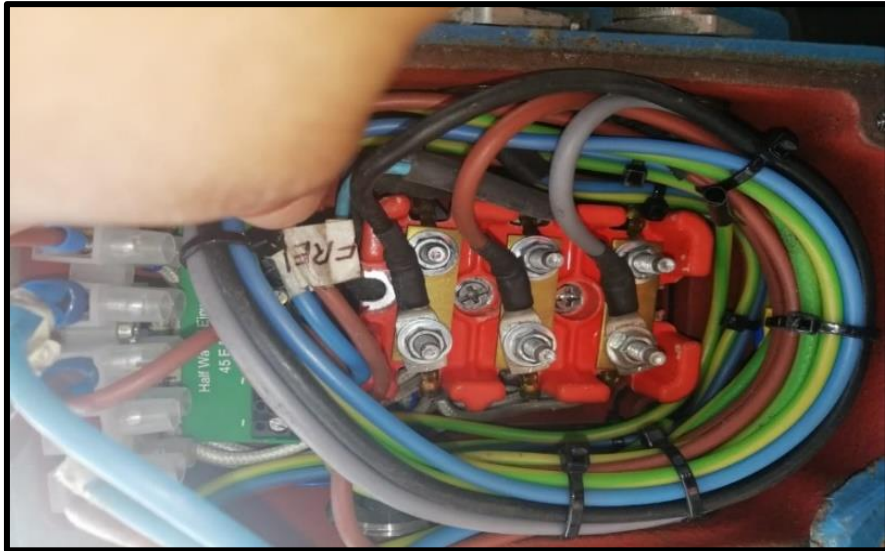


Figura 44. Cable de motor ordenado y limpios después – foto 3

Fuente: Elaboración propia – 2019



Figura 45. Mantenimiento de finales de carrera para regular contrapeso – antes foto 1 y 2

Fuente: Elaboración propia – 2019



Figura 46. Mantenimiento de finales de carrera para regular contrapeso – Después 3 y 4

Fuente: Elaboración propia – 2019

**FORMATO DE CAPACITACION DE INSPECCION DE LA FAJA TUBULAR
TRANSPORTADORA**

IDENTIFICACION DEL PROYECTO

PROYECTO :	INSPECCION DE LA FAJA TRANSPORTADORA DE MINERALES				
CONDICION SUPERFICIAL:	SUPERFICIE LISA	FECHA:		INSTALACION:	TRANSPORTADORA CALLAO S.A.C

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO A INSPECCIONAR:			
EQUIPMENT/EQUIPO:	FAJA TUBULAR	CODE or TAG / CÓDIGO ELEMENTO:	1600 EP 2000/4 5/1, 5/3 PIPE X (LADO CARSA)
DIMENSION/DIMENSIONES:	-	BASE MATERIAL/MATERIAL BASE:	-
CONDITION/CONDICIÓN SUPERFICIAL:	SUPERFICIE LISA	WELDING PROCESS/PROCESO SOLDADO:	-
AÑOS DE VIDA	-	ESPESOR NOMINAL mm:	4 mm

EQUIPMENT AND MATERIALS USED/EQUIPOS Y MATERIALES USADOS						
USED EQUIPMENT/EQUIPO USADO:	BRAND/MARCA:	SONATEST	MODEL/MODELO	D10+	SERIE N°/N° SERIE:	ICD669
UNIT CABLE(S) USED/ UNIDAD DE CABLE USADO:	TYPE/TIPO:	SIMPLE	LENGTH/LONGIT UD:	0.8 m/metro	SPECIAL EQUIPM:	N/A
CALIBRATION BLOCK/BLOQUE DE CALIBRACIÓN:	BRAND/MARCA:	ESCALERA	MODEL/MODELO	3 PASOS	SERIE N°/N° SERIE:	-
REPRESENTATION OF SCANNING/REPRESENTACIÓN DE ESCANEO:	<input checked="" type="checkbox"/> A - SCAN	<input type="checkbox"/> B - SCAN	<input type="checkbox"/> C - SCAN	BEAM TYPE: <input checked="" type="checkbox"/> NORMA	<input type="checkbox"/> ANGLE	
INSPECTION TECHNIQUE USED/TECNICA DE INSPECCIÓN USADA:	<input type="checkbox"/> PULSE - ECHO	<input type="checkbox"/> ECHO - ECHO	<input checked="" type="checkbox"/> EMISSOR- RECP.	<input type="checkbox"/> INMERSION	<input type="checkbox"/> OTHER	



Elaborado por:

Residente del Proyecto Minero:

Aprobado por:


(Persona especializado del Tema)
- Tecnico

(SSOMA)

(Supervisor General - Area de
Mantenimiento)

Figura 47. Formato de inspección de la faja transportadora de minerales

Fuente: Elaboración propia – 2019



REGISTRO DE INSPECCION DE CALIBRACIONES DE ESPESORES DE LA FAJA TUBULAR TRANSPORTADORA

IDENTIFICACION DEL PROYECTO

PROYECTO :	INSPECCION DE CALIBRACION DE ESPESORES TRANSPORTADORA DE MINERALES		
CONDICION SUPERFICIAL:	SUPERFICIE LISA	FECHA:	INSTALACION: TRANSPORTADORA CALLAO S.A.C


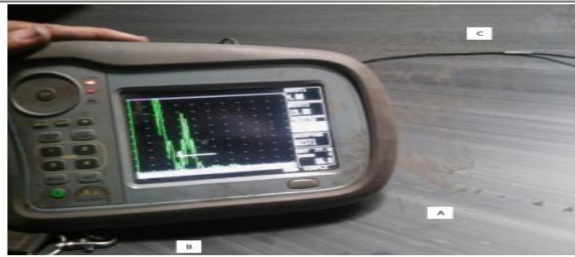
DESCRIPCION DEL ELEMENTO A INSPECCIONAR

EQUIPO:	FAJA SHIP - LOADER	CODIGO DEL EQUIPO:	1200 EP aco /4. 5/3 RMA1 (LADO CARGA)
DIMENSIONES:	-	BASE MATERIAL:	-
CONDICION SUPERFICIAL:	SUPERFICIE LISA	PROCESO SOLDEO:	-
AÑO DE VIDA:	-	ESPESOR:	4 mm

EQUIPMENT AND MATERIALS USED/EQUIPOS Y MATERIALES USADOS

USED EQUIPMENT/EQUIPO USADO:	BRAND/MARCA: SONATEST	MODEL/MODELO: D10-	SERIE N°/N° SERIE: 200669
UNIT CABLES) USED/ UNIDAD DE CABLE USADO:	TYPE/TIPO: SIMPLE	LENGTH/LONGIT: 0.8 METROS	SPECIAL EQUIPM: N/A
CALIBRATION BLOCK/BLOQUE DE CALIBRACION:	BRAND/MARCA: ESCALERA	MODEL/MODELO: 3 PASOS	SERIE N°/N° SERIE: -
REPRESENTATION OF SCANNING/REPRESENTACION DE ESCANEO:	<input checked="" type="checkbox"/> A - SCAN <input type="checkbox"/> B - SCAN <input type="checkbox"/> C - SCAN BEAM TYPE: <input checked="" type="checkbox"/> NORMA <input type="checkbox"/> ANGLE		
INSPECTION TECHNIQUE USED/TECNICA DE INSPECCION USADA:	<input type="checkbox"/> PULSE - ECHO <input type="checkbox"/> ECHO - ECHO <input checked="" type="checkbox"/> EMISOR- RECEPTOR <input type="checkbox"/> INMERSION <input type="checkbox"/> OTHER		

ESQUEMA DE ELEMENTO O SUPERFICIE EVALUADA

EVALUACION DE LA CONDICION DE LA ZONA INSPECCIONADA

MEDICION

FECHA: 11/10/2019 - ESPESORES mm

Puntos de medicion	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	RATE DE CORROSION	VIDA DE DURACION
CANTIDADES DE MEDIDAS	1	3.69	3.21	3.27	3.21	3.69	3.39	-
	2	3.30	3.74	3.89	3.30	3.89	3.64	-
	3	3.30	3.28	3.97	3.28	3.97	3.51	-
	4	3.80	3.65	3.46	3.46	3.80	3.63	-
	5	3.90	4.00	3.56	3.56	4.00	3.82	-
	6	4.00	4.00	3.94	3.94	4.00	3.98	-
	7	3.78	4.00	3.43	3.43	4.00	3.73	-
	8	3.60	3.79	3.28	3.28	3.60	3.55	-

Elaborado por:

(Persona especializado del Tema)
- Tecnico

Residente del Proyecto Minero:

(SSOMA)

Aprobado por:

(Supervisor General - Area de Mantenimiento)

Figura 48. Formato de inspección de calibración de espesores

Fuente: Elaboración propia – 2019

Check list de Actividades Rutinarias de Mantenimiento Autónomo

Seguidamente se realizó un check list del mantenimiento autónomo que el mecánico o técnico deberá realizar a la Faja Tubular Transportadora de minerales. (figura 49)



		Check List de diario de la Faja Tubular Transportadora de Minerales		
<u>UNIDAD</u>		<u>FECHA DE INICIO</u>		RESPONSABLES
<u>CODIGO DEL EQUIPO</u>	FAJA TUBULAR	<u>HORA DE INICIO</u>		
<u>MANTENIMIENTO PROGRAMADO</u>		<u>FECHA DE CULMINACION</u>		
<u>SUPERVISOR:</u>		<u>HORA DE CULMINACION</u>		
<u>RESIDENTE:</u>		<u>LUGAR DE ATENCION</u>		
TAREAS DE INSPECCION DE LA FAJA TUBULAR		SE REALIZO		OBSERVACION
		SI	NO	
Verificar conectividad del sistema Spectro SCADA (si aplica)		X		Transmite si / no
Inspeccionar la zona de transferencia de mineral (chutes)		X		
Inspeccion de herramientas de accesorios personales				
Inspeccion de sensores de parada				Operativo si / no
Inspeccion de paneles solares para el alumbrado, asi eliminando toda suciedad de la superficie .				Gira si / no Tiempo.....min
Se verifico el chute para que no se atore el mineral.				Operativo si / no.....Valor.....psi
Se reviso caja reductoras				
Se verifico el contrapeso de la faja tubular				
Se verifico el carro de sensor				
Se inspeccionaros los variadores de potencia				
		Residente del Proyecto Minero: (SSOMA)		
		Elaborado por: (Persona especializado del Tema) - Tecnico		
		Aprobado por: (Supervisor General - Area de Mantenimiento)		

Figura 49. Check List de las actividades rutinarias de la Faja Transportadora

Fuente: Elaboración propia – 2019

Programa de Mantenimiento Planificado

Los pasos para seguir el mantenimiento planificado según Cuatrecasas, 2010 son:

- Realizar inventario de los equipos (fichas técnicas y datos técnicos)
- Ejecutar el programa de actividades (ya sea mensual o anual según lo que se necesite)
- Ejecutar las ordenes de trabajo
- Realizar las inspección autónomas

Inventario de faja transportadora de minerales, Transportadora Callao S.A.C.

AREA		EQUIPOS	MARCA	NUMERO DE EQUIPOS	SERIE	ANTIGÜEDAD	ESTADO	OBSERVACION
Mantenimiento	FAJA TUBULAR			1	A30292	8	OPERATIVO	

Aprobado por: _____
(Jefe Del Area de Mantenimiento)

Aprobado por: _____
(Supervisor General - Area de Mantenimiento)

Elaborado por: _____
(Persona especializado del Tema) - Tecnico

Figura 50. Inventario de la faja transportadora

Fuente: Elaboración propia - 2019

Fichas técnicas

A fin de identificar el tipo de mantenimiento más adecuado para los diferentes partes del sistema de la faja tubular de transporte de concentrados de minerales se levantó un listado de los equipos del sistema. Esto sirvió de base para elaborar la ficha de los diferentes equipos que forman parte el sistema y contienen los datos más relevantes de cada uno de los equipos que conforman el sistema de transporte (anexo 20 y 21).

Hojas de control de fallos

Las hojas de control de fallos (anexo 22), recopilan información que es de utilidad para generar el historial de requerimientos de mantenimiento de los componentes del sistema y son la base parar planificar el mantenimiento preventivo.

Aun cuando se cuenta con un historial de fallos en la que se lleva un registro de las acciones de mantenimiento efectuadas, las mismas no registran la información de detalle de las acciones efectuadas. Se ha rediseñado las hojas de control de fallos las mismas que servirán como un historial la información que se va a recopilar el tiempo que toma una reparación, repuesto que se cambió, que persona realizó las actividades de reparación efectuadas.

La información de las hojas de historial de fallos permitirá realizar el plan de mantenimiento del sistema y tomar previsiones respecto a la gestión de los repuestos que sean necesarios.

Plan de mantenimiento planificado

La elaboración del Plan mantenimiento planificado se realizó con el apoyo del departamento de mantenimiento, quienes están organizados a través de un jefe de mantenimiento, supervisores, asistentes y personal técnico tanto para la parte eléctrica como mecánica.

El responsable del equipo promocional del TPM en coordinación con el supervisor de mantenimiento fueron las encargadas de fijar los parámetros de actividades programadas que deberán efectuarse como rutina y práctica de mantenimiento constante así como de elaborar el plan y programa de mantenimiento. La tabla adjunta recoge los detalles de estas actividades.

Tabla 18. Actividades a ejecutar en el mantenimiento del sistema de faja transportadora

EQUIPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA	RESPONSABLE
Sistema de faja transportadora de minerales	Inspección ocular	Fugas de aceite, corrección, desajuste de pernos	Personal técnico, con cámara digital si es necesario.	Técnico Mecánico Eléctrico
	Limpieza	Limpieza de los diodos, cajas eléctricas así como de los sensores temperatura	Limpieza con trapos industriales y uso de sustancias líquidas dieléctricas.	Técnico Mecánico Eléctrico
	Medición	Vibración de los motores, y rangos de temperatura.	Mediante equipos digitales; termómetros especiales, mego metros, instrumentos de presión.	Técnico Mecánico Eléctrico
	Ajuste mecánico	Ajuste de conexiones, cojinetes y fajas	Instrumentación mecánica para hacer torque donde sea necesario, llaves con aislamiento eléctrico.	Técnico Mecánico Eléctrico

Fuente: Elaboración propia – 2019

3.5.1.4 Data post test


CONSOLIDACIÓN

A) Variable dependiente: Productividad

Una vez habiendo ejecutado el TPM se realizará la medición de las dimensiones de la eficiencia y eficacia y por consecuencia mediremos la variable dependiente que es productividad.

DIMENSION DE EFICIENCIA

Tabla 19. Medición de la dimensión de la eficiencia después

EFICIENCIA - DESPUES			
FORMULA	$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Tiempo que funciona la faja tubular transportadora en si}}{\text{Tiempo de lo que debe funcionar}} * 100$		
Mes de Setiembre - Días	Tiempo util (Tiempo que funciona la faja tubular transportadora en si)	Tiempo total (Tiempo de lo que debe funcionar)	% EFICIENCIA
1	23	24	0,96
2	22	24	0,92
3	24	24	1,00
4	22	24	0,92
5	23	24	0,96
6	23	24	0,96
7	22	24	0,92
8	22	24	0,92
9	23	24	0,96
10	22	24	0,92
11	22	24	0,92
12	23	24	0,96
13	24	24	1,00
14	23	24	0,96
15	22	24	0,92
16	21	24	0,88
17	23	24	0,96
18	22	24	0,92
19	22	24	0,92
20	20	24	0,83
21	22	24	0,92
22	22	24	0,92
23	22	24	0,92
24	24	24	1,00
25	22	24	0,92
26	22	24	0,92
27	22	24	0,92
28	23	24	0,96
29	23	24	0,96
30	23	24	0,96
PROMEDIO			93,5%

Fuente: Elaboración propia – 2019

En la tabla anterior podemos verificar que en los tiempos útiles de trabajo efecto de la Faja tubular (transportadora de minerales) aumentaron, obteniendo un promedio total en la eficiencia de 93,5 %.

DIMENSIÓN DE EFICACIA

Tabla 20. Medición de la dimensión de la eficacia después

EFICACIA - DESPUES			
FORMULA	EFICACIA = $\frac{\text{CANTIDAD DE TONELADAS TRANSPORTADAS DIARIAS}}{\text{CANTIDAD DE TONELADAS PROYECTADAS}} * 100$		
Mes de Setiembre -DIAS	CANTIDAD DE TONELADAS TRANSPORTADAS DIARIAS	CANTIDAD DE TONELADAS PROYECTADAS	% EFICACIA
1	55000	55200	1,00
2	54000	55200	0,98
3	55100	55200	1,00
4	53500	55200	0,97
5	54000	55200	0,98
6	53000	55200	0,96
7	43000	55200	0,78
8	54500	55200	0,99
9	54800	55200	0,99
10	55050	55200	1,00
11	55200	55200	1,00
12	55000	55200	1,00
13	50000	55200	0,91
14	55000	55200	1,00
15	55150	55200	1,00
16	50900	55200	0,92
17	52905	55200	0,96
18	53000	55200	0,96
19	52500	55200	0,95
20	53500	55200	0,97
21	53900	55200	0,98
22	54500	55200	0,99
23	54100	55200	0,98
24	54300	55200	0,98
25	54700	55200	0,99
26	54900	55200	0,99
27	48950	55200	0,89
28	49000	55200	0,89
29	52180	55200	0,95
30	52200	55200	0,95
PROMEDIO			96,2%

Fuente: Elaboración propia – 2019

En la tabla anterior podemos denotar que las cantidades de toneladas transportadas diarias aumentaron gracias a la aplicación de las 4 fases del tpm cosa que aumento la vida útil de la Faja Tubular, obteniendo un promedio total en la eficacia de 96,2 %. En comparación del antes y el después, podemos ver que hubo una mejora dándonos a entender que la aplicación del TPM obtuvo resultados.


$$\text{Productividad antes} = 0.88 * 0.929 = \mathbf{81.7 \%}$$

$$\text{Productividad después} = 0.935 * 0.962 = \mathbf{89.94 \%}$$

Una vez que se obtuvo los resultados de las dimensiones de eficiencia y eficacia del después procesaremos le productividad.

PRODUCTIVIDAD DESPUÉS

Tabla 21. Productividad después del aplicar el mantenimiento productivo

PRODUCTIVIDAD - DESPUES			
FORMULA	Productividad = Eficiencia x Eficacia		
Mes de Setiembre -	Eficiencia	eficacia	% Productividad
1	0,96	1,00	0,95
2	0,92	0,98	0,90
3	1,00	1,00	1,00
4	0,92	0,97	0,89
5	0,96	0,98	0,94
6	0,96	0,96	0,92
7	0,92	0,78	0,71
8	0,92	0,99	0,91
9	0,96	0,99	0,95
10	0,92	1,00	0,91
11	0,92	1,00	0,92
12	0,96	1,00	0,95
13	1,00	0,91	0,91
14	0,96	1,00	0,95
15	0,92	1,00	0,92
16	0,88	0,92	0,81
17	0,96	0,96	0,92
18	0,92	0,96	0,88
19	0,92	0,95	0,87
20	0,83	0,97	0,81
21	0,92	0,98	0,90
22	0,92	0,99	0,91
23	0,92	0,98	0,90
24	1,00	0,98	0,98
25	0,92	0,99	0,91
26	0,92	0,99	0,91
27	0,92	0,89	0,81
28	0,96	0,89	0,85
29	0,96	0,95	0,91
30	0,96	0,95	0,91
PROMEDIO			90,0%

Fuente: Elaboración propia – 2019

En la tabla 21 se detalla la productividad obtenida estos datos fueron obtenidos después de implementación del TPM siendo su periodo de evaluación de 30 días tiempo en que los técnicos y los mecánicos de mantenimiento comenzaron a cumplir con la meta trazada en tener los camiones más operativos. Es por ello que su resultado de la productividad de la empresa Transportadora Callao S.A.C es de 90 % lo cual decimos que la productividad de lo Faja Tubular de Transporte de minerales mejoro.

En las figuras 23 y 24 se observa los avances en la eficiencia, eficacia y productividad a lo largo del periodo de evaluación de 12 semanas.

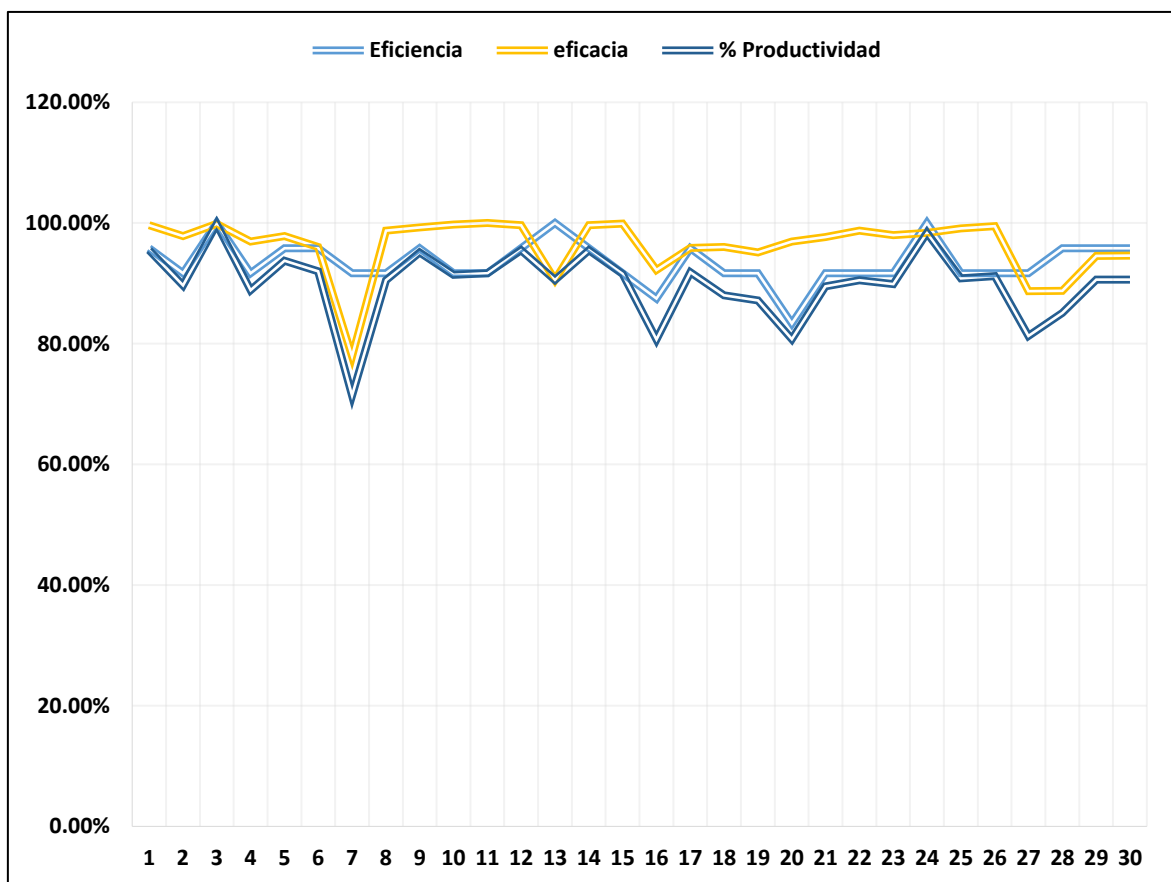


Figura 51. Gráfico de líneas de la productividad después de aplicar el TPM

Fuente: Elaboración propia – 2019

PROMEDIO	EFICIENCIA DESPUES	EFICACIA DESPUES	PRODUCTIVIDAD DESPUES
	93,5%	96,2%	90%

Figura 52. Promedio de eficiencia, eficacia y productividad después de ejecutar el mantenimiento productivo total

Fuente: Elaboración propia – 2019

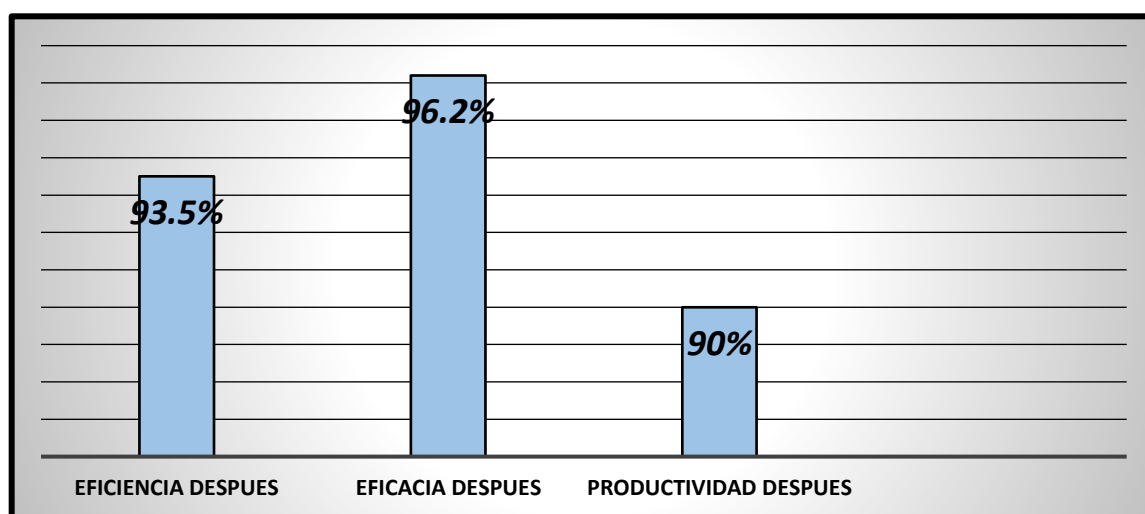


Figura 53. Gráfico de barras de la productividad después de aplicar el mantenimiento productivo total


Fuente: Elaboración propia – 2019

Post-test variable independiente – TPM

Tiempo medio de Reparación (Post- Test)

Después de haberse ejecutado el mantenimiento productivo total se realizó la medición de la dimensión del Tiempo medio de Reparación (post – test) logrando un resultado de 80 % en promedio de las mediciones que fueron realizadas. Ver tabla 22.

Tabla 22. Medición de la dimensión del tiempo medio de reparación después


		MEDICION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DATA POST - TEST			
		EMPRESA:	TRANSPORTADORA CALLAO		
		ELABORADO POR :	JHONY GAMBOA		
		INDICADOR	TIEMPO MEDIO DE RAPARACION		
		FORMULA:	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD / NUMERO DE FALLAS		
ITEMS	MES DE SETIEMBRE - DIAS	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO MEDIO DE RAPARACION	
1	01/09/2019	1,58	2	0,79	
2	02/09/2019	2,50	3	0,83	
3	03/09/2019	2	2	1,00	
4	04/09/2019	1,55	2	0,78	
5	05/09/2019	2	3	0,67	
6	06/09/2019	2	3	0,67	
7	07/09/2019	1	1	1,00	
8	08/09/2019	1,30	2	0,65	
9	09/09/2019	1,30	2	0,65	
10	10/09/2019	1,30	2	0,65	
11	11/09/2019	2,48	3	0,83	
12	12/09/2019	2,30	3	0,77	
13	13/09/2019	2	3	0,67	
14	14/09/2019	2	3	0,67	
15	15/09/2019	2,50	4	0,63	
16	16/09/2019	2	3	0,67	
17	17/09/2019	2,35	3	0,78	
18	18/09/2019	2,35	3	0,78	
19	19/09/2019	2,35	3	0,78	
20	20/09/2019	1,60	2	0,80	
21	21/09/2019	0,59	1	0,59	
22	22/09/2019	2,05	3	0,68	
23	23/09/2019	2	2	1,00	
24	24/09/2019	2	2	1,00	
25	25/09/2019	3	4	0,75	
26	26/09/2019	2	2	1,00	
27	27/09/2019	1	1	1,00	
28	28/09/2019	2	2	1,00	
29	29/09/2019	1	1	1,00	
30	30/09/2019	1,57	2	0,79	
PROMEDIO				80%	

Fuente: Elaboración propia – 2019

Dimensión tiempo medio entre fallas

Después de haberse ejecutado la dimensión del tiempo medio entre fallas se realizó la medición nuevamente de esta dimensión obteniéndose un resultado promedio de 90 %.

Tabla 23. Medición de la dimensión del Tiempo medio entre fallas después

		MEDICION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DATA POST - TEST		
		EMPRESA:	TRANSPORTADORA CALLAO	
		ELABORADO POR :	JHONY GAMBOA	
		INDICADOR	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS	
FORMULA:	(TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO - NUMERO DE FALLAS) / TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO			
ITEMS	MES DE SETIEMBRE - DIAS	TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS
1	01/09/2019	24	2	0,92
2	02/09/2019	24	3	0,88
3	03/09/2019	24	2	0,92
4	04/09/2019	24	2	0,92
5	05/09/2019	24	3	0,88
6	06/09/2019	24	3	0,88
7	07/09/2019	24	1	0,96
8	08/09/2019	24	2	0,92
9	09/09/2019	24	2	0,92
10	10/09/2019	24	2	0,92
11	11/09/2019	24	3	0,88
12	12/09/2019	24	3	0,88
13	13/09/2019	24	3	0,88
14	14/09/2019	24	3	0,88
15	15/09/2019	24	4	0,83
16	16/09/2019	24	3	0,88
17	17/09/2019	24	3	0,88
18	18/09/2019	24	3	0,88
19	19/09/2019	24	3	0,88
20	20/09/2019	24	2	0,92
21	21/09/2019	24	1	0,96
22	22/09/2019	24	3	0,88
23	23/09/2019	24	2	0,92
24	24/09/2019	24	2	0,92
25	25/09/2019	24	4	0,83
26	26/09/2019	24	2	0,92
27	27/09/2019	24	1	0,96
28	28/09/2019	24	2	0,92
29	29/09/2019	24	1	0,96
30	30/09/2019	24	2	0,92
PROMEDIO				90%

Fuente: Elaboración propia – 2019

3.6. Método de análisis de datos

Se efectuó mediante la estadística descriptiva y el análisis inferencial con el SPSS 25.

Análisis Descriptivo

Consigna la característica estadística de las variables dependiente e independiente y su comportamiento mediante histogramas, diagramas de bloques o de barras y permiten comparar los resultados por el comportamiento que muestran estas variables y permiten sacar conclusiones de los indicadores que son evaluados.

Análisis Inferencial

Permite probar las hipótesis. En primer lugar, se determina la normalidad de la muestra e identificar si esta es paramétrica o no paramétrica. Ello se asocia a la cantidad de datos que se están analizando. Posteriormente, se realizó la comparación de medias con lo que se determinó el uso de los estadígrafos T-Student (para pruebas paramétricas) o la de Wilcoxon (para muestra no paramétricas) para contrastar las hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

La veracidad de la información de la información levantada analizada, está marcada por lo que es la cultura de la organización. Para ello, los valores corporativos son el sello que imprime el comportamiento de los colaboradores. Se cuenta con el consentimiento de la alta dirección para el desarrollo de la propuesta habiéndose comprometido en mantenerse la confidencialidad de la información suministrada respetando la reserva y veracidad de los datos y que estos se deban destinar para el uso académico de los mismos.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo

Se determinó la media, mediana y desviación típica, la asimetría y curtosis de los datos.

Dimensión eficiencia de la variable dependiente productividad

La tabla 24 muestra el procesamiento de la data para la dimensión eficiencia de la variable productividad.

Tabla 24. Resumen del procesamiento de datos de la dimensión de eficiencia

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICIENCIA_ANTES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
EFICIENCIA_DESPUES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: SPSS

Los datos del pre y post test fueron 30, procesándose el 100% de estos.

Tabla 25. Análisis descriptivo de la dimensión de la eficiencia

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
EFICIENCIA_ANTES	Media	,8807	,01302
	Mediana	,8800	
	Desviación estándar	,07134	
	Asimetría	-,255	,427
	Curtosis	-,427	,833
EFICIENCIA_DESPUES	Media	,9370	,00645
	Mediana	,9200	
	Desviación estándar	,03535	
	Asimetría	-,512	,427
	Curtosis	1,907	,833

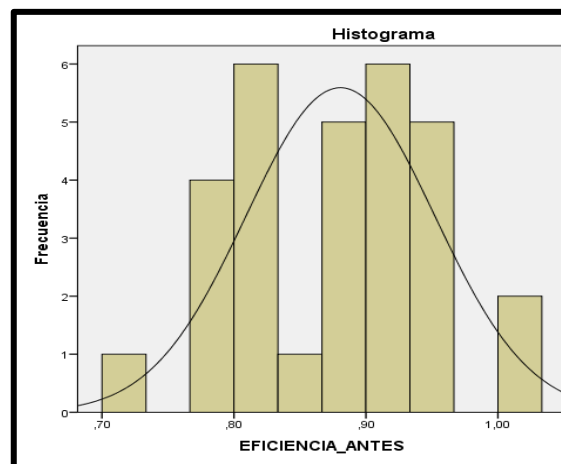
Fuente: SPSS

De la tabla 25, tenemos que la media de la eficiencia pre test y post test fueron 0,8807 y 0,9370. La eficiencia es un indicador asociado a la productividad.

Su índice mejoró en 6.39 % y la desviación estándar disminuyó en 0,3599 pues los datos del post test estaban más cercanos a la media.

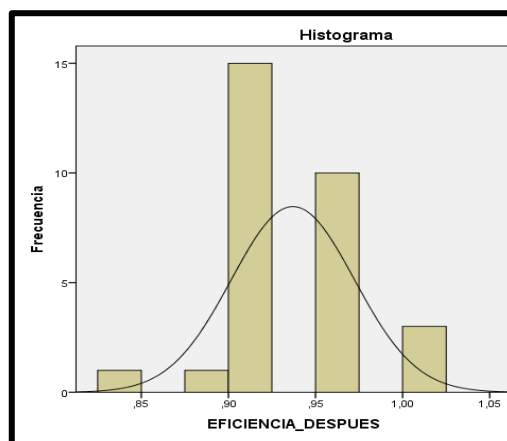
Las figuras 54 y 55, son el histograma con la curva normal de la eficiencia pre y post test de la tabla 25.

Figura 54. Curva normal de la eficiencia antes



Fuente: SPSS

Figura 55. Curva normal de la eficiencia después



Fuente: SPSS

Dimensión de eficacia de la variable dependiente de productividad

La tabla 26 muestra el procesamiento del 100% de datos pre y post test de la eficacia para la variable dependiente productividad.

Tabla 26. Resumen del procesamiento de datos de la dimensión de eficacia

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICACIA_ANTES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
EFICACIA_DESPUES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: SPSS

Análisis descriptivo de la eficacia

Tabla 27. Análisis descriptivo de la eficacia

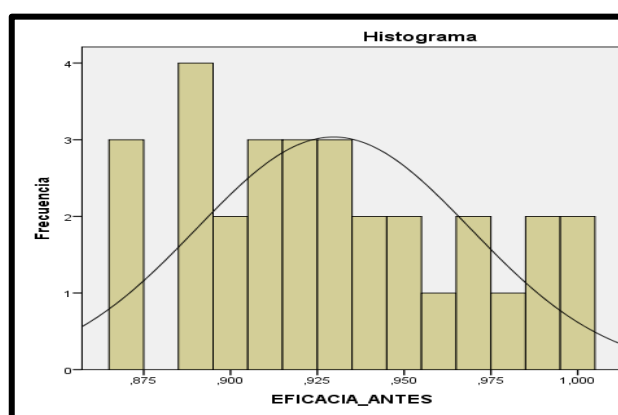
Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
EFICACIA_ANTES	Media	,9297	,00720
	Mediana	,9250	
	Desviación estándar	,03943	
	Asimetría	,287	,427
	Curtosis	-,911	,833
EFICACIA_DESPUES	Media	,9637	,00858
	Mediana	,9800	
	Desviación estándar	,04701	
	Asimetría	-2,415	,427
	Curtosis	7,290	,833

Fuente: SPSS

Las medias de la eficacia fueron de 0,9297 y de 0,9637 para el pre y post test, se mejoró el índice de productividad en 3.65 % y la desviación estándar se incrementó en 0.00758 por lo que la data post está más alejada de la media.

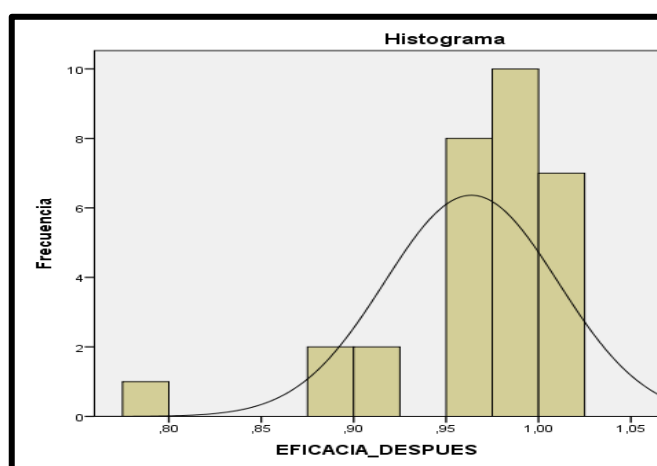
Las figuras 56 y 57 detallan el histograma con la curva normal para la eficacia graficando los valores de la tabla 27.

Figura 56. Curva normal de la eficacia antes



Fuente: SPSS

Figura 57. Curva normal de la eficacia después



Fuente: SPSS

Análisis descriptivo de la variable dependiente Productividad

Tabla 28. Resumen de procesamiento de datos de productividad

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRODUCTIVIDAD _ANTES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
PRODUCTIVIDAD _DESPUES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: SPSS

De la tabla 28, tenemos que se procesaron los 30 datos (100%) del pre y post test de la productividad.

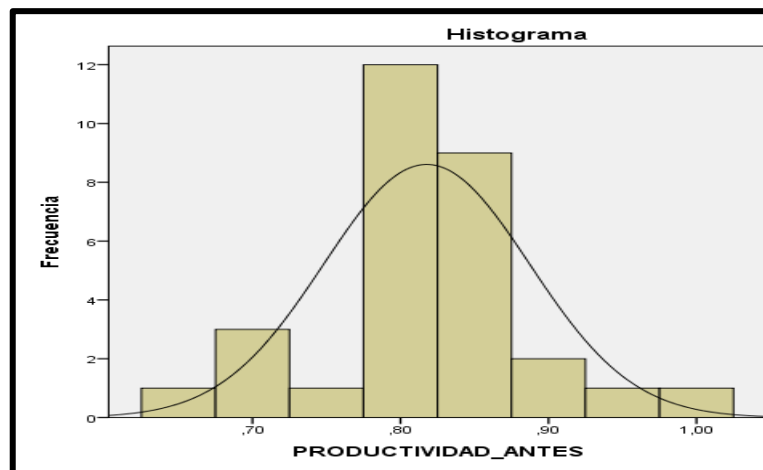
Tabla 29. Análisis descriptivo de la variable dependiente productividad

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
PRODUCTIVIDAD _ANTES	Media	,8177	,01269
	Mediana	,8150	
	Desviación estándar	,06951	
	Asimetría	-,089	,427
	Curtosis	1,121	,833
PRODUCTIVIDAD _DESPUES	Media	,9003	,01043
	Mediana	,9100	
	Desviación estándar	,05714	
	Asimetría	-1,423	,427
	Curtosis	3,370	,833

Fuente: SPSS

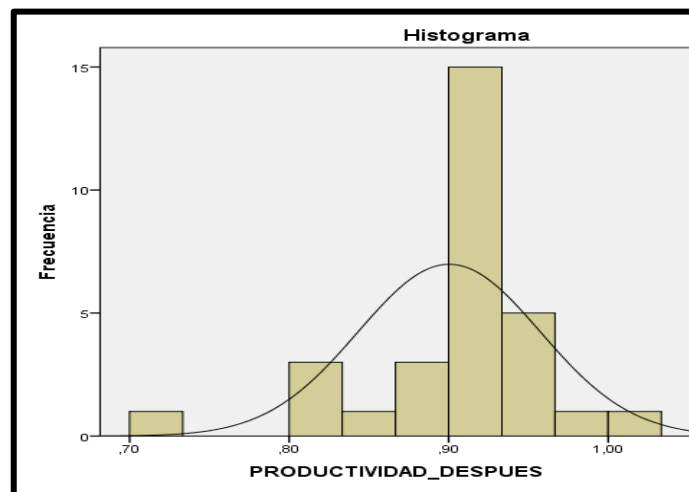
La tabla 29, muestra que la media de la productividad pre y post fueron de 0,8177 y 0,9003 por lo que el TPM incrementa la productividad. Esto pues el índice mejoro en 10.10 %, además la desviación estándar disminuyó en 0,01237. Se observa que la base de datos post está más cercana a la media. Las figuras 58 y 59, detallan el histograma con la curva normal de la productividad asociada a los valores de la tabla 29.

Figura 58. Curva normal de la productividad antes



Fuente: SPSS

Figura 59. Curva normal de la productividad después



Fuente: SPSS

Análisis descriptivo de las dimensiones del tiempo medio de reparación y tiempo medios entre fallas de la variable independiente del mantenimiento productivo total.

A continuación, se muestra la información del procesamiento de la data de la dimensión de la confiabilidad de la variable TPM.

Tabla 30. Resumen del procesamiento de datos de la dimensión de tiempo medio de reparación

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
TIEMPO.MEDIO.DE.RE PARACION_ANTES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
TIEMPO.MEDIO.DE.RE PARACION_DESPUES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: SPSS

De la tabla 30, se tiene que fueron 30 los datos procesados para el pre y post test del tiempo medio de reparación. Se procesó el 100% de los datos.

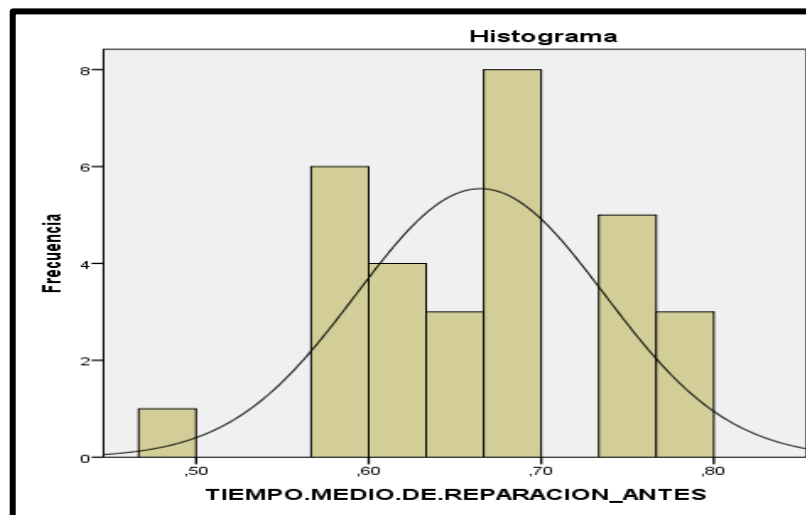
Tabla 31. Análisis descriptivo de la dimensión del tiempo medio de reparación

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
TIEMPO.MEDIO.DE.REPARACION _ANTES	Media	,6647	,01314
	Mediana	,6700	
	Desviación estándar	,07195	
	Asimetría	-,072	,427
	Curtosis	-,232	,833
TIEMPO.MEDIO.DE .REPARACION DESPUES	Media	,7960	,02550
	Mediana	,7800	
	Desviación estándar	,13969	
	Asimetría	,456	,427
	Curtosis	-1,196	,833

Fuente: SPSS

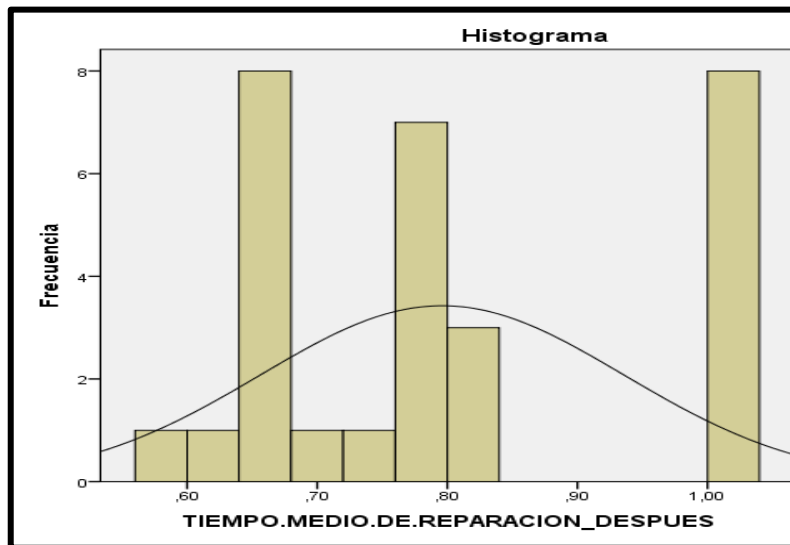
La tabla 31, detalla que la media del tiempo medio de reparación pre y post fueron 0,6647 y 0,06774 y al estar asociado al TPM, tenemos que su índice mejoró en 19.75 % con el incremento de la desviación estándar en 0,06774; esto es que la base de datos después se aleja de la media. Las figuras 60 y 61, detallan el histograma con la curva normal de la eficiencia de los valores de la tabla 31.

Figura 60. Curva normal del tiempo medio de reparación antes



Fuente: SPSS

Figura 61. Curva normal del tiempo medio de reparación después



Fuente: SPSS

Análisis descriptivo de la dimensión del Tiempo medio entre fallas de la variable independiente del mantenimiento productivo total

Tabla 32. Resumen del procesamiento de datos de la dimensión del tiempo medio entre fallas

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
TIEMPO.MEDIO.ENTRE .FALLAS_ANTES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
TIEMPO.MEDIO.ENTRE .FALLAS_DESPUES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: SPSS

De la tabla 32, tenemos que se procesó el 100% de la data pre y post test del tiempo medio entre fallas. El análisis descriptivo del tiempo medio entre fallas es el siguiente:

Tabla 33. Análisis descriptivo de la dimensión del tiempo medio entre fallas

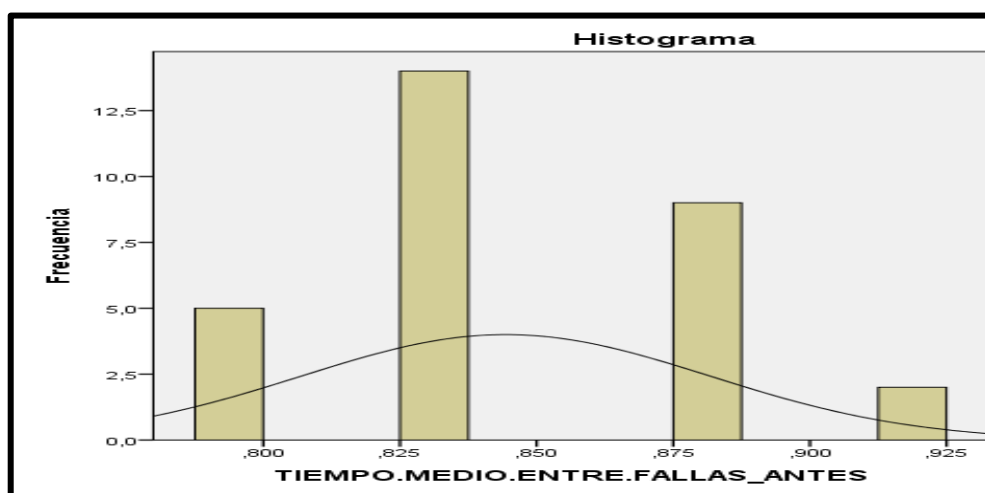
Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
TIEMPO.MEDIO.ENTRE .FALLAS_ANTES	Media	,8443	,00683
	Mediana	,8300	
	Desviación estándar	,03739	
	Asimetría	,305	,427
	Curtosis	-,639	,833
TIEMPO.MEDIO.ENTRE .FALLAS_DESPUES	Media	,9033	,00620
	Mediana	,9200	
	Desviación estándar	,03397	
	Asimetría	-,149	,427
	Curtosis	-,038	,833

Fuente: SPSS

La tabla 33, muestra que la media del tiempo medio entre fallas pre y post fueron 0,8443 y 0,9033 respectivamente, Ahora, al ser el tiempo medio entre fallas una herramienta de análisis del TPM, observamos que su índice mejoró en 6.98 % y que la desviación estándar disminuyó en 0.00342 y que la base de datos post está más cercana a la media.

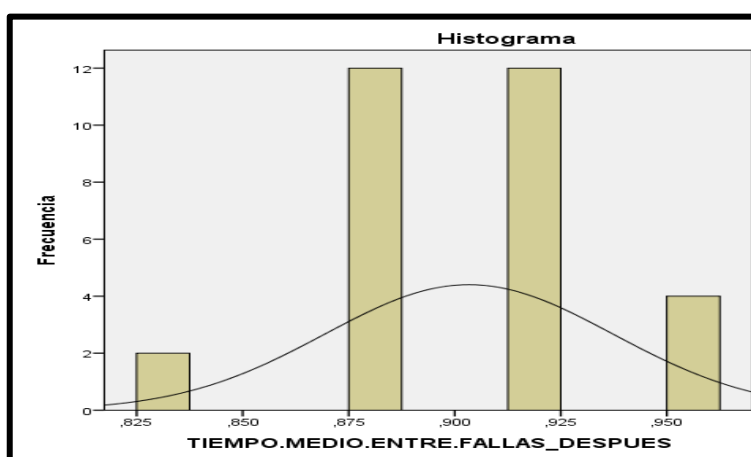
Las figuras 62 y 63 muestran el histograma con la curva normal de la eficiencia para los valores de la tabla 33.

Figura 62. Curva normal del tiempo medio entre fallas antes



Fuente: SPSS

Figura 63. Curva normal del tiempo medio entre fallas después



Fuente: SPSS

Análisis inferencial

Muestra la contrastación de hipótesis general y específicas donde H_0 es la hipótesis nula y H_a conocida como hipótesis alternativa.

Análisis inferencia de la hipótesis general

H_a : La aplicación del TPM mejorará la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A – 2019.

En primer lugar, determinaremos si los datos tiene un comportamiento paramétrico. Al tenerse 30 datos, muestra menor o igual 30 datos, se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk.

La regla de decisión será:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si $p\text{valor} > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 34. Prueba de normalidad de la productividad con Shapiro Wilk

Pruebas de Normalidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD_ANTES	,963	30	,371
PRODUCTIVIDAD_DESPUES	,868	30	,002

Fuente: SPSS

De la tabla 34, observamos que el ρ_{valor} pre y post de la productividad fueron 0.371 y 0.002 respectivamente. Al ser la primera significancia mayor a 0.05, los datos serán paramétricos y dado que la segunda sig. es de un valor menor a 0.05 los datos serán no paramétricos. De ello se infiere que será con el estadígrafo de Wilcoxon con el que se hará la contrastación de hipótesis.

Contrastación de la hipótesis general

- **Ho:** La aplicación del TPM no mejorará la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A – 2019.

- **Ha:** La aplicación del TPM mejorará la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A – 2019.

Con ello, se aplicará la siguiente regla de decisión:

- $H_0: \text{Prod}_a \geq \text{Prod}_d$
- $H_a: \text{Prod}_a < \text{Prod}_d$

Donde:

Prod_a : Productividad antes

Prod_d : Productividad después

Tabla 35. Comparación de Medias de la productividad antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD_ANTES	30	,8177	,06951	,65	,99
PRODUCTIVIDAD_DESPUES	30	,9003	,05714	,71	1,00

Fuente: SPSS

La tabla 35, muestra que la media de la productividad antes (0.8177) es menor a la media de la productividad después (0.9003). Por tanto, no se cumple que $H_0: \text{Prod}_a \geq \text{Prod}_d$, por lo que se rechaza la hipótesis nula aceptándose la hipótesis alterna: La aplicación del TPM mejorará la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A – 2019.

Para confirmar se hará el análisis, el resultado del pvalor o significancia de los resultados de la prueba de Wilcoxon para la productividad donde la regla de decisión es:

- Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
- Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 36. Estadística de prueba Wilcoxon para Productividad

Estadísticos de prueba ^a	
	PRODUCTIVIDAD_DESPUES - PRODUCTIVIDAD_ANTES
Z	-4,633 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: SPSS

Análisis inferencial de la hipótesis específica 1

Ha: La aplicación del TPM mejorará la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019.

Para la contrastación de la hipótesis específica 1, determinamos si la serie de datos tiene un comportamiento paramétrico. Al tener la muestra 30 datos se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk donde la regla de decisión es la siguiente:

- Si $p_{valor} \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si $p_{valor} > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 37. Prueba de normalidad de la Eficiencia con Shapiro Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA_ANTES	,954	30	,218
EFICIENCIA_DESPUES	,841	30	,000

Fuente: SPSS

De la tabla 37 se observa que el p_{valor} de la eficiencia pre y post fueron 0.218 y 0.000 respectivamente. La primera sig. tiene un valor mayor a 0.05, por lo que los datos paramétricos y siendo la segunda sig. de un valor menor a 0.05, sus datos son no paramétricos. Será el estadígrafo de Wilcoxon el que se usara para la contrastación de la hipótesis.

Contrastación de la hipótesis específica 1

- Ho: La aplicación del TPM no mejorará la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019.

- Ha: La aplicación del TPM mejorará la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019.

La regla de decisión será la siguiente:

- $H_0: \text{Eficie}_a \geq \text{Eficie}_d$
- $H_a: \text{Eficie}_a < \text{Eficie}_d$

Dónde:

Eficie_a: Eficiencia antes

Eficie_d: Eficiencia después

Tabla 38. Comparación de medias de la eficiencia antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA_ANTES	30	,8807	,07134	,71	1,00
EFICIENCIA_DESPUES	30	,9370	,03535	,83	1,00

Fuente: SPSS

La tabla 38 muestra que la media de la eficiencia pre (0.8807) es menor a la media de la eficiencia post (0.9370), por lo que no se cumple $H_0 \text{Eficie}_a \geq \text{Eficie}_d$. Por ello, se rechaza la hipótesis nula aceptándose la hipótesis alterna: La aplicación del TPM mejorará la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019.

Para confirmar el análisis se hará el análisis del pvalor de los resultados de la prueba de Wilcoxon a la eficiencia pre y post donde la regla de decisión es:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
- Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 39. Estadística de prueba Wilcoxon para la Eficiencia

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICIENCIA_DESPUES - EFICIENCIA_ANTES
Z	-3,958 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: SPSS

La tabla 39 muestra que la significancia de la prueba Wilcoxon, para la eficiencia pre y post es de 0,000 la cual es menor a 0,05. Por ello se rechaza la hipótesis nula aceptando la hipótesis alterna.

Análisis inferencial de la hipótesis específica 2

Ha: La aplicación del TPM mejorará la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019.

Para la contrastación, determinaremos el comportamiento de la serie de datos. Al tenerse 30 datos se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk y la regla de decisión será:

- Si $p_{valor} \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si $p_{valor} > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 40. Prueba de normalidad de la Eficacia con Shapiro Wilk

Pruebas de Normalidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_ANTES	,950	30	,169
EFICACIA_DESPUES	,731	30	,000

Fuente: SPSS

De la tabla anterior, se observa que el p_{valor} de la eficacia pre y post fueron 0.169 y 0.000, Para la primera sig. el valor es mayor a 0.05; entonces, los datos son paramétricos. Para la segunda sig. el valor fue menor a 0.05, por lo que los datos fueron no paramétricos. Será con el estadígrafo de Wilcoxon con el que se contrastará la hipótesis.

Contrastación de la hipótesis específica 2

- Ho: La aplicación del TPM no mejorará la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019.

- Ha: La aplicación del TPM mejorará la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019.

La regla de decisión será:

- $H_0: Efic_a \geq Efic_d$
- $H_a: Efic_a < Efic_d$

Dónde:

$Efic_a$: Eficacia antes

$Efic_d$: Eficacia después

Tabla 41. Comparación de medias de la eficacia antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICACIA_ANTES	30	,9297	,03943	,87	1,00
EFICACIA_DESPUES	30	,9637	,04701	,78	1,00

Fuente: SPSS

La tabla 41 evidencia que la media de la eficacia pre (0.9297) es menor a la media de la eficacia post (0.9637), por lo que no se cumple $H_0: Efic_a \geq Efic_d$. Por ello se rechaza la hipótesis nula aceptándose la hipótesis alterna de que: La aplicación del TPM mejorará la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019.

Procederemos ahora al análisis mediante el pvalor (significancia) de los resultados de la de la prueba de Wilcoxon a la eficacia para ambas hipótesis donde la regla de decisión será:

- Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
- Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 42. Estadística de prueba Wilcoxon para eficacia

Estadísticos de prueba^a	
	EFICACIA_DESPUES - EFICACIA_ANTES
Z	-3,664 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: SPSS

De la tabla 42, tenemos que la significancia de la prueba de Wilcoxon para la eficacia pre y post fueron de 0.000, la que es menor a 0.05 rechazándose la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna de que La aplicación del TPM mejorará la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019.

V. DISCUSIÓN

Los resultados de aplicación de esta herramienta se contrastaron con los estudios de APAZA, Ronald. quien se propuso desarrollar un modelo de mantenimiento basado en la metodología del Mantenimiento Productivo Total mejorando la productividad en un 25% pasando de 65% a un 90%. La investigación desarrollada demostró una mejora en la productividad con una mejora en el índice del orden del 10.10 %.

Respecto a la eficiencia, la investigación encontró que la media de este varió desde 0,8807 a 0,9370 entonces lo que se manifestó en una mejora de la eficiencia reflejado en el índice de eficiencia con una mejora del 6.39 %. Estos resultados guardan relación, con la investigación de Tuarez Medrada (2013) quien logró mejoras en la eficiencia con variaciones desde un 40% al 80% en el área de embotellado por las reducciones y disminuciones en los tiempos improductivos y despilfarros.

Respecto a la eficacia, la investigación identificó mejoras en el orden del 3.65 %. Estos hallazgos se relacionan con los obtenidos por Rivera, E (2011) quien demostró que la competitividad organizacional es resultado de la conjunción de factores como la seguridad, la eficacia y fiabilidad que contribuyen a un mayor rendimiento en el mantenimiento garantizándose así el buen desempeño de los equipos.

VI. CONCLUSIONES

- **CONCLUSIÓN GENERAL**

Se demostró la mejor en la productividad de la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A – 2019 demostrándose una mejora en la productividad en el orden del 10.10 %.

- **CONCLUSIONES ESPECIFICAS**

- La aplicación del TPM mejoró la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019 lo que se manifestó en una mejora de la eficiencia del 6.39 %...
- La aplicación del TPM mejoró la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A. – 2019; la investigación identificó una mejora en el orden del 3.65 %.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la aplicación del TPM para alcanzar los objetivos de ceros averías y fallas en la faja transportadora tubular para así poder evitar o minimizar las acciones correctivas

- Cuando se realice las inspecciones de las partes de la faja tubular, anotar las observaciones del mantenimiento autónomo para su seguimiento y realizar todas las tareas establecidas sin ningún tipo de inconvenientes.

- Contar con trabajadores calificados que cuenten con conocimientos mecánicos y operativos del área de mantenimiento y puedan evaluar tanto el mantenimiento de la faja tubular y del sistema en general.

REFERENCIAS

<https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2017/11/Sector-Minero-en-Peru-2017.pdf>

- Agustiady, Tina y Cudney, Elizabeth, 2015. Total Productive Maintenance. p.29
- **APAZA**, Ronald (2015), El modelo de mantenimiento productivo total TPM y su influencia en la Productividad de la Empresa Minera Chama Perú E.I.R.L ANANEA (Para optar el título profesional de Ingeniería Industrial) Juliaca – Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres, 177 pp.
- **BBVA Research**. Perú minero. Noviembre 2017. Disponible en: <https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2017/11/Sector-Minero-en-Peru-2017.pdf>
- BAUTISTA Reyes, Eduardo. Propuesta de transformación LEAN para el proceso de mantenimiento de equipos en la mediana minería. Tesis (Magíster en Gestión de Proyectos). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima: 2011. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/576180?locale-attribute=es>
- **BERNAL**, A. Cesar (2010) Pearson educación, Colombia, 2010 ISBN: 978-958-699-128-5
- CRUZADO, Antonio (2014), Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la gestión por procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociativa de mypes del sector textil. Tesis (Bachiller de Ingeniero Industrial) Lima-Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 98 pp.
- CUATRECASAS, Lluís. TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Barcelona: PROFIT, 2010.
- **CUATRECASAS**, Lluís & Torrell Francesa TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva.. Barcelona: Profit Editorial. 2010. 350 p. ISBN: 9788492956128
- **CUATRECASAS**, Lluís. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. España: Editorial
- Díaz de Santos, 2012. 712 pp. ISBN: 9788499693569 2012 p.671
- **HERNÁNDEZ** Roberto. Metodología de la Investigación. 5a. ed. México: Interamericana Editores S.A, 2010. 630 p. ISBN: 9786071502919
- I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba, 2008, p.729)
- **LOPEZ**, Ernesto. El mantenimiento productivo total (TPM) y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación. Tesis (Ingeniería industrial). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, 2009, 140 pp. Disponible: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10259/1/UPS-GT001282.pdf>
- **MALHOTRA** Manoj, **KRAJEWSKI**, Lee; **RITZMAN**,. Administración de Operaciones. 10a. ed. México: Pearson, 2013. 720 p. ISBN: 9786073221221
- **MANSILLA**, Natalia. Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional. Tesis (Ingeniero de alimentos). Santiago: Universidad de Chile, Departamento de ciencia de los alimentos y tecnología, 2011. 133 pp.
- **MORA**, Gutierrez. (2009). Los ingredientes correctos para un implementación exitosa del Lean o del TPM

- **OLAVARRIETA DE LA TORRE** Jorge., (1999). Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad para la pequeña y mediana empresa ISBN 10: 9688593656 ISBN 13: 9789688593653 Editorial: UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA, 1999
- **RIVERA**, Enrique (2011), Sistema de gestión del mantenimiento industrial. Tesis (Para optar el título profesional de ingeniero industrial) Lima – Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 231 pp.
- **RODRÍGUEZ**, (2008, p. 10)
- **SEMANA Económica**, (No 38 año 2017, p. 4)
- **SHIROSE**, Kunio, Taylor & Francis, 1994 TPM para Mandos Intermedios de Fábrica 1994, ISBN 8487022111
- **SILVA**, Jorge. Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de aceros Arequipa. Tesis (Título de ingeniero industrial y sistemas). Piura: Universidad Nacional de Piura, Área departamental de Ingeniería Industrial y Sistemas, 2015. 88 pp. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1263/ING_437.pdf?sequence=1
- **SUZUKI**, 1994, pg 186
- **TORAL**, Ximena Del Rocío. BURGOS, Luis. Diseño e implementación de un programa de mantenimiento productivo total (TPM) en una empresa productora de alimentos balanceados. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador: Escuela Superior Politécnica Del Litoral, 2013. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25231/1/Tesis%20TPM%20Torral-Burgos.pdf>
- **TRANSPORTADORA CALLAO S.A.C.** página web corporativa, disponible en: <https://transportadoracallao.com.pe/>
- **TUAREZ** Medrada, César. Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM. Tesis (Magíster en Gestión de la Productividad y la Calidad). Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2013. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24859/1/TESIS%20DE%20GRADO%20IMPLEMNTACION%20DE%20TPM%20EN%20EMBOTELLADORA%20DE%20BEBIDAS%20GASEOSAS.pdf>
- **Universidad del Pacífico** – Centro de Consultoría, mayo 2007 “Estudio de sostenibilidad operativa de la carga de minerales por el muelle 5 E tras la implementación de la faja tubular en el terminal portuario del Callao”. Disponible en: <http://www.apam-peru.com/documentacion/BIBLIOTECA/EstudioMuelle5E.pdf>
- **VALDERRAMA** Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2a. ed. Lima: San Marcos, 2013. 445 p. ISBN: 9786123028787

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala
<p>Variable Independiente</p> <p><i>Mantenimiento productivo total – TPM</i></p>	<p>El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas.</p> <p>(Chen Lja - Xia, 2011)</p>	<p>Sistema basado en actividades que mejora la disponibilidad y confiabilidad de la faja tubular de transporte de concentrados de minerales.</p>	<p>TIEMPO MEDIO DE REPARACION</p>	<p>$(T.T.I) / (T.D.F)$</p> <p>(Tiempo total de inactividad / Numero de fallas) X 100</p>	<p>Razón</p>
			<p>TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS</p>	<p>$(T.T.F - N.F) / (T.T.F)$</p> <p>((Tiempo total de funcionamiento - Numero de fallas) / Tiempo total de funcionamiento) X 100</p>	<p>Razón</p>
<p>Variable dependiente</p> <p><i>Productividad</i></p>	<p>La productividad estima si los recursos se están utilizando en forma adecuada, y si estos están en relación a la producción de bienes o servicios que requiere una organización. La productividad presenta la eficiencia y eficacia en el manejo de estos recursos y el alcance de los objetivos productivos establecidos por una organización.</p> <p>(Quezada y Villa, 2007, pág. 15)</p>	<p>Es el resultado de la eficiencia y eficacia demostrada en la productividad de la empresa TRANSPORTADORA CALLAO S.A.</p>	<p>Eficiencia</p>	<p>$(T.U / T.T) X 100$</p> <p>TU = Tiempo util "Tiempo que funciona la faja tubular transportadora en sí" TT = Tiempo total "Tiempo de lo que debe funcionar"</p>	<p>Razon</p>
			<p>Eficacia</p>	<p>$(C.T.T / C.T.P) X 100$</p> <p>CTT = Cantidad de toneladas transportadas diarias CTP= Cantidad de toneladas proyectadas</p>	<p>Razon</p>

Fuente: Elaboración propia


Anexo 2. Matriz de Coherencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA		
Problema general	Hipótesis general	Objetivo General
<p>¿Cómo la aplicación del TPM mejorará la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.?</p>	<p>La aplicación del TPM mejorará la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.</p>	<p>Aplicar el TPM para mejorar la productividad en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.</p>
Problemas específicos	Hipótesis específicas	Objetivos específicos
<p>¿Cómo la aplicación del TPM mejorará la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.?</p>	<p>La aplicación del TPM mejorará la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.</p>	<p>Aplicar el TPM para mejorar la eficiencia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.</p>

¿Cómo la aplicación del TPM mejorará la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.?	La aplicación del TPM mejorará la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.	Aplicar el TPM para mejorar la eficacia en la faja tubular de transporte de concentrados de la Empresa Transportadora Callao, S.A.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Formato de la eficiencia

EFICIENCIA - ANTES			
FORMULA	$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Tiempo que funciona la faja tubular transportadora en si}}{\text{Tiempo de lo que debe funcionar}} * 100$		
Dias	Tiempo util (Tiempo que funciona la faja tubular transportadora en si)	Tiempo total (Tiempo de lo que debe funcionar)	% EFICIENCIA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
PROMEDIO			
Aprobado por: _____ (Jefe Del Area de Mantenimiento)	Aprobado por: _____ (Supervisor General - Area de Mantenimiento)	Elaborado por: _____ (Persona especializado del Tema) - Tecnico	

Fuente: Elaboración propia - 2019

Anexo 4. Formato de la eficacia

EFICACIA - ANTES			
FORMULA	$\text{EFICACIA} = \frac{\text{CANTIDAD DE TONELADAS TRANSPORTADAS DIARIAS}}{\text{CANTIDAD DE TONELADAS PROYECTADAS}} * 100$		
DIAS	CANTIDAD DE TONELADAS TRANSPORTADAS DIARIAS	CANTIDAD DE TONELADAS PROYECTADAS	% EFICACIA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
PROMEDIO			
Aprobado por: _____ (Jefe Del Area de Mantenimiento)	Aprobado por: _____ (Supervisor General - Area de Mantenimiento)	Elaborado por: _____ (Persona especializado del Tema) - Tecnico	


Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 5. Formato del cálculo de la productividad

PRODUCTIVIDAD - ANTES			
FORMULA	Productividad = Eficiencia x Eficacia		
DIAS	Eficiencia	eficacia	% Productividad
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
PROMEDIO			
Aprobado por: _____ (Jefe Del Area de Mantenimiento)	Aprobado por: _____ (Supervisor General - Area de Mantenimiento)	Elaborado por: _____ (Persona especializado del Tema) - Tecnico	


Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 6. Formato del cálculo de tiempo medio entre fallas

		MEDICION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DATA PRE - TEST			
		EMPRESA:	TRANSPORTADORA CALLAO		
		ELABORADO POR :	JHONY GAMBOA		
		INDICADOR	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS		
		FORMULA:	(TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO - NUMERO DE FALLAS) / TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO		
ITEMS	MES DE ABRIL - DIAS	TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO MEDIO DE RAPARACION	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
PROMEDIO					
Aprobado por:		Aprobado por:		Aprobado por:	
_____ (Supervisor del Area de Mantenimiento)		_____ (SSOMA)		_____ (Gerente Minera)	

Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 7. Formato del cálculo tiempo medio de reparación

		MEDICION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DATA PRE - TEST		
		EMPRESA:	TRANSPORTADORA CALLAO	
		ELABORADO POR :	JHONY GAMBOA	
		INDICADOR	TIEMPO MEDIO DE RAPARACION	
		FORMULA:	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD / NUMERO DE FALLAS	
ITEMS	MES DE ABRIL - DIAS	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO MEDIO DE RAPARACION
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
PROMEDIO				
Aprobado por:		Aprobado por:		Aprobado por:
_____ (Supervisor del Area de Mantenimiento)		_____ (SSOMA)		_____ (Gerente Minera)

Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 8. Documento de anuncio de la aplicación del Mantenimiento productivo total



DOCUMENTO DE ANUNCIO POR LA GERENCIA DE LA APLICACION DE LA HERRAMIENTA DELTPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)

Este documento se elaboro con el fin de poder anunciar a todos los trabajadores de la empresa **Transportadora Callao S.A.C** de aplicar el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

- Gerente General
- Gerente de Operaciones
- Jefe de Almacen / Repuestos
- Gerente de Minería
- Residente del proyecto
- Supervisor SSOMA
- Gerente de energia y motores
- Gerente de Servicios
- Analista de control y gestion
- Asistente de Calidad
- Jefe (Area de Mantenimiento)
- Supervisor General - Tecnicos Mecanicos
- Tecnicos Electricistas
- Mecanicos de la Faja transportadora
- Ayudantes y peones

se entrenara a los tecnicos, mecanicos, oficiales y peones.

Este Documento esta Enfocado al Compromiso de todos los colaboradores de la empresa **Transportadora Callao S.A.C** , asi mismo de poder cumplir la meta, lo cual es estara enfocado en las fases de implementacion los cuales son: preparacion, introduccion, implementacion y consolidacion.

Lima 17 de Setiembre del 2019

Aprobado por: _____
(Gerente General)

Aprobado por:

Aprobado por:

Aprobado por:

(Supervisor del Area de

(SSOMA)

(Gerente Minera)


Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 9. Políticas de salud, seguridad industrial, medioambiente, calidad y responsabilidad social, que previene la contaminación ambiental

Transportadora Callao S. A., consciente de su responsabilidad en la ejecución de sus actividades de transporte y embarque de concentrados de minerales mantiene un sistema integrado de gestión de salud, seguridad industrial, medioambiente, calidad y responsabilidad social, que previene la contaminación ambiental y situaciones de riesgos no aceptables para sus trabajadores bajo los siguientes compromisos:


- ✓ Realizar los esfuerzos que sean necesarios para atender las necesidades y expectativas de nuestras partes interesadas pertinentes, orientándolos a la mejora de la satisfacción del cliente.
- ✓ Cumplir con lo establecido en la normatividad legal vigente aplicable además de cualquier requisito o compromiso firmado relacionado a nuestra política en temas de salud, seguridad industrial, medioambiente, calidad y responsabilidad social.
- ✓ Cumplir con lo establecido en su Sistema Integrado de Gestión demostrando eficacia y mejora continua en su desempeño de salud, seguridad industrial, medioambiente, calidad y responsabilidad social.
- ✓ Proporcionar los recursos necesarios para mantener las competencias de sus trabajadores que contribuyan con la mejora de su desempeño ambiental, atención de las necesidades de las partes interesadas pertinentes y mejorar la satisfacción de sus clientes.
- ✓ Desarrollar y fortalecer una relación de respeto mutuo con sus grupos de interés y la población del área de influencia directa de su operación.
- ✓ Realizar las actividades operativas previniendo situaciones de riesgos no aceptables para nuestros trabajadores, que pudiesen afectar su salud, seguridad industrial y medioambiente.

Anexo 10. Formato de capacitación – las 4 fases de implementación del TPM

		CAPACITACION DEL TPM - MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (Las 4 Fases de Implementacion)	
ELABORADO POR:			
FECHA: 17/09/2019			
TEMAS DE CAPACITACION			
1 - ¿Qué es el TPM ? Busca el mejoramiento continuo del sistema productivo, minimizando los tiempos y maximizando la efectividad, disponibilidad y desempeño de los equipos, reduciendo paradas imprevistas, mejorando el ambiente de trabajo, se logra el compromiso del personal			
2 - Objetivo del TPM : Mejorar la confiabilidad de la Faja tubular - transportadora de minerales			
3 - Las 4 Fases de Implementacion del Mantenimiento Productivo Total			
* PREPARACION	Decisión de aplicar el TPM, Informacion sobre el TPM y Estructura proporcional del mantenimiento		
* INTRODUCCION	Inicio formal del TPM		
* IMPLEMENTACION	Mejoras orientadas, Formacion y capacitacion, programa de mantenimiento autonomo y planificado		
* CONSOLIDACION	Resultados del plan de mejora (Datos Pos - Test)		
El Plan de la propuesta nos permitirá conocer, organizar y planificar, para un mejor entendimiento se desarrollará en cuatro fases: Preparación, Introducción, Implantación, Consolidación.			
4 - MANTENIMIENTO AUTONOMO es una serie de actividades que se realizan rutinariamente por todos los colaboradores que operan la faja tubular entre otros equipos, entre ellos la inspección, lubricación, la limpieza. Check list- es decir una lista de de actividades rutinarias que ya están establecidos para la faja tubular Plan de capacitacion : Es toda una actividad que responde sus requerimientos de seguir mejorando.			
5 - MANTENIMIENTO PLANIFICADO Es definido como una técnica esencial en las empresas en lo que se proyecta y se programa, -Inventario técnico, -Procedimientos técnicos a efectuar -Control de frecuencias, indicando la fecha exacta a efectuar el trabajo. -Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar (Mantenimiento a la Faja Tubular)			
Aprobado por: _____ (SSOMA)		Aprobado por: _____ (Supervisor General - Area de Mantenimiento)	
Elaborado por: _____ (Persona especializado del Tema) - Tecnico		Residente del Proyecto: _____ (SSOMA)	


Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 11. Registro de fallas de la faja tubular

		REGISTRO DE FALLAS PARA LA FAJA TRANSPORTADORA - (FAJA TUBULAS)					
		Area:					
		SSOMA:					
		Supervisor General:					
Mecanico o Tecnico:							
FECHA	HORA	REPUESTO / CAMBIO DE PIEZAS	DESCRIPCION	INDICENCIA O FALLA	POR QUE SE ORIGINO LA FALLA ?	LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES	FIRMA DEL REGISTRO
Aprobado por: _____ (SSOMA)		Aprobado por: _____ (Supervisor General del area de Mantenimiento)		Aprobado por: _____ (Residente del proyecto Minero)			

Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 12. Análisis de fallas de la faja tubular transportadora

		FORMATO DE ANALISIS DE FALLAS PARA LA FAJA TUBULAR DE LA EMPRESA TRANSPORTADORA CALLAO S.A.C	
Area:		N° del equipo / FAJA TUBULAR:	
SSOMA:		Tipo de documentos:	
Supervisor General:		Fecha:	
Mecanico o Tecnico:		Codigo:	
1 - Describa como se dio la falla en la faja transportadora ?			
Por que ?			
2 - Efectos que ocasiono la falla en la faja transportadora ?			
Que ocasiono			
3 - Cual fue la raiz del problema en la faja transportadora ?			
Por que ?			
4 - Que recomendaciones sugiere para la prevencion del problema y no ocasionen daños en la faja transportadora ?			
sustente			
Analista o Cordinador			
Firma			
<p>Aprobado por: _____ Aprobado por: _____ Aprobado por: _____</p> <p>(SSOMA) (Supervisor General del area de Mantenimiento) (Residente del proyecto Minero)</p>			

Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 13. Evidencias del registro de capacitaciones

IBR000000

REGISTRO DE ASISTENCIA

Fecha: 27/10/2019

Area: Asesoría

Nombre: Capacitación en Planeación de la Atención al Paciente

Organismo: Asesoría

Programa: Asesoría

Nombre	DNI	Forma	Area / Sede / Distrito
<u>Riccy Anton C.</u>	<u>00000001</u>	<u>[Firma]</u>	<u>T.C. CALLAO</u>
<u>Jed Herman Ochoa</u>	<u>96311419</u>	<u>[Firma]</u>	<u>T.C. CALLAO</u>
<u>Jose L. SANCHEZ TROSA</u>	<u>93576587</u>	<u>[Firma]</u>	<u>T.C. CALLAO</u>
<u>Ricard Ramos Sando</u>	<u>2003801</u>	<u>[Firma]</u>	<u>T.C.</u>
<u>Walter Flores R.</u>	<u>77970502</u>	<u>[Firma]</u>	<u>TC - CALLAO</u>
<u>Andrés Apata Hernán</u>	<u>40000504</u>	<u>[Firma]</u>	<u>TC - CALLAO</u>
<u>Rafael Enrique Guzmán</u>	<u>74201001</u>	<u>[Firma]</u>	<u>TC - CALLAO</u>

Centro de asistencia: [Firma]

Duración: 01 hora

Responsable de la asistencia: [Firma]

Fecha de la asistencia: 4 de 10 de 2019

Efectividad: 4 de 4

Efectividad: 100%


Nombre: [Firma]

Cargo: ASOMA

Título: [Firma]

Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 14. Registro de inducciones del mantenimiento autónomo y planificado

		FICHA DE INDUCCION - TPM					
FECHA:		MANTENIMIENTO AUTOMO Y MANTENIMIENTO PLANIFICADO					
HORA DE INICIO:							
HORA DE FINALIZACION:						TOTAL DE OPERADORES :	
Elaborado por:	VARGAS GAMBOA JHONNY						
Entrenador: SSOMA							
<input type="checkbox"/> INDUCCION		<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> EVALUACION		<input type="checkbox"/> PRACTICAS TEORICAS		
ITEMS	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO A DESEMPEÑAR	AREA	DNI	ASISTENCIA	FIRMA DEL TRABAJADOR	INCIDENCIA
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
Aprobado por: _____ (SSOMA - AMBIENTAL)		Elaborado por: _____ (Persona especializado del Tema) - Tecnico		Aprobado por: _____ (Supervisor General - Area de Mantenimiento)		Residente del Proyecto Minero: _____ (SSOMA)	

Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 15. Fotos de la capacitación e inducción

TOMA 1



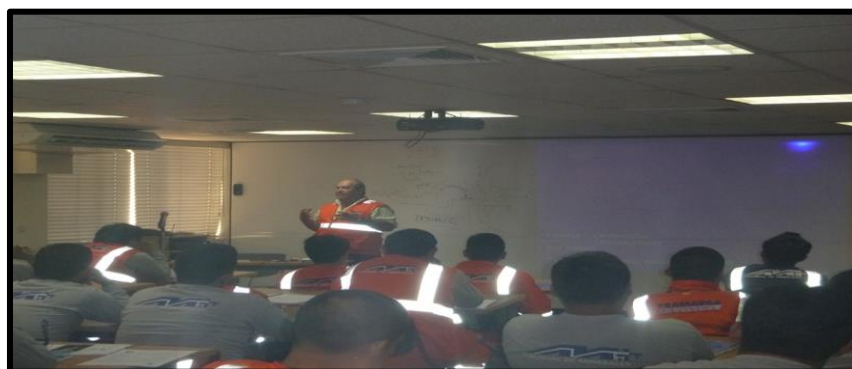
Fuente: Elaboración propia – 2019

TOMA 2



Fuente: Elaboración propia – 2019

TOMA 3



Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 16. Evidencia de la limpieza del antes – carro tensor 1



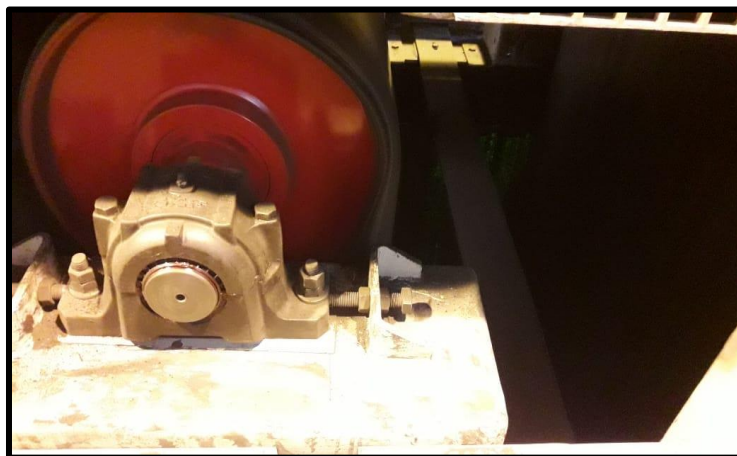
Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 17. Evidencia de la limpieza del antes – carro tensor 2



Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 18. Evidencia de la limpieza después – carro tensor 3



Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 19. Evidencia de la limpieza después – carro tensor 4



Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 20. Evidencia de la limpieza después – carro tensor 5



Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 21. Ficha técnica de la faja tubular transportadora – Sistema Motriz

MOTOR #1		MOTOR #2		MOTOR #3	
Marca	SIEMENS	Marca	SIEMENS	Marca	SIEMENS
Modelo	1PQ8403-4PB90-Z	Modelo	1PQ8403-4PB90-Z	Modelo	1PQ8403-4PB90-Z
Tag:	MP-T-01	Tag:	MP-T-02	Tag:	MP-T-03
Potencia:	644 kW	Potencia:	644 kW	Potencia:	644 kW
Corriente	1020 A	Corriente	1020 A	Corriente	1020 A
Voltaje	440V	Voltaje	440V	Voltaje	440V
RPM	1793 RPM	RPM	1793 RPM	RPM	1793 RPM
ACOPLE MOTOR-REDUCTOR #1		ACOPLE MOTOR-REDUCTOR #2		ACOPLE MOTOR-REDUCTOR #3	
Marca	STEMIN BREITBACH	Marca	STEMIN BREITBACH	Marca	STEMIN BREITBACH
Modelo	EFLEX-RSA-11	Modelo	EFLEX-RSA-11	Modelo	EFLEX-RSA-11
Torque Nominal	5,000 Nm	Torque Nominal	5,000 Nm	Torque Nominal	5,000 Nm
Tag:	CM-T-01	Tag:	CM-T-02	Tag:	CM-T-03
Maquinado Maximo	120 mm	Maquinado Maximo	120 mm	Maquinado Maximo	120 mm
Diametro Externo	260 mm	Diametro Externo	260 mm	Diametro Externo	260 mm
RPM	xxx	RPM	xxx	RPM	xxx
RPM max	2700 RPM	RPM max	2700 RPM	RPM max	2700 RPM
Elemento Flexible	PUR 80-92° Shore A	Elemento Flexible	PUR 80-92° Shore A	Elemento Flexible	PUR 80-92° Shore A
Lubricacion	No	Lubricacion	No	Lubricacion	No
REDUCTOR #1		REDUCTOR #2		REDUCTOR #3	
Marca	SUMITOMO	Marca	SUMITOMO	Marca	SUMITOMO
Modelo	PHD-9110R3-RBFB-28	Modelo	PHD-9110R3-RBFB-28	Modelo	PHD-9110R3-RBFB-28
Tag:	R-T-01	Tag:	R-T-02	Tag:	R-T-03
Potencia	650 kW	Potencia	650 kW	Potencia	650 kW
Par	99320 N-m	Par	99320 N-m	Par	99320 N-m
Velocidad Entrada	1750 RPM	Velocidad Entrada	1750 RPM	Velocidad Entrada	1750 RPM
Velocidad Salida	62.5 RPM	Velocidad Salida	62.5 RPM	Velocidad Salida	62.5 RPM
Factor de servicio	1,74	Factor de servicio	1,74	Factor de servicio	1,74
ACOPLE REDUCTOR-POLEA #1		ACOPLE REDUCTOR-POLEA #2		ACOPLE REDUCTOR-POLEA #3	
Maquinado Maximo	210 - 250	Maquinado Maximo	210 - 250	Maquinado Maximo	210 - 250
Marca	RINGSPANN	Marca	RINGSPANN	Marca	RINGSPANN
Modelo	RFK-250 M	Modelo	RFK-250 M	Modelo	RFK-250 M
Tag:	CR-T-01	Tag:	CR-T-02	Tag:	CR-T-03
Torque Nominal	265,000 - 315,000 Nm	Torque Nominal	265,000 - 315,000 Nm	Torque Nominal	265,000 - 315,000 Nm
Diametro Externo	630 mm	Diametro Externo	630 mm	Diametro Externo	630 mm
Elemento Flexible	No	Elemento Flexible	No	Elemento Flexible	No
Lubricacion	No	Lubricacion	No	Lubricacion	No
POLEA DE COLA OPEN ACCESS		POLEA MOTRIZ EDF TRANSFERENCIA			
Marca:	Koch Manutention	Marca:	Koch Manutention		
Tag:	P-T-01	Tag:	P-T-03		
Par de Apriete	355 Nm	Par de Apriete	355 Nm		
Diametro Externo	1280 mm	Diametro Externo	1280 mm		
Longitud	1800 mm	Longitud	1800 mm		
Angulo de Envoltura	205 grados	Angulo de Envoltura	205 grados		
Tension Superior/Inferior	290/100 kN	Tension Superior/Inferior	290/100 kN		
Dist. entre centros chumaceras	2500 mm	Dist. entre centros chumaceras	2500 mm		
Diametro Eje No Rebajado	280 mm	Diametro Eje No Rebajado	280 mm		
Revestimiento	15 mm	Revestimiento	15 mm		
Tipo de Revestimiento	Ceramico	Tipo de Revestimiento	Ceramico		
Dureza	70 Sh	Tipo de Revestimiento	70 Sh		
CHUMACERA-RODAMIENTO POLEA MOTRIZ #1		CHUMACERA-RODAMIENTO POLEA MOTRIZ #2			
Marca Chumacera	HFB	Marca Chumacera	HFB		
Modelo Chumacera	SNL 3152	Modelo Chumacera	SNL 3152		
Tag:	RO-T-XXX	Tag:	RO-T-XXX		
Marca Rodamiento	SKF	Marca Rodamiento	SKF		
Modelo Rodamiento	23152 CCK/W3	Modelo Rodamiento	23152 CCK/W3		
Tipo de Rodamiento	Esferico	Tipo de Rodamiento	Esferico		
RPM max	1400 RPM	RPM max	1400 RPM		
Mangito de Fijación	OH 3152	Mangito de Fijación	OH 3152		
Tapas	ETS 52	Tapas	NO		
Laberinto	TS 52	Laberinto	TS 52		
Anillos de Fijacion	FRB 10/440	Anillos de Fijacion	FRB 10/440		
Cantidad	2	Cantidad	2		

Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 22. Ficha técnica de la faja tubular transportadora – sistema faja

		FICHA TECNICA DE LA FAJA TUBULAR TRANSPORTADORA / SISTEMA FAJA	
POLEA DE DESVIO #1		POLEA DE DESVIO #2	
Marca:	Koch Manutention	Marca:	Koch Manutention
Tag:	P-T-04	Tag:	P-T-05
Par de Apriete	230 Nm	Par de Apriete	230 Nm
Diametro Externo	800 mm	Diametro Externo	1000 mm
Longitud	1800 mm	Longitud	1800 mm
Angulo de Envoltura	87 grados	Angulo de Envoltura	67 grados
Tension Superior/Inferior	100/100 kN	Tension Superior/Inferior	100/100 kN
Dist. entre centros chumaceras	2500 mm	Dist. entre centros chumaceras	2500 mm
Diametro Eje No Rebajado	150 mm	Diametro Eje No Rebajado	xxx
Revestimiento	15 mm	Revestimiento	15 mm
Dureza	60 Sh	Dureza	60 Sh
Tipo de Revestimiento	Caucho	Tipo de Revestimiento	Caucho
CHUMACERA-RODAMIENTO POLEA DE DESVIO #1		CHUMACERA-RODAMIENTO POLEA DE DESVIO #2	
Marca Chumacera	HFB	Marca Chumacera	HFB
Modelo Chumacera	SNL 528	Modelo Chumacera	SNL 528
Tag:	RO-T-XXX	Tag:	RO-T-XXX
Marca Rodamiento	SKF	Marca Rodamiento	SKF
Modelo Rodamiento	22228 CCK/W33	Modelo Rodamiento	22228 CCK/W33
Tipo de Rodamiento	Esferico	Tipo de Rodamiento	Esferico
RPM max	3200 RPM	RPM max	3200 RPM
Mangito de Fijación	H 3128	Mangito de Fijación	H 3128
Tapas	ASNH 528	Tapas	ASNH 528
Laberinto	TSN 528 S	Laberinto	TSN 528 S
Anillos de Fijacion	FRB 15/250	Anillos de Fijacion	FRB 15/250
Cantidad	2	Cantidad	2
POLEA DE DESVIO #3 - RETORNO CONTRAPESO		POLEA CONTRAPESO	
Marca:	Koch Manutention	Marca:	Koch Manutention
Tag:	P-T-08	Tag:	P-T-07
Tension Superior/Inferior	100/100 kN	Tension Superior/Inferior	100/100 kN
Par de Apriete	355 Nm	Par de Apriete	230 Nm
Diametro Externo	1250 mm	Diametro Externo	1000 mm
Longitud	1800 mm	Longitud	1800 mm

Angulo de Envoltura	180 grados	Angulo de Envoltura	195 grados
Dist. entre centros chumaceras	2500 mm	Dist. entre centros chumaceras	2320 mm
Diametro Eje No Rebajado	254.4 mm	Diametro Eje No Rebajado	170 mm
Revestimiento	15 mm	Revestimiento	No
Tipo de Revestimiento	Caucho	Tipo de Revestimiento	No
Dureza	60 Sh	Dureza	No
CHUMACERA-RODAMIENTO POLEA DE DESVIO #3 - RETORNO CONTRAPESO		CHUMACERA-RODAMIENTO POLEA CONTRAPESO	
Marca Chumacera	HFB	Marca Chumacera	HFB
Modelo Chumacera	SNL 3140 TAC	Modelo Chumacera	SNL 532
Tag:	RO-T-XXX	Tag:	RO-T-XXX
Marca Rodamiento	SKF	Marca Rodamiento	SKF
Modelo Rodamiento	23140 CCK/W33	Modelo Rodamiento	22232 CCK/W33
Tipo de Rodamiento	Esferico	Tipo de Rodamiento	Esferico
RPM max	1900 RPM	RPM max	2800 RPM
Mangito de Fijación	H 3140	Mangito de Fijación	H 3132
Tapas		Tapas	ASNH 532
Laberinto		Laberinto	TSN 532 S
Anillos de Fijacion		Anillos de Fijacion	FRB 17/290
Cantidad	2	Cantidad	2
POLEA DE INFLEXION #1		POLEA DE INFLEXION #2	
Marca:	Koch Manutention	Marca:	Koch Manutention
Tag:	P-T-02	Tag:	P-T-06
Par de Apriete	145 Nm	Par de Apriete	145 Nm
Diametro Externo	500 mm	Diametro Externo	500 mm
Longitud	1800 mm	Longitud	1800 mm
Angulo de Envoltura	15 grados	Angulo de Envoltura	15 grados
Tension Superior/Inferior	100/100 kN	Tension Superior/Inferior	100/100 kN
Dist. entre centros chumaceras	2500 mm	Dist. entre centros chumaceras	2320 mm
Diametro Eje No Rebajado	140 mm	Diametro Eje No Rebajado	140 mm
Revestimiento	10 mm	Revestimiento	10 mm
Tipo de Revestimiento	Caucho	Tipo de Revestimiento	Caucho
Dureza	60 Sh	Dureza	60 Sh
CHUMACERA-RODAMIENTO POLEA DE INFLEXION #1		CHUMACERA-RODAMIENTO POLEA DE INFLEXION #2	
Marca Chumacera	HFB	Marca Chumacera	HFB
Modelo Chumacera	SNL 524-620	Modelo Chumacera	SNL 524-620
Tag:	RO-T-XXX	Tag:	RO-T-XXX
Marca Rodamiento	SKF	Marca Rodamiento	SKF
Modelo Rodamiento	22224 EK	Modelo Rodamiento	22224 EK
Tipo de Rodamiento	Esferico	Tipo de Rodamiento	Esferico
RPM max	3800 RPM	RPM max	3800 RPM

Mangito de Fijación	H 3124	Mangito de Fijación	H 3124
Tapas	ASNH 524-620	Tapas	ASNH 524-620
Laberinto	TSN 524 S	Laberinto	TSN 524 S
Anillos de Fijacion	FRB 14/215	Anillos de Fijacion	FRB 14/215
Cantidad	2	Cantidad	2
FAJA TUBULAR		CHUTE ALIMENTADORA-TUBULAR	
Marca	Phoenix	Volumen	5.5 m3
Modelo	1600 EP 2000/4 5/1, 5/3 PIPE X	Entrada	2200 mm x 1688 mm
Dimensiones	1600mm x 17.8mm x 6500m	Salida	500 mm x 1688 mm
Velocidad Nominal	4.5 m/s	Altura	2572 mm
Densidad	32.5 Kg/m	Plancha Antiaderentes	TIVAR 88 / 1.5"
Tension de rotura	mayor a 2000 N/mm		
# de Pliegues	4		
Cant. de Empalmes	22		
RODILLO DE RETORNO		RODILLO DE IMPACTO	
Marca	SANDVICK	Marca	RUMELCA
Tag:	PR-T-XXX	Tag:	PI-T-XXX
Diametro Polin	133 mm	Diametro Polin	133 mm
Longitud Polin	1600 mm	Longitud Polin	600 mm
Diametro Eje	xxx	Diametro Eje	xxx
Longitud Eje	xxx	Longitud Eje	xxx
Cantidad	14	Cantidad	18
Recubrimiento	Anillos de Caucho	Recubrimiento	Anillos de Caucho
Rodamiento	6305-2Z	Rodamiento	6305-2Z
Tipo Rodamiento	Bolas	Tipo Rodamiento	Bolas
Tipo de encastre	xxx	Tipo de encastre	xxx
RODILLO DE PANELES DE SEGURIDAD		RODILLO FORMADOR	
Marca	RUMELCA	Marca	RUMELCA
Tag:	xxx	Tag:	xxx
Diametro Polin	133 mm	Diametro Polin	110 mm
Longitud Polin	600 mm	Longitud Polin	310 mm
Diametro Eje	xxx	Diametro Eje	xxx
Longitud Eje	xxx	Longitud Eje	xxx
Cantidad	xxx	Cantidad	4
Recubrimiento	No	Recubrimiento	INOXIDABLE
Rodamiento	6305-2Z	Rodamiento	6305-2Z
Tipo Rodamiento	Bolas	Tipo Rodamiento	Bolas
Tipo de encastre	xxx	Tipo de encastre	xxx
RODILLO DE RETORNO-EDF TRANSFERENCIA			

Marca	RUMELCA		
Tag:	xxx		
Diametro Polin	133 mm		
Longitud Polin	1800 mm		
Diametro Eje	xxx		
Longitud Eje	xxx		
Cantidad	4		
Recubrimiento	xxx		
Rodamiento	6305-2Z		
Tipo Rodamiento	Bolas		
Tipo de encastre	xxx		

Fuente: Elaboración propia - 2019

Anexo 23. Documentos para validar los instrumentos

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita):

Percy Sanchez

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2019, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título de mi proyecto de investigación es: **APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FAJA TUBULAR DE TRANSPORTE DE CONCENTRADOS DE MINERALES, EMPRESA TRANSPORTADORA CALLAO, S.A - 2019** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

Apellidos y nombre:

D.N.I:

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - TPM

Cuatrecas (2012) señala que el objetivo del Mantenimiento Productivo Total es elevar la eficiencia total de los equipos en todo el proceso productivo, mediante la eliminación de fallas, accidentes y defectos a partir de la colaboración de todos los colaboradores. Esto se logra como resultado de una preparación y capacitación especial al personal lo que lleva a promover cero averías en cada proceso establecido por la organización (p.671).

Dimensiones de las variables: TIEMPO MEDIO DE REPARACION Y TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

Dimensión 1: TIEMPO MEDIO DE REPARACION

Se manifiestan cuando la fabricación de un producto ha concluido, y finaliza cuando se consigue que la maquina este apta para fabricar un producto diferente. Al intentar reducir el número de ajustes primero hay que investigar los mecanismos de ajuste y separar entre los evitables y los inevitables (Agustiady, Tina y Cudney, Elizabeth, 2015, p.28).

Dimensión 2: TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

Se originan por disfunciones de las máquinas y se corrigen facil y rapidmente. Muchas veces, incluyen el aumento de otros defectos Por otra parte, las causas de los defectos crónicos son de difícil identificación (Agustiady, Tina y Cudney, Elizabeth, 2015, p.29).

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

Para Olavarrieta J., (1999), es la relación que existe entre la producción y los insumos; esto es la relación entre lo que sale y lo que ingresa, la relación que existe entre lo que se logra y los recursos utilizados para conseguirlos, los recursos son muy diversos, máquinas, materia, mano de Obra, energía, etc. En la cual se puede realizar la evaluación de las productividades totales como a la vez productividades parciales. (, p. 49)

Dimensiones de las variables: EFICIENCIA Y EFICACIA

Dimensión 1: EFICIENCIA

"La eficiencia es la relación entre el tiempo útil y el tiempo total" (Gutiérrez, 201, p.21)."

Dimensión 1: EFICACIA

"La eficacia es el grado en que se realizan las actividades programadas y se alcanzan los resultados programados" (Gutiérrez, 2010, p.21)."

INSTRUMENTO DE VALIDACION N° 1
CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Y PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
	Dimensión 1: TIEMPO MEDIO DE REPARACION							
	(T.T.I) / (T.D.F) = Tiempo total de inactividad / Numero de fallas	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS							
	(T.T.F) / (N.F) = Tiempo total de funcionamiento / Numero de fallas	✓		✓		✓		
	Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1: EFICIENCIA							
	(T.U/T.T)* 100 = TIEMPO UTIL QUE FUNCIONA LA FAJA TABULADORA EN SI TIEMPO TOTAL DE LO QUE DEBE FUNCIONAR	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: EFICACIA							
	(C.T.T / C.T.P)* 100 = CANTIDAD DE TONELADAS TRANSPORTADAS DIARIAS CANTIDAD DE TONELADAS PROYECTADAS	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si noy

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Sunohara Ramirez Percy DNI: 90608404

Especialidad del validador: Iny Industrial MS Dirección TI

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

6 de 3 del 2019

Percy Sunohara Ramirez
Magister en Dirección de TI
Firma del Experto Informante.

INSTRUMENTO DE VALIDACION N° 3
CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Y PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
	Dimensión 1: TIEMPO MEDIO DE REPARACION							
	(T.T.I) / (T.D.F) = Tiempo total de inactividad / Numero de fallas	4						
	Dimensión 2: TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS							
	(T.T.F) / (N.F) = Tiempo total de funcionamiento / Numero de fallas	4						
	Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1: EFICIENCIA							
	(T.U/T.T)* 100 = TIEMPO UTIL QUE FUNCIONA LA FAJA TABULADORA EN SI TIEMPO TOTAL DE LO QUE DEBE FUNCIONAR	4						
	Dimensión 2: EFICACIA							
	(C.T.T / C.T.P)* 100 = CANTIDAD DE TONELADAS TRANSPORTADAS DIARIAS CANTIDAD DE TONELADAS PROYECTADAS	0						

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg. Daniel Silva DNI: 10792639

Especialidad del validador: MSc. Ing. Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


DANIEL RICARDO
SILVA SIU
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 110249

Firma del Experto Informante.

INSTRUMENTO DE VALIDACION N° 2
CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Y PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
	Dimensión 1: TIEMPO MEDIO DE REPARACION							
	(T.T.I) / (T.D.F) = Tiempo total de inactividad / Numero de fallas	✓		✓		<		
	Dimensión 2: TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS							
	(T.T.F) / (N.F) = Tiempo total de funcionamiento / Numero de fallas	✓		✓				
	Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1: EFICIENCIA							
	(T.U/T.T)* 100 = TIEMPO UTIL QUE FUNCIONA LA FAJA TABULADORA EN SI TIEMPO TOTAL DE LO QUE DEBE FUNCIONAR	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: EFICACIA							
	(C.T.T / C.T.P)* 100 = CANTIDAD DE TONELADAS TRANSPORTADAS DIARIAS CANTIDAD DE TONELADAS PROYECTADAS	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

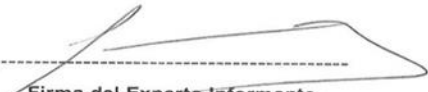
Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Mg. Pedro Ángel de Jesús Alvarado

DNI: 06131017

Especialidad del validador: Dr. Pedagogía Terapéutica y Mj. Doc.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.