

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN.
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS.
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA INDUSTRIAL.



“SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO QUE GENERA DISPONIBILIDAD DE
MAQUINARIA EN LA EMPRESA CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

TESISTAS:

Bach. APAZA ARMILLÓN, Percy Francling.

Bach. LOPEZ DEL AGUILA, Juan Carlos.

ASESOR

Mg. CHAVEZ ESTRADA, Jorge.

HUÁNUCO-PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios por su amor y por la gran familia que nos dio.

A nuestros padres y toda nuestra familia, por su continuo amor y apoyo en la consecución de nuestros objetivos.

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este trabajo de investigación no hubiese sido posible sin el constante apoyo del personal de la Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL y también a todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido con la presente investigación. A todos ellos, nuestra eterna gratitud y reconocimiento.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se presenta el estudio que tiene como propósito de realizar el **SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO QUE GENERA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA EN LA EMPRESA CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.** El trabajo plantea como objetivo general: Diseñar el sistema de Gestión de mantenimiento que genere la disponibilidad de maquinaria de la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. por medio del uso y aplicación del sistema de gestión de mantenimiento, se pretende mejorar la gestión de mantenimiento mediante el uso de estrategias de mantenimiento, estructura organizacional, gestión de mantenimiento, documentación del mantenimiento y la planificación, programación y control.

Desarrollado el trabajo de investigación se diseñó un sistema de gestión de mantenimiento de la “empresa concretara Wuanuko mix EIRL.” Que consta de tres componentes: entradas, procesos y salidas.

Se diseñaron los procesos referidos al área de mantenimiento en base a las matrices de mantenimiento que nos permitieron obtener las cargas de mantenimiento programado el cual fue de 202 horas, considerando para el periodo de aplicación 50 horas trimestrales. Los elementos de salida del sistema de gestión de mantenimiento se establecieron como máquinas operativas y disponibles por ser los camiones mixer determinantes en el cumplimiento de sus compromisos contractuales.

La implantación del sistema de mantenimiento para la empresa Concretera Wuanuko Mix ha generado una mayor disponibilidad de los camiones mixer, basado en la diferencia significativa de incremento de disponibilidad de 5.9 %, debido a los cálculos de los tiempos medios de los indicadores de reparación y fallas, pasando del 76.6 % a un 82.5 %.

Palabras claves: Gestión de mantenimiento, elementos de entrada, procesos, elementos de salida, estrategias de mantenimiento, matrices de mantenimiento, disponibilidad de maquinaria, tiempo medio de reparación y tiempo medio entre fallas.

SUMMARY

The present research work presents the study that aims to carry out the MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM THAT GENERATES THE AVAILABILITY OF THE MACHINERY OF THE WUANUKO MIX E.I.R.L. HUÁNUCO - 2020. The general objective of the work is: Design the maintenance management system that generates the availability of the machinery of the Wuanuko Mix E.I.R.L. Through the use and application of the maintenance management system, it will be possible to improve maintenance management through the use of maintenance strategies, organizational structure, maintenance management, maintenance documentation and planning, scheduling and control.

After the research work, a maintenance management system was designed for the "concrete company Wuanuko mix EIRL." Consisting of three components: inputs, processes, and outputs. The processes related to the maintenance area were designed based on the maintenance matrices that allowed us to obtain the scheduled maintenance loads, which was 202 hours, considering 50 quarterly hours for the application period.

The output elements of the maintenance management system were established as operational and available machines as the mixer trucks were decisive in the fulfillment of their contractual commitments. The implementation of the maintenance system for the Concrete Company Wuanuko Mix has generated greater availability of the mixer trucks, based on the significant difference in the increase in availability of 5.9%, due to the calculations of the average times of the repair and failure indicators, going from 76.6% to 82.5%.

Key words: Maintenance management, input elements, output elements, maintenance strategies, machinery availability, mean time to repair and mean time between failures.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
SUMMARY	v
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	12
1.1. Antecedentes y fundamentos del problema.....	12
1.2. Formulación del Problema.	13
1.2.1. Problema General.	13
1.2.2. Problemas Específicos.	13
1.3. Objetivo de la Investigación.	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos Específicos.....	14
1.4. Hipótesis de la Investigación.....	14
1.5. Variables – Dimensiones e Indicadores.....	15
1.6. Operacionalización de las variables	16
1.7. Justificación e importancia.....	17
1.8. Limitaciones.	17
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Revisión de estudios realizados	18
2.1.1. A Nivel internacional.	18
2.1.2. A Nivel Nacional.	20
2.1.3. A Nivel Local.	22
2.2. Principales leyes, definiciones, conceptos fundamentales.....	23
2.2.1. Plantas concreteras	23
2.2.2. Concepto de Mantenimiento.	24
2.2.3. Objetivos del mantenimiento	26
2.2.4. Funciones del mantenimiento.....	26
2.2.5. Filosofía del mantenimiento.	27
2.2.6. Gestión de mantenimiento.	30
2.2.7. Sistema Típico de mantenimiento.....	34
2.2.8. Entradas al sistema de gestión de mantenimiento.....	34
2.2.9. Proceso del sistema de gestión de mantenimiento	36
2.2.10. Salidas del sistema de Gestión de mantenimiento	51

2.3.	Marco situacional.....	52
2.4.	Conceptualización de términos.....	52
3.	MARCO METODOLÓGICO	55
3.1.	Nivel y tipo de investigación.	55
3.2.	Diseño de la investigación.....	56
3.3.	Determinación del Universo/Población	56
3.4.	Selección de la muestra	56
3.5.	Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	56
3.6.	Procesamiento y presentación de datos.....	57
4.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	58
4.1.	Diagnóstico de la situación actual de la Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL.	58
4.2.	Sistema de Gestión de mantenimiento en la Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL. 62	
4.2.1.	Elementos de Entrada del Sistema de Gestión de Mantenimiento.	63
4.2.2.	Procesos del Sistema de Gestión de Mantenimiento.	78
4.2.3.	Salidas del Sistema de Gestión de Mantenimiento.....	131
4.3.	Indicadores de disponibilidad	131
4.3.1.	Indicadores de disponibilidad antes de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento.....	131
4.3.2.	Indicadores de disponibilidad después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento.....	138
5.	CONTRASTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	143
5.1.	Contrastación de la hipótesis	143
5.2.	Discusión de Resultados.....	145
	CONCLUSIONES.....	147
	RECOMENDACIONES	148
	BIBLIOGRAFIA	149
	ANEXOS.....	151

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Operacionalización de las s variables	16
Cuadro 2 Sistema de prioridades para los trabajos de mantenimiento	38
Cuadro 3 Técnica e instrumentos de recolección de datos	56
Cuadro 4 Diagnóstico de la gestión administrativa del Mantenimiento	60
Cuadro 5: Requisitos y funciones del jefe del área de mantenimiento	64
Cuadro 6: Requisitos y funciones del jefe de campo del área mecánica.....	66
Cuadro 7: Jefe de campo del área de electricidad.....	67
Cuadro 8 : Trabajador del área mecánica.....	68
Cuadro 9: Trabajador del área de electricidad	69
Cuadro 10 : Listado de las maquinarias.....	70
Cuadro 11: Características y condiciones de los camiones mixer mescladores.....	71
Cuadro 12 Codificación de las máquinas y/o equipo, sistemas, partes y sub partes.....	72
Cuadro 13: Codificación generada para los camiones mixer mescladores	73
Cuadro 14: Codificación generada los sistemas y componentes de los camiones mixer mescladores.	74
Cuadro 15 : Codificación de las herramientas del área de mantenimiento.....	78
Cuadro 16 Pronóstico de la carga de mantenimiento del camión mixer	86
Cuadro 17 Proceso de evaluación y aprobación de planes y programas de mantenimiento....	88
Cuadro 18 Caracterización del proceso de evaluación y aprobación de planes y programas de mantenimiento.....	90
Cuadro 19 Proceso de control de las operaciones de mantenimiento.....	90
Cuadro 20 Caracterización del proceso de control de las operaciones de mantenimiento	91
Cuadro 21 Actividades que generen la Orden de Trabajo de Mantenimiento Correctivo	92
Cuadro 22 caracterización de actividades que generen la Orden de Trabajo de Mantenimiento Correctivo	93
Cuadro 23 Actividad para la la OT de Mantenimiento Preventivo	94
Cuadro 24 Caracterización de actividad para la OT de Mantenimiento Preventivo.....	96
Cuadro 25 Proceso de generación del reporte de trabajo	97
·Cuadro 26 Caracterización del Proceso de generación del reporte de trabajo.....	98
Cuadro 27 Proceso de registro del trabajo de mantenimiento en el historial de la máquina....	99
Cuadro 28 Caracterización del Proceso de registro del trabajo de mantenimiento en el historial de la máquina.....	100
Cuadro 29 Proceso de requerimiento de algún bien o servicio	101
Cuadro 30 Caracterización del Proceso de requerimiento de algún bien o servicio	102
Cuadro 31 del Proceso de control de la documentación	103
Cuadro 32 Caracterización del Proceso de control de la documentación.....	104
Cuadro 33 Caracterización del Proceso de compra	106
Cuadro 34Caracterización de las actividades para el contrato de un tercero	108
Cuadro 35Caracterización del Proceso de ejecución de las estrategias de mantenimiento.....	110
Cuadro 36 Caracterización del Proceso de inspección de herramientas.....	112
Cuadro 37 Caracterización del Proceso de control de inventario (material y refacciones	114
Cuadro 38 Caracterización del Proceso de control de personal.....	116

· Cuadro 39 Caracterización del Proceso de evaluación de terceros	118
· Cuadro 40 Caracterización del Proceso de evaluación del cumplimiento de planes y programas.....	120
· Cuadro 41 Caracterización del Proceso de mejora continúa	122
Cuadro 42 Formato ´para el orden de trabajo	124
Cuadro 43 Formato para e Reporte de trabajol.....	125
Cuadro 44 Reporte de fallas.....	127
Cuadro 45 Historial de la maquina.....	128
Cuadro 46 Solicitud de compra	129
Cuadro 47 Control de inventarios	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matrices correspondientes a los camiones mixer : estrategias de mantenimiento por cada elemento.....	80
Tabla 2 Matrices correspondientes a los camiones mixer : Estrategias con sus respectivas cargas de mantenimiento.....	81
Tabla 3 Matrices correspondientes a los camiones mixer : Estrategias con sus respectivas cargas de mantenimiento y periodo de de mantenimiento, calculados para un año.	82
Tabla 4 Matrices correspondientes al camión mixer- Herramientas y materiales para cada estrategia por cada elemento.....	83
Tabla 5 Matrices correspondientes al camión mixer- Equipos de protección a utilizar para cada estrategia por cada elemento.....	84
Tabla 6 Matrices correspondientes al camión mixer-Leyes y normas a tener en cuenta para cada estrategia por cada elemento.....	85
Tabla 7 Número de paradas o reparaciones de los camiones mixers.....	132
Tabla 8 Promedio trimestral del número de reparaciones.....	133
Tabla 9 Tiempo total de reparaciones acumuladas del 01/06/2019 al 29/02/2020.	134
Tabla 10 Tiempo promedio de reparaciones trimestralmente.....	134
Tabla 11 Tiempo neto de producción	135
Tabla 12 Cálculo de la disponibilidad de los mixer.	137
Tabla 13 Disponibilidad real de los Camiones mixer antes de la aplicación del sistema	137
Tabla 14 Número de reparaciones después de la aplicación del sistema.....	138
Tabla 15 Comparación del número de reparaciones	138
Tabla 16 Tiempo de reparaciones del trimestre de aplicación.	139
Tabla 17 Comparación de los tiempos de reparación del antes y el después.	139
Tabla 18 Disponibilidad por averías después de la aplicación	139
Tabla 19 Comparación de la disponibilidad por avería total	140
Tabla 20 Disponibilidad Real después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento	141
Tabla 21 Tabla comparativa de las disponibilidades reales del antes y después de la aplicación del sistema.	142
Tabla 22 Pruebas de normalidad.....	143
Tabla 23 Prueba t de student para muestras relacionadas	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso del sistema de gestión de mantenimiento	41
Figura 2 Sistema de Gestión de mantenimiento para la Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL.	63
Figura 3 Organigrama área de mantenimiento.....	64
Figura 4 Representación gráfica de la disponibilidad por Avería antes y después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento.....	140
Figura 5 Representación gráfica de la disponibilidades Real antes y después de la aplicación del sistema.	142

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el escenario mundial vivimos en la era del conocimiento, a la gran velocidad con que evoluciona dicho conocimiento apoyado en las nuevas tecnologías de información. Mucho se habla sobre la globalización y su impacto en las pequeñas empresas que no están preparadas para competir, ya que es muy probable que sean derrotadas por las grandes corporaciones que se van conformando en el mundo. Es por eso que las organizaciones no pueden ser ajenas a la modernidad y para poder competir en este mundo globalizado es necesario estar en la vanguardia en todo aquello que pueda generar una ventaja competitiva. En este contexto las organizaciones deben actuar en mercados más amplios y competitivos cuya demanda, se encuentra en estado de transición en la que la excelencia es considerada parte del producto, por ello sería inconcebible que el mantenimiento, siendo función importante de apoyo a la producción, y por ende parte de la organización empresarial, no la tuviera eventualmente, la empresa tiene latente el reto de cómo mejorar sus actividades de gestión de mantenimiento para ser más sostenible. Es un hecho que, son los escenarios de hoy, las empresas que juegan su capacidad competitiva por la cantidad y la calidad de los recursos que se comprometen en el área de mantenimiento, debido a la capacidad de ésta para generar beneficios a su más inmediato grupo de interés como es, el área de producción. En nuestro país los altos niveles de la industria pequeña y mediana consideran que tienen resueltos sus problemas de mantenimiento con el sólo empleo de artesanos. No hay planeación estratégica ni planificación que generen la preservación y mantenimiento de los recursos físicos de la empresa, por lo general las órdenes de trabajo son elaboradas por el personal de producción y se llama erróneamente programa de mantenimiento.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Antecedentes y fundamentos del problema.

En nuestra región la empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. con RUC N° 20573152531, tiene como gerente general al Sr. Isaac Rhonald Figueroa Cruz y jefe de operaciones al Sr. Nelson Paul Figueroa Cruz, la empresa tiene como ubicación en la localidad de Yanag. Es una empresa familiar que se dedica a la fabricación de concreto premezclado de todas las resistencias, alquiler de maquinaria pesada y venta de agregados no metálicos. Se ha podido observar que las maquinarias en la concretera presentan paradas por desperfectos, falta de repuestos necesarios para el mantenimiento, el proceso de producción del concreto premezclado se ve interrumpido por desperfecto de las maquinarias, viéndose comprometido el cumplimiento de los pedidos, Incidentes al descomponerse las maquinarias. Esta situación es el producto de que no existe un sistema de gestión de mantenimiento en las maquinarias de la concretera, como consecuencia de ello no existe estrategias de mantenimiento en las maquinarias, no existe una planeación con respecto al mantenimiento en la concretera, no existe un programa de mantenimiento y escasos recursos materiales, humanos cuando se requiere. De continuar con esta situación se predice presentar elevados costos a causa del mantenimiento correctivo generado por la falta de prevención en el cuidado de los equipos, baja confiabilidad en las maquinarias de la concretera y por ende interrupción intempestiva del proceso productivo de concreto premezclado y por ende el incumplimiento con los clientes. Frente a ésta problemática que se genera al no tener en la concretera un mantenimiento preventivo y viéndose comprometido el cumplimiento con los clientes, es conveniente realizar el sistema de gestión de mantenimiento de las maquinarias de la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.

1.2. Formulación del Problema.

1.2.1. Problema General.

¿Cuál será el sistema de gestión de mantenimiento que genere disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL?

1.2.2. Problemas Específicos.

- ¿Cuáles serán los elementos de entrada del sistema de gestión de mantenimiento que generen disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.?
- ¿Cuáles serán los procesos del sistema de gestión de mantenimiento que generen disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.?
- ¿Cuáles serán los elementos de salida del sistema de gestión de mantenimiento que generen la disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.?
- ¿Se pueden calcular los tiempos medios de reparación y los tiempos medios entre fallas que generen disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. antes y después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento?

1.3. Objetivo de la Investigación.

1.3.1. Objetivo general

Diseñar el sistema de gestión de mantenimiento que genere disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Establecer los elementos de entrada del sistema de gestión de mantenimiento que generen disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.
- Diseñar los procesos del sistema de gestión de mantenimiento que generen la disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.
- Establecer los elementos de salida del sistema de gestión de mantenimiento que generen la disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.
- Calcular los tiempos medios de reparación y los tiempos medios entre fallas que generen disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. antes y después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento.

1.4. Hipótesis de la Investigación.

El porcentaje de la disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. antes de aplicar el sistema de mantenimiento, es menor que el porcentaje de disponibilidad después de aplicar el sistema de gestión de mantenimiento.

Hipótesis alterna

H1: Existe una diferencia significativa entre el porcentaje de disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. Antes y después de aplicar el sistema de gestión de mantenimiento.

Hipótesis nula

H0: No existe una diferencia significativa entre el porcentaje de disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix.E.I.R.L. Antes y después de aplicar el sistema de mantenimiento.

1.5. Variables – Dimensiones e Indicadores.

Variable independiente: Sistema de Gestión de Mantenimiento de la maquinaria de la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.

Variable dependiente: Disponibilidad de maquinaria.

1.6. Operacionalización de las variables

Cuadro 1 Operacionalización de las variables

SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO QUE GENERA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA EN LA EMPRESA CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.			
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO (Variable independiente)	Es el trabajo de Planificación y control que debe realizarse para maximizar la disponibilidad y efectividad de la infraestructura requerida por sistemas de producción.(Ríos 2010:16)	Entradas	Recursos humanos del mantenimiento
			Máquinas no operativas, ni disponibles.
			Refacciones
		Proceso	Planificación
			Organización
			Control
		Salidas	Máquinas disponibles
Máquinas operativas			
DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA (Variable dependiente)	Duffuaa (2010, p.41), la definen como “la capacidad del equipo para llevar a cabo con éxito la función requerida en un momento específico o durante un período de tiempo específico”, es decir, es la disponibilidad funcional del equipo en los requerimientos de los sistemas productivos	Disponibilidad total	Diferencia entre la disponibilidad total(antes y después de la aplicación)
		Disponibilidad por averías	Diferencia entre la disponibilidad por avería(antes y después de la aplicación)
		Tiempo medio entre fallas	Diferencia entre tiempos medios de fallas(antes y después de la aplicación)
		Tiempo medio de reparación	Diferencia entre tiempos medios de reparación (antes y después de la aplicación)

Fuente: Elaboración propia

1.7. Justificación e importancia

La investigación titulada: “Sistema de gestión de mantenimiento que generen la disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L”, posee una justificación práctica, debido a que se analizara y diseñará el sistema de gestión de mantenimiento que proporcionará la información que nos permita contar siempre con máquinas disponibles y operativas en la empresa.

Es importante porque el sistema de gestión de mantenimiento permitirá prever que los elevados costos a causa del mantenimiento correctivo generado por la falta de prevención en el cuidado de los equipos y también impedir la baja confiabilidad en la maquinaria de la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L y por ende interrupción intempestiva del proceso productivo del concreto premezclado.

1.8. Limitaciones.

Se han encontrado algunas limitaciones en el desarrollo del trabajo de investigación, debido a la pandemia la empresa paralizó labores y no se pudo realizar más visitas, pero luego de casi tres meses se retomó la investigación para culminar los datos faltantes que se tenían.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Revisión de estudios realizados

2.1.1. A Nivel internacional.

Mendoza (2016) desarrolló “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento industrial”. Teniendo como objetivo general ; Demostrar con argumentos tecno-científicos que la estrategia funcional propuesta soportada en un software como sistema de información, permitirá hacer más eficiente y flexible la gestión y operación del mantenimiento al adaptarlo a las necesidades de mejora continua de la industria farmacéutica; después de realizada la investigación concluye en que: La propuesta funciona ya que no solo está pensando en transacciones de flujo de información sino que implica una serie de filosofías de mantenimiento esbelto que propician la eliminación consiente del desperdicio de recursos. El uso de esta herramienta que incluye los procesos de las filosofías de mantenimiento permiten que estas se desempeñen de manera sistemática desde que un equipo es instalado hasta que es dado de baja.

Vizcaíno (2016) desarrollo en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador-2016; Instituto de Postgrado y Educación Continua trabajo de investigación Titulado: “Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca”. Para tal efecto teniendo como objetivo general desarrollar un plan modelo de mantenimiento aplicable a los equipos

eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca; después de realizada la investigación se concluyó en que se logró establecer un modelo que generen la planificación, que consta de cuatro criterios principales: inventario jerárquico, análisis de criticidad, plan de mantenimiento y control y mejora de la planificación del mantenimiento. Cada uno de estos criterios consta de sub-criterios que ayudaran a especificar el criterio padre al que pertenecen.

-Rangel Reza (2012) desarrolló en el Instituto universitario politécnico Santiago Mariño, Venezuela-2012; Departamento de ingeniería industrial el trabajo de investigación titulado: Mejoras a la gestión de mantenimiento a los saladores de la unidad destilación en petrocedefío, para el efecto teniendo como objetivo general plantear mejoras a la gestión de mantenimiento de las bombas dosificadores de emulsificantes de los desaladores de la unidad destilación de crudo en la empresa Petrocedefío ;después de realizado la investigación se concluye que: La gestión de mantenimiento aplicada se despliega en todas las áreas funcionales estudiadas pero se encontraron debilidades que deben mejorarse con respecto al mantenimiento de clase mundial. Las áreas funcionales donde deben ser implementadas las estrategias conocidas como mejores prácticas de mantenimientos son: gestión de personal y las mejoras continuas. La gestión de mantenimiento aplicada se considera en una condición aceptable ya que tiene un sistema de mantenimiento controlado con competitividad relativamente baja, existe el conocimiento de las mejores prácticas de mantenimiento y se evidencia su iniciación en las mismas, con oportunidades de continuar mejorando para situarse al margen de las mejores prácticas del mantenimiento de clase mundial

2.1.2. A Nivel Nacional.

-Morán (2015) en su tesis titulada: Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento que generen la flota de concretos. Tuvo como objetivo: mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la flota de concretos, y habiéndose realizado el diagnóstico se encontró que los principales activos de la empresa eran antiguos y representaban más del 30%; además de ello contaban con un sistema de mantenimiento de baja calidad. Aplicando las metodologías del (TPM) Y (RCM). Desarrollado el trabajo de investigación se obtuvo como resultados que la flota inicialmente contaba con un promedio de disponibilidad del 80% lo cual afectaba calidad del mantenimiento. Luego de la integración de las Técnicas de mantenimiento se logró con este diseño alcanza una disponibilidad del 92%.

-Mayo (2017) Desarrolló la tesis “Implementación de un sistema de gestión del mantenimiento en una planta convertidora de papel de 10 t/hr. Teniendo como objetivo general desarrollar una metodología de planeamiento y control mediante el diseño de un sistema de gestión del mantenimiento para una empresa convertidora de papel, que le permita tomar mejores decisiones en proyectos de corto – mediano plazo; después de realizada la investigación concluye en que: En la implementación de un sistema de gestión del mantenimiento, no se realiza de manera inmediata. Es necesario establecer las bases y requisitos, teniendo en cuenta el cambio cultural organizacional que es uno de los obstáculos más comunes y difíciles de superarlos o reducirlos. Por lo tanto, es recomendable para este escenario, proyectarnos en un horizonte de mediano plazo, hacer la puesta en marcha del sistema de gestión para garantizar su buen funcionamiento.

-Quispe (2017), desarrolló la tesis “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para un establecimiento de venta al público de GNV”. Teniendo como objetivo diseñar un sistema de gestión de mantenimiento en un establecimiento de venta al público de GNV aplicando herramientas de confiabilidad operacional evitara significativamente el desabastecimiento., después de realizada la investigación se concluye en que empleando la combinación de las técnicas cualitativas y cuantitativas del mantenimiento y utilizando como herramientas: los datos históricos del tiempo entre fallas de equipos, se logra reducir significativamente las fallas y evita significativamente el desabastecimiento , mediante un modelo de gestión de mantenimiento de los equipos.

-Trejo (2017) en su tesis: Mejora de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de bombas de concreto de la unidad de negocio de bombas. Donde tuvo como objetivo general evaluar de qué manera el sistema de gestión de mantenimiento preventivo produce un efecto en el incremento de la confiabilidad de la bombas de concreto de la unidad de negocio de bombas., después de realizada la investigación se concluye en que las mejoras en la gestión de mantenimiento preventivo incremento la confiabilidad de las bombas de concreto de la unidad de negocio de bombas , redujo las fallas e incrementando la disponibilidad de las bombas de concreto, siendo las herramientas de gestión de mantenimiento determinante en el desarrollo del trabajo de investigación.

2.1.3. A Nivel Local.

-Alvarado & Malpartida (2018) en su trabajo de Investigación Titulado: “Sistema de gestión de mantenimiento que generen la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo en mina con soporte informático”. Donde tuvo como objetivo general diseñar un sistema de gestión de mantenimiento que generen la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina.; después de realizada la investigación concluyo en que: Existe una diferencia significativa entre la medida de durabilidad de los neumáticos antes de aplicar el sistema de mantenimiento y la medida después de aplicar el sistema de mantenimiento.

-De la O (2016) desarrollo el trabajo de Investigación Titulado: Diseño de un sistema de mantenimiento que generen la constructora JSB E.I.R.L. Donde tuvo como objetivo general diseñar un sistema de mantenimiento que generen la constructora JSB E.I.R.L., después de realizada la investigación concluyo en que: La Constructora JSB no cuenta con un sistema de mantenimiento, lo cual provoca paros en el proceso de construcción. Las entradas del Macroproceso Gestión del Mantenimiento son: Documentos Normativos y/o Estratégicos, equipos informáticos, máquinas y equipos menores, Vehículos de transporte y carga, Instalaciones eléctricas y agua y desagüe, Infraestructura y usuarios. Los procesos del macroproceso Gestión del Mantenimiento que intervienen en la Constructora JSB son: Planificación – Organización, ejecución de Trabajos de Mantenimiento, y control de Trabajos y Recursos de Mantenimiento. Las salidas del Macroproceso Gestión del Mantenimiento son: Equipos informáticos mantenidos, máquinas y equipos menores mantenidos, vehículos de transporte y carga mantenidos, Instalaciones eléctricas de agua y desagüe mantenidas, infraestructura mantenida y satisfacción del usuario.

- González (2012) desarrolló el trabajo de Investigación Titulado: Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento de la maquinaria de la línea pet de la planta embotelladora oriental S.A.C. EMBOSAC. Donde tuvo como objetivo general determinar la influencia de la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en la horas de parada por mes de la maquinaria de la línea pet de la planta embotelladora oriental S.A.C.; después de realizada la investigación concluyo en que: desarrollo un sistema de gestión de mantenimiento fundamentado en el sistema kantiano de mantenimiento, se implementó el sistema, se pudo determinar las horas de parada por mes y la implementación del sistema de gestión de mantenimiento logro disminuir las paradas por mes.

2.2. Principales leyes, definiciones, conceptos fundamentales

2.2.1. Plantas concreteras

Las plantas de concreto son instalaciones utilizadas que generen la fabricación de concreto a partir de la materia prima que se compone de agregados, cemento, agua y también puede incluir otros componentes como aditivos. Estos componentes que se encuentran almacenados en la planta de concreto, son dosificados en las proporciones adecuadas, para ser mezclados en el caso de centrales mezcladoras o directamente descargados a una olla revolvedora. Las plantas que fabrican el concreto se puede clasificar desde varios puntos de vista: Según el tipo de concreto que se produce.

- Planta de mezclado: Que generen la producción de concreto premezclado, incluye una mezcladora, que se encarga de homogenizar la masa de concreto.

- Planta de dosificado: Que generen la producción de concreto dosificado, a veces llamado concreto seco. La principal característica de estas plantas, es que carecen de mezcladora. La mezcla de componentes dosificados, se vierte en un camión concretera que se encargada de homogenizar la mezcla.
- Planta de grava cemento: Que generen la producción de una mezcla semi-seca de grava con cemento. Normalmente este tipo de plantas realizan la dosificación y pesaje de los componentes en modo continuo.

2.2.2. Concepto de Mantenimiento.

A continuación, se detallan conceptualizaciones de algunos autores relacionados con la palabra mantenimiento, así como el alcance de la misma:

- Según Souris, L. (1996) Define el mantenimiento como: “Conjunto de acciones que permiten mantener un equipo o restablecer un bien (maquinarias, equipos, edificaciones, instalaciones, etc.) En buen estado de funcionamiento, para así obtener una mayor disponibilidad de dichos equipos hasta un tiempo finito de vida útil, a un costo global mínimo”.

Es la acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene. Otorga la posibilidad de racionalizar costos de operación. El mantenimiento debe ser tanto preventivo, predictivo y correctivo.

El mantenimiento es la segunda rama de la conservación y se refiere a los Trabajos que son necesarios hacer con objeto de proporcionar un servicio de calidad estipulada. Es importante notar que, basados en el servicio y su calidad deseada, debemos escoger los equipos que nos aseguren obtener este servicio.

- Según Duffuaa. (2000) Define mantenimiento como: “Una combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas.

Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar de acuerdo a las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento”.

- Según Gómez de León. (2009) Define el mantenimiento como: “ La necesidad de la industria competitiva actual de asegurar el correcto funcionamiento de los equipos de producción, así como obtener de ellos la máxima disponibilidad, ha originado una significativa evolución del mantenimiento industrial en las últimas décadas, pasando de métodos puramente estáticos, a la espera de averías- a métodos dinámicos, seguimiento funcional y control multiparamétrico con el objetivo de predecir las averías en una etapa incipiente e incluso llegar a determinar la causa del problema y, por lo tanto erradicarla”.

Según Santiago. (2010) Define mantenimiento como: “El conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo buscando así la más alta disponibilidad”.

2.2.3. Objetivos del mantenimiento

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo, evitando los tiempos de parada que aumentan los costos.
- Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo.
- Controlar el costo directo de mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente de los recursos.
- Garantizar la seguridad del personal, las instalaciones y la conservación del medio ambiente.

2.2.4. Funciones del mantenimiento.

En términos muy generales, puede afirmarse que las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para restablecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla con los requisitos normales del proceso.

La concertación de esta definición tan amplia dependerá de diversos factores entre los que puede mencionarse el tipo de industria, así como su tamaño, la política de la empresa, las características de producción, e incluso su emplazamiento. Aun así, las tareas encomendadas al departamento encargado de mantenimiento pueden diferir entre distintas empresas, atendiendo a la estructura organizativa de las mismas, con lo que las funciones del mantenimiento, en cada una de ellas, no serán obviamente las mismas.

Por tanto, dependiendo de estos factores citados, según Gómez de león (2006), el campo de acción de las actividades de un departamento de ingeniería de mantenimiento puede incluirse las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras.
- Efectuar un control del estado de los equipos, así como su disponibilidad.
- Realizar los estudios necesarios para reducir el número de averías imprevistas.

- En función de los datos históricos disponibles, efectuar una previsión de los repuestos del almacén necesarios.
- Intervenir en los proyectos de modificación del diseño de equipo e instalaciones.
- Llevar acabo aquellas tareas que impliquen la modificación del diseño de equipos o reparación de los equipos o instalaciones.
- Instalación de nuevos equipos.
- Asesorar a los mandos de producción.
- Velar por el correcto suministro y distribución de energía.
- Realizar el seguimiento de los costos de mantenimiento.
- Preservación de locales, incluyendo la protección contra incendios.
- Tareas de vigilancia.
- Gestión de residuos y desechos.
- Establecimiento y administración de servicio de limpieza.
- Proveer el adecuado equipamiento al personal de la instalación.

Cualesquiera que sean las responsabilidades asignadas al servicio de mantenimiento, es fundamental para el buen funcionamiento de las empresas que estas estén perfectamente definidas y sus límites de acción y autoridad claramente establecidos. Esto implica evitar que determinadas actuaciones, lo que podría ocasionar conflictos de autoridad.

2.2.5. Filosofía del mantenimiento.

La información concerniente a la filosofía del mantenimiento ha sido tomada del texto “Sistemas de mantenimiento planeación” y control» de Duffuaa (2000):

Es básicamente la de tener un mínimo de personal de mantenimiento que consiste en la optimización de la producción y la disponibilidad de la planta sin comprometer

la seguridad. Para lograr esta filosofía, las siguientes estrategias pueden desempeñar un papel eficaz si se aplican en la combinación y forma correcta:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento preventivo con base en el tiempo.

Mantenimiento preventivo con base en el uso.

Mantenimiento preventivo con base en las condiciones.

- Mantenimiento de oportunidad.
- Detección de fallas.
- Modificación del diseño.
- Reparación General.
- Reemplazo.

Mantenimiento correctivo.

Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elementos de planeación para este tipo de mantenimiento. Este es el caso que se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no se puede justificar. Este tipo de estrategia a veces se conoce como estrategia de operación hasta que falle. Se aplica principalmente en los componentes electrónicos.

Mantenimiento preventivo.

a) Mantenimiento preventivo con base en el tiempo.

Es el tipo de mantenimiento planeado que se lleva a cabo en base a un calendario establecido debido a que la maquinaria tiene un funcionamiento diario y constante.

b) Mantenimiento preventivo con base en el uso.

Es cualquier mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a fallas potenciales y está en relación a las horas de funcionamiento de la maquinaria o equipo.

c) Mantenimiento preventivo con base en las condiciones.

Se lleva a cabo en base a las condiciones conocidas del equipo y la condición del equipo se determina vigilando los parámetros claves del equipo, cuyos valores se ven afectados por la condición de este. A esta estrategia se le conoce como mantenimiento predictivo.

-Mantenimiento de oportunidad.

Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, se lleva a cabo cuando surge la oportunidad. Tales oportunidades pueden presentarse durante los periodos de paros generales programados de un sistema en particular, y puede utilizarse para efectuar tareas conocidas de mantenimiento. Este tipo de mantenimiento se produce por factores externos y se aprovecha el tiempo muerto.

-Detección de fallas.

La detección de fallas es un acto o inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas.

-Modificación del diseño.

Se lleva a cabo para hacer que un equipo alcance una condición que sea aceptable en ese momento. Esta estrategia implica mejoras y, ocasionalmente, expansión de fabricación y capacidad. La modificación del diseño por lo general requiere una coordinación con la función de ingeniería y otros departamentos dentro de la organización.

-Reparación General.

Es un examen completo y el restablecimiento de un equipo o sus componentes principales a una condición aceptable. Esta es generalmente una tarea de gran envergadura.

-Reemplazo.

Esta estrategia implica reemplazar el equipo en lugar de darle mantenimiento. Puede ser un reemplazo planeado o un reemplazo ante una falla.

2.2.6. Gestión de mantenimiento.

“Gestión son actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización”. Ríos (2010) La gestión de mantenimiento es el trabajo de planificación y control que debe realizarse para maximizar la disponibilidad y efectividad de la infraestructura requerida por el sistema de producción. El propósito de la gestión de mantenimiento es optimizar la funcionalidad de los componentes de la infraestructura de producción en función de los lineamientos y objetivos establecidos por la organización.

- Al menos costo (mantenimiento y falta de mantenimiento).
- La calidad adecuada (cumplimiento de requerimientos).
- En el lugar apropiado.

En el momento oportuno (optimización de tiempo)

2.1.6.1 Principios de Gestión de Mantenimiento.

Se aplican los mismos principios que fundamentan la gestión de calidad.

a) Enfoque en los clientes.

Los clientes del SGM son clientes internos (proceso del sistema de producción) que demanda el servicio con requerimientos determinados y espera su satisfacción a cabalidad.

b) Enfoque sistemático.

El proceso de gestión de mantenimiento forma parte integral del SGC y en tal condición interactúa de modo integral para contribuir a la optimización de la sinergia del mismo.

c) Enfoque de procesos.

Actividades organizadas para transformar entradas en salidas con valor agregado para los clientes.

d) El lenguaje de los datos.

Las decisiones se toman en base a hechos medibles o nunca sabremos lo que hacemos.

e) Liderazgo.

El enfoque en la motivación y desarrollo de personal para hacer que hagan más de lo que se espera.

f) Participación del personal.

Los logros de los objetivos solo se podrán lograr con participación activa y efectiva del personal y esto depende del liderazgo.

g) Relación con proveedores.

Relación beneficiosa con los proveedores internos (compras) o externos (distribuidores, contratistas), donde todos ganan en un clima de cooperación.

h) Mejora continua.

Aprende continuamente nuevos métodos de trabajo y orienta esfuerzos individuales y de equipo hacia esa meta en el marco de los procesos de la gestión de mantenimiento.

“Estos ocho principios de gestión de la calidad constituye la base de las normas de sistemas de gestión de calidad de la familia de Normas ISO 9000.”

2.1.6.2. Funciones de Gestión de mantenimiento.

Las funciones de la gestión de mantenimiento son las áreas de actividad que deberán ser cubiertas a través del proceso de mantenimiento para cumplir su misión.

Estas actividades se realizan en el marco de un ciclo de gestión que comienza con la planificación de necesidades, metas y recursos y termina en el control y la mejora de resultados, pasando por la organización y ejecución del trabajo; estas funciones se pueden agrupar en cinco clases de acuerdo al tipo de actividades que se realizan.

a) Función de planificación.

Son las actividades que se realizan en el marco del sistema de operaciones de producción asociadas a:

- Análisis de información.
- Definición de necesidades, objetivos y metas.
 - Planificación y programación de actividades de mantenimiento.
- Definir recursos: personal, materiales, espacio y tiempo.

b) Función técnica.

Es la que se encarga de realizar los trabajos de naturaleza técnica como son:

- Definir problemas y encontrar soluciones técnicas.
- Definir los métodos de trabajo.
- Análisis de contratos, costos y medios para realizar mantenimiento.

c) Función de ejecución.

Es la que se encarga de realizar los trabajos de mantenimiento tanto programados, como de emergencia y consistencia en:

- Programación del trabajo diario.
- Suministro de materiales.
- Seguridad del trabajo diario.
- Medición y registro de datos.
- Supervisión y seguimiento del trabajo.

d) Función de control.

Es el trabajo realizado sobre los resultados de ejecución y consiste en:

- Procesos los datos de los resultados de la ejecución a través de técnicas estadísticas.
- Analizar los resultados de la ejecución.
- Definir brechas entre metas planificadas y resultados.
- Definir problemas en el marco del sistema de producción.

e) Función de mejora.

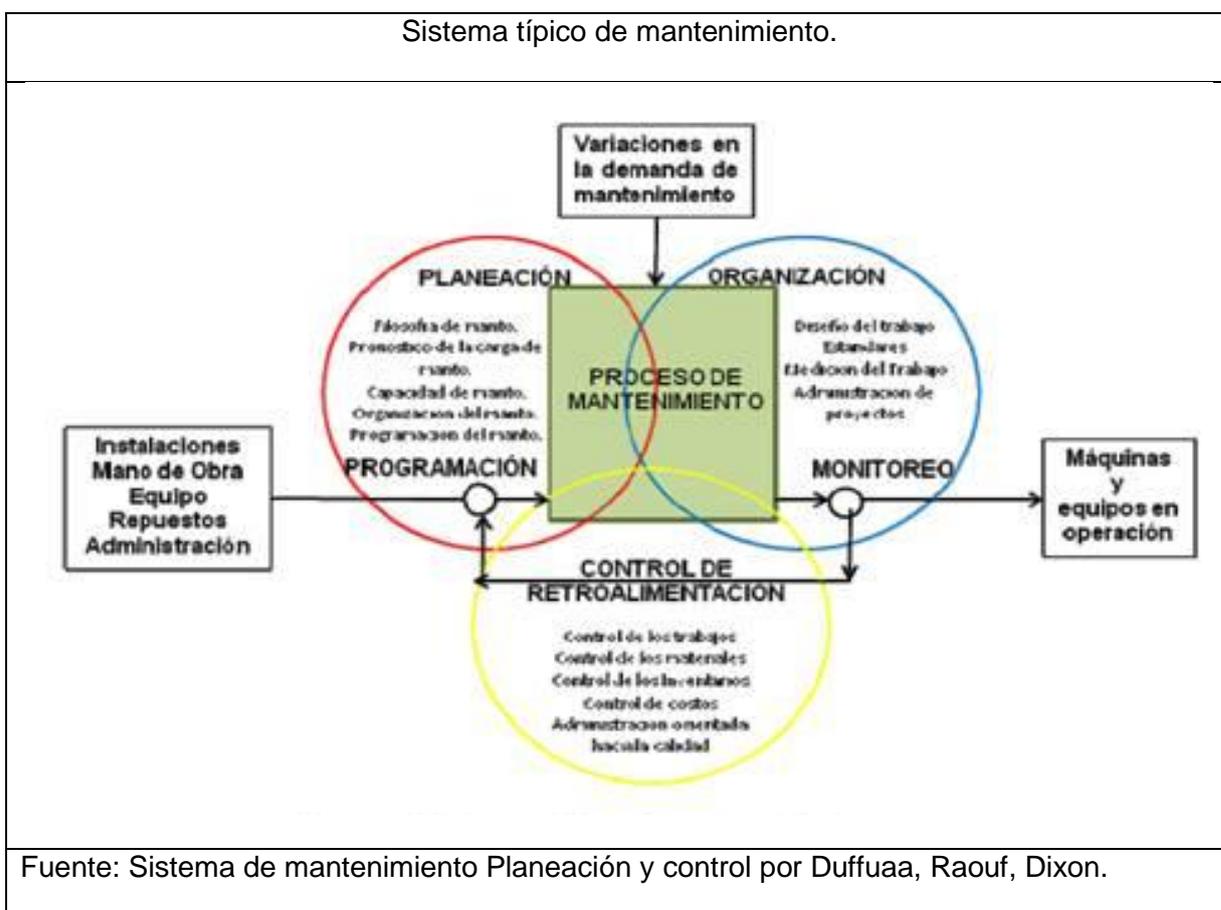
Es el trabajo realizado sobre los resultados de ejecución y consiste en:

- Procesar los datos resultantes de la ejecución a través de técnicas estadísticas.
- Analizar los resultados de la ejecución.
- Definir brechas entre metas planificadas.

2.2.7. Sistema Típico de mantenimiento.

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo sencillo de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son: mano de obra, administración, refacciones, equipos, etc. Y las salidas equipos funcionando, confiable y bien configurado para lograr la operación planeada de la planta. (Duffuaa, 2000,31).

En el siguiente grafico se puede observar las actividades necesarias para que el sistema funcione: Planeación, organización y control.



2.2.8. Entradas al sistema de gestión de mantenimiento

2.1.7.1 Recursos humanos de mantenimiento

“Teoría y práctica de Mantenimiento industrial avanzado” Gonzales Fernández (2005). Es obvio que la mejora de la productividad y la eficacia de los recursos humanos será uno de los objetivos a perseguir en la implementación de un sistema.

2.1.7.2 Máquinas y equipos.

Es un conjunto de piezas o elementos móviles y fijos, cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado. Los elementos que componen una maquina son: motor, mecanismo, bastidor y elementos de seguridad; y se clasifican según su motor o fuente de energía, según su mecanismo o movimiento principal y/o según su tipo de bastidor. Un equipo es una colección de utensilios, instrumentos y aparatos especiales para un fin determinado.

2.1.7.3 Refacciones

La localizabilidad de los repuestos y los parámetros a través de los cuales los vamos a identificar. La razón de esto es bien sencilla, pues en esta primera fase, en la que estamos dimensionando los requerimientos de la actividad, estamos aprendiendo a entenderla en su conjunto:

- El poder localizar los repuestos, es una cuestión en apariencia puramente operativa, que hay que tener en cuenta, en la elaboración de nuestra propuesta técnico-económica, para no cometer la temeridad de dar un tiempo de respuesta de solución al problema cuando este es imposible de satisfacer.
- El formato mediante el que identifiquemos los repuestos nos permitirá, entre otras cosas, cruzar información con las órdenes de trabajo y las hojas de control de costes. De hecho, los repuestos que se gestionen, bien a un almacén propio o

directamente al establecimiento (caso más probable), deberán ir completamente identificados, constando:

- Código del repuesto
- Tipo de repuesto (consumible, genérico, específico)
- Modelo de reposición (qué hace cuando se consume)
- Descripción
- Referencia comercial
- Fabricante y/o proveedor
- Empaquetamiento en que se suministra
- Hoja de características técnicas
- Inspecciones o ensayos requeridos a la recepción
- Sistema de almacenamiento si requiere observaciones especiales
- Ubicación en almacén o establecimiento
- Y, no olvidar, el coste.

2.2.9. Proceso del sistema de gestión de mantenimiento

Consta de la planificación; organización y control.

2.1.8.1. Planificación del mantenimiento

Puede definirse como un conjunto de técnicas y procedimientos que permiten la optimización de las relaciones entre medios y objetivos, al tiempo que facilita la toma de decisiones en una forma sistemática para una ejecución coordinada. La planeación del mantenimiento está involucrados aspectos como: manejo y desarrollo de recursos humanos, físicos y de capital, manejo de repuestos, todo con el objeto de tener mayor disponibilidad orientada a la producción, maximizar

la utilización de tiempos y recursos, mejorar planes y control de los trabajos y reducir costos.

Los objetivos de planificación del mantenimiento están basados en principios que rigen su desarrollo, entre ellos, conducir las actividades de mantenimiento sobre bases de prevención, anticipación y orden, producción de resultados medibles, comprometer a la organización en el desarrollo potencial de cada persona.

Para lograr los objetivos de organización se formulan diferentes planes que pueden clasificarse de acuerdo a la frecuencia con el cual son utilizados los equipos, bien sea corto plazo, mediano o largo plazo.

La planificación del mantenimiento generalmente incluye las siguientes actividades:

- **Filosofía del mantenimiento:** Tener un nivel mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la producción y la disponibilidad de la planta sin que se comprometa la seguridad.
- **Pronostico de la carga de mantenimiento:** Proceso mediante el cual se predice la carga de mantenimiento.
- **Capacidad de mantenimiento:** Determinar los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento. Incluyendo recursos que cubran aspectos como cantidad de trabajadores por mantenimiento y sus habilidades, las herramientas requeridas, las herramientas a utilizar, etc.
- **Organización de mantenimiento:** Dependiendo de los factores mencionados anteriormente, el mantenimiento se puede organizar por departamentos, por áreas o en forma centralizada. Cada tipo de organización del mantenimiento abarca aspectos como determinar la filosofía de mantenimiento a aplicar, bien sea la inspección, conservación o reparación.
- **Programación del mantenimiento:** Es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos de mantenimiento, previendo que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos están disponibles antes de poder programar

una tarea, El trabajo de mantenimiento a equipos se manejan bajo prioridades y es atendido antes de atender cualquier otro trabajo. La ocurrencia de tales trabajos no puede predecirse con certeza. En la eficacia de un sistema de mantenimiento influye mucho el programa de mantenimiento que se haya desarrollado y su capacidad para adaptarse a los cambios.

2.1.8.1.2. Sistema de prioridades para los trabajos de mantenimiento.

El sistema de prioridades para trabajos de mantenimiento tiene un impacto tremendo en la programación de mantenimiento. Las prioridades se establecen para asegurar que se programe primero el trabajo más crítico. El desarrollo de un sistema de prioridades debe estar bien coordinado con el personal de operaciones, quien comúnmente asigna una mayor prioridad al trabajo de mantenimiento de lo que se justifica.

Cuadro 2 Sistema de prioridades para los trabajos de mantenimiento

PRIORIDAD		MARCO DE TIEMPO EN QUE SE DEBE COMENZAR EL TRABAJO	TIPO DE TRABAJO
CODIGO	NOMBRE		
1	EMERGENCIA	El trabajo debe comenzar inmediatamente	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, el ambiente, la calidad o que generen la operación
2	URGENCIA	el trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la seguridad, el ambiente, la calidad o que generen la operación
3	NORMAL	el trabajo debe comenzar dentro de las 48 horas	Trabajo que probablemente tendrá impacto en la producción durante la semana

4	PROGRAMA DO	según este programado	Mantenimiento preventivo y de rutina; todo el trabajo programado
5	APLAZABLE	el trabajo debe comenzar cuando se cuente con los recursos o en el periodo de paro	Trabajo que no tiene un impacto inmediato en la seguridad, la salud, el ambiente o las operaciones de producción

Fuente: Duffua (2010)

2.1.8.2 Organización del mantenimiento

Dependiendo de la carga de mantenimiento, el tamaño de la planta, la destreza de los trabajadores, etc. El mantenimiento se puede organizar por departamentos, por áreas o en forma centralizada

. En las organizaciones grandes, la descentralización de la función de mantenimiento puede producir un tiempo de respuestas muy rápido y lograr que los trabajadores se familiaricen más con los problemas de una sección particular de la planta. Sin embargo, la creación de un número de pequeñas unidades tiende a reducir la flexibilidad de los sistemas de mantenimiento como un todo. La gama de habilidades disponibles se reduce y la utilización de la mano de obra es generalmente menor que en una unidad de mantenimiento centralizada. En algunos casos, puede implementarse una solución de compromiso, denominada sistema cascada. Este sistema permite que las unidades de mantenimiento del área de producción se enlacen con la unidad de mantenimiento central. Para ello es indispensable tener procedimientos establecidos de los procesos de mantenimiento.

2.1.8.2.1. Proceso del sistema de gestión de mantenimiento

A continuación, vamos a referenciar varias definiciones acerca de proceso y sistema. Según la ISO 9001 a “Una actividad o un conjunto de actividades que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Según la ISO 9000 se define proceso como "conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados". (Norma Internacional ISO 9000:2005: 12). Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.” (Norma Internacional ISO 9001:2008: VI). Proceso también es definido como “un mecanismo para transformar entradas en salidas, es decir, la forma de utilizar y combinar los recursos”. (Pérez, 2010:57).

Otras definiciones de proceso son las siguientes: “Es una secuencia de actividades que van añadiendo valor mientras se produce un determinado producto o servicio a partir de determinadas aportaciones.” (Alcalde, 2010:90) “La combinación de personas, información, máquinas y materiales a través de una serie de actividades conjuntas para producir bienes y servicios que satisfagan las necesidades del cliente” (Vergara, 2010: 71) A continuación se presenta un gráfico que describe a un proceso:

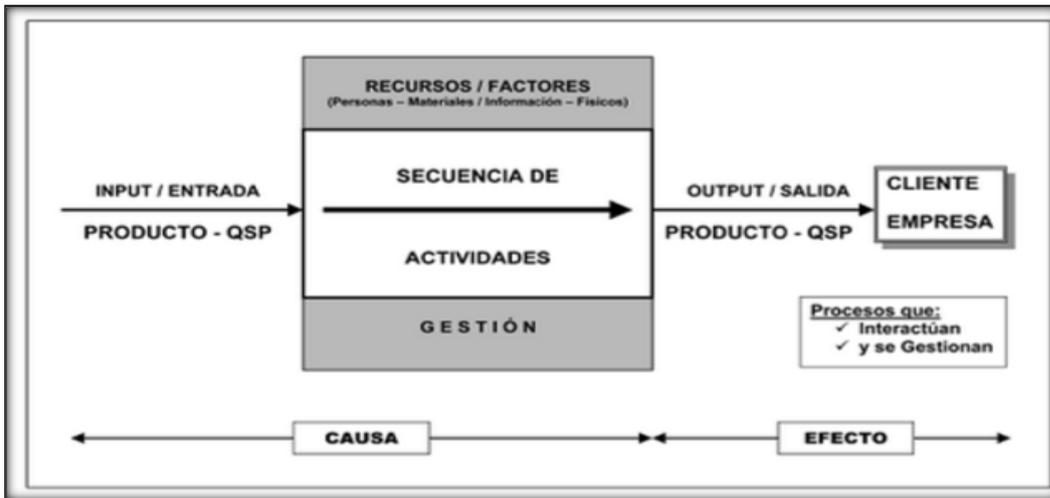


Figura 1 Proceso del sistema de gestión de mantenimiento

Fuente: Vergara (2010, p 71)

Fuente: Gestión por Procesos por José Antonio Pérez Fernández de Velasco – 2010. (Libro)

Ya que la definición de sistema se hizo anteriormente, nosotros podemos definir procesos de un sistema que generen las maquinarias de la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. como un conjunto de actividades que utiliza recursos los cuales añaden valor e interactúan para obtener servicios que satisfagan las necesidades del cliente”.

Medidas dentro del sistema: Aunque la productividad solo considera las entradas y las salidas, se requiere una comprensión clara del sistema mismo:

Distribución del trabajo: Es el porcentaje de horas de mano de obra dedicadas a las diversas categorías de trabajo, como planeado, no planeado, urgente, reparaciones menores, ordenes permanentes, indirecto (por ejemplo, reuniones, capacitación), preventivo, predictivo, correctivo planeado, reparación general importante o trabajo con paro.

Demoras: Es el tiempo consumido por los trabajadores en espera de instrucciones, de piezas y de otros trabajadores. También incluye el tiempo para desplazarse, interrupciones personales y tiempo de inicio y terminación.

Cumplimiento: Son medidas para dar seguimiento al cumplimiento de varios planes y programas e incluye la cobertura de mantenimiento preventivo, cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, cumplimiento del programa de trabajo correctivo planeado, solicitudes de trabajo generadas a partir de rutinas de mantenimiento preventivo y cumplimiento del programa de mantenimiento con paro.

Trabajos pendientes: Es la cantidad de trabajo planeado pero que aún no se ha programado o completado, calculado generalmente por especialidad (mecánico, eléctrico), por planta o área del taller, por turno o por cuadrilla específica.

Estado de las órdenes de trabajo: Este es una medida del número de órdenes de trabajo o solicitudes de trabajo en cada estado de terminación recibida por el departamento de mantenimiento, aprobadas, planeadas, en espera de materiales, programadas, asignadas, en progreso o completadas.

Análisis de fallas: Este es una actividad que da seguimiento a las iniciativas de mejora como el número de causas fundamentales de descomposturas emprendidos y completados, el número de rutinas de Mantenimiento preventivo desarrolladas, salidas de garantías y similares.

Macroprocesos y Procesos Operativos

Según Juan Bravo C. define Macroproceso como “una estructura de procesos con la característica de recursividad, es decir, los procesos se desagregan en otros procesos”. (Bravo:2008: 27); y define Proceso Operativo como “un proceso de bajo nivel que no se puede desagregar más como proceso, sino que su descripción detallada da origen a un nuevo nivel de profundidad, donde aparecen las actividades en el flujograma de información” (Bravo:2008: 28). El autor también define la Actividad como la que “tiene sentido al interior del proceso y está asociada a un cargo específico. No tiene un objetivo por sí misma” (Bravo:2008: 28);

Además, define que el Procedimiento aplica a las tareas o actividades y las documenta en detalle.

2.1.8.2.2. Indicadores de los procesos

Indicador es definido como “información que se presenta en forma de datos y que ayuda a la medición de un actividad, proceso o acción determinada. Magnitud asociada a una característica (del resultado, del proceso, de las actividades, etc.) que permite a través de su aplicación periódica y por comparación con el estándar establecido, evaluar periódicamente dicha característica y verificar el cumplimiento de los objetivos (estándares) establecidos”. (UN SIMEGE, 2012: 2)

Otra definición de indicador es “los indicadores son información que se presenta en forma de datos, pero el simple dato que arroja el indicador no es por sí solo interpretable, es decir, un indicador toma sentido cuando se contextualiza, dado que su significado puede variar de acuerdo al contexto en el cual se analiza” (UN SIMEGE, 2012: 11) “...la premisa básica es que los indicadores que definamos o seleccionemos deben estar alineados con la estrategia empresarial... pero una segunda premisa es que estos indicadores que defina, deben ser útiles o herramientas que generen la toma de

decisiones... ”.(González, 2014:39) Con lo anteriormente mencionado, nosotros definimos Indicador del proceso como aquellos datos que deben ser interpretados para obtener información sobre aquel proceso que ha sido medido o de donde se obtuvo el dato.

2.1.8.2. 2. Indicadores de gestión de mantenimiento.

Según Duffua, los índices de mantenimiento son útiles en la preparación de informes y brindan una cuantificación razonable del rendimiento de algunas áreas claves. Existen tres clases de índices que reflejan los objetivos de mantenimiento: administración del mantenimiento, la eficacia del mantenimiento y los costos del mantenimiento. Cada proceso descrito anteriormente posee sus propios indicadores y también hay indicadores necesarios que generen la gestión del departamento. A continuación, se realizará el listado de indicadores según las tres clases descritas por Duffua.

2.1.8.2.3. Indicadores de clase mundial del mantenimiento

Tiempo medio de fallas o reparaciones (MTTF).

Es el tiempo total de reparaciones dividido entre el número de reparaciones.

$$\text{MTTF} = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones}}{\text{n}^{\circ} \text{ de reparaciones}}$$

Tiempo medio entre fallas(MTBF)

Es el tiempo neto de producción dividido entre el número de reparaciones

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo neto de producción}}{\text{n}^{\circ} \text{ de reparaciones}}$$

Disponibilidad

Es el porcentaje que la maquinaria se encuentra disponible de un total de tiempo asignado de labores

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTF}$$

D : Disponibilidad

MTTF : Tiempo medio de fallas o reparaciones

MTBF : Tiempo medio entre fallas

2.2.9.1. Documentación del mantenimiento

La norma UNE-EN 13460 “Documentos para el mantenimiento”, en su anexo C, propone el flujo de trabajo del mantenimiento, que se constituye como el punto de partida del análisis para obtener la documentación necesaria de información para el mantenimiento.

Procedimiento de Gestión

El correcto cumplimiento de cada una de las etapas del flujo de trabajo de mantenimiento, requiere del aporte de cierta información, contenida en los documentos entrantes. A su vez cada etapa del flujo de trabajo de mantenimiento genera información, contenida en los documentos salientes.

- Disponibilidad de medios humanos y materiales (herramientas)
- Disponibilidad de repuestos

- Plan de mantenimiento
- Procedimientos de trabajo
- Procedimientos técnicos
- Órdenes de trabajo
- Registros históricos
- Informes periódicos con propuestas de mejora

En referencia con anterioridad a la documentación procedente de la fase preparatoria de la instalación (NORMA UNE-EN 13460 – DOCUMENTOS PARA EL MANTENIMIENTO), tendrá que estar archivada de forma diferenciada y disponible para su consulta, pero que es independiente, por su propia naturaleza, de la documentación generada por la actividad de mantenimiento. Constituye, la definitiva, el denominado “Archivo Técnico”.

Procedimientos de trabajo

Los procedimientos de trabajo, aseguran que las tareas se realizan siempre de la misma forma, que la información puede transmitirse de forma inequívoca. En general, los procedimientos serán de dos tipos: técnicos y de gestión. Los procedimientos técnicos, detallan cómo realizar determinadas actuaciones técnicas, cómo puedan ser las revisiones, la calibración de útiles y herramientas, la sustitución de elementos en las instalaciones. Contemplan, en general, los siguientes apartados:

1. Objeto
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Definiciones
5. Requisitos de seguridad

6. Detalle de herramientas, materiales y repuestos necesarios
7. Desarrollo: descripción de tareas
8. Inspecciones y pruebas
9. Impacto medioambiental
10. Registros

Su elaboración estará muy ligada a la complejidad de las actividades a desarrollar. En el caso de los establecimientos e instalaciones a los que hacemos referencia, es posible arrancar con la actividad e ir redactándolos poco a poco. Por otra parte, los procedimientos de gestión, son los relativos a la organización del departamento. Aquí se incluyen algunos que se consideran interesantes, por lo que aportan al objetivo del documento, esto es, proporcionar una visión de conjunto completa que generen la implantación de la actividad, desarrollando todos los que estimemos precisos:

- El flujo de una orden de trabajo
- La planificación del mantenimiento programado
- La asignación de prioridades en el mantenimiento correctivo
- La gestión de repuestos

El flujo de una orden de trabajo

Este procedimiento se fundamentará en el esquema del **Flujo De Trabajo para el Mantenimiento**, de acuerdo con la **NORMA UNE-EN 13460, Documentos para el Mantenimiento** (anexo C de la Norma), que habíamos presentado en el punto introductorio 4.1, asignando responsables a cada una de las etapas:

Generación de la O.T.: Personal de mantenimiento o personal de producción

Aprobación de la O.T.: Jefe de Mantenimiento

Planificación de la O.T.: Encargado de Mantenimiento

Preparación de la Ejecución: Encargado de Mantenimiento

Obtención de Permisos de Trabajo: Jefe de Mantenimiento

Ejecución de la O.T.: Operarios

Entrega: Operarios

Supervisión e informe: Encargado / Supervisor

Se podrá contemplar la distinción de si se trata de una orden de trabajo correctiva o preventiva y la asignación de niveles de prioridad (que desarrollamos más adelante).

La planificación del mantenimiento programado.

Planificar el mantenimiento, significa determinar cuándo y quién realizará cada una de las gamas y rutas que pueden componer un plan de mantenimiento. Se deberá tener en cuenta que:

- En la planificación, se asigna un responsable a cada tarea.
- En el momento en que haya que realizar una tarea, no hay otra asignada en el mismo momento al mismo responsable (esto no es una obviedad, un error en este sentido, puede dejar a un cliente esperándonos y puede trastocar la planificación sucesiva inmediata).
- Determinar de forma unívoca día y horario que generen la realización de las tareas diarias y semanales; aunque deberíamos ser igual de exhaustivos que generen las mensuales y anuales, aproximaremos al menos semana y mes, respectivamente, porque siempre se precisará de un margen de maniobra por cuestiones de producción.

La asignación de prioridades en el mantenimiento correctivo

La gestión del correctivo en sí misma, el modo en el que se distribuye el tiempo necesario que generen la puesta a punto de un equipo tras una avería, consiste:

1. Tiempo de la detección
2. Tiempo de la comunicación
3. Tiempo de espera
4. Diagnóstico de la avería
5. Acopio de herramientas y medios técnicos necesarios
6. Acopio de repuestos y materiales
7. Reparación de la avería
8. Pruebas funcionales
9. Puesta en servicio
10. Redacción de informes

Resulta evidente al observar esta lista, que una vez ejecutado el punto 4 de diagnóstico de la avería, el tiempo que sigue después (a falta de dar unas pinceladas en el siguiente punto a la gestión de repuestos) es invariable. Es por ello que la asignación de prioridades cobra una importancia fundamental, y es preciso establecer un criterio para el mismo, para evitar algo predecible: que todas las averías se comuniquen con prioridad máxima. Para ello se deberá tener en cuenta que:

- Es urgente la avería que afecta la seguridad de personas y/o medioambiente o supone la parada de equipos críticos de producción.
- No se parará un equipo crítico de producción que, sin ser de reserva, pueda seguir funcionando.

- En el caso de equipos redundantes, en caso de sufrir una avería el equipo duplicado, se pasa a una situación de crisis temporal del equipo que presta servicio.

2.1.8.3. Control del Mantenimiento

El control es una parte esencial de la administración científica. El control, tal como se aplica a un sistema de mantenimiento, incluye lo siguiente:

- **Control de trabajos.** El sistema de órdenes de trabajo es una herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento.

Órdenes de trabajo: todo trabajo de mantenimiento debe organizarse en un documento, con el fin de evitar que se realicen labores sin importancia, innecesarios, o no autorizadas y para contar con un registro de labor efectuada para cada máquina.

Las ordenes de trabajo realizada por los usuarios de la empresa, personal de mantenimiento, producción y otras áreas; estas órdenes resultado de las inspecciones realizadas a planta, a partir de las cuales se determina la prioridad del trabajo solicitado.

Los beneficios que pueden lograrse de las bondades de este sistema son los siguientes:

- Conocer los tiempos y el costo de los trabajos que se ejecutan.
- Proyectar o dimensionar los requerimientos futuros.
- Obtener una mayor efectividad del sistema total.
- Determinar el rendimiento del personal.
- Las órdenes de trabajo son diseñadas según cada empresa que desee implementarlas como herramientas de organización del trabajo.
- **Control de inventarios.** Es la técnica de mantener materiales de reposición en los niveles adecuados buscando la disminución del costo de tener un artículo innecesario en existencia, también proporciona la

información de los repuestos necesarios que generen las actividades de mantenimiento. En caso que los materiales requeridos no se encuentren presentes, se deben tomar las medidas para lograr su abastecimiento.

- **Control de costos.** El manejo adecuado de los costos de mantenimiento requiere planificación apropiada, en el cual su principal objetivo es lograr que el mantenimiento resulte lo más económico posible. La efectividad del mantenimiento radica en la capacidad de planificación y evaluación de costos.
- **Control de calidad.** El control de la calidad se ejerce midiendo los atributos del producto o servicio y comparando estos con las especificaciones del producto o servicio, respectivamente.

2.2.10. Salidas del sistema de Gestión de mantenimiento

Máquinas y equipos disponibles

Son ítems que funcionan satisfactoriamente en el momento que sea requerido después del comienzo de su operación cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, tiempo activo de reparación, tiempo inactivo, tiempo en mantenimiento preventivo, tiempo administrativo, tiempo de funcionamiento sin producir y tiempo logístico. (Ramakumar, 1996).

Máquinas y equipos operativos

Son ítems que cumplen satisfactoriamente con los tres indicadores de mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad.

2.3. Marco situacional.

El estado actual del proceso de mantenimiento en las maquinarias de la Concretera Wanuko Mix E.I.R.L.:

- No existe Planes ni Programas de Mantenimiento.
- No existe manuales de normas y procedimientos de las funciones de mantenimiento.
- No existe un programa de capacitación interna en mantenimiento

2.4. Conceptualización de términos

Gestión. Conjunto de métodos, procedimientos y estrategias combinadas que se aplican para desarrollar los procesos de organización, planificación, dirección y control de una empresa.

Mantenimiento. Acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificado.

Ítem. Término general para indicar un equipo, obra o instalación.

Gestión de mantenimiento. Es todo un sistema organizativo orientado a la canalización adecuada y efectiva de los recursos asignados al departamento en una empresa.

Planificar. Trazar un plan o proyecto de las actividades que se van a realizar en un periodo de tiempo.

Mejorar. Pasa de un estado a otro que de mayor desempeño de la maquina o equipo.

Entrenamiento. Preparar o adiestrar al personal del equipo de mantenimiento, para que sea capaz de actuar eficientemente en las actividades de mantenimiento.

Eficacia. Lograr resultados, hacerlos correctamente.

Eficiencia. Lograr los objetivos con el máximo aprovechamiento de los recursos, de la mejor manera, con la finalidad y en el tiempo establecido.

Efectividad. Lograr resultados haciendo las cosas bien. Suma de la eficacia y la eficiencia.

Falla. Finalización de la habilidad de un ítem para desempeñar una función requerida.

Reparación. Solución de una falla que generen la maquinaria o equipo este en estado operativo.

Defecto. Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, pero a corto o largo plazo pueden provocar su indisponibilidad.

Disponibilidad. Porcentaje del tiempo de buen funcionamiento de una máquina o equipo por ende de toda la industria es decir producción óptima.

Confiabilidad. Buena funcionalidad de la maquinaria y equipo de una industria en definitiva el grado de confianza que proporcione una planta.

Prevención. Preparación o disposición que se hace con anticipación ante un riesgo de falla de una máquina o equipo.

Producción. Es un proceso mediante el cual se genera utilidades a la industria.

Procedimientos. Describe las actividades necesarias para implantar los elementos del sistema de calidad en cada una de las áreas funcionales, propósito de la actividad, alcance de la actividad, responsabilidades (qué se debe hacer y quién debe hacerlo.), procedimiento (cuándo, dónde y cómo debe hacerse), cuál es materiales, equipos y documentos deben ser usados y la documentación: Cómo debe ser controlada y registrada.

Confiabilidad del equipo. Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un periodo. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo componente

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel y tipo de investigación.

3.1.1. Nivel de la investigación.

El nivel de investigación fue causal porque determinó la causa que deriva la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento en la disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix.

3.1.2. Tipo de investigaciones.

El tipo de investigación es aplicada, porque se utilizarán conocimientos previos existentes para el sistema de gestión de mantenimiento y la disponibilidad de la maquinaria de la Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L

Según Landeau (2007), una investigación aplicada corresponde a la asimilación y aplicación de la investigación a problemas definidos en situaciones y aspectos específicos.

3.2. Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación fue cuasi experimental con pre y post prueba y solo con grupo experimental. El esquema de investigación fue:



C : Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL.

SGM : Sistema De Gestión De Mantenimiento.

D1 : Disponibilidad de Las Maquinaria de la concretera antes de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento.

D2 : Disponibilidad de las maquinarias de la concretera después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento.

3.3. Determinación del Universo/Población

El universo es una empresa específica de elaboración de concreto premezclado, por lo que se considera como unidad de análisis el universo igual que la población.

3.4. Selección de la muestra

Dada la naturaleza de la investigación, la muestra se considera igual que la población. La muestra estuvo constituida por los datos registrados de la disponibilidad de las maquinarias de las cuales la maquinaria de estudio fueron los seis camiones mixer por ser las más representativas.

3.5. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Cuadro 3 Técnica e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	ITEMS
1. Entrevista	2.1 Guía de entrevista	Para recabar situación inicial de la empresa
3. Fichaje	3.1. Fichas Textuales	Para el desarrollo de la perspectiva teórica (Estado del arte)
	3.2. Resúmenes	Para redactar el Marco teórico
4. Análisis documental	4.1 Fichas de resumen	Para el desarrollo de los objetivos y la obtención de información
	4.2. Fichas de análisis	
	4.3. Ficha- informes.	
5. Estadística	5.1. Tablas graficas	Para el desarrollo del análisis de datos
6. Observación y Formatos de control	6.1. Formato check list, historial de maquinas	Que generen la verificación del estado de la maquina

3.6. Procesamiento y presentación de datos

El procesamiento de datos lo haremos con el soporte del Microsoft Excel, las presentaciones de los datos serán en tablas y gráficas.

4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Diagnóstico de la situación actual de la Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL.

a) Gestión Técnica

La Concretara Wuanuko Mix EIRL al no contar con un sistema de mantenimiento que promueva la mejora continua, no puede contar con indicadores de desempeño que le permitan medir la calidad, disponibilidad y rendimiento de las máquinas, además que estos trabajos son realizados en el área de producción. En la Concretara Wuanuko Mix EIRL, el mantenimiento actual se da de la siguiente manera:

Cuando en planta se reporta una maquinaria u equipo inoperativo, el encargado o capataz reporta a almacén de la avería y traslada la máquina u equipo hasta el almacén.

Cuando la maquina u equipo está en almacén se le entrega al mecánico de la empresa para que realice la revisión respectiva (no existe orden de trabajo) y verifique si la avería se deba a un tema de mantenimiento menor, como ajustes o uso de repuestos, o mayor, como la reparación de alguna pieza, lo cual deriva al almacenero para que dicho trabajo se tercerize. Cabe mencionar la tercerización es la opción que más a menudo se toma ya que el mantenimiento funciona dentro del área de almacén, solo hay un mecánico y no tiene presupuesto asignado.

Cuando se da la tercerización, el almacenero reporta al administrador de obra, para que autorice enviar la máquina o equipo a un taller o tercero para que realice la reparación respectiva. Si el mecánico opta por realizar el mantenimiento a una determinada máquina o equipo, y en caso se requiera realizar la compra de algún repuesto, el almacenero solicita a la administración de la empresa, quien tiene asignado una caja chica para realizar gastos, por lo que la compra se realiza de forma inmediata.

Hay dos formas para cubrir las máquinas o equipos inoperativos:

Comprando una nueva máquina o equipo alquilando.

En ambos casos la solución se debe dar lo más rápido posible, ya que la empresa generalmente realiza obras públicas y ellos tienen una penalidad del 0.05 % del valor de la obra. Por esto la disponibilidad de las maquinarias juega un papel importante en el proceso de construcción. Normalmente la solicitud y la compra se debe realizar en un plazo máximo de 48 Hr. Debido a ello existe una autorización de la Gerencia General de adquirir maquinarias y equipos que se requieran y cuya compra no supera los S/. 70,000.00; si dicha compra superase ese monto, se solicitará el alquiler hasta que la máquina esté operativa, para disminuir las horas de parada de las actividades en obra.

b) Gestión Administrativa

Respecto a la gestión administrativa del mantenimiento, no hay documentos normativos y/u objetivos sobre la gestión del mantenimiento en la empresa. No hay una política definida que generen la Función Mantenimiento, con la

subsiguiente consecuencia de no trabajar por objetivos, con planes, programas, actividades y metas para alcanzarlos.

En el cuadro N° 4 se presenta el resumen del diagnóstico de la gestión administrativa del Mantenimiento. Frente a lo mencionado líneas arriba, el Sistema de Mantenimiento a diseñar involucra el desarrollo de Normatividad y objetivos de mantenimiento, ya que la calidad del servicio que se brinda como constructora depende de muchos factores y uno de ellos es la disponibilidad de las máquinas y equipos.

Cuadro 4 Diagnóstico de la gestión administrativa del Mantenimiento

Descripción	Área de Mantenimiento	Observación
Cuenta con Documentos normativos y/u objetivos estratégicos	NO	La empresa no cuenta con documentos normativos y/u objetivos sobre el mantenimiento.
Cuenta con información de las máquinas y equipos para ser mantenidos.	SI	La empresa si cuenta con el registro de máquinas y equipos, en el cual se registran características como: nombre, serie, marca, modelo, cantidad, potencia, voltaje, fuente, f. recepción, peso, ancho, altura, uso, largo, color y accesorios.
Cuenta con planes de mantenimiento en ejecución de máquinas y equipos.	NO	La empresa tiene un plan de mantenimiento desarrollado como Práctica pre profesional, el cual no ha sido implementado, por lo que el mantenimiento correctivo sigue predominando.
Cuenta con formatos de control del mantenimiento (ordenes de trabajo, reportes de trabajo, historiales de mantenimiento, entre otros).	NO	La empresa no cuenta con formatos de control del mantenimiento. No utiliza órdenes de mantenimiento ya que la comunicación sobre alguna necesidad de mantenimiento es verbal. No registra las actividades de mantenimiento realizadas a las máquinas y equipos.
Cuenta con indicadores de desempeño de las maquinas y del mantenimiento.	NO	La empresa no cuenta con indicadores de desempeño de las maquinas como: disponibilidad de las máquinas y equipos. Tampoco cuenta con indicadores de desempeño del mantenimiento como: nivel de cumplimiento de los planes de mantenimiento, eficiencia del plan de mantenimiento, costos de mantenimiento, AMEF, entre otros.

Las actividades de Mantenimiento se basan en lo correctivo, no se maneja con órdenes de trabajo que al cierre de las mismas se pueda determinar: trabajo solicitado, trabajo ejecutado, costos y análisis de la falla con sus sugerencias para que no vuelva a ocurrir.

Las actividades de mantenimiento como, revisiones, lubricaciones y ajustes menores, realizadas por el mecánico, no obedecen a un programa sistemático basado en horas de funcionamiento.

En este rubro la calidad del servicio es la entrega oportuna de la obra, por cada día que la empresa se tarda en la entrega de la obra, la empresa es multada con el 0.05% del valor total de la obra.

c) Gestión del Talento Humano

La Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. actualmente realiza trabajos correctivos de mantenimiento, la cual se encuentra a cargo de un mecánico y en ocasiones de un personal de producción, quienes realizan trabajos simples de mantenimiento como lubricación de piezas, cambio de aceites y engrase, cabe mencionar que el mecánico solo realiza estas actividades por la sobrecarga de trabajo, las herramientas, materiales y/o repuestos a disposición, ya que actualmente el mantenimiento funciona dentro del área de almacén y solo tiene un mecánico y no tiene presupuesto asignado, además dicha oficina de almacén es la que se encarga de reportar al administrador de obra, para que autorice enviar la maquina o equipo a una taller o tercero para que realice la reparación respectiva.

La empresa no realiza gestión del mantenimiento ya que las fallas de las máquinas y equipos se deben a que no se realizan mantenimientos preventivos además de no tener una cultura de gestionar todo lo relacionado a

mantenimiento que consiste en una Planeación, Organización, Ejecución y Control, por lo tanto no tienen procesos establecidos y documentados de dicha Gestión, las ejecuciones de mantenimiento son realizadas sin una planificación previa ya que provienen de solicitudes de mantenimiento correctivas que realiza el capataz o encargado de obra. Con respecto al área de mantenimiento, en estudios previos realizado por el autor de la presente investigación el cual se encuentra en el “Plan de Mantenimiento que generen la maquinaria.

4.2. Sistema de Gestión de mantenimiento en la Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL.

En vista que la empresa no cuenta con una gestión elemental de mantenimiento es decir no cuenta con los recursos de entrada básicos, los procesos de planificación y organización y tampoco los controla. Diseñamos e implementamos un sistema de gestión de mantenimiento de acuerdo a las necesidades de la empresa considerando las estrategias de mantenimiento, el pronóstico de la carga de mantenimiento, la planeación del mantenimiento y la demanda requerida de los camiones mixer.

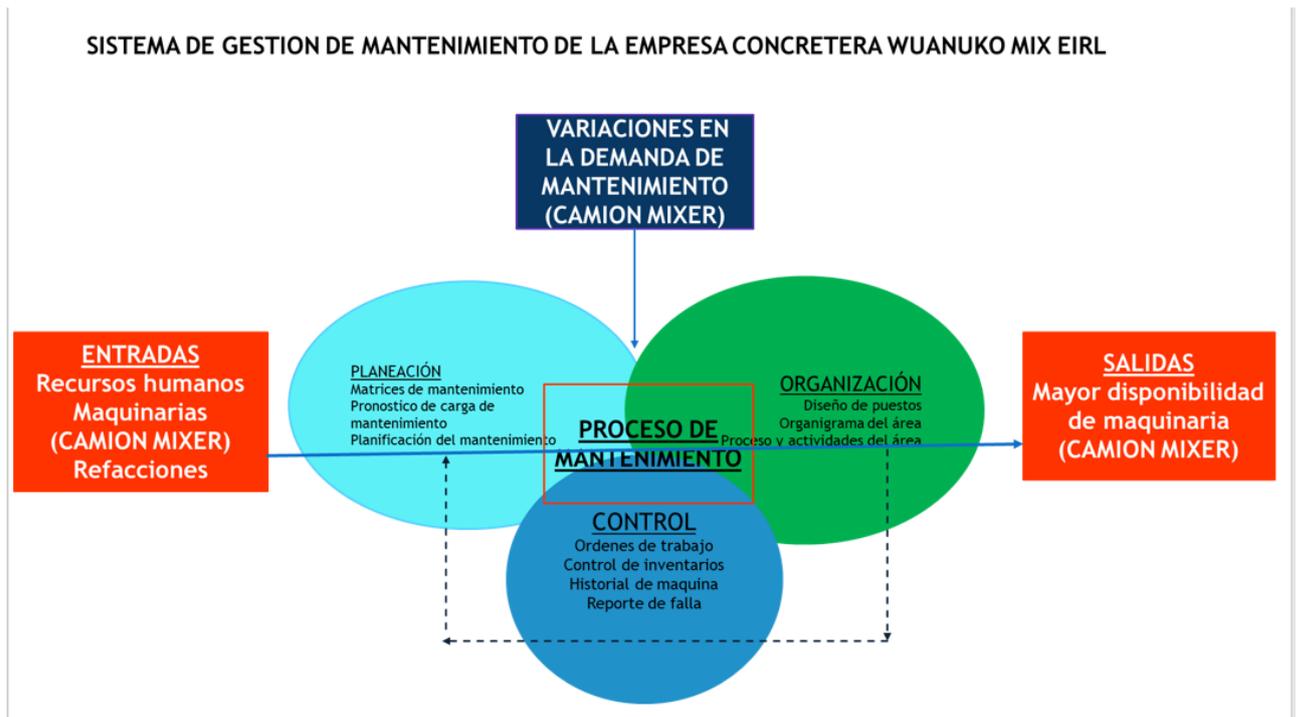


Figura 2 Sistema de Gestión de mantenimiento para la Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL.
Fuente: Adaptado de Duffua (2010)

4.2.1. Elementos de Entrada del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Consta de los siguientes elementos:

- Recursos humanos del mantenimiento
- Maquinas no operativas ni disponibles
- Refacciones

4.2.1.1. Recursos humanos del mantenimiento

Nos basaremos en el diseño de puestos con sus respectivas funciones y también diseñaremos su organigrama. Como entrada del Sistema lo que se requiere es el código de cada puesto y trabajador, y la especificación de los puestos de trabajo para el área de mantenimiento.

Diseño de puestos y organigrama

El código de cada trabajador es su DNI y de cada puesto de trabajo deberá ser especificado por el gerente de la empresa. Cabe resaltar que cada puesto de trabajo si debe tener su código. Diseñaremos cinco puestos. Los cuales son A continuación se especificará los requisitos y funciones de cada puesto.



Figura 3 Organigrama área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Jefe de Departamento de mantenimiento.

Es la autoridad máxima del área de mantenimiento en el siguiente se detalla mejor:

Cuadro 5: Requisitos y funciones del jefe del área de mantenimiento



CONCRETERA WANUKO MIX E.I.R.L.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

NOMBRE DEL PUESTO: Jefe del area de mantetenimiento

CODIGO DEL PUESTO:

ESPECIFICACIONES DEL PUESTO

INSTRUCCIÓN NECESARIA : Titulo Profesional Universitario de Ing. Industrial o ciencias afines.

EXPERIENCIA NECESARIA: Experiencia minima de una año como jefe del area

HABILIDADES NECESARIAS: Habilidades en conduccion de personal, planear, ejecutar, verificar, y controlar el mantenimiento en una empresa

LINEA DE AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD

Depende directamente de la Gerencia de la Empresa Concretera Wanuko Mix E.I.R.L. tiene mando directo sobre los jefes de campo de las areas de mecanica y electricidad.

FUNCIONES

1. Planear, ejecutar, verificar y controlar las actividades de mantenimiento en la empresa.
2. Controlar y vereficar las documentaciones del departamento de mantenimiento.
3. Programar y solicitar la adquision y abastecimiento de refacciones, herramientas y otros
4. Revisar y autorizar las ordenes de trabajo.
- 5 Revisar los trabajos de mantenimiento correctivo realizados.
6. Las demas que le asigne el Gerente de la concretera.

Fuente: Elaboración propia

b. Jefe de campo del área de mecánica

Cuadro 6: Requisitos y funciones del jefe de campo del área mecánica.

	CONCRETERA WANUKO MIX E.I.R.L.
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
NOMBRE DEL PUESTO:	Jefe de campo del area de mecanica
CODIGO DEL PUESTO:	
ESPECIFICACIONES DEL PUESTO	
INSTRUCCIÓN NECESARIA :	Tecnico mecanico egresado de instituto
EXPERIENCIA NECESARIA:	Experiencia minima de una año como jefe del area de mecanica
HABILIDADES NECESARIAS:	Habilidades en conduccion de personal, planear, ejecutar, verificar, y controlar el mantenimiento en una empresa.
LINEA DE AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD	
Depende directamente del jefe del area mantenimiento de la concretera Mando directo sobre los jefes de campo de las areas de mecanica.	
FUNCIONES	
<ul style="list-style-type: none"> . Informar de todas las actividades de mantenimiento al Jefe del departamento. . Rellenar las Ordenes de trabajo emitidas al area de mecanica. . Responsable de las herramientas utilizadas por los trabajadores del area de mecanica. . Informar al jefe del departamento de todos los materiales y repuesto utilizados mensualmente . Las demas que le asigne el jefe del departamento de mantenimiento. 	

c. Jefe de campo del área de electricidad

Cuadro 7: Jefe de campo del área de electricidad

	<h2>CONCRETERA WANUKO MIX E.I.R.L.</h2>
	<h3>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</h3>
<p>NOMBRE DEL PUESTO: Jefe de campo del area de electricidad.</p>	
<p>CODIGO DEL PUESTO:</p>	
<h4>ESPECIFICACIONES DEL PUESTO</h4>	
<p>INSTRUCCIÓN NECESARIA : Tecnico electricista egresado de instituto.</p>	
<p>EXPERIENCIA NECESARIA: Experiencia minima de una año como jefe del area de electricidad</p>	
<p>HABILIDADES NECESARIAS: Habilidades en conduccion de personal, planear, ejecutar, verificar, y controlar el mantenimiento en una empresa.</p>	
<h4>LINEA DE AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD</h4>	
<p>Depende directamente del jefe del area mantenimiento de la concretera Mando directo sobre los jefes de campo de la area electricidad.</p>	
<h4>FUNCIONES</h4>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Informar de todas las actividades de mantenimiento al Jefe del departamento. 2. Rellenar las Ordenes de trabajo emitidas al area de electricidad. 3. Responsable de las herramientas utilizadas por los trabajadores del area de electricidad. 4. Informar al jefe del departamento de todos los materiales y repuesto utilizados mensualmente. 5. Las demas que le asigne el jefe del departamento de mantenimiento. 	

d. Trabajador del área mecánica

Cuadro 8 : Trabajador del área mecánica

	CONCRETERA WANUKO MIX E.I.R.L.
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
NOMBRE DEL PUESTO:	Trabajador del area de mecanica.
CODIGO DEL PUESTO:	
ESPECIFICACIONES DEL PUESTO	
INSTRUCCIÓN NECESARIA:	Secundaria completa.
EXPERIENCIA NECESARIA:	Experiencia minima de una año en trabajos de mecanica.
HABILIDADES NECESARIAS:	Mantenimiento y reparacion de maquinas y equipo, componentes e instalaciones mecanicas.
LINEA DE AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD	
Depende directamente del jefe de campo del area de mecanica. Tiene responsabilidad de ejecutar trabajos de mantenimiento.	
FUNCIONES	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar los trabajos de mantenimiento mecanico. 2. Realizar los reportes de trabajos de mantenimiento mecanico. 3. Responsable de las herramientas utilizadas en los trabajos de mantenimiento. 4. Las demas que le asigne el jefe de campo del area mecanica. 	

Fuente: Elaboración propia

e. Trabajador del área de electricidad

Cuadro 9: Trabajador del área de electricidad

	CONCRETERA WANUKO MIX E.I.R.L.
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
NOMBRE DEL PUESTO:	Trabajador del area de electricidad.
CODIGO DEL PUESTO:	
ESPECIFICACIONES DEL PUESTO	
INSTRUCCIÓN NECESARIA:	Secundaria completa.
EXPERIENCIA NECESARIA:	Experiencia minima de una año en trabajos de electricidad.
HABILIDADES NECESARIAS:	Mantenimiento y reparacion de maquinas y equipo, componentes e instalaciones electricas.
LINEA DE AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD	
Depende directamente del jefe de campo del area de electricidad. Tiene responsabilidad de ejecutar trabajos de mantenimiento.	
FUNCIONES	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar los trabajos de mantenimiento electricidad. 2. Realizar los reportes de trabajos de mantenimiento electricidad. 3. Responsable de las herramientas utilizadas en los trabajos de mantenimiento. 4. Las demas que le asigne el jefe de campo del area electricidad. 	

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2. Maquinaria de la Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL.

Del diagnóstico que se realizó se pudo recabar el listado de las maquinarias

Se cuentan con 6 camiones mixer con trompo, un camión mixer pluma, dos camiones volquete y un minicargador

a) Listado de las maquinarias

Cuadro 10 : Listado de las maquinarias

LISTADO DE MAQUINARIAS		
ITEM	MAQUINARIA	ESTADO
1	Camión Mixer 6x4	OPERATIVO
2	Camión Mixer 6x4	OPERATIVO
3	Camión Mixer 6x4	OPERATIVO
4	Camión Mixer 6x4	OPERATIVO
5	Camión Mixer 6x4	OPERATIVO
6	Camión Mixer 6x4	OPERATIVO
7	Camión Mixer pluma	NO OPERATIVO
8	Minicargador	OPERATIVO
9	Camión Volquete	OPERATIVO
10	Camión Volquete	OPERATIVO

Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que el estado **operativo no significa que el equipo se encuentre en óptimas condiciones, dichas condiciones lo detallamos en el siguiente cuadro**

b) Características y condiciones de los camiones mixer mezcladores

Cuadro 11: Características y condiciones de los camiones mixer mezcladores

CAMIONES MIXER MESCLADORES								
ITEM	MAQUINARIA	MARCA	MODELO	MOTOR	POTENCIA	AÑO DE FABRICACION	ESTADO	CONDICION
1	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2014	OPERATIVO	REGULAR
2	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2015	OPERATIVO	BUENO
3	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2016	OPERATIVO	BUENO
4	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2016	OPERATIVO	REGULAR
5	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2016	OPERATIVO	REGULAR
6	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2016	OPERATIVO	REGULAR
7	Mixer Pluma	CAMC	ISLE 342 30	CUMMINS	600HP	2015	NO OPERATIVO	MALO

Fuente: Elaboración propia

c) Codificación de maquinarias

Se tomó en consideración una estructura de codificación de manera que se pueda identificar de forma sencilla y rápida las máquinas, equipos, herramientas y repuestos.

d.1) Codificación de las máquinas y/o equipo, sistemas, partes y sub partes.

Cuadro 12 Codificación de las máquinas y/o equipo, sistemas, partes y sub partes

	CODIFICACIÓN DE LA MAQUINA Y/O EQUIPO.						
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
MINICODIFICADO	EMPRESA	AREA	TIPO DE MAQUINARIA	MAQUINARIA Y/O EQUIPO	SISTEMA	N° DE PARTES	N° DE SUB PARTES
CODIGO	CO	AL	MP	MI	ST	01	01

Fuente: Elaboración propia.

- En el nivel 1 representa la empresa con sus iniciales para el caso: CO
- En el nivel 2 hace referencia al área donde se encuentra ubicada la maquina y/o equipo para el caso abreviatura de almacén: AL
- En el nivel 3 indica el tipo de máquina (MP que generen la maquinaria pesada, ET para el equipo de transporte y EM para los equipos menores)
- En el nivel 4 indica la maquina y/o equipo el cual es representado con sus iniciales: RE.

- En el nivel 5 hace referencia al sistema de la maquina ya sea el sistema eléctrico, sistema mecánico o sistema de transmisión el cual se representa por abreviatura para el caso: ST.
- En el nivel 6 hace referencia al número de partes de la máquina y/o equipo.
- En el nivel 7 hace referencia al número de sub partes de la máquina y/o equipo

d.2) Codificación **generada para los camiones mixer mescladores.**

Cuadro 13: Codificación generada para los camiones mixer mescladores

CAMIONES MIXER MESCLADORES									
ITEM	MAQUINAS Y EQUIPOS	MARCA	MODELO	MOTOR	POTENCIA	AÑO DE FABRICACION	CODIGO	ESTADO	CONDICION
1	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2014	MPMX01	OPERATIVO	REGULAR
2	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2015	MPMX02	OPERATIVO	BUENO
3	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2016	MPMX03	OPERATIVO	BUENO
4	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2016	MPMX04	OPERATIVO	REGULAR
5	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2016	MPMX05	OPERATIVO	REGULAR
6	Mixer 6x4	CAMC	ISLE 340 30	CUMMINS	340 HP	2016	MPMX06	OPERATIVO	REGULAR
7	Mixer Pluma	CAMC	ISLE 342 30	CUMMINS	600HP	2015	MPLM01	NO OPERATIVO	MALO

Fuente: Elaboración propia.

d.2.1.) Codificación generada para los sistemas y componentes de los camiones mixer mezcladores.

Cuadro 14: Codificación generada para los sistemas y componentes de los camiones mixer mezcladores

MAQUINA O EQUIPO	SISTEMA	CODIGO	SUBSISTEMA	CODIGO	PARTES	CODIGO
MIXER MPMX01	SISTEMA MOTOR	MPMX01MO	ADMISION	MPMX01MO01	MULTIPLE DE ADMISION	MPMX01MO011
					TURBO	MPMX01MO012
					AFTERCOOLER	MPMX01MO013
					INTERCOOLER	MPMX01MO014
			ESCAPE	MPMX01MO02	TUBO DE ESCAPE	MPMX01MO021
					SILENCIADOR	MPMX01MO022
			INYECCION	MPMX01MO03	SIST. COMBUSTIBLE	MPMX01MO031
					INYECTORES	MPMX01MO032
			TREN ALTERNATIVO	MPMX01MO04	BIELA	MPMX01MO041
					PISTON O EMBOLO	MPMX01MO042
					CIGÜEÑAL	MPMX01MO043
					ANILLOS	MPMX01MO044
					COJINETES	MPMX01MO045
					VOLANTE	MPMX01MO046
					ENGRENAJES	MPMX01MO047
					VALVULA DE ADMISION	MPMX01MO048
					VALVULA DE ESCAPE	MPMX01MO049
					ARBOL DE LEVAS	MPMX01MO050
					DAMPER	MPMX01MO051
					DISTRIBUCION	MPMX01MO05
			ENGRANAJE DE ACCION ACEITE	MPMX01MO053		
			ENGRANAJE DE ACCIONAM.	MPMX01MO054		
			LUBRICACION	MPMX01MO06	ELEM. DE LUBRICACION	MPMX01MO061
					VALVULAS DE LUBRICACION	MPMX01MO062
			REGRIGERACION	MPMX01MO07	FILTROS	MPMX01MO063
					RADIADOR	MPMX01MO071
					BOMBA DE AGUA	MPMX01MO072
			ELEMENTOS FIJOS	MPMX01MO08	TERMOSTATO	MPMX01MO073
	MANGUERAS	MPMX01MO074				
	BLOQUE	MPMX01MO081				
	CULATA	MPMX01MO082				
	TRANSMISION	MPMX01TR	EMBRAGUE	MPMX01TR01	PEDAL DE EMBRAGUE	MPMX01TR011
					HORQUILLA	MPMX01TR012
					SERVOMECANICO DE EMBRAGUE	MPMX01TR013
					ELEMENTOS DE FUNCIONALES	MPMX01TR014
			CAJA DE CAMBIOS	MPMX01TR02	EJE DE ENTRADA	MPMX01TR021
					EJE PRINCIPAL	MPMX01TR022
					PIÑON	MPMX01TR023
					PIÑON SECUNDARIO	MPMX01TR024
					PIÑON DESLIZANTE	MPMX01TR025
					EJE DE SALIDA	MPMX01TR026
			CARDAN	MPMX01TR03	EJE CARDANICO	MPMX01TR031
					CORONA	MPMX01TR041
			DIFERENCIAL	MPMX01TR04	SATELITE	MPMX01TR042
					FLECHA LATERAL	MPMX01TR043
					ENGRANAJE DE DIFERENCIAL	MPMX01TR044
					MANDO FINAL	MPMX01TR045
PIÑONES					MPMX01TR046	
RETENES					MPMX01TR047	
CUBOS					MPMX01TR048	

MAQUINA O EQUIPO	SISTEMA	CODIGO	SUBSISTEMA	CODIGO	PARTES	CODIGO
MIXER MPMX01	SISTEMA ELECTRICO	MPMX01SE	ENCENDIDO	MPMX01SE01	MOTOR DE ARRANQUE	MPMX01SE011
					CARGA	MPMX01SE012
			INSTALACIONES ELECTRICAS	MPMX01SE02	CONEXIÓN	MPMX01SE021
			ILUMINACION	MPMX01SE03	LUCES	MPMX01SE031
			MANDO DE TROMPO	MPMX01SE04	SOLENOIDES/BOTONERAS	MPMX01SE041
	SISTEMA MIXER	MPMX01SM	TROMPO	MPMX01SM01	TROMPO	MPMX01SM011
					POLINES	MPMX01SM012
					REDUCTOR	MPMX01SM013
					CARGA DE CONCRETO	MPMX01SM014
					DESCARGA DE CONCRETO	MPMX01SM015
			ALMACEN Y DISTRIBUCION DE AGUA	MPMX01SM02	TANQUE DE AGUA	MPMX01SM021
			MANDO MANUAL DE TROMPO	MPMX01SM03	MANDO MECANICO	MPMX01SM031
	SISTEMA DE DIRECCION	MPMX01SD	VOLANTE DE DIRECCION	MPMX01SD01	VOLANTE	MPMX01SD011
					COLUMNA DE DIRECCION	MPMX01SD012
			ERMINALES DE DIRECCION	MPMX01SD02	CAJA DE DIRECCION	MPMX01SD021
					TERMINALES	MPMX01SD022
	SISTEMA DE SUSPENSION	MPMX01SS	ELEMENTOS ELASTICOS	MPMX01SS01	MUELLES	MPMX01SS011
			AMORTIGUADORES	MPMX01SS02	AMORTIGUADORES DELANTEROS	MPMX01SS021
					AMORTIGUADORES POSTERIORES	MPMX01SS022
			ELEMENTOS ESTABILIZADORES	MPMX01SS03	TEMPLADORES	MPMX01SS031
					ESTABILIZADORES	MPMX01SS032
	SUSPENSION NEUMATICA	MPMX01SS04	NEUMATICO	MPMX01SS041		
	SISTEMA DE FRENOS	MPMX01SF	SISTEMA NEUMATICO	MPMX01SF01	COMPRESOR	MPMX01SF011
			SISTEMA DE FRENADO	MPMX01SF02	PASTILLAS/ZAPATAS/TAMBORES	MPMX01SF021
	CARROCERIA	MPMX01CA	CARROCERIA EXTERNA	MPMX01CA01	CARROCERIA EXTERNA	MPMX01CA011
			CHASIS	MPMX01CA02	ESTRUCTURA PRINCIPAL	MPMX01CA021

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3. Refacciones

4.2.1.3.1 Stock y fijación de existencias

Selección de las piezas a mantener en stock de los camiones mixer

Se facilita la gestión clasificando el stock en distintos tipos de inventarios:

a) Stock Crítico:

Piezas específicas de máquinas clasificadas como críticas. Se le debe dar un tratamiento específico y preferente que evite el riesgo de indisponibilidad.

Reductor planetario de revoluciones, es indispensable contar con 3 reductores anualmente planetarios, ya que generalmente no son reparables.

b) Stock de Seguridad:

Piezas de muy improbable avería, pero indispensables mantener en stock, por el tiempo elevado de reaprovisionamiento y grave influencia en la producción en caso de que fuese necesaria para una reparación (v. gr. rotor de turbocompresor de proceso, único)

En base a la data histórica de camiones, mixer es indispensable contar con por lo menos 2 motores hidráulicos para un periodo de dos años hidráulico para los mixer, ya que normalmente en el mercado local no se encuentran.

c) **Piezas de desgaste seguro:**

Constituye la mayor parte de las piezas a almacenar (cojinetes, válvulas de compresor, etc.).

- En este tipo se encuentran las paletas helicoidales (cuchillas) del tambor del mixer, válvulas, cojinetes.

d) **Materiales genéricos:** válvulas, tuberías, tornillería diversa, juntas, retenes, etc. Que por su elevado consumo interese tener en stock.

Selección de las piezas a mantener en stock del mini cargador

Por la data histórica se sabe que por lo menos para un año se debe contar con lo siguiente:

- 1 Bomba hidráulica
- 5 Filtros hidráulicos
- 3 Inyectores
- 3 Alternador

Selección de las piezas a mantener en stock de los camiones volquetes

Por la data histórica se sabe que por lo menos para un año para los dos volquetes se debe contar con lo siguiente

- 3 Inyectores
- 1 Faja
- 6 Amortiguadores
- 2 Muelles y abrazaderas
- 15 Pines y bocinas

4.2.1.3.2 Localizabilidad

El poder localizar los repuestos, es una cuestión en apariencia puramente operativa, que hay que tener en cuenta, en la elaboración de nuestra propuesta técnico-económica, para no cometer la temeridad de dar un tiempo de respuesta de solución al problema cuando este es imposible de satisfacer.

- El formato mediante el que identifiquemos los repuestos nos permitirá, entre otras cosas, cruzar información con las órdenes de trabajo y las hojas de control de costes

Codificación de los repuestos y herramientas.

Se consideró la siguiente estructura que generen la codificación de las herramientas que generen la empresa.

Cuadro 15 : Codificación de las herramientas del área de mantenimiento.

	Codificación de las herramientas.			
	AREA	HERRAMIENTA	CANTIDAD	NUMERO
Juego de llaves mixtas	Mantenimiento	Juego de laves	01	01
Código	MT	LL	01	01

Fuente: Elaboración propia.

- Primero representamos al área que pertenece la herramienta: MP
- Luego representamos las herramientas con las iniciales: LL
- Luego representamos la cantidad de juegos de llaves con cuenta: 01
- Luego representamos el número que le corresponde para cada llave: 01

4.2.2. Procesos del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Comprende la planeación, organización y el control

El proceso del sistema de gestión de mantenimiento consta de la planeación, organización y el control.

Planeación. -Se realizarán en base a las estrategias de mantenimiento, para ello elaboraremos matrices donde se puede observar el tipo de mantenimiento que se debe realizar para cada sistema y sus componentes de las maquinarias

Organización. -Para ello crearemos un proceso específico para cada tipo de actividad; cada proceso se medirá con sus respectivos indicadores, con el fin de poderlos controlar cuando se requiera.

Control. -En vista que la empresa no mide sus trabajos, elaboraremos formatos de control, para poder hacer seguimiento de la planeación y si hay un desvío hacer una retroalimentación.

4.2.2.1. Planeación del mantenimiento

Las **matrices** que se desarrollaron a continuación, son utilizadas para determinar que estrategias de mantenimiento, carga de mantenimiento, recursos humanos, herramientas y máquinas, materiales, equipos de protección personal, periodos y leyes y normas para cada máquina y/o equipo.

Matrices correspondientes a los camiones mixer: Estrategias de mantenimiento por cada elemento

Tabla 1 Matrices correspondientes a los camiones mixer : estrategias de mantenimiento por cada elemento

MATRIZ N° 1																										
ESTRATEGIA A EMPLEARSE PARA CADA ELEMENTO SUJETO A MANTENIMIENTO																										
CAMION MIXER CAMC ISLE 34030 MPMX01																										
ESTRATEGIA	SISTEMA MOTOR MPMX01MO						TRANSMISION MPMX01TR				SISTEMA ELECTRICO MPMX01SE				SISTEMA MIXER MPMX01SM				SISTEMA DE DIRECCION		SISTEMA DE SUSPENSION MPMX01SS				CARROCERIA MPMX01CA	
	ADMISION	ESCAPE	INYECCION	TREN ALTERNATIVO	DISTRIBUCION	LUBRICACION	REGRIGERACION	EMBRAGUE	CAJA DE CAMBIOS	CARDAN	DIFERENCIAL	ENCENDIDO	INSTALACIONES ELECTRICAS	ILUNINACION	MANDO DE TROMPO	TROMPO	ALMACEN Y DISTRIBUCION DE AGUA	MANDO MANUAL DE TROMPO	RODAJES	VOLANTE DE DIRECCION	TERMINALES DE DIRECCION	ELEMENTOS ELASTICOS	AMORTIGUADORES	ELEMENTOS ESTABILIZADORES		SUSPENSION NEUMATICA
1	Mantenimiento correctivo		x		x		x	x	x													x	x	x		
2	Mantenimiento preventivo con base en el tiempo																									
3	Mantenimiento preventivo con base en el uso	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	
4	Mantenimiento preventivo con base en las condiciones																									
5	Mantenimiento de oportunidad																									
6	Deteccion de falla																									
7	Modificacion de diseño																									
8	Reparacion general	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	Reemplazo		x		x																					

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que el mantenimiento correctivo es el mínimo en comparación con las otras estrategias, eso nos aseguraría una mayor disponibilidad de las maquinarias. Se prioriza el mantenimiento preventivo con base en el uso para 22 elementos.

Matrices correspondientes a los camiones mixer: Estrategias de mantenimiento con sus respectivas cargas de mantenimiento y periodo de de mantenimiento.

Tabla 2 Matrices correspondientes a los camiones mixer : Estrategias con sus respectivas cargas de mantenimiento

MATRIZ N° 2																											
CARGA DE MANTENIMIENTO EN HORAS HOMBRE (HH) Y PERIODO DE TIEMPO PARA CADA ESTRATEGIA A EMPLEARSE PARA ELEMENTO SUJETO A MANTENIMIENTO																											
ESTRATEGIA		CAMION MIXER CAMC ISLE 34030 MPMX01																									
		SISTEMA MOTOR MPMX01MO						TRANSMISION MPMX01TR				SISTEMA ELECTRICO MPMX01SE				SISTEMA MIXER MPMX01SM				SISTEMA DE DIRECCION		SISTEMA DE SUSPENSION MPMX01SS				CARROCERIA MPMX01CA	
		ADMISION	ESCAPE	INYECCION	TREN ALTERNATIVO	DISTRIBUCION	LUBRICACION	REGRIGERACION	EMBRAGUE	CAJA DE CAMBIOS	CARDAN	DIFERENCIAL	ENCENDIDO	INSTALACIONES ELECTRICAS	ILUNINACION	MANDO DE TROMPO	TROMPO	ALMACEN Y DISTRIBUCION DE AGUA	MANDO MANUAL DE TROMPO	RODAJES	VOLANTE DE DIRECCION	TERMINALES DE DIRECCION	ELEMENTOS ELASTICOS	AMORTIGUADORES	ELEMENTOS ESTABILIZADORES		SUSPENSION NEUMATICA
1	Mantenimiento correctivo																										
2	Mantenimiento preventivo con base en el tiempo																										
3	Mantenimiento preventivo con base en el uso	0.5HH/250 Horas	0.5HH/100 Horas	0.5HH/250 Horas	1 HH/500 Horas	2HH/500 Horas	1 HH/500 Horas		1.5HH/250 Horas	4HH/250 Horas	2 HH/250 Horas		0.5HH/500 Horas	0.5 HH/250 Horas	1 HH/250 Horas	2HH/250 Horas	1 HH/250 Horas	1HH/250 Horas	1HH/250 Horas	1HH/250 Horas	2HH/250 Horas	1 HH/250 Horas			0.5HH/250 Horas	1 HH/250 Horas	1HH/250 Horas
		Limpieza y/o cambio	Limpieza y/o cambio	Limpieza y/o cambio	Revision y/o correccion	Revision y/o calibracion	Revision y/o inspeccion		Revision y/o correccion	Revision y/o correccion	Revision y/o cambio		cambio de aceite	Revision y/o cambio de aceite	Cambio	Cambio	Revision y/o correccion	Revision y/o correccion	Revision y/o correccion	Revision y/o correccion	Cambio	Cambio			Revision del nivel de aceite	Cambio de aceite	Engrase
4	Mantenimiento preventivo con base en las condiciones																										
5	Mantenimiento de oportunidad																										
6	Deteccion de falla																										
7	Modificacion de diseño																										
8	Reparacion general																										
9	Reemplazo		1 HH Reemplazo		1 HH Reemplazo																						

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar de la matriz anterior que el mantenimiento preventivo con base en el uso para los 22 elementos ya se sabe cuántas horas hombre requerirá. Además de ello se sabe cada cuantas horas se realizará su mantenimiento.

Matrices correspondientes a los camiones mixer: Estrategias de mantenimiento con sus respectivas cargas de mantenimiento y periodo de mantenimiento, calculados para un año.

Tabla 3 Matrices correspondientes a los camiones mixer : Estrategias con sus respectivas cargas de mantenimiento y periodo de mantenimiento, calculados para un año.

MATRIZ N° 3																										
CARGA DE MANTENIMIENTO EN HORAS HOMBRE (H/H) PARA CADA ESTRATEGIA A EMPLEARSE PARA ELEMENTO SUJETO A MANTENIMIENTO																										
CAMION MIXER CAMC ISLE 34030 MPMX01																										
ESTRATEGIA	SISTEMA MOTOR MPMX01MO						TRANSMISION MPMX01TR				SISTEMA ELECTRICO MPMX01SE				SISTEMA MIXER MPMX01SM				SISTEMA DE DIRECCION		SISTEMA DE SUSPENSION MPMX01SS				CARROCERIA MPMX01CA	
	ADMISION	ESCAPE	INYECCION	TREN ALTERNATIVO	DISTRIBUCION	LUBRICACION	REGRIGERACION	EMBRAGUE	CAJA DE CAMBIOS	CARDAN	DIFERENCIAL	ENCENDIDO	INSTALACIONES ELECTRICAS	ILUMINACION	MANDO DE TROMPO	TROMPO	ALMACEN Y DISTRIBUCION DE AGUA	MANDO MANUAL DE TROMPO	RODAJES	VOLANTE DE DIRECCION	TERMINALES DE DIRECCION	ELEMENTOS ELASTICOS	AMORTIGUADORES	ELEMENTOS ESTABILIZADORES		SUSPENSION NEUMATICA
1	Mantenimiento correctivo																									
2	Mantenimiento preventivo con base en el tiempo																									
3	Mantenimiento preventivo con base en el uso	4.0 HH	10 HH	4 HH	4 HH	8 HH	4 HH	12 HH	32 HH	16 HH		4.0 HH	4.0 HH	8 HH	16 HH	8.0 HH	8.0 HH	8.0 HH	8.0 HH	16 HH	8 HH			4 HH	8 HH	8 HH
4	Mantenimiento preventivo con base en las condiciones																									
5	Mantenimiento de oportunidad																									
6	Deteccion de falla																									
7	Modificacion de diseño																									
8	Reparacion general	REPRESENTAN (HH) QUE NO SE PUEDEN ANUALIZAR YA QUE SE APLICAN EN PERIDOS MAYOR DE UN AÑO																								
9	Reemplazo						1 HH				1 HH															
HH/AÑO DE TRABAJADORES DE MANTENIMIENTO																										
202																										

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que el mantenimiento preventivo con base en el uso para los 22 elementos ya se sabe cuántas horas hombre requerirá en un año, la sumatoria llega a **202 HH**.

Matrices correspondientes al camión mixer-Herramientas y materiales para cada estrategia por cada elemento.

Tabla 4 Matrices correspondientes al camión mixer- Herramientas y materiales para cada estrategia por cada elemento.

MATRIZ N° 6																										
HERRAMIENTAS Y MATERIALES A UTILIZARSE PARA CADA ESTRATEGIA A EMPLEARSE PARA ELEMENTO SUJETO A MANTENIMIENTO																										
ESTRATEGIA	CAMION MIXER CAMC ISLE 34030 MPMX01																									
	SISTEMA MOTOR MPMX01MO						TRANSMISION MPMX01TR				SISTEMA ELECTRICO MPMX01SE				SISTEMA MIXER MPMX01SM			SISTEMA DE DIRECCION		SISTEMA DE SUSPENSION MPMX01SS						
	ADMISION	ESCAPE	INYECCION	TREN ALTERNATIVO	DISTRIBUCION	LUBRICACION	REGRIGERACION	EMBRAGUE	CAJA DE CAMBIOS	CARDAN	DIFERENCIAL	ENCENDIDO	INSTALACIONES ELECTRICAS	ILUMINACION	MANDO DE TROMPO	TROMPO	ALMACEN Y DISTRIBUCION DE AGUA	MANDO MANUAL DE TROMPO	RODAJES	VOLANTE DE DIRECCION	TERMINALES DE DIRECCION	ELEMENTOS ELASTICOS	AMORTIGUADORES	ELEMENTOS ESTABILIZADORES	SUSPENSION NEUMATICA	CARROCERIA MPMX01CA
1 Mantenimiento correctivo																										
2 Mantenimiento preventivo con base en el tiempo																										
3 Mantenimiento preventivo con base en el uso	Juego de llaves, desarmador, trapo industrial y respiente	Cadena para filtro, juego de llaves, juego de desarmadores, pinzas, trapo industrial	Juego de llaves, desarmadores, estrella y plano, destornilladore.	Juego de llaves mixtas y destornillador plano y estrella	Juego de llaves mixta corona/boca, juego de galgas, llave dinometrica y destornilladores	Pinzas, desarmador plano, escobilla, liquido de freno	Alicate, soldador, prensa, voltmetro, llave mixtas	Alicate, soldador, prensa, voltmetro y llave mixtas	Juego de llaves y destornilladores plano y estrella	Juego de llaves y destornilladores plano y estrella	Juego de llaves mixtas, juego de destornilladores plano y estrella y trapo industrial	Juego de llaves mixtas, cuchilla, lija, escobillas, gasolina, silicona y trapo industrial	Juego de llaves mixtas, juego de destornilladores, alicate, recipiente, trapo industrial	Juego de llaves, aceite, escobilla, lijas, juego de llaves allen, pinzas, sellador	Juego de llaves, supresor de resortes, martillo y prensa	Juego de llaves, gato hidraulico, desarmador plano	Juego de llaves mixtas, engrasador, grasa, trapo industrial	Desarmador plano, pinzas, juego de llaves, dado, gato hidraulico, grasa y trapo industrial	Juego de llaves, alicate, prensa, juego de desarmadores	juego de llaves allen, pinzas de presion, recipiente y trapo industrial			Juego de llaves mixtas, recipiente y trapo industrial	Juego de llaves, desarmador plano y estrella, llave cuadrado y llave francesa	Juego de llaves, engrasador, grasa, refrigerante y trapo industrial	
4 Mantenimiento preventivo con base en las condiciones																										
5 Mantenimiento de oportunidad																										
6 Deteccion de falla																										
7 Modificacion de diseño																										
8 Reparacion general	Los mismos especialistas (tecnicos mecanicos y tecnicos electricos) traen sus herramientas																									
9 Reemplazo																										

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que, para el mantenimiento preventivo con base en el uso, mayormente se necesitará juego de llaves mixtas, juegos de destornilladores, entre otros insumos, no se hacen recambios de piezas. En cambio, que generen la reparación general los mismos técnicos traen sus herramientas.

Matrices correspondientes al camión mixer-Equipos de protección a utilizar para cada estrategia por cada elemento.

Tabla 5 Matrices correspondientes al camión mixer- Equipos de protección a utilizar para cada estrategia por cada elemento.

MATRIZ N° 7																									
EQUIPOS DE PROTECCION PERSONALA UTILIZAR PARA CADA ESTRATEGIA A EMPLEARSE PARA ELEMENTO SUJETO A MANTENIMIENTO																									
CAMION MIXER CAMC ISLE 34030 MPMX01																									
ESTRATEGIA	SISTEMA MOTOR MPMX01MO						TRANSMISION MPMX01TR				SISTEMA ELECTRICO MPMX01SE				SISTEMA MIXER MPMX01SM				SISTEMA DE DIRECCION		SISTEMA DE SUSPENSION MPMX01SS				CARROCERIA MPMX01CA
	ADMISION	ESCAPE	INYECCION	TREN ALTERNATIVO	DISTRIBUCION	LUBRICACION REGRIGERACION	EMBRAGUE	CAJA DE CAMBIOS	CARDAN	DIFERENCIAL	ENCENDIDO	INSTALACIONES ELECTRICAS	ILUMINACION	MANDO DE TROMPO	TROMPO	ALMACEN Y DISTRIBUCION DE AGUA	MANDO MANUAL DE TROMPO	RODAJES	VOLANTE DE DIRECCION	TERMINALES DE DIRECCION	ELEMENTOS ELASTICOS	AMORTIGUADORES	ELEMENTOS ESTABILIZADORES	SUSPENSION NEUMATICA	
1 Mantenimiento correctivo																									
2 Mantenimiento preventivo con base en el tiempo																									
3 Mamantenimiento preventivo con base en el uso	Mameluco, guantes, mascarilla y botas de seguridad	Mameluco, guantes, mascarilla y botas de seguridad	Mameluco, guantes, mascarilla y botas de seguridad	Mameluco, guantes, mascarilla y botas de seguridad	Mameluco, guantes, lentes de seguridad, mascarilla y botas de seguridad	Mameluco, guantes, lentes de seguridad, mascarilla y botas de seguridad	Mameluco, guantes, mandil de cuero, lentes de seguridad y botas aislantes	Mameluco, guantes, mandil de cuero, lentes de seguridad y botas aislantes	Mameluco, guantes, mandil de cuero, lentes de seguridad y botas aislantes		Mameluco, guantes, lentes de seguridad, mascarilla y botas de seguridad	Mameluco, guantes, lentes de seguridad, mascarilla y botas de seguridad	Mameluco, guantes, lentes de seguridad, mascarilla y botas de seguridad	Mameluco, lentes de seguridad, guantes, botas de seguridad	Mameluco, lentes de seguridad, guantes, botas de seguridad	Mameluco, lentes de seguridad, guantes, botas de seguridad	Mameluco, lentes de seguridad, guantes, botas de seguridad	Mameluco, lentes de seguridad, guantes, botas de seguridad	Mameluco, lentes de seguridad, guantes, botas de seguridad			Mameluco, lentes de seguridad, guantes, botas de seguridad	Mameluco, lentes de seguridad, guantes, botas de seguridad	Mameluco, lentes de seguridad, guantes, botas de seguridad	
4 Mantenimiento preventivo con base en las condiciones																									
5 Mantenimiento de oportunidad																									
6 Deteccion de falla																									
7 Modificacion de diseño																									
8 Reparacion general	Ropa de trabajo, lente de seguridad, casco de seguridad, guantes y botas de seguridad																								
9 Reemplazo																									

Fuente: Elaboración propia

Matrices correspondientes al camión mixer-Leyes y normas a tener en cuenta para cada estrategia por cada elemento.

Tabla 6 Matrices correspondientes al camión mixer-Leyes y normas a tener en cuenta para cada estrategia por cada elemento.

MATRIZ N° 8																										
LEYES Y NORMAS A TENER EN CUENTA PARA CADA ESTRATEGIA A EMPLEARSE PARA ELEMENTO SUJETO A MANTENIMIENTO																										
CAMION MIXER CAMC ISLE 34030 MPMX01																										
ESTRATEGIA	SISTEMA MOTOR MPMX01MO						TRANSMISION MPMX01TR				SISTEMA ELECTRICO MPMX01SE				SISTEMA MIXER MPMX01SM			SISTEMA DE DIRECCION		SISTEMA DE SUSPENSION MPMX01SS			CARROCERIA MPMX01CA			
	ADMISION	ESCAPE	INYECCION	TREN ALTERNATIVO	DISTRIBUCION	LUBRICACION	REFRIGERACION	EMBRAGUE	CAJA DE CAMBIOS	CARDAN	DIFERENCIAL	ENCENDIDO	INSTALACIONES ELECTRICAS	ILUMINACION	MANDO DE TROMPO	TROMPO	ALMACEN Y DISTRIBUCION DE AGUA	MANDO MANUAL DE TROMPO	RODAJES	VOLANTE DE DIRECCION	TERMINALES DE DIRECCION	ELEMENTOS ELASTICOS		AMORTIGUADORES	ELEMENTOS ESTABILIZADORES	SUSPENSION NEUMATICA
1	Mantenimiento correctivo																									
2	Mantenimiento preventivo con base en el tiempo																									
3	Mantenimiento preventivo con base en el uso	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783 y codigos electricos	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783 y codigos electricos	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783 y codigos electricos		Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783				Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783
4	Mantenimiento preventivo con base en las condiciones																									
5	Mantenimiento de oportunidad																									
6	Deteccion de falla																									
7	Modificacion de diseño																									
8	Reparacion general	Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783 y codigos electricos (Realizado por terceros)																								
9	Reemplazo																									

Fuente: Ley de seguridad y salud en el trabajo 29783

4.2.2.2. Pronostico de la carga de mantenimiento.

La concretera Wanuko Mix E.I.R.L, no cuenta con registros referentes a las horas de trabajo, así como tampoco a las actividades de mantenimiento que recibieron las máquinas y los equipos. Motivo por el cual se tomó información de personal técnico especializado y con experiencia en dar el servicio de mantenimiento (Juicio de expertos)

Cuadro 16 Pronóstico de la carga de mantenimiento del camión mixer

MAQUINA	SISTEMA	PARTES	CARGA DE MANTENIMIENTO (H-H)
MIXER	SISTEMA MOTOR	Admisión	4
		Escape	10
		Inyección	4
		Tren alternativo	4
		Distribución	8
		Lubricación	4
		Refrigeración	
	TRANSMISION	Embrague	12
		Caja de cambio	32
		Cardan	16
		Diferencial	
	SISTEMA ELECTRICO	Encendido	4
		Instalaciones eléctricas	4
		Iluminación	8

		Mando de trompo	16
	SISTEMA MIXER	Trompo	8
		Almacenes y dist. agua	8
		Mando manual del trompo	8
		Rodajes	8
	SISTEMA DE DIRECCION	Volante de dirección	16
		Terminales de dirección	8
	SISTEMA DE SUSPENSION		8
	ELEMENTOS ESTABILIZADORES		4
	CARROCERIA		8
TOTAL (H-H)			202
INCREMENTO DEL 20%(*)			242.4

Fuente: Elaboración propia

El pronóstico de la carga de mantenimiento del camión mixer para un año será de **242.4 HH**.

4.2.2.3. Actividades de organización y sus indicadores

Procesos y Actividades del Área de mantenimiento de la Concretera Wanuko Mix E.I.R.L

(Velasco, 2010) los elementos de un proceso son tres: input o entrada, la **secuencia de actividades** y el output o salidas. A continuación, para cada interrelación se identificarán los procesos con su respectiva concatenación para luego proceder a describir las actividades de cada uno y su respectiva caracterización.

4.2.2.3.1. Procesos en la interrelación del Área de Mantenimiento y Gerencia

a. Proceso de evaluación y aprobación de planes y programas de mantenimiento

Cuadro 17 Proceso de evaluación y aprobación de planes y programas de mantenimiento

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Proyecto de planes y programas de mantenimiento	Proceso de evaluación y aprobación de planes y programas de mantenimiento	Planes y programas de mantenimiento listos para ser ejecutados

Fuente: Elaboración propia

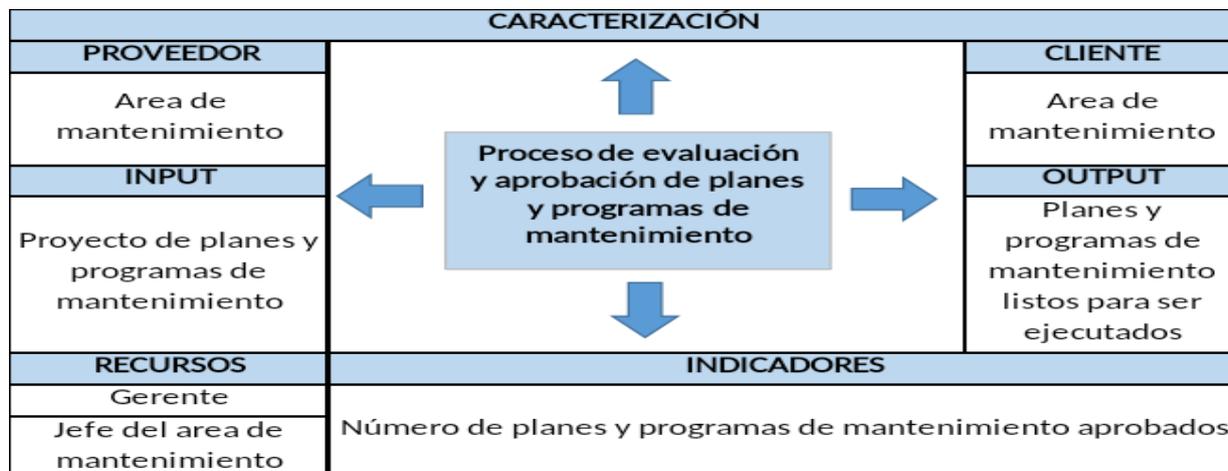
· Actividades

1. El jefe del Área de Mantenimiento elabora los planes y programas de los trabajos de mantenimiento y luego los manda al Gerente como proyecto.
2. El Gerente de la empresa evalúa los planes y programas de mantenimiento en conjunto con el jefe del Área de mantenimiento.
3. Si hay errores o modificaciones que se deben hacer, el jefe los realiza.
4. Si no hay modificaciones o errores que corregir, el Gerente aprueba los planes y programas para que puedan ser ejecutados.
5. Después de corregidos los planes y programas, el Jefe del Área de mantenimiento vuelve a presentarlo al Gerente.
6. Si el Gerente comprueba que los errores fueron corregidos o hubo modificaciones según lo señalado, aprueba los planes y programas.
7. La aprobación de los planes y programas se dan mediante un oficio donde se indica la acción. Este oficio se emite al Área de Mantenimiento y queda otro que generen la Gerencia.

OBJETIVO:

Asegurar que los planes y programas estén correctamente elaborados principalmente en el uso de los recursos.

Cuadro 18 Caracterización del proceso de evaluación y aprobación de planes y programas de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

b. Proceso de control de las operaciones de mantenimiento

Cuadro 19 Proceso de control de las operaciones de mantenimiento

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Solicitud de informe de los trabajos de mantenimiento	Proceso de control de las operaciones de mantenimiento	Informes para el control de las operaciones de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

● **Actividades**

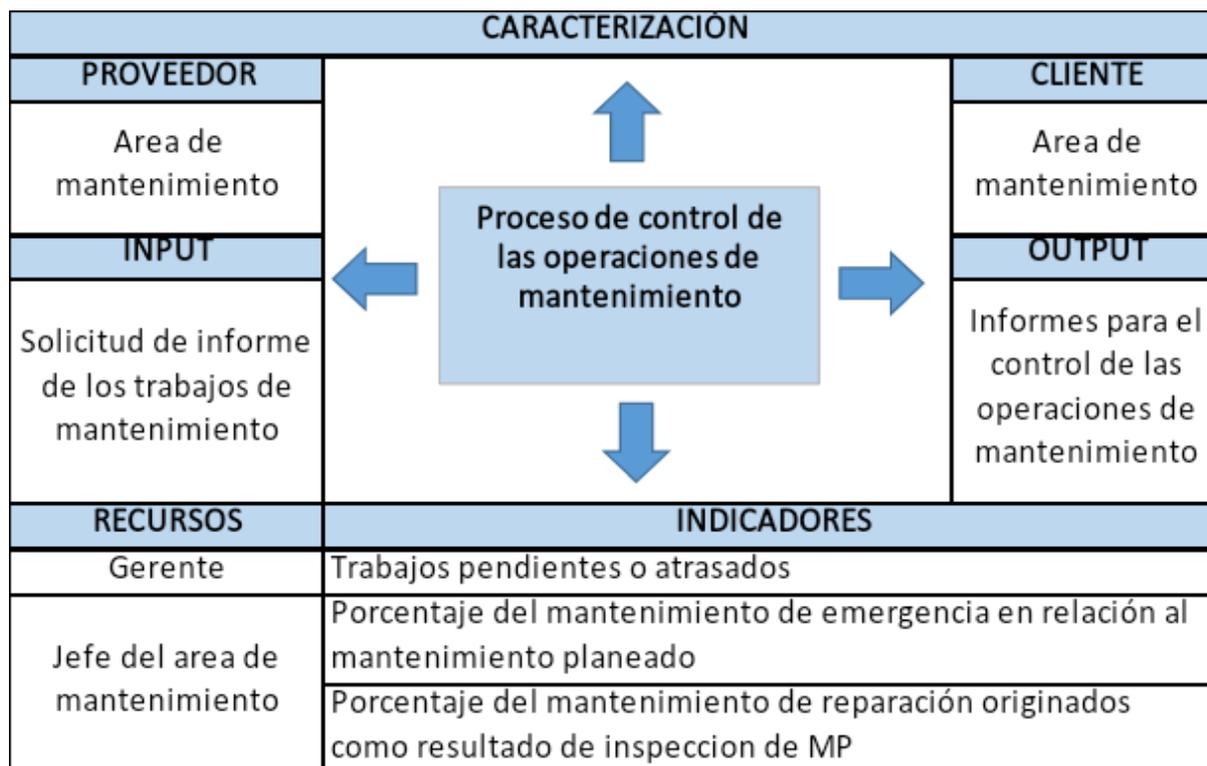
1. Mensualmente el Gerente solicita al Área de Mantenimiento un informe de control de los trabajos de mantenimiento.
2. El jefe del Área de Mantenimiento emite un informe con los controles de los trabajos de mantenimiento indicando:

- Proporción del trabajo de mantenimiento efectuada empleando tiempo extra.
- Trabajos pendientes o atrasados.
- Porcentaje del mantenimiento de emergencia en relación al mantenimiento planeado.
- Porcentaje de trabajos de reparación originados como resultado de inspección de MP.

3. El gerente, después de revisar los informes, emite un oficio de conformidad con sus respectivas observaciones que deberán ser levantadas en un plazo determinado. Este oficio va dirigido al Área de Mantenimiento y otro se queda en la Gerencia.

Cuadro 20 Caracterización del proceso de control de las operaciones de mantenimiento

	AREA DE MANTENIMIENTO
	<p>OBJETIVO:</p> <p>Aseguramiento del cumplimiento de los planes y programas de mantenimiento.</p>



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.3.2. Procesos en la interrelación del Área de Mantenimiento y Departamento de Producción

- **Actividades que generen la Orden de Trabajo de Mantenimiento Correctivo**

Cuadro 21 Actividades que generen la Orden de Trabajo de Mantenimiento Correctivo

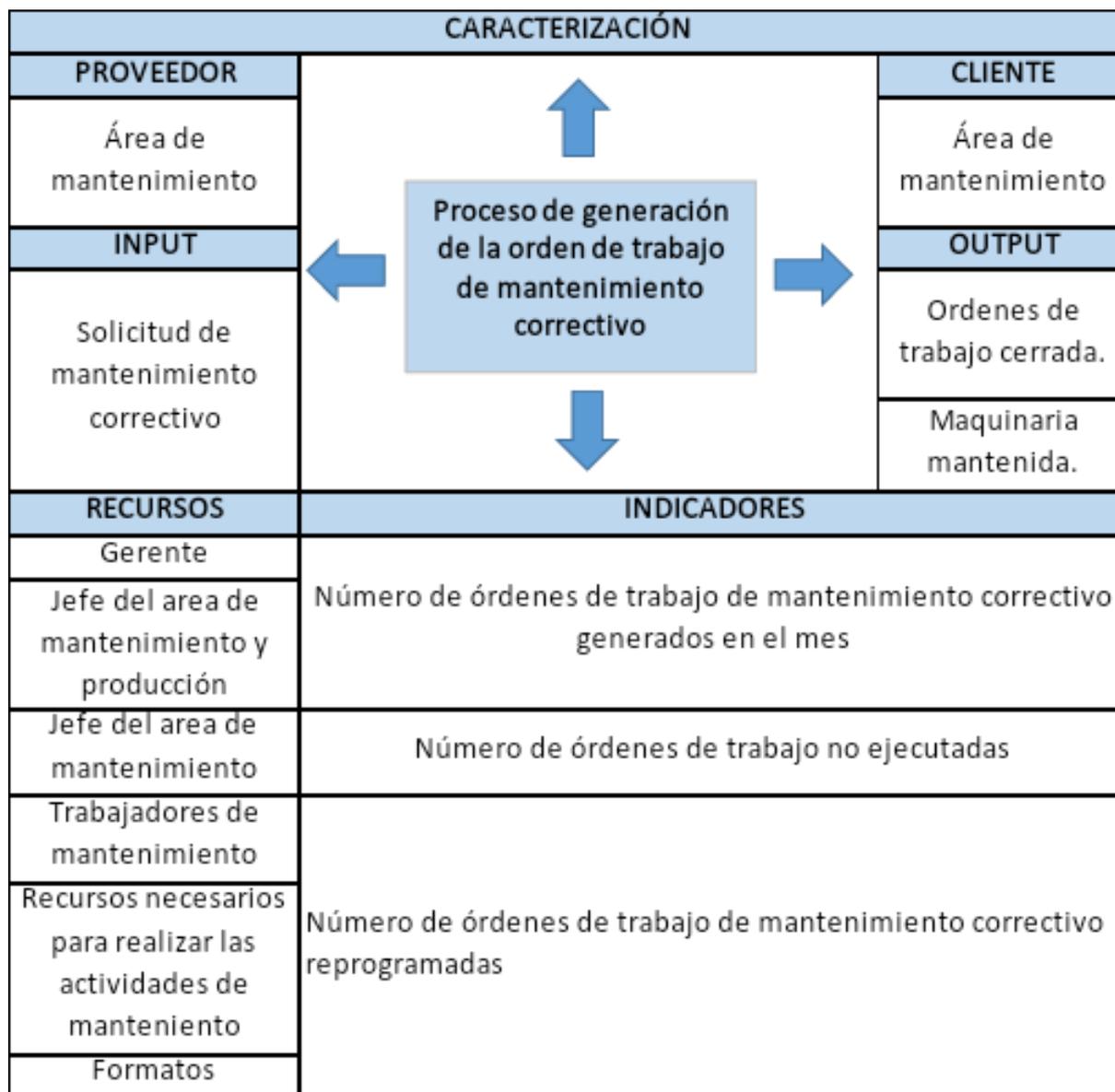
ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Solicitud de mantenimiento correctivo	Proceso de generacion de la orden de trabajo de mantenimiento correctivo	Orden de trabajo ejecutadas de mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia

1. Cuando el área de producción de concreto premezclado se produzca una avería, falla o descompostura, solicitan al área de mantenimiento una orden de trabajo mediante una llamada o acercándose a la misma área.
2. Cuando el área sabe sobre lo sucedido inmediatamente se genera la orden de trabajo que deberá ser rellenado por el solicitante en los campos designados y por el jefe de campo.
3. El jefe del área de mantenimiento designa que trabajador realizará el trabajo de mantenimiento.
4. Después de concluido y aprobado el trabajo por el área solicitada y el jefe de del área de mantenimiento, se termina de rellenar la orden de trabajo y es cerrada. Por lo tanto, la orden de trabajo se cierra cuando la maquinaria ha sido mantenida con respecto a la falla, avería o descompostura que tuvo.
5. Cuando hace falta algún repuesto material para poder dar mantenimiento a la maquina no se cierra la orden de trabajo quedando, así como pendiente. Esto genera una solicitud de pedido para adquirir dichos recursos.

Cuadro 22 caracterización de actividades que generen la Orden de Trabajo de Mantenimiento Correctivo

	AREA DE MANTENIMIENTO
	OBJETIVO: Generación de las órdenes de trabajo de mantenimiento para que las maquinas puedan ser reparadas.



Fuente: Elaboración propia

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Plan y programa de mantenimiento preventivo	Proceso de generacion de la orden de trabajo de mantenimiento preventivo	Orden de trabajo ejecutadas de mantenimiento mantenida

Fuente: Elaboración propia

1. El Mantenimiento preventivo es programado con tiempo de anticipación, es por eso que la orden de trabajo se genera según un plan y programa y lo rellena el jefe de campo del área de mantenimiento.
2. Al tenerse todos los recursos ya que es planeado, la orden de trabajo debe ser cerrada para luego ser aprobada y firmada por el jefe del área de producción, y por el jefe del área de mantenimiento.
3. De no contarse con los recursos necesarios para llevarse a cabo el mantenimiento preventivo, la orden de trabajo se genera, pero con estado de REPROGRAMABLE y debe ser emitido al área de producción.
4. Esto hace generar una solicitud de pedido para adquirir los recursos necesarios y un informe al Gerente donde se describa lo ocurrido indicando las causas.

Cuadro 24 Caracterización de actividad para la OT de Mantenimiento Preventivo

	AREA DE MANTENIMIENTO	
	OBJETIVO: Generación de las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo para tener las maquinarias totalmente disponibles y operativas.	
CARACTERIZACIÓN		
PROVEEDOR		CLIENTE
Área de mantenimiento		Área de mantenimiento
INPUT		OUTPUT
Plan y programa de mantenimiento preventivo		Órdenes de trabajo cerrada. Maquinaria mantenida.
RECURSOS	INDICADORES	
Gerente		
Jefe del area de mantenimiento y producción	Número de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo generados en el mes	
Jefe del area de mantenimiento	Número de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo no ejecutadas	
Trabajadores de mantenimiento		
Recursos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento	Número de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo reprogramadas	
Formatos		

Fuente: Elaboración propia

Proceso de generación del reporte de trabajo

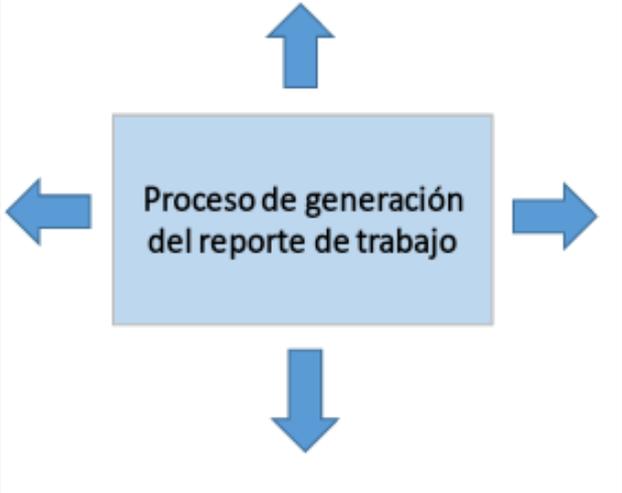
Cuadro 25 Proceso de generación del reporte de trabajo

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Orden de trabajo cerrada/Maquinaria mantenida	Proceso de generacion de reporte de trabajo	Reporte de trabajo cerrado

Fuente: Elaboración propia

1. Una orden de trabajo cerrada genera un reporte de trabajo.
2. El reporte de trabajo es rellenada por el personal que realizo el trabajo de mantenimiento.
3. El reporte es firmado por el personal que realizo el trabajo y por el jefe del área de mantenimiento.

-Cuadro 26 Caracterización del Proceso de generación del reporte de trabajo

	AREA DE MANTENIMIENTO	
	OBJETIVO: Generación de reporte de trabajo de mantenimiento realizado.	
CARACTERIZACIÓN		
PROVEEDOR		CLIENTE
Área de mantenimiento		Área de mantenimiento
INPUT		OUTPUT
Orden de trabajo cerrada		Reporte de trabajo
Maquinaria mantenida		
RECURSOS	INDICADORES	
Jefe del area de mantenimiento	Número de reportes de trabajos generados en el mes	
Trabajadores del área de mantenimiento	Número de reportes de trabajo no generados al mes	
Formatos		

Fuente: elaboración propia

c. Proceso de registro del trabajo de mantenimiento en el historial de la máquina

Cuadro 27 Proceso de registro del trabajo de mantenimiento en el historial de la máquina

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Reporte de trabajo cerrado	Proceso de registro del trabajo de mantenimiento en el historial de la máquina	Trabajo de mantenimiento registrado en el historial de la máquina

Fuente: elaboración propia

· Actividades

1. Un reporte de trabajo cerrado genera el registro del trabajo en el historial de la máquina.
2. El historial de la máquina es rellenado por el jefe del área de mantenimiento.
3. Los datos de la orden de trabajo y reporte de trabajo son vaciado al registro de historial de la máquina.
4. El historial es firmado por el jefe del área de mantenimiento.

Proceso de registro del trabajo de mantenimiento en el historial de la máquina

Cuadro 28 Caracterización del Proceso de registro del trabajo de mantenimiento en el historial de la máquina

	AREA DE MANTENIMIENTO	
	OBJETIVO: Registrar el trabajo de mantenimiento en el historial de la máquina.	
CARACTERIZACIÓN		
PROVEEDOR		CLIENTE
Área de mantenimiento		Área de mantenimiento
INPUT		OUTPUT
Reporte de trabajo cerrado		Trabajo de mantenimiento registrado en el historial de la máquina
RECURSOS	INDICADORES	
Jefe del area de mantenimiento	Número de registros de historiales de máquina generados en el mes	
Historial de la máquina	Número de registros que no se hicieron en el historial de la máquina.	

Fuente: elaboración propia

d. Proceso de requerimiento de algún bien o servicio

Cuadro 29 Proceso de requerimiento de algún bien o servicio

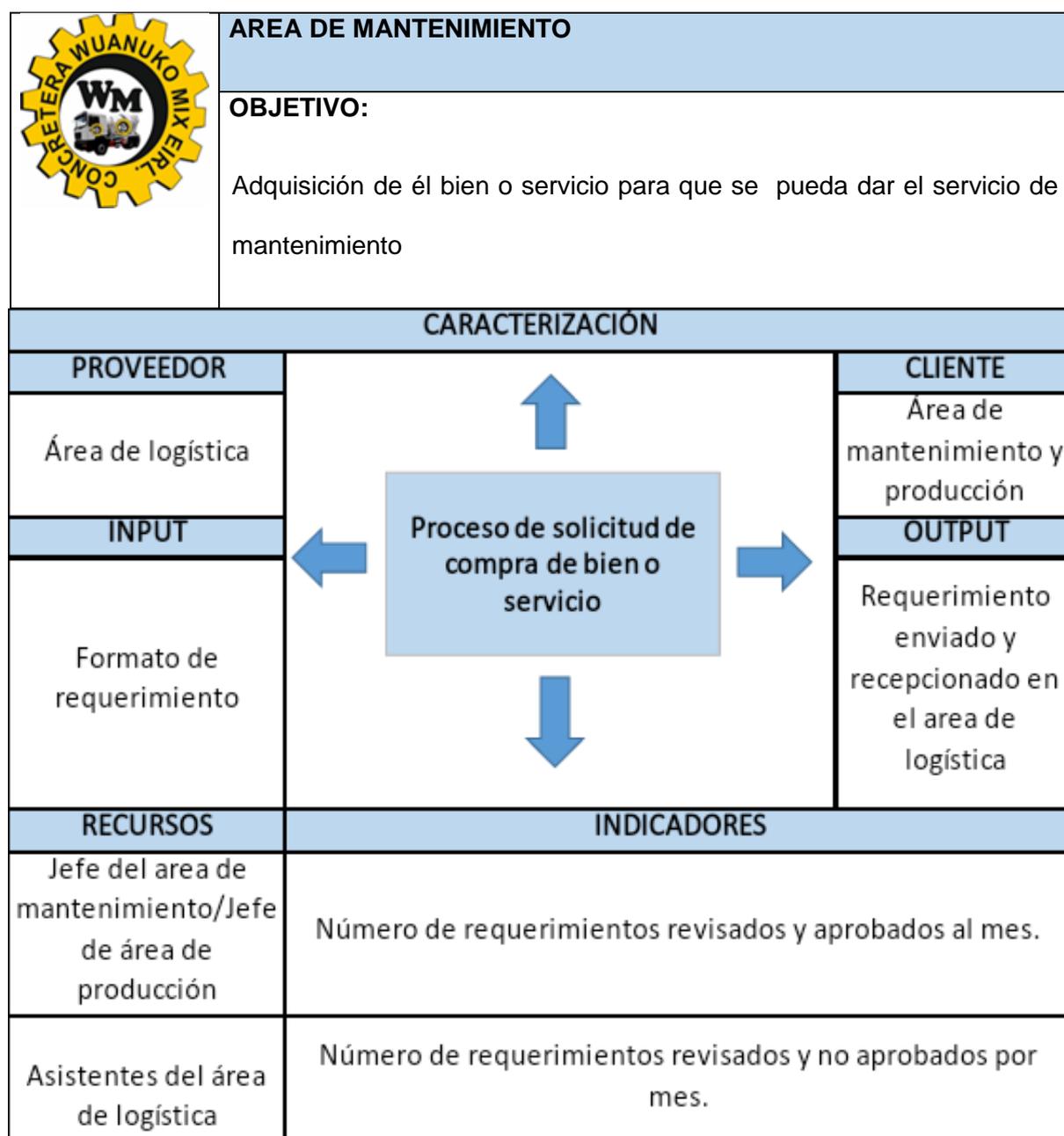
ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Formato de requerimiento	Proceso de requerimiento de bien o servicio	Requerimiento enviado a la area de logística

Fuente: elaboración propia

· Actividades

1. Cuando no hay repuesto, herramienta o material en el almacén o se requiera algún servicio externo de mantenimiento, se genera una orden de requerimiento.
2. La orden de requerimiento es rellenado por el trabajador que está ejecutando el trabajo de mantenimiento y es firmado por el jefe del área de producción del concreto premezclado y por el jefe del área de mantenimiento.
3. Se saca copia de la orden de requerimiento y los dos son llevadas al área de logística.
4. En el área de logística se sellan las dos copias, y una copia es entregada al jefe del área de mantenimiento y la otra se queda en el área de logística para que realicen la compra o contrato.

Cuadro 30 Caracterización del Proceso de requerimiento de algún bien o servicio



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3.3. Procesos en la interrelación del Área de Mantenimiento y Administración

a. Proceso de control de la documentación

Cuadro 31 del Proceso de control de la documentación

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Carta de control de documentos del área de mantenimiento	Proceso de control de la documentación	Informe del estado de la documentación

Fuente: elaboración propia

· Actividades

1. El área de administración envía la carta al área de mantenimiento indicando que realizarán un control de la documentación.
2. El área de mantenimiento recibe la carta y los sella para luego entregarles su cargo.
3. La fecha y hora es propuesta por el área de administración en acuerdo con el área de mantenimiento.
4. El personal de administración se acercan al área de mantenimiento y según una guía de todos los archivos y documentos que debe tener el área y en las condiciones que deben estar van pidiendo al jefe del área quien debe entregarles los documentos solicitados.
5. Después de realizado el control, el área de administración emite un informe del estado de la documentación donde indican posibles observaciones que deben ser levantadas en un plazo determinado.
6. Este informe es emitido al área de mantenimiento y al Gerente.

Cuadro 32 Caracterización del Proceso de control de la documentación

	AREA DE MANTENIMIENTO	
	OBJETIVO: Asegurar que los documentos del área de mantenimiento se encuentren organizados y completos.	
CARACTERIZACIÓN		
PROVEEDOR		CLIENTE
Área de administración		Área de mantenimiento y Gerencia
INPUT		OUTPUT
Carta de control de documentos del área de mantenimiento		Informe del estado de la documentación del área de mantenimiento
RECURSOS	INDICADORES	
Jefe del área de administración/Jefe de área de mantenimiento	Número de documentos	
Gerente de la empresa	Número de documentos faltantes	
Formatos que utilizan el personal de administración	Número en porceso de regularización.	

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3.4. Procesos en la interrelación del Área de Mantenimiento y el área logística.

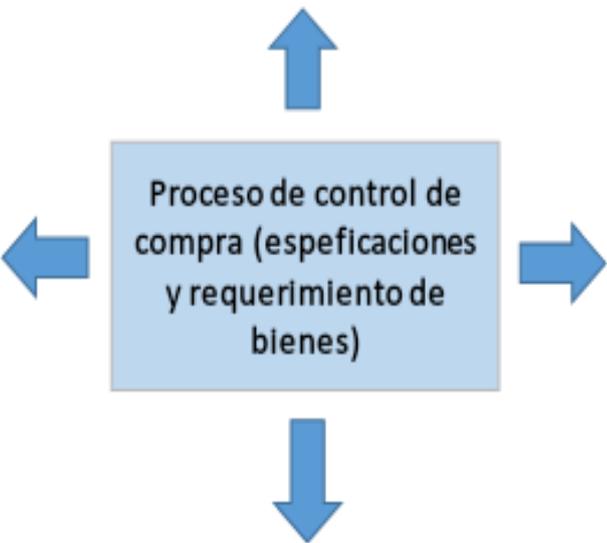
a. Proceso de compra (especificaciones y requerimientos de bienes y servicios)

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Requerimiento del bien	Proceso de compra (especificaciones y requerimiento del bien)	Bienes comprados

Actividades que generen la compra

1. El área de logística se encarga de comprar el bien según las especificaciones y en la cantidad mencionada de acuerdo al presupuesto.
2. Cuando es comprado, la inspección del bien comprado está dada por el área de logística y por el jefe del área de mantenimiento.
3. Si el bien no es conforme es devuelta y se adquiere otro.
4. De lo contrario se entrega al área de mantenimiento mediante un informe de entrega firmado por el área de logística y el jefe del área de mantenimiento.

Cuadro 33 Caracterización del Proceso de compra

	AREA DE MANTENIMIENTO	
	OBJETIVO: Adquirir el bien requerido según sus especificaciones.	
CARACTERIZACIÓN		
PROVEEDOR		CLIENTE
Jefe del area de mantenimiento/Jefe de área de		Área de mantenimiento
INPUT		OUTPUT
Requerimiento del bien		Bien comprado según las especificaciones requeridas
RECURSOS	INDICADORES	
Area de logística	Número de bienes comprados al mes	
Proveedores del bien	Número de requerimientos que no fueron comprados	
Jefe del area de mantenimiento		

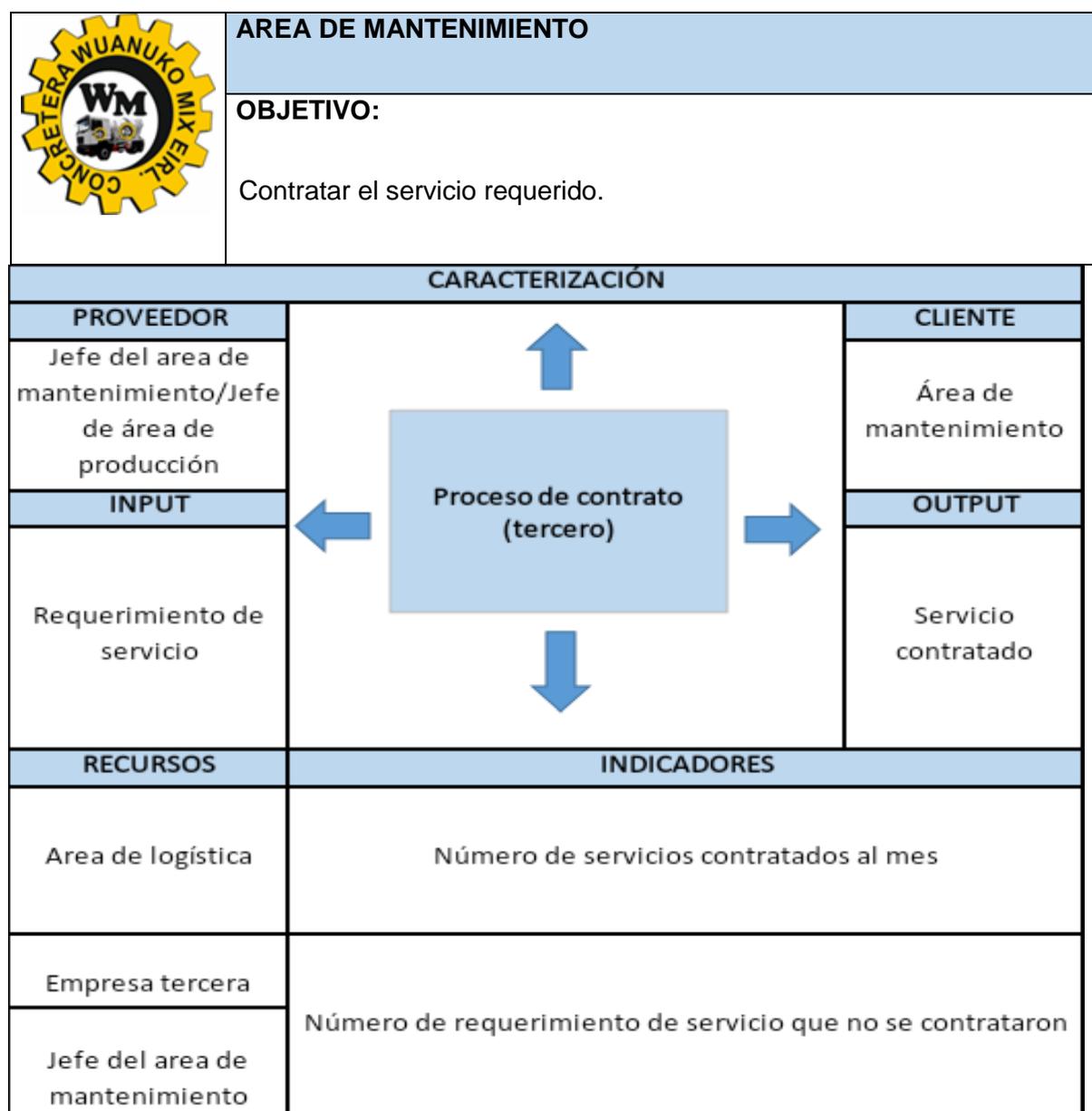
Fuente: Elaboración propia

Actividades para el contrato de un tercero

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Requerimiento de servicio	Proceso de contrato del servicio	Servicio contratado

1. El área de logística se encarga de contratar a la empresa especializada según las especificaciones y al presupuesto.
2. Una vez contratada a la empresa, el área de logística emite un informe al área de mantenimiento indicando todos los datos de la empresa tercera contratada y los detalles.
3. Este informe debe ser firmado por el área de logística y el jefe del área de mantenimiento.

Cuadro 34 Caracterización de las actividades para el contrato de un tercero



Fuente: elaboración propia

4.2.2.3.7. Procesos del mismo Departamento de Mantenimiento

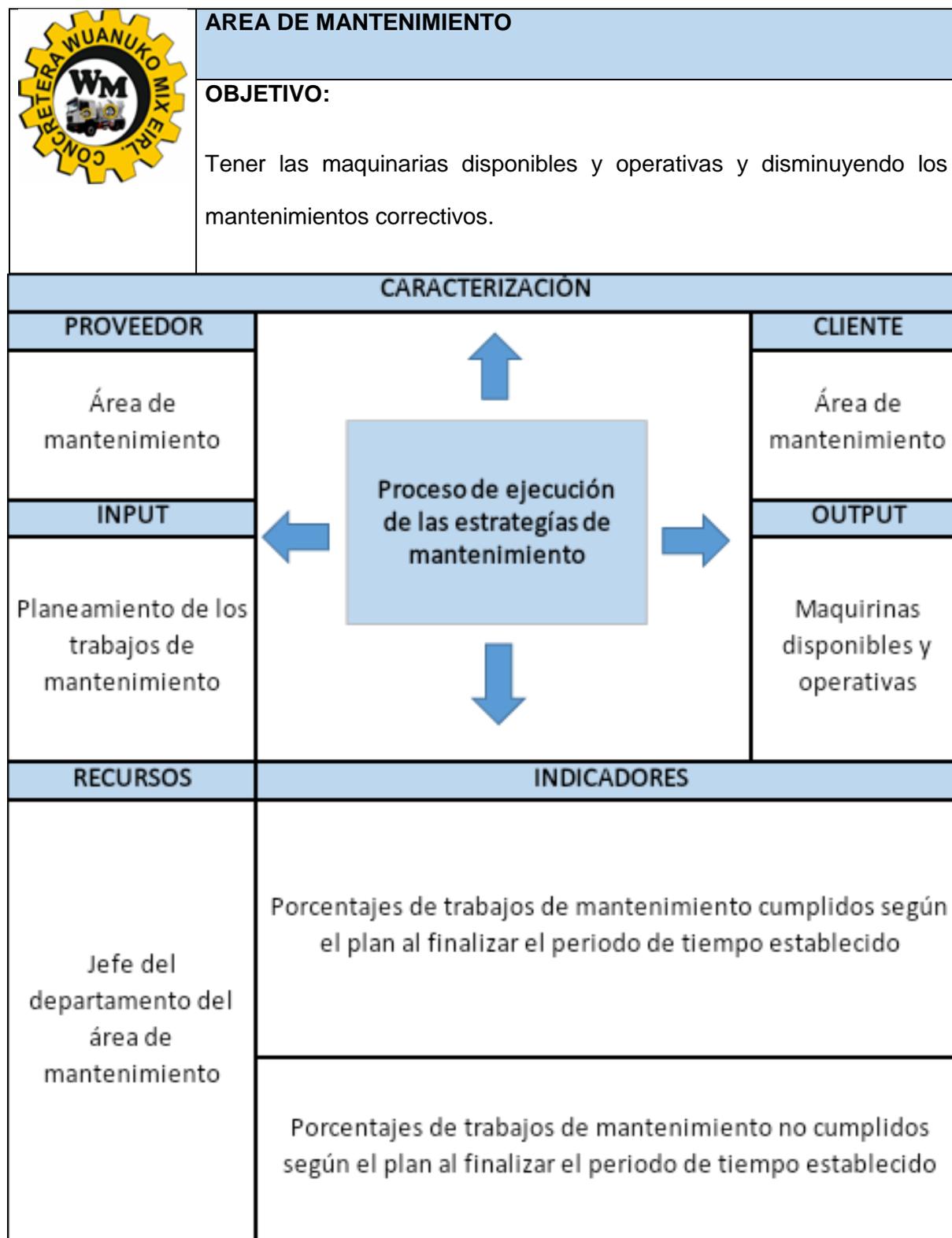
a. Proceso de ejecución de las estrategias de mantenimiento

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Planeamiento de los trabajos de mantenimiento	Proceso de ejecución de las estrategias de mantenimiento	Máquinas mantenidas

· Actividades

1. Según los planes y programas aprobados por el gerente, estos son ejecutados.
2. Para ejecutar el mantenimiento preventivo, el jefe del área designa las funciones que deben cumplir el personal y les brinda los recursos según lo planeado.
3. Cada Orden de trabajo de mantenimiento preventivo cerrado es la prueba de que se ha cumplido con los trabajos planeados.

Cuadro 35 Caracterización del Proceso de ejecución de las estrategias de mantenimiento



Fuente: elaboración propia

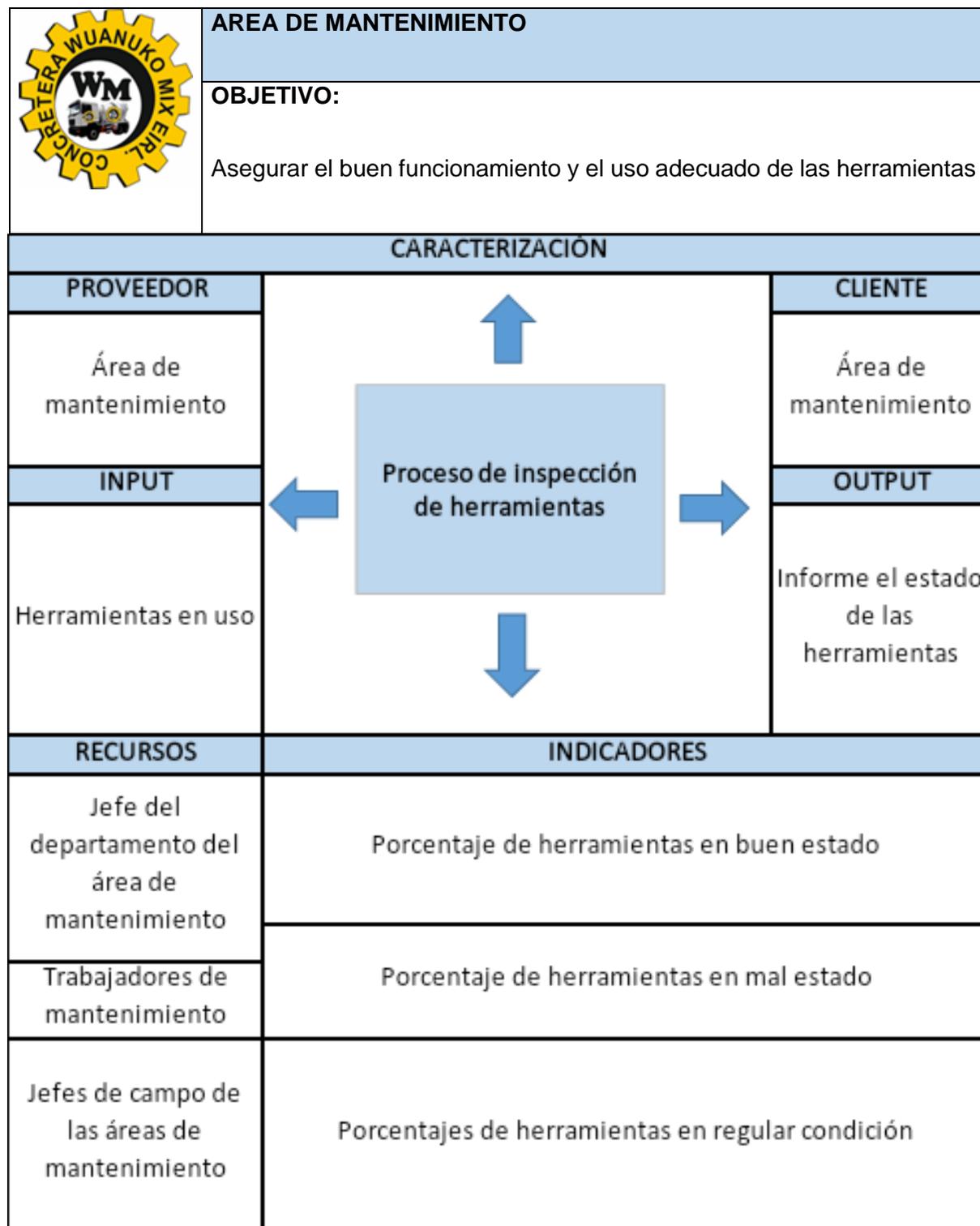
b. Proceso de inspección de herramientas

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Herramientas en uso	Proceso de inspección de herramientas	Informe del estado de las herramientas

· Actividades

1. Todas las herramientas deben estar registradas con su respectivo código.
2. Las herramientas que están siendo utilizadas son inspeccionadas mediante un check list.
3. Esta inspección es realizada según lo planeado por el jefe del área de mantenimiento.
4. Después de llevado a cabo la inspección, el jefe del área de mantenimiento realiza un informe de la inspección donde especifica el estado de las herramientas.
5. Este informe es firmado por el jefe del área de mantenimiento y el jefe de campo del área de mecánica o electricidad.
6. Este informe es archivado para un futuro control por administración o gerencia.

Cuadro 36 Caracterización del Proceso de inspección de herramientas



Fuente: elaboración propia

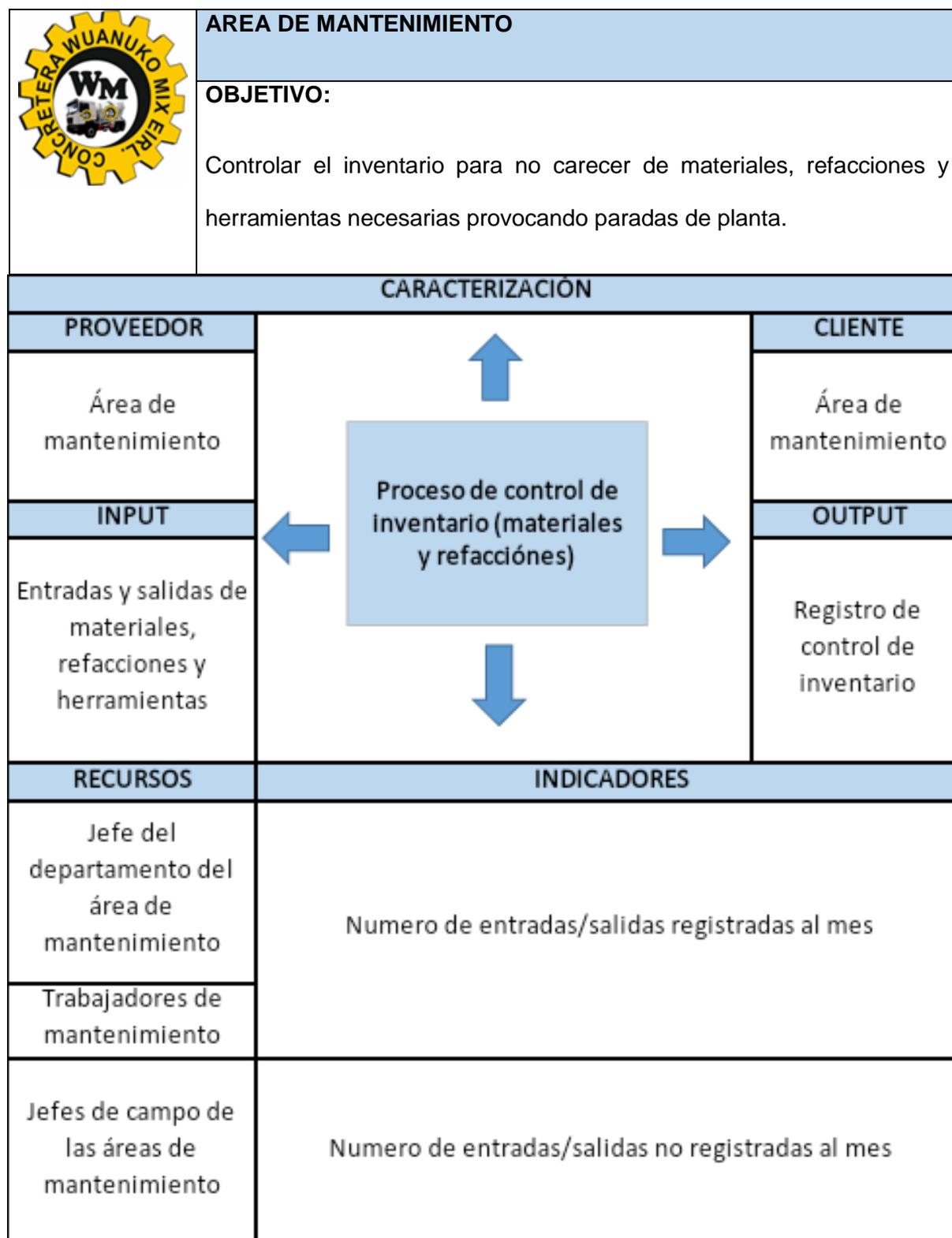
c. Proceso de control de inventario (material y refacciones)

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Salidas de materiales y refacciones	Proceso de control de inventario (materiales y refacciones)	Registro del control de inventario

· **Actividades**

1. Cada entrada o salida de material o refacción debe ser registrada según el formato de control de inventarios.
2. El formato debe ser rellenado.
3. Cada material y refacción tiene su lote mínimo de seguridad que se debe tener en el almacén.
4. Cuando llega al lote mínimo o punto de reorden se realiza la solicitud de compra.
5. Cada registro en el formato de control de inventario debe ser firmado por el jefe del área de mantenimiento.

Cuadro 37 Caracterización del Proceso de control de inventario (material y refacciones)



Fuente: elaboración propia

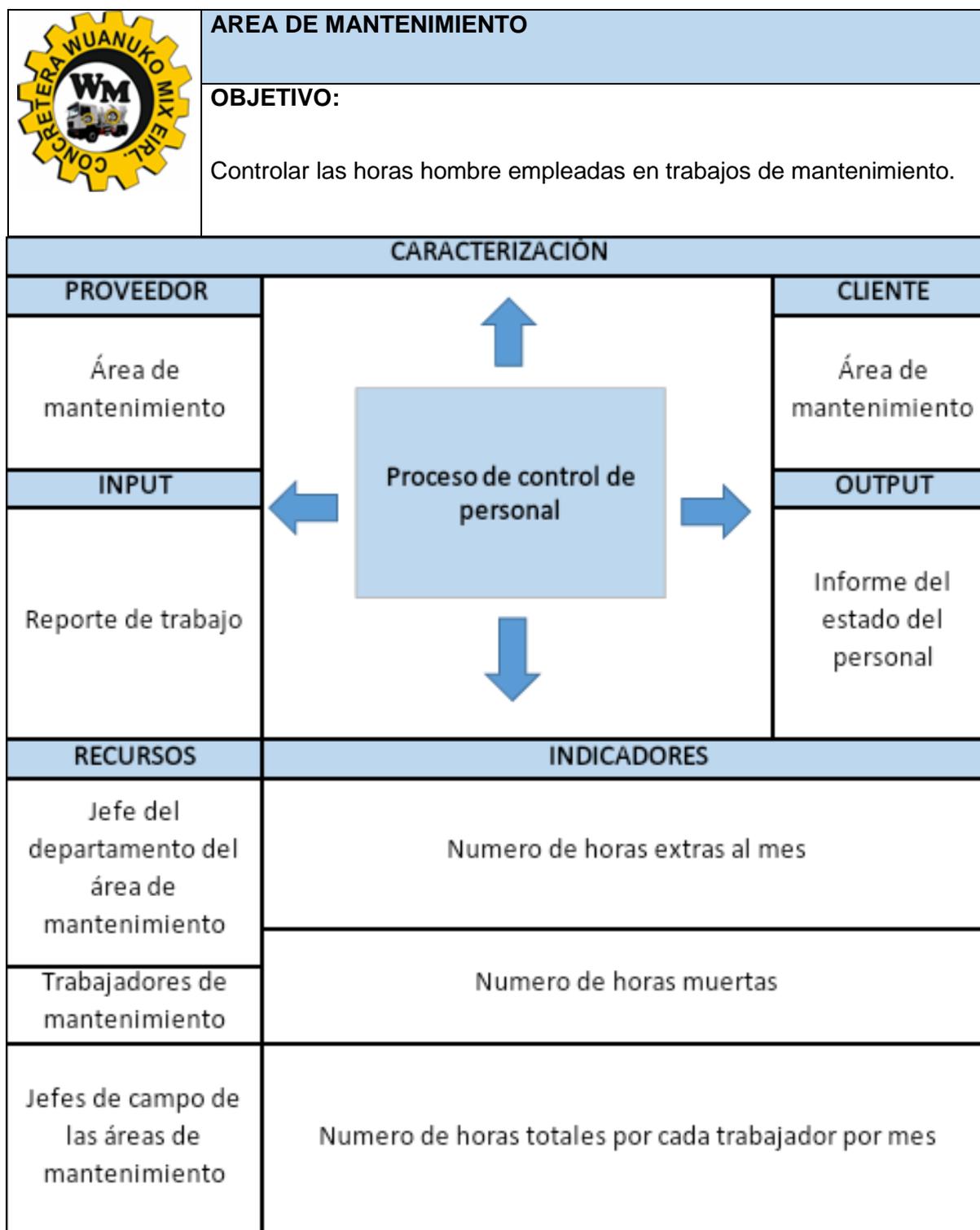
d. Proceso de control de personal

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Reportes de trabajo	Proceso de control de personal	Informe del estado del personal

· Actividades

1. Según los reportes de trabajo, mensualmente el jefe del área de mantenimiento debe controlar las horas extras, horas muertas y horas totales de trabajo por cada trabajador.
2. El jefe del área de mantenimiento realiza un informe indicando los puntos anteriores por cada trabajador.
3. Este informe es firmado por los jefes de campo y por el jefe área de mantenimiento.
4. Este informe es archivado para futuras supervisiones de administración y gerencia.

Cuadro 38 Caracterización del Proceso de control de personal



Fuente: Elaboración propia

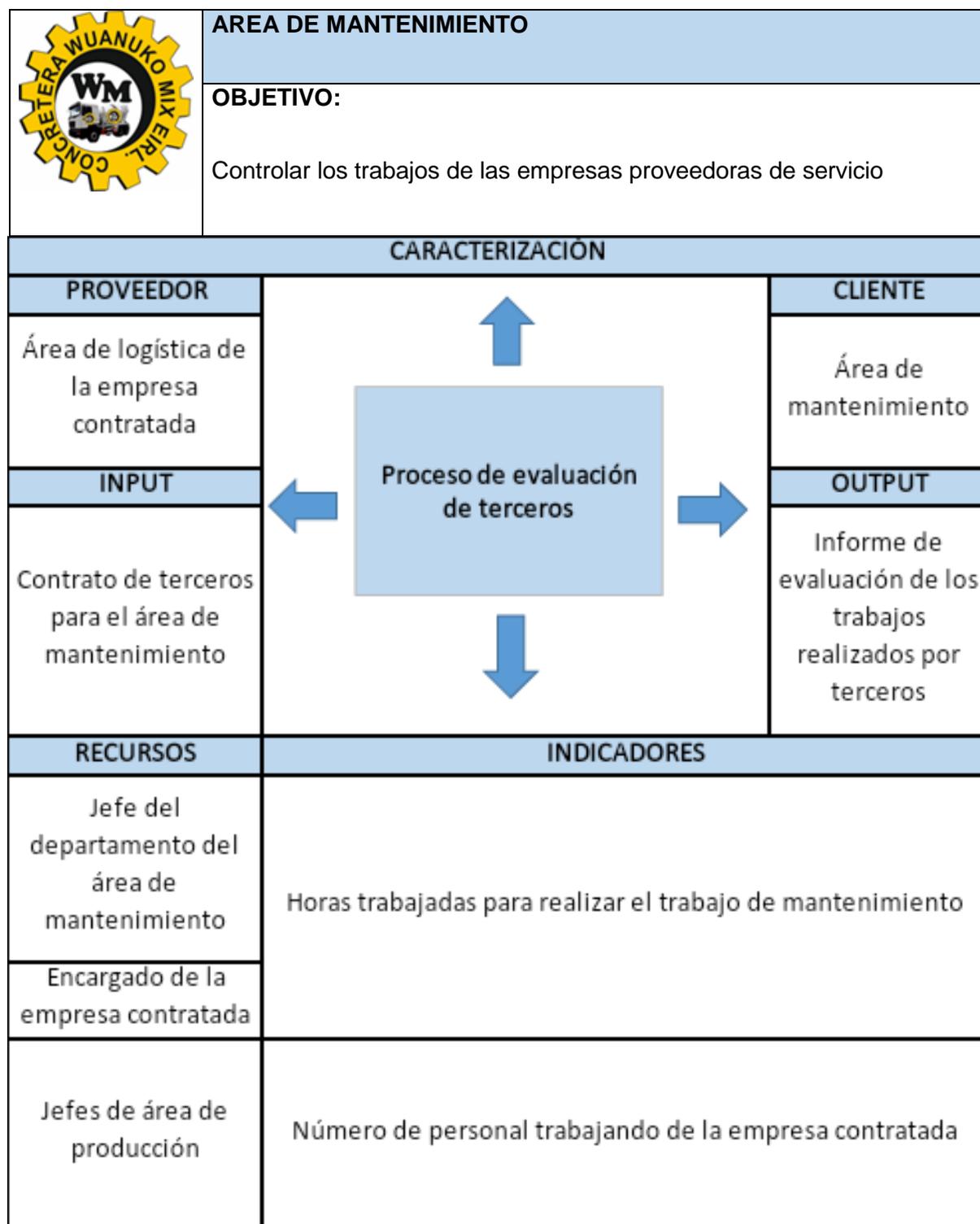
e. Proceso de evaluación de terceros

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Contrato de terceros para el área de mantenimiento	Proceso de evaluación de terceros	Informe de evaluación de terceros

· Actividades

1. Según el contrato de la empresa tercera, el jefe del área de mantenimiento debe supervisar y evaluar el trabajo realizado por ellos.
2. Mediante una guía de evaluación supervisa los trabajos.
3. La orden de trabajo que se genera tiene como estado tercerizado.
4. Cuando es ejecutado el mantenimiento, el jefe del área de producción de concreto premezclado debe evaluar el trabajo según el funcionamiento de la máquina y si está todo bien debe firmar la orden de trabajo.
5. La orden de trabajo también es firmado por el jefe del área de mantenimiento y por el encargado de la empresa tercera.
6. El jefe del área de mantenimiento genera un informe de evaluación de la empresa tercera firmada por él, el encargado de la empresa tercera y por el jefe de producción del concreto premezclado.

Cuadro 39 Caracterización del Proceso de evaluación de terceros



Fuente: elaboración propia

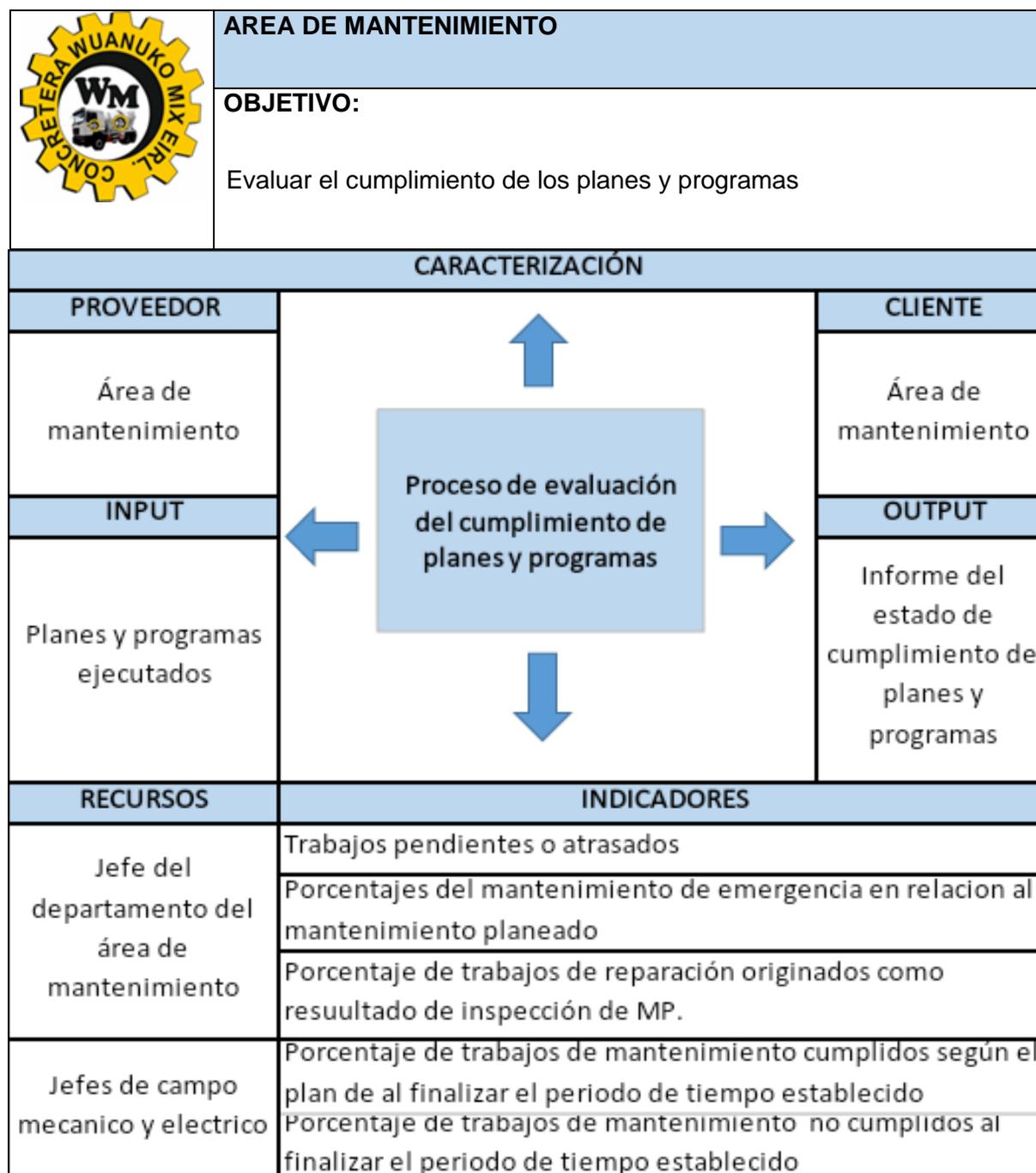
f. Proceso de evaluación del cumplimiento de planes y programas

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Planes y programas ejecutados	Proceso de evaluación del cumplimiento de los planes y programas	Informe del estado de cumplimiento de planes y programas

· Actividades

1. Mensualmente según los planes y programas de mantenimiento ejecutados, el jefe del área de mantenimiento evalúa su cumplimiento.
2. Las evaluaciones que debe realizar es para indicar lo siguiente:
 - Proporción del trabajo de mantenimiento efectuada empleando tiempo extra.
 - Trabajos pendientes o atrasados.
 - Porcentaje del mantenimiento de emergencia en relación al mantenimiento planeado.
 - Porcentaje de trabajos de reparación originados como resultado de inspección de MP.
3. Después de evaluar, genera un informe indicando el estado del cumplimiento de los planes y programas según lo indicado anteriormente.
4. Este informe es firmado por él y los jefes de campo.
5. El informe debe ser archivada para futuras supervisiones de administración y gerencia.

· Cuadro 40 Caracterización del Proceso de evaluación del cumplimiento de planes y programas



Fuente: elaboración propia

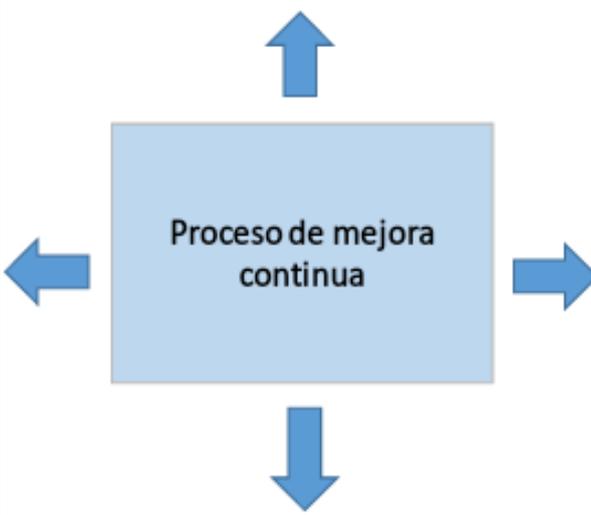
g. Proceso de mejora continúa

ENTRADA/INPUT	PROCESO	SALIDA/OUTPUT
Planes de acción de mejora	Proceso de mejora continúa	indicadores de gestión

· Actividades

1. El jefe del área de mantenimiento realiza un plan de acción frente a mejoras según las observaciones del gerente.
2. El plan de acción es ejecutada con participación de todos los trabajadores del área de mantenimiento.
3. Después de ser implementada este plan de mejora, se obtiene resultados que deben ser medidos y mostrados mediante los indicadores.

Cuadro 41 Caracterización del Proceso de mejora continua

	AREA DE MANTENIMIENTO	
	OBJETIVO: Asegurar la mejora continua en el área de mantenimiento.	
CARACTERIZACIÓN		
PROVEEDOR		CLIENTE
Área de mantenimiento		Área de mantenimiento
INPUT		OUTPUT
Plane de acción de mejora		Resultados de mejora continua
RECURSOS		INDICADORES
Jefe del departamento del área de mantenimiento	Número de planes de acción cada seis meses	
	Número de planes de acción ejecutados cada seis meses	
Trabajadores del área de mantenimiento	Número de planes de acción no ejecutados cada seis meses	

Fuente: elaboración propia

4.2.2.4. Actividades de control

. En las visitas realizadas a la concretera WUANUCO MIX E.I.R.L. se pudo constatar que no contaban con ningún documento de control gestión de mantenimiento debido a que ellos siempre lo tercerizaban, o en casos más urgentes alquilaban maquinarias para no comprometer los pedidos.

Se elaboraron varios formatos para organizar los trabajos y poder registrar sistemáticamente toda la información relacionada al mantenimiento este trabajo. Los formatos control se diseñaron de acuerdo a la situación de la empresa, ellos son los siguientes:

- Orden de trabajo
- Reporte de trabajo
- Reportes de falla
- Control de inventarios
- Solicitud de compra
- Historial de maquina

Orden de trabajo

Es el documento por donde empieza una labor de mantenimiento, se detalla el tipo de mantenimiento que se va a realizar, a que maquinaria, los materiales que se van a requerir, Antes de realizar la labor lo tiene que firmar un supervisor de mantenimiento.

Cuadro 42 Formato 'para el orden de trabajo

		CONCRETERA WANUKO MIX E.I.R.L. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			
ORDEN DE TRABAJO					N°
NOMBRE DEL SOLICITANTE				FECHA	
CODIGO	MAQUINA	PARTE	SUBPARTE	Hora inicio	
				Hora de fin	
CONDICION DE PARADA		PRIORIDAD	EMERGENCIA		
EN PLANTA	FUERA DE PLANTA		URGENTE		
			NORMAL		
			PROGRAMADO		
TIPO DE MANTENIMIENTO		ESPECIFICACION DEL MANTENIMIENTO	MECANICO		
PREVENTIVO	CORRECTIVO		ELECTRICO		
			LIMPIEZA		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:					
HERRAMIENTA REQUERIDA			MATERIAL REQUERIDO		

Ítem	Código	Descripción	Cantidad	Ítem	Código	Descripción	Cantidad
PERSONAL DE MANTENIMIENTO				MANO DE OBRA EXTRENA			
Nombres de responsables				Nombres		Especialidad	Honorario
OBSERVACIONES:							
EJECUTADO POR:				APROBADO POR:			

Fuente: Elaboración propia

Reporte de trabajo

Cuadro 43 Formato para Reporte de trabajo

	CONCRETERA WANUKO MIX E.I.R.L.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
REPORTE DE TRABAJO			
Nº REPORTE		TIEMPO UTILIZADO	
FECHA DE INICIO		FECHA DE FINALIZACION	
CODIGO	MAQUINA	PARTE	SUBPARTE

NOMBRE DEL RESPONSABLE			
DESCRIPCION DEL TRABAJO			
EVALUACION:	BUENO		
	REGULAR		
	MALO		
OBSERVACION:			
REALIZADO POR:		APROBADO POR:	

Fuente: Elaboración propia

Reporte de falla

Se reportan los mantenimientos correctivos de las máquinas que generalmente se realizan

Cuadro 44 Reporte de fallas

		CONCRETERA WANUKO MIX E.I.R.L.					
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
REPORTE DE FALLA						N°	
REPORTADO POR					FECHA		
					HORA		
CODIGO	MAQUINA	PARTE		SUBPARTE			
DESCRIPCION DE FALLA				OBSERVACION			
RECIBIDO POR				REVISADO POR			
FECHA		HORA		FECHA		HORA	

Fuente: Elaboración propia

Historial de la maquina

Se detallan todas las reparaciones realizadas a las maquinarias, el tipo de mantenimiento, los repuestos quemados se cambian, el tiempo empleado, etc.

Cuadro 45 Historial de la maquina

CODIGO		MAQUINA		CODIGO			PARTE		
Fecha	N° Orden	Parte afectada	Mantenimiento o efectuado	Tipo de mto	Repuesto	RRHH	Tiempo utilizado	Costo refacción	Diagnostico
JEFE DE MANTENIMIENTO									
FIRMA Y SELLO									

Fuente: Elaboración propia

Solicitud de compra

Se realizará cuando el stock de los repuestos críticos se va agotando

Cuadro 46 Solicitud de compra

	CONCRETERA WANUKO MIX E.I.R.L.				
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
	SOLICITUD DE COMPRA				
FECHA DE SOLICITUD:					
NUMERO DE SOLICITUD:					
CODIGO	NOMBRE	CANTIDAD	ESPECIFICACION	COSTO	OBSERVACION
SOLICITO _____ FIRMA Y NOMBRE		AUTORIZO _____ FIRMA Y NOMBRE		RECIBO _____ FIRMA Y NOMBRE	
PUESTO:		PUESTO:		PUESTO:	
Elaborado por:		Elaborado por:		Elaborado por:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

Fuente: Elaboración propia

Control de inventarios

Cuadro 47 Control de inventarios

Es importante saber el stock de refacciones y herramientas con la q se cuenta en una determinada fecha, para así realizar solicitudes de compra anticipadamente.

 CONCRETERA WANUKO MIX E.I.R.L.																					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																					
CONTROL DE INVENTARIO																					
NOMBRE:																					
CODIGO:																					
PEDIDO			RECIBIDO			UTILIZADO		EXISTENCIA													
N° SOLICITUD	PROVEEDOR	CANTIDAD	FECHA	CANTIDAD	PENDIENTE	FECHA	CANTIDAD	FECHA	CANTIDAD												
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:25%;">Elaborado por:</td> <td style="width:25%;">Elaborado por:</td> <td style="width:25%;">Elaborado por:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td>Fecha:</td> <td>Fecha:</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>										Elaborado por:	Elaborado por:	Elaborado por:				Fecha:	Fecha:	Fecha:			
Elaborado por:	Elaborado por:	Elaborado por:																			
Fecha:	Fecha:	Fecha:																			

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Salidas del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Las salidas del sistema de gestión de mantenimiento de acuerdo a la planeación en las matrices, y el pronóstico de la carga de mantenimiento van hacer maquinarias más disponibles y operativas. Todas con una planeación para el mantenimiento de cada uno de sus componentes, y con el tipo de mantenimiento respectivo y los recursos necesarios.

4.3. Indicadores de disponibilidad

Hallaremos los indicadores antes de la aplicación del sistema y después de la aplicación del sistema

4.3.1. Indicadores de disponibilidad antes de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento

En las visitas realizadas a la empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. se realizó entrevistas al gerente y al jefe de planta de la empresa sobre los recursos de mantenimiento (entradas), actividades propias del mantenimiento (procesos) y resultados de mantenimiento (salidas).

Se recabó información sobre los indicadores de mantenimiento de clase mundial para ello se recurrió a los **historiales de las maquinarias** y se realizó los cálculos sobre los indicadores de clase mundial: Tiempo medio de reparaciones o fallas (MTTF), tiempo medio entre reparaciones(MTBF) y la disponibilidad de las maquinarias.

Previamente para hallar la disponibilidad de los mixer, necesitaremos saber cuántas reparaciones y cuánto tiempo se utilizó que generen las reparaciones

Para hallar los indicadores de la gestión de mantenimiento se consideró un horizonte de tiempo trimestral, ya que en ese periodo se empiezan a cuantificar significativamente las paradas de las maquinarias. Se recopilaron datos de la situación actual de los mixer de tres trimestres desde el 01/06/2019 al 29/02/2020. **El tiempo asignado** para los tres trimestres considerando 8 horas diarias es de **1872 Hr.**

Número de paradas o reparaciones de los camiones mixer

Es el número de paradas que se hizo debido a mantenimiento correctivos durante tres trimestres

Tabla 7 Número de paradas o reparaciones de los camiones mixer

NUMERO DE REPARACIONES DEL 01/06/2019 AL 29/02/2020 (ANTES DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA)							
PERIODOS		MIXER 1	MIXER 2	MIXER 3	MIXER 4	MIXER 5	MIXER 6
PRIMER TRIMESTRE ANALIZADO	JUNIO	2	3	3	2	2	3
	JULIO	4	3	4	1	1	2
	AGOSTO	1	5	5	4	3	2
Nº DE REPARACIONES TRIMESTRAL POR MIXER		7	11	12	7	6	7
SEGUNDO TRIMESTRE DE ANALISISADO	SETIEMBRE	3	3	4	1	5	4
	OCTUBRE	4	2	3	2	2	6
	NOVIEMBRE	5	3	2	2	1	3
Nº DE REPARACIONES TRIMESTRAL POR MIXER		12	8	9	5	8	13
TERCER TRIMESTRE DE ANALISADO	DICIEMBRE	2	2	2	5	1	6
	ENERO	4	4	3	3	2	1
	FEBRERO	5	2	4	2	4	2
Nº DE REPARACIONES TRIMESTRAL POR MIXER		11	8	9	10	7	9
Nº REPARACIONES ACUMULADAS EN TRES TRIMESTRES POR MIXER		30	27	30	22	21	29

Fuente: Elaboración propia

Promedio trimestral del número de reparaciones

Tabla 8 Promedio trimestral del número de reparaciones

		PROMEDIO TRIMESTRAL DEL N° DE REPARACIONES DEL ANTES DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA					
		MIXER 1	MIXER 2	MIXER 3	MIXER 4	MIXER 5	MIXER 6
PRIMER TRIMESTRE ANALIZADO		7	11	12	7	6	7
SEGUNDO TRIMESTRE ANALIZADO		12	8	9	5	8	13
TERCER TRIMESTRE ANALIZADO		11	8	9	10	7	9
PROMEDIOS POR MIXER		10	9	10	7	7	10

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio de reparaciones de los camiones mixer

Es el tiempo total de reparación de una maquinaria en un periodo dividido entre el N° de reparaciones del mismo periodo, que ya se calculó.

$$MTBR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones}}{\text{N° Reparaciones}}$$

Tiempo total de reparaciones acumuladas del 01/06/2019 al 29/02/2020.

Tabla 9 Tiempo total de reparaciones acumuladas del 01/06/2019 al 29/02/2020.

TIEMPO DE REPARACIONES(Hr.) DE LOS MIXERS DEL 01/06/2019 AL 29/02/2020 (ANTES DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA)							
PERIODOS		MIXER 1	MIXER 2	MIXER 3	MIXER 4	MIXER 5	MIXER 6
PRIMER TRIMESTRE ANALIZADO	JUNIO	42	33	43	45	41	39
	JULIO	43	41	37	42	42	45
	AGOSTO	48	37	39	41	39	33
TIEMPO TRIMESTRAL POR MIXER		133	111	119	128	122	117
SEGUNDO TRIMESTRE DE ANALISISADO	SETIEMBRE	41	37	33	39	39	32
	OCTUBRE	47	42	35	42	37	42
	NOVIEMBRE	42	39	38	41	35	35
TIEMPO TRIMESTRAL POR MIXER		130	118	106	122	111	109
TERCER TRIMESTRE DE ANALISADO	DICIEMBRE	44	43	38	41	42	34
	ENERO	41	39	31	38	35	41
	FEBRERO	42	37	37	41	40	45
TIEMPO TRIMESTRAL POR MIXER		127	119	106	120	117	120
TIEMPO ACUMULADO POR TRES TRIMESTRES		390	348	331	370	350	346

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio de reparaciones trimestralmente.

Habiendo hallado ya el número de reparaciones simplemente se procede a dividir el tiempo total de reparaciones entre el número de reparaciones del periodo.

Tabla 10 Tiempo promedio de reparaciones trimestralmente.

TIEMPO MEDIO DE REPACION			
MAQUINARIA	Promedio de nº de Reparaciones trimestrales	Promedio trimestral del Tiempo total de reparación(Hr.)	Tiempo medio(Hr.) de reparación (MTBR)
MIXER 1	10	130.0	13.00
MIXER 2	9	116.0	12.89
MIXER 3	10	110.3	11.03
MIXER 4	9	123.3	13.21
MIXER 5	9	116.7	13.46
MIXER 6	10	115.3	11.93

Fuente: Elaboración propia

El mixer 5 es el que demora más tiempo (13.46 Hr.) para que vuelva a funcionar normalmente.

Tiempo medio entre Reparaciones.

Se halla de dividir el tiempo neto de producción de tres trimestres entre el número de reparaciones en el mismo periodo

$$\text{MTTBF} = \frac{\text{Tiempo neto de producción}}{\text{N}^\circ \text{ Reparaciones}}$$

Tiempo neto de producción

Se halla de la diferencia entre el tiempo total asignado que es **1872** Hr. y el tiempo total en reparaciones correctivas que varía de acuerdo al mixer.

Tabla 11 Tiempo neto de producción

Maquinaria	Nº de Reparaciones	Tiempo neto de producción(Hr.)	Tiempo medio(Hr.)entre fallas(MTBF)
MIXER 1	30	1482	49.4
MIXER 2	27	1524	56.4
MIXER 3	30	1541	51.4
MIXER 4	22	1502	68.3
MIXER 5	21	1522	72.5
MIXER 6	29	1526	52.6

Fuente: Elaboración propia

El Mixer que presenta el menor tiempo es el Mixer 1 lo que nos indica que cada vez que arranca pasa 49.4 Hr. de labores (8h por día) para que ocurra alguna falla correctiva.

Disponibilidad

Hallaremos el diagnóstico de la disponibilidad por averías y la disponibilidad real.

Disponibilidad por averías de los Camiones mixer

Es la disponibilidad de la maquinaria solo considerando paradas por mantenimiento correctivo.

$$D = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTF} \right) \times 100$$

- MTBF : Tiempo medio entre fallas
- MTTF : Tiempo medio de reparación o fallas.
- D : Disponibilidad:

Tabla 12 Cálculo de la disponibilidad de los mixer.

DISPONIBILIDAD POR AVERIAS DE LOS MIXERS DESDE EL 01/06/2019 AL 29/02/2020							
EQUIPO	Nº de Reparaciones	Tiempo total de reparación(Hr.)	Tiempo medio(Hr.) de reparacion (MTBR)	Tiempo asignado tres trimestres(Hr.)	Tiempo neto de producción(Hr.)	Tiempo medio(Hr.)entre fallas(MTBF)	Disponibilidad por averías
MIXER 1	30	390	13.00	1872	1482.00	49.40	79.2%
MIXER 2	27	348	12.89	1872	1524.00	56.44	81.4%
MIXER 3	30	331	11.03	1872	1541.00	51.37	82.3%
MIXER 4	22	370	16.82	1872	1502.00	68.27	80.2%
MIXER 5	21	350	16.67	1872	1522.00	72.48	81.3%
MIXER 6	29	346	11.93	1872	1526.00	52.62	81.5%
DISPONIBILIDAD PROMEDIO DE LOS MIXERS							81.0%

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que el mixer que tiene menor disponibilidad por averías es el mixer 1, con 79.2 % y el mayor es el mixer 6, con 81.5%. Mientras que la disponibilidad promedio es **81 %**.

Disponibilidad Real de los Camiones mixer antes de la aplicación del sistema

Es la disponibilidad de la maquinaria considerando paradas por mantenimiento correctivo y también considerando el mantenimiento programado.

$$DR = D - MP$$

Tabla 13 Disponibilidad real de los Camiones mixer antes de la aplicación del sistema

DISPONIBILIDAD TRIMESTRAL POR AVERIAS DE LOS MIXERS (Antes de la aplicación)									
MAQUINARIA	Promedio de nº de Reparaciones trimestrales	Promedio trimestral del Tiempo total de reparación(Hr.)	Tiempo medio(Hr.) de reparacion (MTBR)	Tiempo asignado un trimestre (Hr.)	Tiempo neto de producción(Hr.)	Tiempo medio entre fallas(Hr.)- MTBF	Tiempos de mantenimiento programado (Hr.)	Disponibilidad por averia	Disponibilidad Real
MIXER 1	10	130.0	13.00	624	494.00	49.40	27.7	79.2%	74.7
MIXER 2	9	116.0	12.89	624	508.00	56.44	27.3	81.4%	77.0
MIXER 3	10	110.3	11.03	624	513.67	51.37	27.0	82.3%	78.0
MIXER 4	9	123.3	13.21	624	500.67	53.64	28.0	80.2%	75.7
MIXER 5	9	116.7	13.46	624	507.33	58.54	27.7	81.3%	76.9
MIXER 6	10	115.3	11.93	624	508.67	52.62	28.3	81.5%	77.0
DISPONIBILIDAD PROMEDIO DE LOS MIXERS								81.0%	76.6%

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que la disponibilidad Total Real es menor que la disponibilidad por averías disminuyendo de **un 81%** a un **76.6%**.

4.3.2. Indicadores de disponibilidad después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento.

Que generen la aplicación del sistema se realizó en un trimestre haciendo un total de 624 Hr calendario

Número de reparaciones después de la aplicación del sistema

Tabla 14 Número de reparaciones después de la aplicación del sistema

NUMERO DE REPARACIONES DEL 01/06/2020 AL 30/08/2020 (DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA)							
PERIODOS		MIXER 1	MIXER 2	MIXER 3	MIXER 4	MIXER 5	MIXER 6
TRIMESTRE DE APLICACIÓN	JUNIO	1	1	1	1	1	3
	JULIO	2	3	2	2	1	2
	AGOSTO	4	1	3	1	3	2
Nº DE REPARACIONES TRIMESTRAL POR MIXER		7	6	6	5	5	7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Comparación del número de reparaciones

	COMPARACION TRIMESTRAL DEL NUMERO DE REPARACIONES DEL ANTES Y EL DESPUES					
	MIXER 1	MIXER 2	MIXER 3	MIXER 4	MIXER 5	MIXER 6
PROMEDIOS TRIMESTRALES	10	9	10	7	7	10
TRIMESTRE DE APLICACIÓN	7	6	6	5	5	7
REDUCCION DE REPARACIONES POR MIXER	31%	38%	37%	39%	30%	28%

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de reparaciones del trimestre de aplicación.

Tabla 16 Tiempo de reparaciones del trimestre de aplicación.

TIEMPO DE REPARACIONES(Hr.) DE LOS MIXERS DEL 01/06/2020 AL 30/08/2020 (DESPUES DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA)							
PERIODOS		MIXER 1	MIXER 2	MIXER 3	MIXER 4	MIXER 5	MIXER 6
TRIMESTRE DE APLICACIÓN	JUNIO	25	19	19	21	18	23
	JULIO	24	17	15	19	24	25
	AGOSTO	21	18.5	17	23	21	18
TIEMPO TRIMESTRAL POR MIXER		70	54.5	51	63	63	66

Fuente: *Fuente: Elaboración propia*

Comparación de los tiempos de reparación del antes y el después.

Tabla 17 Comparación de los tiempos de reparación del antes y el después.

	MIXER 1	MIXER 2	MIXER 3	MIXER 4	MIXER 5	MIXER 6
PROMEDIOS TRIMESTRAL DEL ANTES	130.0	116.0	110.3	123.3	116.7	115.3
TRIMESTRE DESPUES DE LA APLICACIÓN	62	60	61	63	58	56
REDUCCION DE TIEMPOS DE REPARACIONES POR MIXER	52%	48%	45%	49%	50%	51%

Fuente: *Fuente: Elaboración propia*

Tabla 18 Disponibilidad por averías después de la aplicación

INDICADORES DE LA DISPONIBILIDAD DEL 01/06/2020 AL 30/08/2020 (DESPUES DE LA APLICACIÓN)							
EQUIPO	Nº de Reparaciones	Tiempo total de reparación(Hr.)	Tiempo medio(Hr.) de reparacion (MTTBR)	Tiempo asignado un trimestre(Hr.)	Tiempo neto de producción(Hr.)	Tiempo medio(Hr.)entre fallas(MTBF)	Disponibilidad
MIXER 1	7	62	8.86	624	562.00	80.29	90.1%
MIXER 2	6	60	10.71	624	564.00	100.71	90.4%
MIXER 3	6	61	9.68	624	563.00	89.37	90.2%
MIXER 4	5	63	14.00	624	561.00	124.67	89.9%
MIXER 5	5	58	11.84	624	566.00	115.51	90.7%
MIXER 6	7	56	8.00	624	568.00	81.14	91.0%
DISPONIBILIDAD TOTAL DE LOS MIXERS							90.4%

Fuente: *Elaboración propia*

Se puede apreciar que la disponibilidad por averías se incrementa, se logra alcanzar hasta un 91 %, pero el promedio es de **90.4 %**.

Comparación de la disponibilidad por avería antes y después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento

Tabla 19 Comparación de la disponibilidad por avería antes y después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento

MAQUINARIA	Antes de la aplicación	Después de la aplicación	Diferencia
MIXER 1	79,2%	90,1%	10,9%
MIXER 2	81,4%	90,4%	9,0%
MIXER 3	82,3%	90,2%	7,9%
MIXER 4	80,2%	89,9%	9,7%
MIXER 5	81,3%	90,7%	9,4%
MIXER 6	81,5%	91,0%	9,5%
PROMEDIO	81,0%	90,4%	9,4%

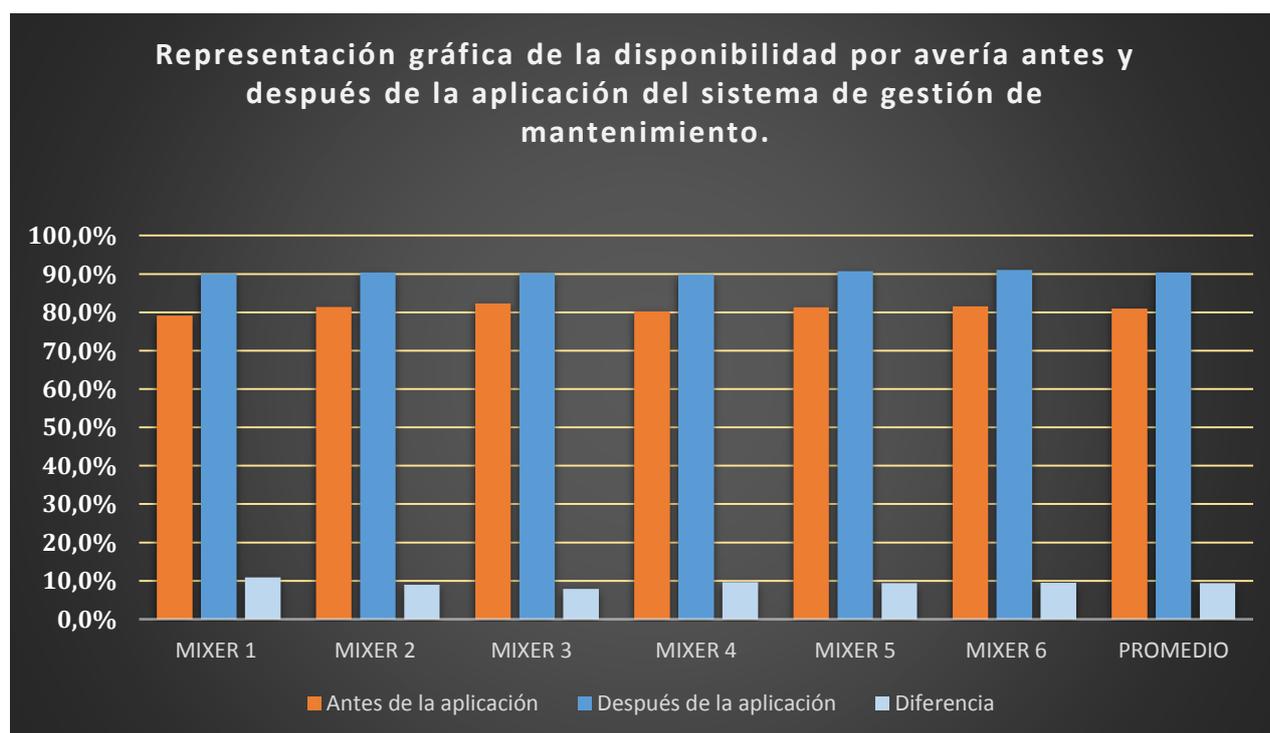


Figura 4 Representación gráfica de la disponibilidad por Avería antes y después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento

Después de haber aplicado el sistema de gestión de mantenimiento. Se puede apreciar que en promedio hay un **incremento de disponibilidad por averías del 9.4 %**. El menor incremento fue de 7.9% y el mayor incremento fue de 10.9 %.

Disponibilidad Real después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento

Para obtener la disponibilidad real se tiene que restar a la disponibilidad por averías los tiempos destinados al mantenimiento rutinario y los tiempos programados enfatizando los mantenimientos de tipo preventivos .con las matrices de mantenimiento se hace un pronóstico de la carga de mantenimiento de la cual obtuvimos aproximadamente **200 horas** para un año de las cuales dividimos entre cuatro ya que nuestro periodo de aplicación es de un trimestre y obtenemos **50 horas** la cual se destinará a mantenimientos de tipo programado.

Tabla 20 Disponibilidad Real después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento

DISPONIBILIDAD REAL DE LOS MIXERS DESDE EL 01/06/2020 AL 30/08/2020 (Después del trimestre de aplicación)									
MAQUINARIA	Nº de Reparaciones	Tiempo total de reparación(Hr.)	Tiempo medio(Hr.) de reparación (MTBR)	Tiempo asignado un trimestre (Hr.)	Tiempo neto de producción(Hr.)	Tiempo medio entre fallas(Hr.)- MTBF	Tiempos de mantenimiento programado	Disponibilidad por averia	Disponibilidad Real
MIXER 1	7	62	8,86	624	562,00	80,29	50	90,1%	82,1
MIXER 2	6	60	10,71	624	564,00	100,71	50	90,4%	82,4
MIXER 3	6	55	8,73	624	569,00	90,32	50	90,2%	83,2
MIXER 4	5	63	14,00	624	561,00	124,67	50	89,9%	81,9
MIXER 5	5	58	11,84	624	566,00	115,51	50	90,7%	82,7
MIXER 6	7	56	8,00	624	568,00	81,14	50	91,0%	83,0
DISPONIBILIDAD PROMEDIO DE LOS MIXERS								90,4%	82,5%

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que la disponibilidad por averías disminuye en **un 90.4 % hasta un 82.5 %** debido a que en la etapa de aplicación se incluyen más horas para el mantenimiento programado. Convirtiéndose esta en la disponibilidad real.

Tabla Comparativa de Las Disponibilidades Reales del Antes y después

Tabla 21 Tabla comparativa de las disponibilidades reales del antes y después de la aplicación del sistema.

MAQUINARIA	Disponibilidad Real Antes de la aplicación	Disponibilidad Real después de la aplicación	Diferencia
MIXER 1	74,73%	82,05%	7,32%
MIXER 2	77,03%	82,37%	5,34%
MIXER 3	77,99%	83,17%	5,18%
MIXER 4	75,75%	81,89%	6,14%
MIXER 5	76,87%	82,69%	5,82%
MIXER 6	76,98%	83,01%	6,04%
PROMEDIO	76,56%	82,53%	5,97%

Fuente: Elaboración propia

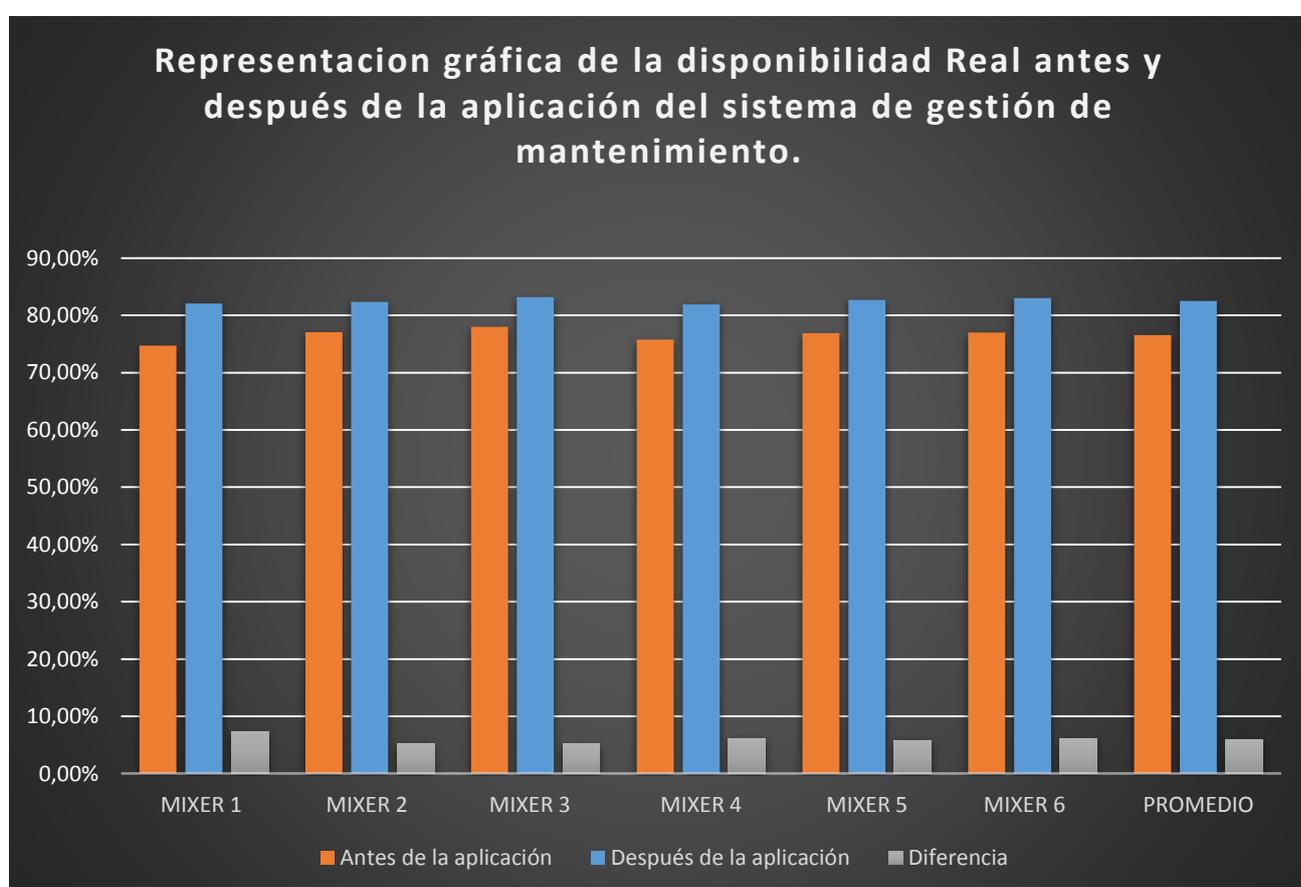


Figura 5 Representación gráfica de la disponibilidades Real antes y después de la aplicación del sistema.

El incremento de la disponibilidad real después de aplicar el sistema de gestión de mantenimiento es en promedio de **5,97 %**. Siendo el mínimo incremento para el mixer 3 la cual es 5.18% y por otro lado el máximo incremento es del 7.32 % la cual le corresponde al mixer 1

5. CONTRASTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Contrastación de la hipótesis

Prueba de normalidad

Para nuestra investigación se considera la significancia con la prueba de **Shapiro Wilk**, porque muestra es menor a 30.

- P-valor $\Rightarrow \alpha$, los datos provienen de una distribución normal, acepta H_0
- P-valor $< \alpha$, el dato no proviene de una distribución normal, acepta H_1

Tabla 22 Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
disponibilidad antes	,285	6	,140	,919	6	,500
dispon después	,145	6	,200*	,960	6	,820

Fuente: Software SPSS

P-valor de disponibilidad antes = 0.500 > 0.05

P-valor de disponibilidad después = 0.820 > 0.05

Se concluye que la variable disponibilidad en ambos grupos **se comporta normalmente**.

Alfa de cronbach

Cuan alfa de cronbach > 0.7 se considera **acceptable**

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cron	N de elementos
Bach	
,768	2

Se concluye que los datos tienen consistencia interna ya que su alfa de cron Bach es **0.768**

Decisión estadística-Con prueba t de student para muestras relacionadas

- Si la probabilidad obtenida P – valor $> \alpha$, se acepta Ho
- Si la probabilidad obtenida P – valor $\leq \alpha$, se acepta H1

Tabla 23 Prueba t de student para muestras relacionadas

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	disponibilidad antes - dispon despues	-6,0000	,7797	,3183	-6,8183	-5,1817	-18,848	5	,000

Fuente: software SPSS

P-valor = 0.000 < 0.05

Se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que existe diferencia significativa entre la media de disponibilidad antes de aplicar el sistema de mantenimiento y la media después de aplicar el sistema de mantenimiento.

5.2. Discusión de Resultados

Según Mendoza (2016) el Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento industrial” funciona no solo en las transacciones de flujo de información, sino que implica una serie de filosofías de mantenimiento esbelto que eliminan desperdicios de recursos. El diseño de mantenimiento es una herramienta que incluye procesos de las filosofías de mantenimiento y que se desempeñan de manera sistemática un equipo instalado.

Según el presente trabajo de investigación un diseño de gestión de mantenimiento aplicado a la empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL, ciertamente se han eliminado desperdicios de recursos que en nuestro caso son pérdida de horas maquina por falta de mantenimiento.

Según De la O (20016) desarrolló el trabajo de Investigación Titulado: Diseño de un sistema de mantenimiento para la constructora JSB E.I.R.L. Concluyó en que La Constructora JSB no cuenta con un sistema de mantenimiento, lo cual provoca paros en el proceso de construcción. Las entradas del Macroproceso Gestión del Mantenimiento son: Documentos Normativos y/o Estratégicos, equipos informáticos, máquinas y equipos menores, Vehículos de transporte y carga, Instalaciones eléctricas y agua y desagüe, Infraestructura y usuarios.

Nuestra investigación coincide con De la O (20016) en que unos sistemas de gestión de mantenimiento cuentan con elemento de entradas son documentos normativos, personal, refacciones maquinas no operativas ni disponibles.

Según Vizcaíno (2016) en su trabajo de investigación Titulado: “Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca”. después de realizada la investigación se concluyó en que se logró establecer un modelo que generen la planificación, que consta de cuatro criterios principales: inventario jerárquico, análisis de criticidad, plan de mantenimiento y control y mejora de la planificación del mantenimiento.

Nuestra investigación coincide con Vizcaíno (2016) en que se logra establecer un diseño que considera la planeación y el control como parte del proceso del sistema de mantenimiento

.

Según Trejo (2017) en su tesis: Mejora de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de bombas de concreto de la unidad de negocio de bombas. después de realizada la investigación se concluye en que la mejora en la gestión de mantenimiento preventivo incrementó la confiabilidad de las bombas de concreto de la unidad de negocio de bombas, redujo las fallas e incrementando la disponibilidad de las bombas de concreto, en un 9%.

Nuestra investigación coincide con Trejo (2017) en que la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo genera un incremento de la disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL.

Según Moran (2015) la gestión de mantenimiento que genera la flota de concretos se puede aplicar mediante metodologías de mantenimiento con resultados de disponibilidad de maquinaria, con un incremento del 12%.

Nuestra investigación coincide con Moran (2015), en que la gestión de mantenimiento incrementa la disponibilidad de maquinaria, para lo cual en nuestra investigación se logró incrementar en 5,9 % incrementándose de un 76.6 % a un 82,5%.

CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema de gestión de mantenimiento de la “empresa concretara Wuanuko mix EIRL.” Que consta de tres componentes: entradas, procesos y salidas. Las entradas vienen a ser las maquinarias con baja disponibilidad, los procesos son la planificación organización y control y las salidas vienen a ser las maquinarias con incremento en su disponibilidad.
- Los elementos de entrada que han generado disponibilidad de maquinaria en la empresa Concretera Wuanuko Mix EIRL se han establecido como: personal destinado a puestos específicos con funciones estandarizadas, maquinarias con baja disponibilidad y stock mínimo de refacciones críticas.
- Se diseñaron los procesos del sistema de gestión de mantenimiento referidos al área de mantenimiento en base a las matrices de mantenimiento que nos permitieron obtener las cargas de mantenimiento programado el cual fue de 202 horas, Considerando para el periodo de aplicación 50 horas trimestrales, se diseñaron los procesos y actividades del área de mantenimiento y su interrelación con las demás áreas dentro de la empresa. Finalmente se diseñaron formatos de control en base a las órdenes de trabajo, historial de máquina, cheack list; etc.
- Los elementos de salida del sistema de gestión de mantenimiento se establecieron como maquinas operativas y disponibles por ser los camiones mixer determinantes en el cumplimiento de sus compromisos contractuales

- La implantación del sistema de mantenimiento para la empresa Concretera Wuanuko Mix ha generado una mayor disponibilidad de los camiones mixer, basado en la diferencia significativa de incremento de disponibilidad de 5.97 %, debido a los cálculos de los tiempos medios de los indicadores de reparación y fallas, pasando del 76.6 % a un 82.5 %

RECOMENDACIONES

- Revisar periódicamente los Procesos y Procedimientos y su documentación ya que pueden ser rediseñados de acuerdo a la naturaleza de la actividad de mantenimiento que se realice.
- Capacitar al personal de todos los niveles del Área de Mantenimiento respecto a las actividades que se desarrollarán.
- Monitorear el tiempo promedio que duran las reparaciones utilizando los formatos diseñados para el control de mantenimiento.
- Hacer el seguimiento y control del desempeño de los indicadores de gestión de los procesos y actividades diseñadas, esto se propone que sea semestralmente, pero de acuerdo a la naturaleza de las actividades pueden ser cambiadas y/o mejoradas.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarado Alipazaga , Y., & Malpartida Zambrano , H. (2018). Sistema de gestión de mantenimiento que generen la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo en mina con soporte informático. Huanuco-Peru: Universidad nacional Hermilio Valdizán-Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas.
- De la O Zarate, B. (2016). Diseño de un sistema de mantenimiento que generen la constructora JSB E.I.R.L. Huanuco-Peru: Universidad nacional Hermilio Valdizán-Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas.
- González Gamarra, G. (2012). implementación de un sistema de gestión de mantenimiento de la maquinaria de la línea pet de la planta embotelladora oriental S.A.C. EMBOSAC. Huanuco-Peru: Universidad nacional Hermilio Valdizán,-Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, .
- Mayo Urrutia, C. M. (2017). “Implementación de un sistema de gestión del mantenimiento en una planta convertidora de papel de 10 t/hr. Lima-Perú: Universidad nacional de ingeniería.
- Mendoza García, M. (2016). Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento industria. Mexico: Instituto Politécnico Nacional, México -.
- Quispe Segura, J. (2017). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para un establecimiento de venta al público de GNV. Lima - Perú: Universidad nacional mayor de San Marcos.
- Rangel Reca , F. J. (2012). Mejoras a la gestión de mantenimiento a los saladores de la unidad destilación en petrocedeño. Venezuela: Instituto universitario politécnico Santiago Mariño, .

- Trejo Figueroa, R. (2017). Mejora de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de bombas de concreto de la unidad de negocio de bombas. Lima – Perú : Universidad tecnológica del Perú.
- Vizcaíno Cuzco, M. A. (2016). Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca. Riobamba-Ecuador: IEscuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Augusto Bernal C.; 2006 Metodología de la investigación. México: Pearson Prentice Hall.
- Salih O. Duffuaa; 2000 Sistemas de mantenimiento Planeación y Control. México: Editorial Limusa.
- Carrasco Díaz S.; 2006 Metodología de la investigación científica. Perú: San Marcos.
- Hernández Sampieri R, Fernández Collao C; 2010
- Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. 5ª ed. México: McGraw Hill. ISO. Norma internacional ISO 9001; 2008 Sistemas de gestión de calidad- Requisitos. Suiza.
- ISO. Norma internacional ISO 9000; 2005 Sistemas de gestión de la calidad- Fundamentos y vocabulario. Suiza.

ANEXOS

ANEXO 1 : MATRIZ DE CONSISTENCIA

SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO QUE GENERA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA EN LA EMPRESA CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS ALTERNA	VARIABLE INDEPENDIENTE : Sistema de Gestion de Mantenimiento	ENTRADAS	Recursos humanos del mantenimiento	Enfoque: Cuantitativo		
¿Cuál será el sistema de gestión de mantenimiento que genere disponibilidad de maquinaria en la empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.?	Diseñar el sistema de gestión de mantenimiento que genere la disponibilidad de maquinaria en la empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.	H1 : Existe una diferencia significativa entre el porcentaje de disponibilidad de maquinaria de la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. Antes y después de aplicar el sistema de gestión de mantenimiento			PROCESOS	Maquinas no operativas, ni disponibles.	Tipo de investigacion: Es aplicada , porque se utilizarón conocimientos previos existentes para la investigación.	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECIFICO					Refacciones		Planificacion
• ¿Cuáles serán los elementos de entrada del sistema de gestión de mantenimiento que generen disponibilidad de maquinaria en la empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.?	• Establecer los elementos de entrada del sistema de gestión de mantenimiento que generen disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.					Organización		
		HIPOTESIS NULA	SALIDAS	Maquinas Operativas	Nivel: Es causal porque se determinó la causa que deriva la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento en la disponibilidad de la maquinaria de la empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L			
• ¿Cuáles serán los procesos del sistema de gestión de mantenimiento que generen disponibilidad de maquinaria en la empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.?	• Diseñar los procesos del sistema de gestión de mantenimiento que generen disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L	H0 : No existe una diferencia significativa entre el porcentaje de disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix.E.I.R.L. Antes y después de aplicar el sistema de gestion de mantenimiento.		Maquinas disponibles		Diseño: Cuasi experimental con pre y post prueba y solo con grupo experimental <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">C : D1 SGM D2</div>		
			VARIABLE DEPENDIENTE: Disponibilidad de Maquinaria	DISPONIBILIDAD TOTAL	Diferencia de la disponibilidad total(del antes y despues)	C : Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L SGM : Sistema de gestión de mantenimiento. D1 : Disponibilidad de maquinaria antes de la aplicacion del SGM. D2 : Disponibilidad de maquinaria después de la aplicacion del SGM.		
• ¿Cuáles serán los elementos de salida del sistema de gestión de mantenimiento que generen la disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.?	• Establecer los elementos de salida del sistema de gestión de mantenimiento que generen disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.			DISPONIBILIDAD POR AVERIAS	Diferencia de la disponibilidad por averias (del antes y después)	Poblacion y Muestra Dada la naturaleza de la investigación, la muestra se considera igual que la población. La muestra se consideró los datos registrados de la disponibilidad de las maquinarias de las cuales la maquinaria de estudio fueron los seis camiones mixer por ser las más representativas.		
• ¿Se pueden calcular los tiempos medios de reparación y los tiempos medios entre fallas que generen disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. antes y después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento?	• Calcular los tiempos medios de reparación y los tiempos medios entre fallas que generen disponibilidad de maquinaria en la Empresa Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L. antes y después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento			TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS	Diferencia del tiempo medio ente fallas (del antes y después)	Tecnica Entrevista abierta,observación		
		TIEMPO MEDIO DE REPARACIONES	Diferencia del tiempo medio de reparaciones (del antes y después)	Instrumentos Guia de entrevista,registros y formatos de control.				

LISTA DE CHECKEO CAMION MIXER

LISTA DE CHECKEO DE CAMION MIXER				FECHA:
				AÑO DE FABRICACION :
CODIGO:				HOROMETRO INICIAL:
MARCA:				HOROMETRO FINAL:
MODELO:				
CHEQUEO GENERAL	BUENO	REGULAR	MALO	FECHA DE SOLUCÓN
SISTEMA DE FRENOS				
FRENON ESTACIONAMIENTO				
FRENO MOTOR				
SISTEMA DIRECCION(VOLANTE)				
NEUMATICOS DELANTEROS				
NEUMATICOS TRASEROS				
NIVELES DE ACEITE Y AGUA MOTOR				
CINTURON DE SEGURIDAD				
EQUIPO DE HORMIGON				
REDUCTOR				
BOMBA HIDRAULICA				
CILINDRO LEVANTE CANOA				
MANDOS DE CONTROL				
PIOLAS DE CONTROL				
ESTANQUE DE AGUA Y VALVULAS DEL AIRE				
PERDIDAS DE ACEITE EN SISTEMA				
ESTADO DEL HUEVO				
NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO				
SISTEMA ELECTRICO GENERAL				
LUCES DELANTERAS ALTAS Y BAJAS				
LUCES TRASERAS				
LUCES DE ESTACIONAMIENTO				
INTERMITENTES				
ALARMA Y LUZ DE RETROCESO				
FOCO FAENERO				
BATERIA				

Guía de entrevista



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN-ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



GUIA DE ENTREVISTA

Buenos días, como parte de nuestra tesis en la escuela profesional de ingeniería industrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, estamos realizando una investigación acerca de la gestión de mantenimiento en su empresa. La información brindada en esta entrevista es de carácter confidencial, solo será utilizada para los propósitos de la investigación. Agradecemos su colaboración.

Empresa : Concretera Wuanuko Mix E.I.R.L.
Persona entrevistada : Sr. Nelson Paul Figueroa Cruz
Cargo : Jefe de operaciones
Fecha : 01/03/2020

Análisis y Diagnóstico de la Gestión de mantenimiento en la empresa.

En las visitas realizadas a la empresa Wuanuko MIX se entrevistó al gerente sobre los recursos de mantenimiento (entradas), actividades propias del mantenimiento (procesos) y resultados de mantenimiento (salidas).

RELACIONADO A LOS RECURSOS DEL MANTENIMIENTO.

Agenda: Recursos humanos, máquinas no operativas, refacciones (stock repuestos), antigüedad de las máquinas, data histórica sobre reparación de las maquinarias.

- ✓ Los personales encargados de operar las maquinarias son los encargados de dar un mantenimiento básico a su equipo. Pero cuando se malogra o deja de funcionar una máquina o equipo se llama a un especialista. Viéndose interrumpido la producción.
- ✓ Sin bien cuentan con la maquinaria necesaria para el proceso de fabricación del concreto premezclado, hay máquinas que requieren reposición, debido a la antigüedad de las máquinas



- ✓ No cuentan con un almacén de refacciones, los repuestos con solicitados al jefe de planta al momento de ser requeridos, lo cual implica un retraso para dar servicio a las maquinarias.
- ✓ No cuentan con las herramientas necesarias para dar servicio de mantenimiento a las maquinarias.
- ✓ No cuentan con una data historias del mantenimiento dado a cada maquinaria, así como tampoco una codificación de las mismas, sólo cuentan con registros de averías de los mixers.

4.1.1 RELACIONADAS A LAS ACTIVIDADES PROPIAS DEL MANTENIMIENTO.

Agenda: Sobre la planificación/programación, organización, tiempos y controles.

- ✓ No existe una planificación del mantenimiento de las maquinarias, los mantenimiento se realizan cuando no se tiene pedidos que se tengan que cumplir.]
- ✓ No existe una organización estructurada, ni documentada del personal de planta con respecto al mantenimiento.
- ✓ No existe una documentación de control respecto al mantenimiento de las maquinarias de la empresa.
- ✓ No se cuantifica los tiempos destinados a dar mantenimiento a las maquinarias de la empresa.

ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS DE LA CONCRETERA



ZONA DE AGREGADOS

