

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
Y PLANIFICADO PARA LA LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LATERCER S.A.C.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**JORGE LUIS GONZALES GUZMAN**

**Chiclayo 14 de octubre del 2016**

**“PROPUESTA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO Y PLANIFICADO PARA LA LÍNEA  
DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LATERCER  
S.A.C.”**

**POR:**

**JORGE LUIS GONZALES GUZMAN**

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
Para optar el título de  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR**

---

**Mgtr. EVANS LLONTOPE SALCEDO**

**PRESIDENTE**

---

**MSc. ANABELLE ZEGARRA GONZALEZ**

**SECRETARIO**

---

**Mgtr. ALEJANDRO VERA LÁZARO**

**ASESOR**

# **INFORME DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

## **INFORMACIÓN GENERAL**

### **1.0. TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LATERCER S.A.C.

### **2.0. AUTOR**

Gonzales guzmán Jorge Luis

### **3.0. ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Operaciones y procesos (línea de formado o producción)

### **4.0. FECHA INICIO**

Setiembre 2013

### **5.0. FECHA TÉRMINO**

Diciembre 2016

### **6.0 OBJETIVOS.**

#### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

- Proponer un mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C

#### **6.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Recolectar datos, información para verificar el estado actual de la línea de producción.
- Identificar los puntos críticos en la línea de producción o formado del ladrillo crudo.
- Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y planificado para las máquinas (molino y amasadora).

### **7.0. FECHA:**

Chiclayo 14 de octubre del 2016

## **DEDICATORIA**

Primeramente a Dios por ser supremo ante todo y conservarme con vida, salud y su infinita misericordia.

A mis Padres dedico este triunfo por su apoyo, dedicación y por la formación que me inculcaron desde niño y sus sabios consejos.

A mis hnos. por todos los momentos que compartimos.

A mis amigos y personas que confiaron en mí y ser gran parte de mi vida.

A los Ingenieros de la universidad a quien debo mi formación profesional.

## AGRADECIMIENTOS

- A mis padres, por lo mucho que representan en mi vida diaria y motivaron a seguir. Por los valores que me inculcaron desde siempre.
- A mi asesor: Máster. Ing. Alejandro Vera Lázaro, por ser una de las principales personas que estuvo apoyándome siempre, desde inicio del proyecto.
- A la empresa, LATERCER S.A.C. Por haberme permitido realizar el trabajo de pre grado.
- Al Ing. Frank pozo, por su colaboración en la proporción de datos para éste proyecto.
- Al jefe de mantenimiento y colega Norbin Santacruz Delgado, por haberme brindado su apoyo incondicional en este proyecto.
- A la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por ser la institución en la que recibimos nuestra formación profesional, ética y moral y en especial a la Facultad de Ingeniería Industrial, que me dieron la oportunidad de formar parte de ellos.

## **PRESENTACIÓN**

La realización del presente trabajo se ha diseñado con el único propósito de alcanzar el principal objetivo: Un mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción.

La estructura del trabajo está dividida en siete capítulos dónde se menciona a continuación:

La primera parte, es el desarrollo de la introducción del trabajo presentado, donde se menciona como se implementa el plan a seguir hacia un mantenimiento preventivo.

La segunda parte, describe los fundamentos teóricos del mantenimiento a tener conocimiento como funciona los diferentes sistemas de mantenimiento, medidas preventivas, comparación de costos, organización de paradas, fallas.

La tercera parte, de este proyecto está basado en datos de la empresa organigramas, diagrama de flujo, describe el sistema de producción y el plan de mantenimiento actual, el desarrollo de diseño de las tarjetas de mantenimiento para las máquinas en estudio, realizamos un cuadro comparativo de indicadores antes y después de la mejora, y la diferencia de un mantenimiento programado.

La cuarta parte comprende, las conclusiones que se tienen del proyecto para el mantenimiento preventivo.

La quinta parte, menciona y describe las recomendaciones a seguir del estudio.

La sexta parte, describe las referencias bibliográficas que se utilizaron para el estudio.

La séptima parte describe los anexos, como fotos de la empresa, cuadros, tablas.

El objetivo general propuesto es de: un mantenimiento preventivo y planificado. Con el fin de lograr la máxima eficiencia de las máquinas optimizaríamos la producción con el adecuado mantenimiento que se les realice, haciendo un correcto mantenimiento preventivo, reduce las paradas intempestivas que conllevan a la pérdidas de tiempo, reduce materia prima que se malogra por estas paradas, elevaríamos su nivel de competitividad al ser más continuo su proceso, que ayuda a la empresa al aumento de su producción.

Los objetivos específicos son: recolectar datos, información para verificar el estado actual de la línea de producción. Identificar los puntos críticos en la línea de producción. La elaboración del mantenimiento preventivo y planificado para las máquinas (molino y amasadora), teniendo en cuenta que estas máquinas generan más averías por su labor que realizan.

## **RESUMEN**

El presente trabajo propone la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo.

La razón por la cual se hace el mantenimiento preventivo es porque momentáneamente se recurre a un mantenimiento correctivo, al encontrar paradas en línea de producción, ocasionando caos, tiempo e incumplimiento de la demanda.

A partir del diagnóstico realizado al proceso actual de mantenimiento se generan las posibles soluciones, a cada máquina con su respectivo inventario. El método consiste en la propuesta del programa de mantenimiento, el cual describe la tarjeta de activo de los equipos, en donde se anotan las características técnicas más relevantes de un determinado equipo y sus respectivos puntos de mantenimiento.

El resultado que se obtiene, es el desarrollo de un Programa de Mantenimiento Preventivo, que garantice la confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento, y por supuesto el aumento de la capacidad de los equipos para funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad de operar sin producir daño materiales como laborales.

El equivalente en el proceso actual por semana de ladrillo del tipo estándar es 410,557 millares por semana, con la propuesta planteada es 459,824 millares lo que hace una diferencia de 49,266 millares por semana, dependiendo del ladrillo a producir teniendo un aumento en la producción por cada tipo de ladrillo es un promedio de 12 %.

*PALABRAS CLAVES:*

**PROPUESTA, CONFIABILIDAD, MANTENIMIENTO, PREVENTIVO, CORRECTIVO, IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS, FALLAS.**

## **ABSTRACT**

The present work proposes the elaboration of the guidelines to be taken during an information system of the preventive maintenance.

The reason for the preventive maintenance is because momentarily resorts to a corrective maintenance, to find stops in production line, causing chaos, time and breach of the demand.

From the diagnosis made the current process of maintenance are generated possible solutions, to each machine with its respective inventory. The method consists in the proposal of the maintenance program, which describes the active card of the equipment, where are recorded the technical characteristics more relevant to a particular computer and their respective maintenance points.

The result you get, is the development of a preventive maintenance program, to ensure the reliability of the equipment or safety of operation, and of course the increase of the capacity of the equipment to operate in a given time and increase the capacity to operate without damage materials such as labor.

The equivalent in the current process by week of brick to the standard type is 410,557 thousands per week, with the proposal raised is 459,824 thousands which makes a difference of 49,266 thousands per week, depending on the brick to produce taking an increase in production by each type of brick is an average of 12 %.

### **KEY WORDS:**

**PROPOSAL, RELIABILITY, MAINTENANCE, PREVENTIVE, CORRECTIVE, IMPLEMENTATION OF CARDS, FAILURES.**

## ÍNDICE.

INFORMACIÓN GENERAL.....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
PRESENTACIÓN.....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT.....	8
I.- INTRODUCCIÓN.....	17
II.- MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	20
2.1 Antecedentes del problema.....	20
2.2 Fundamentos teóricos .....	23
2.2.1 Conceptos y objetivos del mantenimiento industrial .....	23
2.2.2 Misión del mantenimiento .....	23
2.2.3 Valores básicos del mantenimiento .....	24
2.2.4 Mantenimiento mecánico .....	24
2.2.5 Los sistemas de mantenimiento.....	25
2.2.6 Tipos de mantenimiento.....	25
1. Mantenimiento correctivo .....	26
a. Mantenimiento correctivo no planificado .....	26
b. Mantenimiento correctivo planificado .....	27
2. Mantenimiento preventivo.....	27
a. Fases del mantenimiento preventivo .....	28
b. Ventajas.....	29
c. Implementación de un programa de mantenimiento preventivo .....	29
3. Mantenimiento predictivo .....	30
a. Como nos damos cuenta de una falla .....	31
b. Beneficios del mantenimiento predictivo .....	31
c. Comparación de costos de los tres sistemas de mantenimiento .....	32
5. Mantenimiento programado .....	33
6. Mantenimiento productivo total .....	33
a) Ideas fundamentales.....	33
2.2.7 Determinación de medidas preventivas .....	34
2.2.7.1 Análisis de información .....	34
2.2.7.2 Tareas de mantenimiento.....	34
2.2.8 Determinación del repuesto a partir del análisis de fallos.....	35
2.2.9 Planificación del mantenimiento .....	36
2.2.10 Organización de paradas .....	36
2.2.11 La mejora continua del plan de mantenimiento.....	37
2.2.12 Descripción de la falla.....	38
2.2.12.1 Fallas.....	39
2.2.12.2 Fallas tempranas .....	39

2.2.12.3 Fallas adultas .....	39
2.2.12.4 Fallas tardías.....	39
2.3 Plan de mantenimiento .....	39
2.4 Registro .....	39
2.5 Ficha técnica.....	40

### III. RESULTADOS

3.1 LA EMPRESA .....	41
3.1.1 Organigrama de la empresa .....	41
3.1.2 Organigrama área de mantenimiento .....	42
3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN .....	42
3.2.1 Política de calidad .....	42
3.2.2 Producción.....	42
3.2.2.1 Capacidad de producción .....	43
3.2.3 Distribución de planta .....	44
3.2.4 Planta de producción .....	45
3.2.5 Recursos humanos.....	45
3.3 PRODUCTOS .....	47
3.4. Desechos .....	47
3.5. Materiales e insumos .....	47
3.6. Proceso de producción .....	48
3.6.1 Zona de distercionamiento dela arcilla .....	48
3.6.2 Transporte interno dentro de la planta .....	48
3.6.3 Mezclado .....	48
3.6.4 Eliminaciones de piedras (manual y mecanizada) .....	49
3.6.5 Molienda seca de la arcilla .....	49
3.6.6 Separador de residuos 1 zaranda .....	50
3.6.7 Separador de residuos 2.....	50
3.6.8 Molienda de chamota .....	50
3.6.9 Mezcla y humidificación .....	50
3.6.10 Extrusión .....	50
3.6.11 Cortado de ladrillo crudo .....	50
3.6.12 Retorno de material .....	51
3.6.13 Secado .....	51
3.6.14 Cocción .....	51
3.6.15 Almacenamiento de producto terminado .....	52
3.7 Diagrama del proceso de producción .....	53
3.8 INDICADORES ACTUALES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD .....	54
3.8.1 Producción .....	54
3.8.2 Capacidad proyectada .....	54
3.8.3 Capacidad efectiva .....	55

3.9 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS .....	56
3.9.1 Diagnóstico de situación actual del mantenimiento .....	56
3.9.2 Descripción del proceso actual de mantenimiento .....	59
3.9.3 Identificación de puntos críticos .....	59
3.9.3.1 Molino de tierra .....	60
3.9.3.2 Amasadora .....	62
3.9.3.3 Extrusora .....	63
3.9.3.4 Cortadora .....	64
3.10 Horas en producción perdidas por averías .....	64
3.10.1 Molino de tierra.....	64
3.10.2 Costos de horas por mano de obra.....	65
3.10.3 Costos de componentes del molino de tierra .....	66
3.10.4 Amasadora .....	67
3.10.5 Costos de horas por mano de obra .....	68
3.10.6 Costos de componentes de la amasadora.....	69
3.10.7 Extrusora .....	69
3.10.8 Cortadora .....	70
3.11. Costos de horas perdidas .....	70
3.11.1 Costo de mano de obra por horas paradas .....	70
3.11.2 Costo de repuestos .....	70
3.11.3 Costo total de mano de obra y repuestos en 10 meses .....	70
a) Causas posibles .....	71
b) Propuesta de solución .....	71
3.12 DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	
3.12.1 Fallas frecuentes y recomendaciones para el molino de tierra .....	72
3.12.2 Fallas frecuentes y recomendaciones para la amasadora .....	73
3.12.3 Tabla inicial para el plan de mantenimiento a utilizar .....	74
3.13. Propuesta del plan de mantenimiento .....	76
Mejora 1 .....	76
3.14 PROBLEMA DE PRODUCCIÓN 2 .....	84
3.14.1 Desarrollo de propuestas de mejora en el sistema de producción .....	84
Mejora 2 .....	84
3.15. DIFERENCIAS ENTRE SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTA PLANTEADA.	89
IV. CONCLUSIONES .....	90

V RECOMENDACIONES.....	91
VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	92
VII. ANEXOS .....	94
ANEXO 1. FIGURAS.....	95
ANEXO 2.TABLAS.....	100
ANEXO 3 ENCUESTA.....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

➤ Tabla 1. Comparación de costos de los mantenimientos.....	32
➤ Tabla 2. Características del ladrillo según formato (pared).....	33
➤ Tabla 2. Características del ladrillo según formato (pared).....	43
➤ Tabla 3. Características del ladrillo según formato (techo).....	43
➤ Tabla 4. Personal del área administrativa en la empresa LATERCER S.A.C....	46
➤ Tabla 5. Personal del área de producción en la empresa ladrillera LATERCER S.A.C.....	46
➤ Tabla 6. Producción de ladrillo en millares (pared).....	47
➤ Tabla 7. Producción de ladrillo en millares (techo).....	47
➤ Tabla 8. Composición de mezclas (en base seca).....	49
➤ Tabla 9. Tiempo de secado (días).....	51
➤ Tabla 10. Fallas frecuentes del molino de tierra.....	58
➤ Tabla 11. Fallas frecuentes de la amasadora.....	58
➤ Tabla 12. Fallas frecuentes de extrusora.....	59
➤ Tabla 13. Fallas frecuentes de cortadora.....	59
➤ Tabla 14 Fallas encontradas en Molino de Tierra de agosto del 2013 a mayo del 2014.....	60
➤ Tabla 15 Fallas encontradas en la Amasadora agosto del 2013 a mayo del 2014. ....	62
➤ Tabla 16. Fallas encontradas en la maquina extrusora.....	63
➤ Tabla 17. Fallas encontradas en la maquina cortadora.....	64
➤ Tabla 18 Horas improductivas en molino de tierra.....	64
➤ Tabla 19 Costo de horas por mano de obra.....	65
➤ Tabla 20 Costo de los componentes del molino.....	66
➤ Tabla 21 Horas improductivas en la amasadora.....	67
➤ Tabla 22 Costo de horas por mano de obra.....	68

➤ Tabla 23 Costo de repuestos.....	69
➤ Tabla 24 Costo de repuestos extrusora.....	69
➤ Tabla 25 Costo de repuestos cortadora.....	70
➤ Tabla 26 Costo total de mano de obra por horas perdidas.....	70
➤ Tabla 27 Costo de repuestos.....	70
➤ Tabla 28 Costo total.....	70
➤ Tabla 29. Fallas frecuentes del molino de tierra.....	72
➤ Tabla 30 Fallas frecuentes de la amasadora.....	73
➤ Tabla 31 Comparativo.....	74
➤ Tabla 32. Tarjeta de mantenimiento molino de tierra .....	77
➤ Tabla 33 Tarjeta de lubricación y limpieza.....	78
➤ Tabla 34. Tarjeta de inspección periódica.....	79
➤ Tabla 35. Tarjeta diaria, semanal, mensual.....	80
➤ Tabla 36. Tarjeta de mantenimiento amasadora.....	81
➤ Tabla 37. Tarjeta de lubricación y limpieza periódica.....	82
➤ Tabla 38. Tarjeta diaria, semanal, mensual.....	83
➤ Tabla 39. Actividades diarias del programa de mantenimiento.....	84
➤ Tabla 40. Actividades semanales del programa de mantenimiento.....	85
➤ Tabla 41. Actividades mensuales del programa de mantenimiento.....	86
➤ Tabla 42. Características del ladrillo según formato (pared).....	87
➤ Tabla 43. Contextura de ladrillo formato (techo).....	87
➤ Tabla 44 Característica del ladrillo según formato pared.....	88
➤ Tabla 45 Características del ladrillo según formato techo.....	88
➤ Tabla 46 Diferencia entre sistema actual de propuesta.....	89
➤ Tabla 47 dimensiones del ladrillo (pared).....	100
➤ Tabla 48 dimensiones del ladrillo (techo).....	100

➤ Tabla 49. Horario laboral.....	100
➤ Tabla 50. Moldes de extrusión.....	101
➤ Tabla 51. Producción de ladrillos.....	101
➤ Tabla 52. Participación de ventas.....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

➤ Figura 1. Comparación de los tipos de mantenimiento.....	32
➤ Figura 2. Organigrama de la empresa.....	41
➤ Figura 3. Organigrama del área de mantenimiento.....	42
➤ Figura 4. Distribución de la planta en la empresa LATERCER S.A.C.....	44
➤ Figura 5. Diagrama de operaciones. ....	53
➤ Figura 6. Diferencias entre sistema actual y propuesta.....	89
➤ Figura 7. Transporte interno dentro de planta.....	94
➤ Figura 8. Eliminación de residuos mecanizado.....	94
➤ Figura 9. Eliminación de residuos manual.....	94
➤ Figura 10. Molienda seca de arcilla.....	95
➤ Figura 11. Molido de la arcilla.....	95
➤ Figura 12. Mezcla y humidificación.....	95
➤ Figura 13. Extrusión.....	96
➤ Figura 14. Salida de materia prima en crudo.....	96
➤ Figura 15. Cortado del ladrillo en crudo.....	97
➤ Figura 16. Salida de ladrillo en crudo .....	97
➤ Figura 17. Secado del producto en base seco.....	97
➤ Figura 18. Secado del ladrillo (artesanal) .....	98
➤ Figura N°19. Secado del ladrillo (implementado).....	98
➤ Figura 20. Hornos.....	98
➤ Figura 21. Hornos.....	98
➤ Figura 22. Producto terminado.....	99

## I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano en el departamento de Lambayeque, se ha extendiendo cada día más, por lo cual la demanda de ladrillos ha aumentado, por tal motivo es que se quiere llegar a estos niveles competitivos de producción, que se reflejan en el mercado, en los productos, en la economía, esta condición permite que exista influencia tecnológica y económica. Sin embargo, el progreso empresarial no se reduce solo a la inversión en nuevas instalaciones de producción y a la transferencia de la tecnología extranjera, sino que es indispensable utilizar efectivamente las instalaciones existentes, donde uno de los requisitos primordiales es establecer un servicio sistémico y técnico de mantenimiento eficiente, eficaz, seguro y económico de los activos industriales.

La empresa LATERCER S.A.C. Debe garantizar una optimización de la producción. Esto se logra mediante una gestión eficiente de los recursos humanos físicos disponibles, empleando materia prima de calidad y garantizando el buen funcionamiento y disponibilidad de la maquinaria de producción. El mantenimiento industrial es un medio que ayuda a la empresa a generar herramientas para garantizar las buenas condiciones operacionales de los equipos de producción con la finalidad de obtener una calidad total de los productos finales.

La finalidad del presente documento es proporcionar elementos, propuestas y herramientas que permitan una adecuada gestión de mantenimiento. Las propuestas planteadas están acorde a las necesidades y recursos disponibles con lo que se cuenta en la empresa, y tienen la finalidad de incrementar la disponibilidad de sus activos y por ende mejorar la producción y la calidad de la misma, como objetivo general: es proponer un mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C. vivimos en un mundo globalizado, cuya principal característica es la alta competitividad, lo que provoca una gran influencia a nivel nacional sobre todo a nivel tecnológico. Para mantenerse dentro del mercado es de vital importancia desarrollar estrategias que proporcionen ventajas delante de la competencia que satisfagan al usuario.

A medida que la empresa crece y se desarrolla, lo hace su capacidad de producción. Por lo tanto su adecuado mantenimiento es particularmente indispensable si se desea alcanzar una calidad total tanto en producción como en mantenimiento. Aparece entonces la gestión de mantenimiento como método principal, para implementar metodologías nuevas y reformas en las tareas de mantenimiento y de esa forma garantizar que los mecanismos de producción funcionen adecuadamente durante los procesos productivos y estará disponible para producir durante periodos de tiempo más prolongados.

Lo cual queremos que el producto se entregue en el menor tiempo posible, teniendo en cuenta que no abastecemos estos niveles de producción, una de ella

es el paro indebido de las máquinas en pleno proceso lo cual hace necesario un mantenimiento correctivo de emergencia para corregir las fallas inmediatas originando que se detenga el proceso de producción, al hacer un cambio de piezas por desgaste, reparación u falla en las máquinas en el período de producción estos ocasionan tiempos de demora para la empresa y por lo tal trae pérdidas económicas para la empresa, sabiendo que no existe un control debido de cada máquina u equipos, Por la misma fricción del material estos tienden a desgastarse, o por las fuerzas que estos generan hacen que los ejes u engranajes se calienten o deformen y tienden a romper, por la falta de lubricación. También como fajas, cadenas, rodajes, etc. Sin embargo, en un estado de emergencias no siempre se cuentan con las herramientas, repuestos y recursos humanos necesarios, lo cual puede llegar a representar incumplimiento de compromisos de la empresa, la falta de calidad en los productos finales y de prestigio para la empresa.

Ante este gran riesgo queremos conveniente que una gestión de mantenimiento preventivo ayuda a la disponibilidad y rentabilidad de los equipos garantizando productos de calidad minimizando tiempos muertos, pérdidas de producción en el proceso, permite administrar y canalizar los recursos disponibles dentro de la empresa, recolectando datos, información para verificar el estado actual de la línea de producción, para asegurar que los activos fijos cumplan sus funciones intrínsecas de diseño y su operación sea confiable dentro del proceso de producción.

El plan rutinario, semanal, mensual de mantenimiento permite realizar una función importante dentro de la gestión del mantenimiento, la cual es la de planificar, que consiste en definir metas, establecer las estrategias y coordinar las actividades. El plan semanal de mantenimiento se hace con una semana de anticipación, tomando en cuenta: la disponibilidad de la mano de obra, la eficiencia de la mano de obra, rutinas de mantenimiento planificadas, las tareas prioritarias y la disponibilidad del material y de los repuestos.

Las listas de trabajos preventivos, son actividades diseñadas para minimizar el riesgo de fallas de los equipos y evitar riesgos laborales. Para diseñar las listas de trabajos preventivos se debe identificar los puntos críticos de mantenimiento y sus respectivas inspecciones en un tiempo fijo.

Las paradas programadas, permiten planificar el mantenimiento cuando el equipo no debe estar en marcha y con esto evitar, en lo posible, el mantenimiento de emergencia.

Con los estándares y especificaciones de trabajos o previos, se logra identificar el tiempo perdido y proveer las instrucciones claras y consistentes sobre la mejor manera de realizar una tarea. Los estándares y especificaciones de trabajos preventivos dan una corta descripción estándar de una actividad de mantenimiento planificada o de rutina que describe: lo que hay que hacer, el tiempo óptimo para realizarlo, cuantas personas se necesitan, que habilidad o

especialidad se necesitan, los materiales y herramientas utilizados, con una logística eficaz, elaborar un plan de mantenimiento preventivo y planificado para las maquinas (molino y amasadora).

El resultado de estas tarjetas propone reducir las fallas inoportunas, prolongando la vida útil de las máquinas y equipos, contribuirá al mejor servicio, tiempo, producción y proporcionará un mejor desarrollo económico para la empresa. La conclusión del mantenimiento asegura la fiabilidad de las máquinas en pleno proceso prolongando así su rutina diaria, semanal, mensual evitando fallas inoportunas.

Se logra estandarizar actividades de mantenimiento, es decir, especificar el tiempo que se requiere para realizar dichas actividades, los recursos que se necesitan y frecuencia para realizarlas. Esto permite tener un mantenimiento planificado, organizado, dirigido y controlado.

## II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

### 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Arias, 2004. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una industria productora de hormigón pre mezclado. Este trabajo estuvo orientado a diseñar un programa de mantenimiento preventivo para una industria productora de hormigón pre mezclado, la cual carecía de un mantenimiento planificado, y por ende mantenía constantes problemas en la disponibilidad de equipos y repetitivas paradas de emergencia.

El objetivo de diseñar un programa de mantenimiento preventivo para la mencionada industria productora de hormigón premezclado, es el de permitirnos tener un mantenimiento planificado, dirigido y controlado.

El plan semanal de mantenimiento permite realizar una función importante dentro de la gestión de mantenimiento, la cual es la de planificar, que consiste en definir metas, establecer metas y coordinar las actividades. La lista de trabajo preventivos, son actividades diseñadas para minimizar el riesgo de fallas de los equipos.

Las paradas programadas, permiten planificar el mantenimiento cuando el equipo no debe estar en marcha y con esto evitar, en lo posible, el mantenimiento de emergencia.

El resultado que se obtuvo, fue el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo para la industria productora de hormigón pre mezclado, que garantice un 85% de confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento, y por ende el aumento de la capacidad de los equipos para funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad para operar sin producir daño. Adicionalmente, lograr estandarizar y mejorar la productividad de la mano de obra, en las actividades de mantenimiento.

Ruiz, 2009. Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa INVERGLOBAL INC LTDA, el presente diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo soportado en una base de datos para registrar las rutinas de mantenimiento preventivo, las acciones y plazos para la limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de repuestos para la maquinaria pesada y equipos de la empresa INVERGLOBAL INC LTDA. Aplicada a un diseño metodológico mixto: cuantitativo y cualitativo. Dicha metodología considera como un elemento fundamental, complementar la información estadística con la percepción actual de los equipos. Partiendo de la información que es suministrada por los fabricantes, y la que posee la empresa sobre la operación de los equipos (contexto operacional), se elaboran los formatos necesarios para el registro del diagnóstico inicial, para el registro de las actividades de mantenimiento y operación. Durante la ejecución del programa, se realiza seguimiento al funcionamiento de los equipos, utilizando para esto los registros de las hojas de vida y los informes presentados por los operadores. Finalmente se compila toda la información allegada para soportar la gestión y permitir darle continuidad al programa, planificando los futuros mantenimientos. Con la implementación del plan de mantenimiento que se logró mejorar la capacidad operativa de los cuatro equipos

analizados. Las actividades programadas representan un ahorro para la empresa, tanto en tiempo como en cursos. Los mayores gastos de mantenimiento se presentan en mantenimientos correctivos, por lo cual se hace evidente evitar su ocurrencia al máximo mediante los reportes a tiempo de fallos potenciales. Mientras en un mantenimiento preventivo se reacondiciona y se cambia una pieza para evitar que falle, en un mantenimiento correctivo se debe reparar y cambiar una parte dañada que en su mal funcionamiento pudo haber afectado otros componentes.

Barona, 2011. Diseño e implementación del programa de mantenimiento para las máquinas sopladora e inyectora – sopladora de la empresa *OTORGO LTDA*. En la empresa Otorgo Ltda. Se presentó la necesidad de organizar el mantenimiento de una manera técnica, debido a la constante utilización del mantenimiento correctivo que no cumplía con las expectativas de la gerencia de producción debido a los costos adicionales generados.

La solución planteada en este trabajo, es un plan de mantenimiento preventivo que establece de manera clara tres actividades relacionadas con lubricación, mantenimiento eléctrico o electrónico y mantenimiento mecánico. Para diseñar el plan de mantenimiento preventivo se estudiaron los fallos y averías de los reportes de producción de los años 2009 y 2010, y con la ayuda del personal de planta se hizo el levantamiento de las actividades con su procedimiento y frecuencia para las maquinas inyectoras, sopladoras e inyectoro-sopladoras.

Esta propuesta es una herramienta valiosa al momento de organizar de manera sistemática el mantenimiento preventivo de la planta, con la implementación de este mantenimiento conlleva, prever al máximo cualquier daño repentino en los equipos usados para el proceso, este objetivo es muy claro al momento de implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Aristizábal, 2007. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa centrifugados concisa Ltda. Es un compromiso a nivel general que se involucren todos los procesos de la empresa entre los cuales no escapa el servicio de conservación y mantenimiento que debe de brindarse a las instalaciones físicas y equipos, motivo por el cual todo buen gerente de una organización conociendo los beneficios que produce implementar un adecuado programa de mantenimiento preventivo debe de apoyar y propiciar las condiciones para ejecutarlo especialmente si se tiene en cuenta que este representa muchas ventajas como evitar fallas en gestación dentro de las máquinas, dar seguridad al personal que allí labora, así mismo a largo plazo se evitaran gastos por daños y accidentes que se pueden evitar con el mantenimiento preventivo, al igual que se debe de tener en cuenta que esto representa un ahorro significativo que es posible de alcanzar.

Es así como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa centrifugado conciso Ltda. Permitirá encontrar medios apropiados para evaluar y poder lograr un mejoramiento en sus procesos, permitiendo así aumentar la efectividad, eficiencia, eficacia y rentabilidad financiera de la empresa.

Correa, José. 2010. Sistema de información para el mantenimiento de la empresa ladrillera bautista Cáceres Ltda. El objetivo de este proyecto fue elaborar un programa que pueda servir de complemento al área de producción en la empresa bautista Cáceres Ltda y como soporte al mantenimiento de la maquinaria, al igual que informe a la dirección sobre la gestión de recursos y procedimientos, llevados a cabo por el departamento de la empresa.

El estudio con un análisis realizado sobre el departamento de mantenimiento de la empresa bautista Cáceres Ltda. (Procedimiento y personal), y con una descripción detallada del proceso de producción, mantenimiento de la maquinaria empleada en el mismo, después se califican a los diferentes equipos para conocer el estado actual y las acciones a efectuar en cada uno. Posteriormente se trabaja sobre el índice de criticidad en las máquinas y se traza el programa de actividades para cada uno de los equipos (sistema de información manual). Por el último se elabora la programación de un sistema de información computarizado, que implementan las bases de datos obtenidos a partir de la disertación realizada y logra copilar la información más relevante con el fin de controlar, ordenar y evaluar las operaciones de mantenimiento en la empresa, con lo que se logra obtener índice de producción más eficientes e índices de fallas en las máquinas más reducidos.

## **2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.2.1. Concepto y objetivos del mantenimiento industrial**

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general. Muñoz, 2004.

Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

El objetivo final del mantenimiento industrial se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costos.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

### **2.2.2 Misión del mantenimiento**

Según García, (2010) el mantenimiento industrial como parte integral de la producción, tiene como propósito garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos, y demás infraestructura empresarial, mediante programas de prevención y predicción de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones operativas con la política de cero defectos, para cumplir sus cuatro objetivos fundamentales;

- Conservación de los activos físicos. Mediante desarrollo de las técnicas administrativas y de mantenimiento más eficaces, para conservar en el largo plazo la vida útil de los equipos productivos, acordes con los requerimientos económicos.
- Disponibilidad de los activos físicos. Mediante el desarrollo de normas y procedimientos que promuevan de manera eficiente, segura y económica la máxima disponibilidad técnica y operativa de los equipos de acuerdo con los requisitos de producción.

- Administración eficaz de los recursos. mediante la mejora de los procesos, procedimientos y estándares que mejor promuevan el uso eficiente, eficaz y económico de todos los recursos tangibles e intangibles de la organización.
- Desarrollo del talento humano. Por medio de programas de formación y capacitación permanente, sistemas de competencias, gerencia del desempeño y gestión global del conocimiento.

### **2.2.3 Valores básicos del mantenimiento**

Según García, (2010) la cultura corporativa es el sistema de valores y creencias compartidas de una compañía; la gente la estructura organizacional, los procesos de toma de decisiones y los sistemas de gestión interactúan para producir normas de comportamiento. Los principales valores de que se incluyen dentro de la filosofía del mantenimiento son:

- Lealtad
- Respeto
- Confianza
- Tolerancia
- Austeridad
- Honestidad
- Cooperación
- Responsabilidad
- Vocación de servicio
- Sentido de pertenencia

Hoy en día, en la mayoría de los procesos industriales se hace necesario un mantenimiento organizado, seguro efectivo y económico, que avale la disponibilidad de los activos físicos. La gestión de los activos es un reto al futuro, donde el objetivo es transmitir los valores del mantenimiento. La clave del éxito será la consolidación de la cultura interna, y el trabajo en equipo del personal, que se mide por el cuidado y el compromiso puesto en los anteriores valores y sus logros. Esto se ve reflejado en la actitud, la conducta y el cuidado de los activos, así como en la forma de respetar las reglas y los procedimientos, lo cual no es otra cosa que hacer buen mantenimiento en el mejor sentido de la palabra.

### **2.2.4 Mantenimiento mecánico:**

Es una actividad técnica relacionada con la conservación y buen funcionamiento de todo equipo, mecanismo o maquinaria, para que trabaje con eficiencia y funcione el mayor tiempo posible sin interrupciones ni inconvenientes.

Un mantenimiento apropiado asegura un tiempo máximo de operaciones óptimas y ayuda a reducir, el número de fallas del equipo o máquina a un costo mínimo y en condiciones de seguridad para el personal de operaciones y mantenimiento.

### **2.2.5 Los sistemas de mantenimiento**

Un Sistema de Mantenimiento es un conjunto de funciones que están orientadas a brindar el mayor soporte a la gestión de mantenimiento y lograr así los objetivos de una alta disponibilidad. (Manual, 2000).

Lo que busca el Sistema de Mantenimiento en general es incrementar al máximo la disponibilidad de los recursos. Entendiendo por disponibilidad que el equipo se encuentre en buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, cumpliendo así los propósitos para lo cual fue diseñado.

Las ventajas que proporciona un Sistema de Mantenimiento son: mayor disponibilidad, incrementar la vida útil de los recursos, reducir los costos de reparaciones, reducir los tiempos muertos, aumentar la confiabilidad, mejorar las condiciones de operación y trabajo, propiciar un mejor ambiente laboral y enseñar con calidad.

En mantenimiento, su organización, planificación e información, deben estar encaminados a la consecución de varios objetivos; al respecto Molina, 2006. En su estudio cita lo siguiente:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.
- Evitar, reducir, y en su caso, reparar las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o parada de máquina.
- Evitar accidentes.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Alcanzar a prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen se puede mencionar que el mantenimiento encierra todo lo referido a la organización, aplicación y ejecución de toda actividad que brinde, mejore y conserve el funcionamiento de una maquina al más bajo costo posible.

### **2.2.6. Tipos de mantenimiento:**

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño.

Los tipos de mantenimiento que se van a estudiar son los siguientes:

- Mantenimiento correctivo
  - Mantenimiento correctivo no planificado
  - Mantenimiento correctivo planificado
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento programado
- Mantenimiento productivo total (TPM).

#### **2.2.6.1 Mantenimiento correctivo:**

Se entiende por mantenimiento correctivo, a la corrección de las averías o fallas cuando estas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obliga a detener la instalación, equipos, maquina o edificios afectada por el fallo, la cual han dejado de prestar la calidad del servicio para lo cual fueron diseñados.

Toda labor de mantenimiento correctivo, exige atención inmediata, por lo cual esta no puede ser debidamente programada y en ocasiones solo se tramita y controla por medio de reportes “maquina fuera de servicio”, Efectuada por técnicos especializados que tienen por objetivo recuperar equipos descompuestos para ponerlo en servicio, que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo. Utiliza materiales auxiliares de limpieza y lubricación y repuestos esenciales en el funcionamiento para sustituir los defectuosos.

El mantenimiento correctivo se clasifica en:

- No planificado
- Planificado

##### **a. Mantenimiento correctivo no planificado**

Es el mantenimiento correctivo de emergencia que debe llevarse a cabo con la mayor celeridad para evitar que se incrementen costos e impedir daños materiales y/o humanos.

Si se presenta una avería imprevista, se procederá a repararla en el menor tiempo posible para que el sistema, equipo o instalación siga funcionando normalmente sin generar perjuicios o se reparará aquello que por una condición imperativa requiera su arreglo.

## **b. Mantenimiento correctivo planificado**

El mantenimiento correctivo planificado prevé lo que se hará antes que se produzca el fallo, de manera que cuando se detiene el equipo para efectuar la reparación, ya se dispone de los repuestos y del personal técnico asignado con anterioridad en una programación de tareas.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

Este tipo de mantenimiento difiere del no planificado en que se evita ese grado de apremio del anterior, porque los trabajos han sido programados con antelación.

Para llevarlo a cabo se programa la detención del equipo, pero previo a ello, se realiza un listado de tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para realizar toda reparación, recambio o ajuste que no sería factible hacer con el equipo en funcionamiento.

Suele hacerse en los momentos de menor actividad, horas en contra turno, períodos de baja demanda, durante la noche, en los fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

### **2.2.6.2 Mantenimiento preventivo:**

También denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra la falla. Según Ferren, 2005. Consiste en servicios de inspección, control conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir detectar o corregir defectos tratando de evitar fallas.

Esto quiere decir que el mantenimiento preventivo es aquel que se realiza periódicamente para mayor vida útil de cada equipo al que se le aplique para un debido seguimiento.

Es un programa planificado, destinado asegurar el mínimo tiempo de paros no previstos y un máximo de tiempo de funcionamiento productivo, eficaz y eficiente para equipos maquinarias y por supuesto los procesos de producción es decir se ejecutan para evitar la falla crítica.

Esto significa que un programa de mantenimiento preventivo incluye dos actividades básicas:

- Inspección periódica de los equipos de industria, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, y
- Conservación de la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos cuando se encuentren aun en etapa incipiente.

A menudo se considera el mantenimiento preventivo como sinónimo del mantenimiento periódico, planeado, sintomático, dirigido, o continuo el mantenimiento preventivo (PM) tiene una parte esencial de todas estas funciones, pero no son sus únicos elementos. En cada tipo de compañía de acuerdo con la naturaleza de sus actividades y su sistema productivo, es factible establecer un programa de PM, que sea de fácil implementar; usualmente toda organización cuenta con los equipos, el personal y los talleres e instalaciones para llevar a cabo este tipo de mantenimiento.

Para la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo son necesarias ciertas bases, quizá la más importante sea la participación ideológica de todos los sectores involucrados, el éxito de un programa se basa fundamentalmente, en que se venda la idea del PM a cada uno de los integrantes de la planta, a la gerencia, a los ejecutivos de producción a los supervisores de mantenimiento, a los técnicos y demás operarios. Es necesario también un conocimiento a fondo de los componentes del sistema, su conceptualización, su metodología sus etapas de aplicación, y su forma de administración, con miras a obtener el verdadero objetivo del mantenimiento: lograr los más bajos costos de manufactura de unos productos de calidad.

Para una buena implementación se requiere una aplicación selectiva del programa de mantenimiento preventivo; se considera que es demasiado riesgo aplicarlo a toda la planta de una vez, lo mejor es ir construyendo el programa paso a paso sin importar que tan rápidamente sea posible su integración; hasta cuando se termine una etapa se deba comenzar la siguiente. Una vez que se armen los programas de inspección y la lista de tareas a realizar, estas se deben ejecutar periódicamente puesto que el desarrollo mismo del plan va dando las pautas para las correcciones a que haya lugar. Es conveniente, también que una vez implementado el programa sea manejado con suma honestidad, es decir que los trabajos programados sean realizados a conciencia y que los informes se ajusten exactamente a las labores realizadas.

Es la actividad efectuada por técnicos especializados que tiene por objetivo, prevenir el desgaste prematuro de piezas vitales en el proceso de trabajo, pronostico probables daños o determina defectos en el funcionamiento, recomendado reparaciones programadas con anticipación a la falla o inmediatas antes de la falla. Utilizan materiales auxiliares de limpieza y lubricación repuestos menores y herramientas para montaje y desmontaje de partes.

**a) Fases del mantenimiento preventivo:**

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicaciones exactas de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de operaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

## **b) Ventajas de un programa de mantenimiento preventivo:**

Martin, 2005. Un programa de mantenimiento preventivo tiene entre otras las siguientes ventajas:

1. Con el tiempo se disminuye los paros imprevistos de equipos, que son remplazados por paros programados.
2. Se mejora notoriamente la eficiencia de los equipos y por lo tanto de la producción.
3. Después del tiempo de estabilización del programa, se obtiene una reducción de costos de la siguiente manera:
  - Al disminuir las fallas repetitivas.
  - Por disminución de duplicación de reparaciones: una para desvarar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.
  - Por disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes.
  - Por mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
  - Menores costos de producción por menos cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.
  - Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
  - Disminución de tiempos muertos, tiempo de parada de equipos/maquinas.
  - Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puestos que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.

## **C) Implementación de un programa de mantenimiento preventivo.**

Son dos aspectos esenciales para implementar un programa de mantenimiento. El primero es organizacional y el segundo operativo.

- Los requerimientos organizacionales incluyen el listado del equipo que va ser inspeccionado.
- Se establecen rutas para las inspecciones y define la frecuencia de cada servicio.

- Se preparan un listado de maquinaria. Inicialmente mediante instrucciones sencillas para añadir posteriormente los detalles.
- Se define estándares de tiempo para adelantar el mantenimiento. Se determina cuanto tiempo es necesario para completar la tarea.
- Se determinan los requerimientos de mano de obra. Cuantos trabajadores es necesario para desarrollar el trabajo.
- Los requerimientos operativos para implementar el programa de mantenimiento preventivo.
- Preparar y publicar el listado de las tareas de mantenimiento describiendo el procedimiento y verificar su cumplimiento.
- El trabajo programado debe ir en ascenso, el de emergencias en retroceso.
- Se revisan los métodos de inspección. Se determina cuantas inspecciones se hacen y si las reparaciones cumplen con la tarea asignada.

### **2.2.6.3 Mantenimiento predictivo:**

Según Ferren, 2005. El sistema de mantenimiento predictivo se define como “el conjunto de actividades, programadas para detectar las fallas de los activos físicos, por revelación antes de que sucedan, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, usando aparatos de diagnóstico y pruebas no destructivas.

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar las falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicio al servicio, ni detención de la producción, basado en la medición seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación, por lo cual este mantenimiento tiene un costo muy alto por los equipos a emplear.

Aunque existe multiplicidad de técnicas de aplicación del mantenimiento predictivo como el ultrasonido, la radiografía, la termografía infrarroja, o la termovisión, los análisis de lubricantes, las vibraciones de ruidos, la inspección visual, etc. Se ha popularizado que el mantenimiento predictivo se basa en la medición y análisis de vibraciones, y tiene como principio el hecho de que si un equipo esta operado en buenas condiciones, no debe ser intervenido.

En forma generalizada un sistema de mantenimiento predictivo consiste en llevar un control periódico de los niveles de vibración de cada equipo teniendo como parámetros de medición, las características de vibración, las variaciones de temperatura y el aumento de consumo de energía. Los elementos característicos de una señal de vibración son: su frecuencia, su ángulo de fase y su amplitud, esta última puede ser medida como el desplazamiento, la velocidad o la aceleración de la vibración son confrontados con patrones preestablecidos, permite a través de una

técnica confiable, lógica y segura diagnosticar el efecto específico; con la frecuencia de la vibración se determina el tipo de falla, mientras que la amplitud de vibración determina la severidad del daño, con un alto grado de exactitud.

#### **A) Cómo nos damos cuenta que estamos próximos al desencadenamiento de una falla**

Si bien ésta es tarea para especialistas, se puede decir que, previo al surgimiento de una falla, la característica seguida se "dispara" de la evolución que venía llevando hasta ese momento.

Además de la ventaja recién citada, el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallas repetitivas; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

Como inconveniente, debemos citar que se necesita constancia, ingenio, capacitación y conocimientos, aparatos de medición y un adecuado registro de todos los antecedentes para formar un historial.

#### **B) Beneficios del mantenimiento predictivo**

- Se obtiene la máxima vida útil de los componentes de una máquina o equipo.
- Incluye ventajas del mantenimiento preventivo
- Elimina pérdidas de producción
- Elimina las necesidades de una inspección periódica programada para el equipo.
- Reduce las horas extras de mantenimiento.
- Encuentra serios problemas.
- Reduce las paradas imprevistas.
- Se conoce con precisión cuando y que debe ser cambiado en la máquina.
- Aumenta la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas.

### C) Comparación de costos de los tres sistemas de mantenimiento

Tabla 1. Comparación de costos

COSTOS	CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO
Para implementar	Bajo	Mediano	Altos
Improductivos	Altos	Medianos	Muy bajos
Tipo de parada	Altos e indefinidos	Predefinidos	Mínimos
Asociado a existencia de repuestos	Alto consumo e indefinidos	Alto consumo y definidos	Consumo mínimo

Fuente: [www.fing.uncu.edu.ar/cátedras/planeamiento/mantenimiento](http://www.fing.uncu.edu.ar/cátedras/planeamiento/mantenimiento)

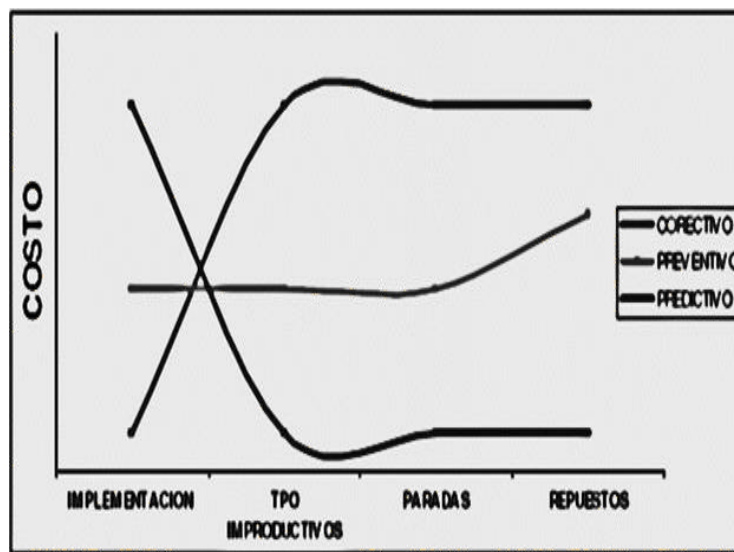


Fig.1. Comparación de los tipos de mantenimiento

Fuente: [www.fing.uncu.edu.ar/cátedras/planeamiento/mantenimiento](http://www.fing.uncu.edu.ar/cátedras/planeamiento/mantenimiento)

## **5) Mantenimiento programado:**

Este tipo de mantenimiento, se puede calificar como un mantenimiento preventivo, debido a que presta mucha atención a las recomendaciones del fabricante y otras personas conocedoras del tema, para obtener un cronograma de aplicación del mantenimiento

Agrupado al preventivo y predictivo son realizados de acuerdo a una periodicidad establecida con anterioridad y se efectúan. Si falla o no falla la periodicidad se mide mediante la variable de control.

## **6) Mantenimiento productivo total (TPM):**

Es un moderno sistema gerencial de soporte al desarrollo industrial, que permite con la participación total de la organización tener equipos de producción siempre listos. La metodología del TPM, sostenida por varias técnicas de gestión, establece las estrategias adecuadas para mejorar la productividad empresarial, para poder afrontar con éxito el proceso de globalización y apertura de la economía.

El TPM incorpora una serie de nuevos conceptos. Este sistema está basado en el "Mantenimiento al primer nivel", en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

- Mantenimiento: Para mantener siempre las instalaciones en buen estado
- Productivo: Está enfocado a aumentar la productividad
- Total: Implica a la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento)

Este sistema coloca a todos los integrantes de la organización en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes.

Centra el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento que deben ser realizadas en pequeños grupos, mediante una dirección motivadora.

### **a) Ideas fundamentales del mantenimiento productivo total.**

- Capacitar, mediante un proceso continuo, a todas las personas involucradas con el equipo y realizar una educación general a todos los miembros de la organización en el sentido de su responsabilidad frente al mantenimiento.
- Los operarios se encargan de prestar los primeros auxilios a sus equipos, realizan los programas de mantenimiento diario, hacen las recomendaciones del caso y ayudan en los grandes mantenimientos. Aquí no existe el "yo opero tu mantienes".

- Mejorar la eficiencia y la efectividad de las actividades del mantenimiento.
- Mejorar la eficiencia global de producción de los equipos mediante la eliminación de las causas principales que ocasionan pérdidas. Esto significa: mejorar la disponibilidad, la velocidad o desempeño del equipo y la calidad de los productos.

## **2.2.7 Determinación de medidas preventivas**

Determinamos los modos de fallos de cada uno de los equipos, sistemas o elementos que componen la planta que se analiza, el siguiente paso es determinar las medidas preventivas que permiten, bien evitar el fallo, bien minimizar sus efectos.

### **2.2.7.1 Análisis de Información**

Es una herramienta para una administración y control adecuados. Debe diseñarse de tal manera que satisfaga los requerimientos de la administración del mantenimiento como la información de los equipos, las cargas de trabajo y todos los informes oportunos que se tenga. (Duffuaa, Raouf, Dixon s.f.)

Requiere la integración y organización de cientos de acciones y operaciones en términos de QUE es lo que se tiene que hacer, CUANDO se tiene que hacer, COMO se debe de hacer y POR QUIEN debe ser hecho.

### **2.2.7.2 Tareas de mantenimiento**

- *Tipo 1: Inspecciones visual.* Veíamos que las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un costo muy bajo, por lo que parece interesante echar un vistazo a todos los equipos de la planta en alguna ocasión.
- *Tipo 2: Lubricación.* Igual que en el caso anterior, las tareas de lubricación por su bajo coste, siempre son rentables.
- *Tipo 3: Verificación del correcto funcionamiento realizados con instrumentos propios del equipo ( verificaciones on\_ line).* Este tipo de tareas consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo. Son, por ejemplo, la verificación de alarmas, la toma de datos de presión, temperatura, vibraciones, etc. Si en esta verificación se detecta alguna anomalía, se debe proceder en consecuencia. Por ello es necesario, en primer lugar, fijar con exactitud los rangos que entenderemos como normales para cada uno de los puntos que se trata de verificar, fuera de los cuales se precisara una intervención en el equipo.
- *Tipo 4: Verificaciones del correcto funcionamiento realizado con instrumentos extremos del equipo.* Se pretende, con este tipo de tareas, determinar si el equipo cumple con especificaciones prefijadas, pero para cuya determinación es

necesario desplazar determinados instrumentos o, herramientas especiales, que pueden ser usadas por varios equipos simultáneamente y que por tanto, no están permanentemente conectadas a un equipo. Podemos dividir estas verificaciones en dos categorías:

- Las realizadas con instrumentos sencillos, como pinzas amperimétricas, termómetros por infrarrojo, tacómetros, vibrómetros, etc.
- Las realizadas con instrumentos complejos, como analizadores de vibraciones, detección de fugas por ultrasonido, termografías, analíticas de la curva de arranque de motores, etc.
- *Tipo 5: Limpieza técnicas condicionales*, dependiendo del estado en que se encuentre el equipo.
- *Tipo 6: Ajustes condicionales*. Dependiendo de que el equipo haya dado síntomas de estar desajustado.
- *Tipo 7: Limpieza técnica sistemática*, realizadas cada cierta horas de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar como se encuentre el equipo.
- *Tipo 8 : Ajustes sistemáticos*, sin considerar si el equipo ha dado síntomas de estar desajustado.
- *Tipo 9: Sustitución sistemática de piezas*, por horas de servicio o por fecha de calendario, sin comprobar su estado.
- *Tipo 10: Grandes revisiones*, son las sustituciones de todas las piezas sometidas a desgaste.

### **2.2.8 Determinación del repuesto a partir del análisis de fallos**

El análisis de fallos tiene sus consecuencias no solo en la elaboración del plan de mantenimiento, sino también en la determinación del stock de repuestos que debe permanecer en la planta.

Como se detalla en este capítulo, basta analizar cada uno de los fallos para determinar que es importante tener un stock, son el objetivo de buscar un equilibrio entre el costo financiero asociado a la inmovilización de capital y la disponibilidad de los equipos. Para cada uno de los fallos analizados.

- ¿El fallo afecta a un equipo crítico por producción, calidad, seguridad o mantenimiento?
- ¿Es posible prever el fallo con algún tipo de inspección?

- Desde que se detecta el fallo hasta que afecta al equipo, hay tiempo suficiente para adquirir el repuesto?
- Se tarda lo mismo en reparar el fallo, haya o no haya repuesto?

### **2.2.9 Planificación del mantenimiento**

Una vez elaborado el plan de mantenimiento, es necesario planificar la realización de este plan. Planificar significa cuando y quien realizara cada una de las gamas y rutas que componen el plan.

La planificación de las rutas diarias es muy sencilla: por definición hay que realizarlas todos los días, por lo que sería necesario sencillamente determinar a que hora se realizaran, y quien es el responsable de llevarlas acabo.

La planificación de las rutas semanales exige determinar que día de la semana se ejecuta cada una de ellas y, como siempre, quien sera el responsable de realizarla. Es muy importante determinar con precisión este extremo. Si se elabora una gama o una ruta , pero no se determina con claridad quien o quienes son los responsables de realizarla, estaremos dejando indeterminaciones que se traducirán, casi invariablemente, en la no- realización de estas tareas. Para asegurar que una tarea se realizara es necesario, pues:

- Fijar quien es el responsable de realizarla.
- Asegurarse de que en el momento en que tenga que realizarla no tendrá otra tarea que realizar.

Las gamas y rutas semanales son algo mas difíciles de programar y, en general, tendremos que hacerlo con cierto margen. Puede ser conveniente, por ejemplo, programar la semana del año en que se realizara cada gama o ruta mensual, permitiendo que a medida que se acerque la fecha de realización, pueda programarse con mas exactitud.

Las gamas anuales también deben programarse igualmente con margen de maniobra, mayor incluso que el anterior. En este caso, puede ser conveniente programar tan solo el mes en que se realizara la gama anual de los equipos que componen la planta.

Si se dispone de un programa informático de gestión de mantenimiento, esta tarea es conveniente hacerla igualmente sobre soporte papel, y después trasferir los datos al programa.

### **2.2.10 Organización de paradas**

El análisis de equipos tiene una influencia decisiva en la organización de paradas. Las paradas son grandes revisiones que se realizaran a determinados equipos en una época muy determinada del año, coincidiendo en general con las vacaciones veraniegas invernales. Muchas empresas realizan la mayor parte de su

mantenimiento programado en estas épocas determinadas, dedicándose el resto del año a atender los problemas que van apareciendo.

Los inconvenientes de la realización de estas paradas son varios:

- En poco tiempo se intenta realizar muchas intervenciones.
- Se cuenta con mucho personal no habitual en la planta, que no está preparado técnicamente para estas intervenciones.
- Los rendimientos del personal son, por ello, bajos.
- La posibilidad de que haya accidentes aumenta.
- Son muy costosas.

El mantenimiento en parada es, en muchas empresas, una actividad impredecible, pues determinados equipos no pueden detener su actividad, solo en esas épocas determinadas del año. El error consiste, generalmente en realizar, en esas épocas intervenciones que pueden realizarse en cualquier otro momento, y no precisamente durante la parada.

Una de las consecuencias del análisis de equipo es poder determinar con claridad en que equipos hay que intervenir durante una parada. Son aquellos equipos cuyo modelo de mantenimiento sea el de alta disponibilidad. El resto de los equipos pueden ser intervenidos en cualquier otra época del año.

### **2.2.11 La mejora continua del plan de mantenimiento**

El plan de mantenimiento no es algo estático, que una vez creado pueda permanecer durante meses o años inalterable. Podemos decir, más bien que es al contrario: si un plan de mantenimiento permanece inalterado durante más de 6 meses, seguramente no se está usando.

A medida que se lleva a cabo el plan y se va realizando las distintas gamas de mantenimiento, se detectan mejoras que es posible introducir: tareas a las que hay que cambiar la frecuencia, tareas que resultan innecesarias y que no aportan ninguna mejora en el estado de la instalación o en el costo del mantenimiento; tareas que se habían olvidado y que aparecen como necesarias. En otras ocasiones, es el mantenimiento correctivo el que genera modificaciones en el plan de mantenimiento: el análisis de determinadas averías añade nuevas tareas a realizar, para evitar que determinados fallos se repitan. Por último, la instalación también cambia con el tiempo: se adquiere nuevas máquinas, se cambia de plan de producción (lo que conlleva un cambio en la criticidad de los equipos, y por tanto una variación en el modelo de mantenimiento aplicable), etc.

Por ello, hay que ser receptivo y mostrarse dispuesto a modificar el plan tantas veces como sea necesario. Es conveniente tener un sistema lo suficientemente ágil para mantener cambios en el plan de mantenimiento sin una burocracia excesiva.

### **2.2.12 Descripciones de la falla**

Para la descripción de una falla se utiliza todas las experiencias y competencias disponibles de los estudios, métodos, mantenimiento, fabricación, calidad. Es un método inductivo y cualitativo que permite pasar revista al conjunto de los órganos de un sistema o instalación, definiendo:

- Los tipos de fallos reales o potenciales.
- Causas posibles.
- Consecuencias.
- Medios para evitar sus consecuencias

Su objetivo es, por tanto, identificar las causas de fallos aún no producidos, evaluando su criticidad (es decir, teniendo en cuenta su frecuencia de aparición y su gravedad). Permite definir preventivamente los fallos potenciales, lo que orienta sobre las políticas de mantenimiento a adoptar y las políticas de repuestos. En definitiva es una búsqueda sistemática de tipos de fallos, sus causas y sus efectos. Precisa un tratamiento de grupo multidisciplinar, lo cual constituye una ventaja adicional por el enriquecimiento mutuo que se produce.

Se realiza mediante una hoja estructurada que guía el análisis.

- **Funciones:** Se describen las especificaciones (características) y expectativas de desempeño que se le exigen al activo físico que se está analizando. Cubren por tanto no solo el volumen de producción sino las expectativas relacionadas con cuestiones como calidad del producto, control, contención, protección, cumplimiento de normas medioambientales, integridad estructural e incluso aspecto físico del activo.
- **Fallo Funcional:** Se refiere a la falta o incumplimiento de la función. El fallo funcional se define como la incapacidad de un ítem para satisfacer un parámetro de desempeño deseado.
- **Modo de Fallo:** Forma en que el dispositivo o el sistema puede dejar de funcionar o funcionar anormalmente. El tipo de fallo es relativo a cada función de cada elemento. Se expresa en términos físicos: rotura, aflojamiento, atascamiento, fuga, agarrotamiento, cortocircuito, etc.
- **Causa Raíz:** Anomalía inicial que puede conducir al fallo. Un mismo tipo de fallo puede conducir a varias causas: Falta de lubricante, lubricante en mal estado, suciedad, etc.
- **Consecuencia:** Efecto del fallo sobre la máquina, la producción, el producto, sobre el entorno inmediato.

### **2.2.12.1 Fallas**

Podemos decir que algo falla cuando deja de brindar el servicio que debía darnos según las especificaciones de diseño con las que fue construido.

### **2.2.12.2 Tipos de fallas**

Dentro de las fallas se pueden tener diferentes clasificaciones, según el momento de la vida útil de un bien se los puede clasificar como:

### **2.2.12.3 Fallas tempranas**

Son aquellas que aparecen al comienzo de la vida útil del elemento y constituyen un pequeño porcentaje del total de la falla, se presentan generalmente en forma repentina y pueden causar graves daños.

### **2.2.12.4 Fallas adultas**

Estas son fallas que se presentan con mayor frecuencia durante la vida útil de los equipos. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores.

### **2.2.12.5 Fallas tardías**

Este tipo de fallas representa una pequeña fracción de las fallas en la etapa final de la vida útil del elemento.

## **2.3 Plan de Mantenimiento**

Según Montout (2001), se entiende por el plan de mantenimiento “el conjunto de actividades destinadas a realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y maquinarias de trabajo “. Esto indica que el plan de mantenimiento preventivo es aquel que se realiza en forma periódica con el propósito de evitar fallas en equipos y maquinarias. Los recursos indispensables para comunicar las decisiones que hay que llevar a cabo para realizar un procedimiento determinado. Son una guía de inducción que les permite a los nuevos miembros de una organización realizar sus funciones:

## **2.4 Registro**

De acuerdo a lo señalado por el diccionario de la real academia. 2011 sostiene que: “un documento sería toda información o hecho fijado o registrado en cualquier tipo de soporte material que sirvan para comprobar o acreditar algo”. Esto significa que todo escrito que pruebe o acredite algo, se considera un documento.

En este sentido en el área de mantenimiento industrial el registro juega un papel predominante, ya que la información que se recaba de cada hecho o suceso en los

equipos y maquinarias, debe quedarse asentada en un documento que permita tener acceso al mismo a los efectos de tomar las acciones necesarias a la que haya a lugar tales como: registro de fallas, ordenes de trabajo, inventario de repuestos, solicitud de materiales y herramientas, entre otros, para la aplicación del mantenimiento.

## **2.5 Ficha técnica**

Esta definición se adapta más a lo que se denomina hoja de vida. En cuanto a la ficha técnica creemos que la definición que corresponde al documento en el que queda registrado los datos importantes de una máquina o sistema.

Una ficha técnica es un documento en forma de sumario que contiene la descripción de las características de un objeto, material, proceso o programa de manera detallada. Los contenidos varían dependiendo del producto, servicio o entidad descrita, pero en general suele contener datos como el nombre, características físicas, el modo de uso de elaboración, propiedades distintas y especificaciones técnicas.

La ficha técnica se define como el registro de las incidencias, averías, reparaciones y actuaciones consistentes a una determinada actividad.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 LA EMPRESA.

LATERCER S.A.C. Es una empresa que se ubica en el departamento Lambayeque Chiclayo-Monsefú. LATERCER S.A.C se dedica a la fabricación de ladrillos para techos y pared, crece día a día gracias a la demanda del producto. Por ser unas de las primeras que se inicia en el norte del país logrando ubicar en el mercado, por la calidad de sus productos e innovándose cada vez más.

##### 3.1.1 Organigrama de la empresa:

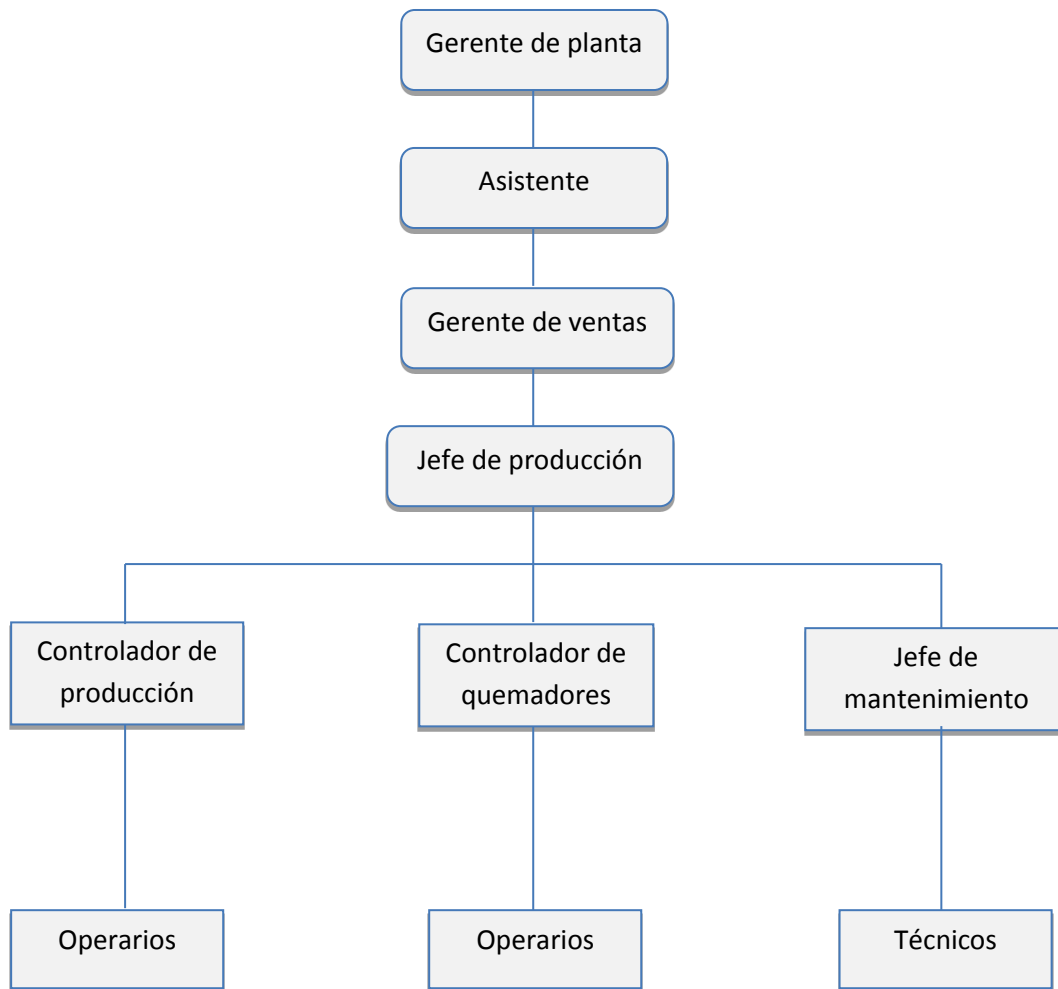


Fig. N° 2. Organigrama de la empresa  
Fuente: LATERCER S.A.C.

### 3.1.2 Organigrama del área de mantenimiento:

El perfil del personal del área de mantenimiento son técnicos calificados para el área de mantenimiento cuenta con un jefe de mantenimiento, dos técnicos mecánicos y un electricista industrial.

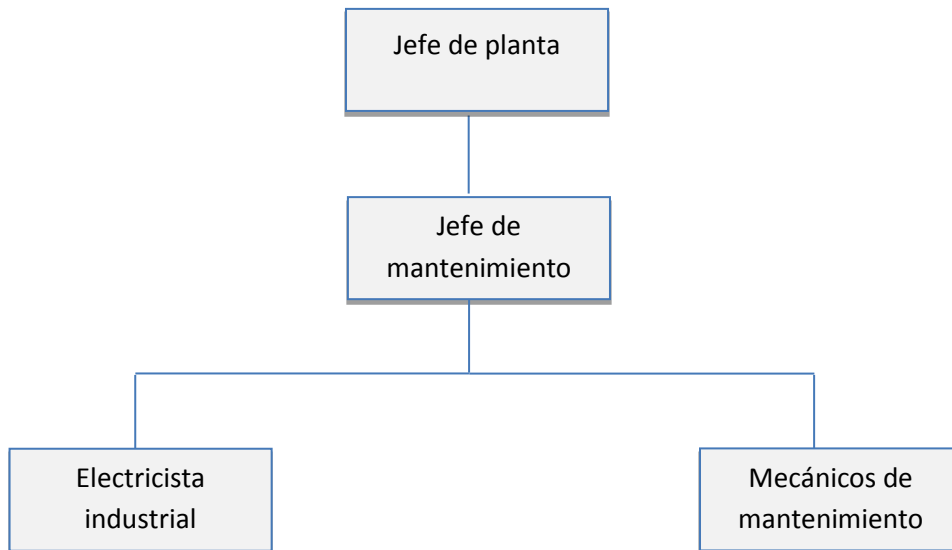


Fig. N° 3. Organigrama del área de mantenimiento  
Fuente: LATERCER S.A.C.

## 3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.

### 3.2.1. Política de calidad

Se trabaja en la producción y mercadeo de ladrillo estructural, para todo tipo de uso de excelente calidad para lograr la satisfacción de sus clientes, valiéndose para ello de personal calificado, un tratamiento minucioso de la materia prima, reducción en el peso del producto y entrega oportuna, características que lo consolidan en el mercado local y los proyectan en el mercado nacional.

### 3.2.2. Producción

En la empresa LATERCER S.A.C. se fabrica ladrillo estructural para todo tipo de edificaciones.

Productos fabricados:

- Ladrillos para paredes

- Estándar.
- Tipo IV.
- Pandereta.
- Super King Kong.

- Ladrillos para techos

- Techo 8.
- Techo 12.
- Techo 15.

### 3.2.2.1 Capacidad de producción:

Su capacidad de producción varía entre 170 a 200 toneladas de materia prima diaria por turno, a no encontrar paradas por fallas mecánicas se trabaja dos turnos por día. A continuación se muestran las tablas en millares, por cada tipo de ladrillo.

Tabla 2. Características del ladrillo según formato (pared)

Tipo de ladrillo	Masa en crudo (kg/ladrillo)	Millares por hora	Millares por turno	Millares por semana
Estándar	3,41	7,331	58,651	410,557
Tipo IV	4,32	5,787	46,296	324,074
Pandereta	2,614	9,579	76,628	536,399
SKK	9,09	2,750	22,002	154,015

Fuente: LATERCER S.A.C. (2013)

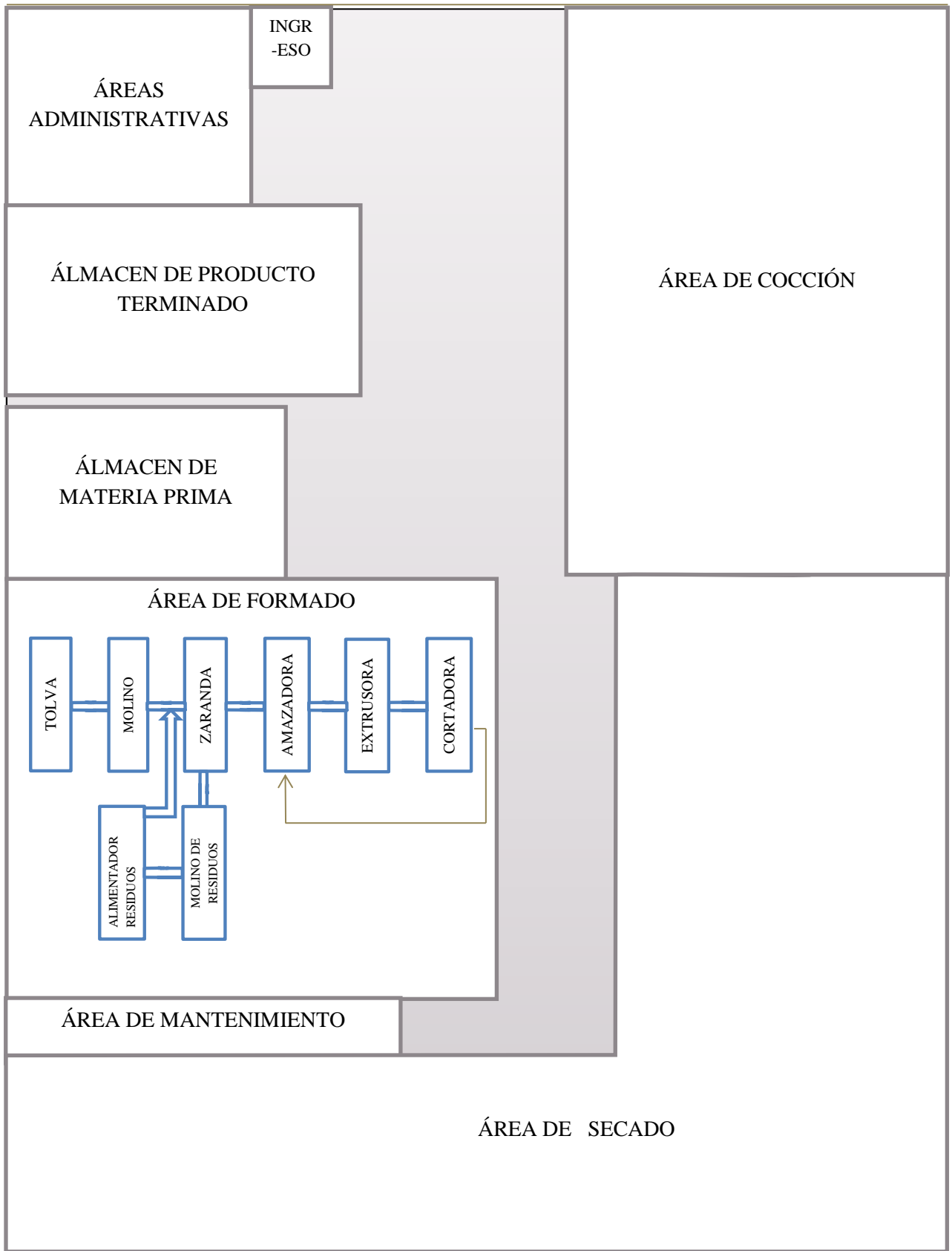
Tabla 3. Características del ladrillo según formato (techo)

Tipo de ladrillo	Masa en crudo (kg/ladrillo)	Millares por hora	Millares por turno	Millares por semana
Techo 8	5,34	4,682	37,453	262,172
Techo 12	7,95	3,145	25,157	176,101
Techo 15	9,66	2,588	20,704	144,928

Fuente: LATERCER S.A.C. (2013)

### 3.2.3. Distribución de planta

Figura 4. Distribución de planta en la empresa LATERCER S.A.C.



Fuente: LATERCER S.A.C.

### **3.2.4. Planta de producción:**

La planta de producción de la ladrillera LATERCER S.A.C. Está dividida en:

- Áreas administrativas.
- Área de producto terminado.
- Área de almacenamiento de materia prima.
- Área de producción o formado.
  - Almacenamiento de materia prima (arcilla).
  - Molino de tierra.
  - Molino de residuos.
  - Alimentador de residuo.
  - Zaranda.
  - Amasadora
  - Extrusora.
  - Cortadora.
  - Faja de retorno.
- Área de mantenimiento.
- Área de secado.
- Área de cocción (hornos).

### **3.2.5. Recursos humanos**

La empresa ladrillera LATERCER S.A.C cuenta con 67 trabajadores en planilla y 80 empleados terceros, distribuidos en las áreas administrativas, línea de producción, taller, secado, cocción y entrega del producto, como se menciona en la tabla N° (4,5).

Tabla N° 4. Personal del área administrativa y comercial en la empresa LATERCER S.A.C.

<b>CARGO</b>	<b>N°</b>
GERENTE GENERAL PLANTA	1
GERENTE DE VENTAS	1
ASISTENTE DE PLANTA	1
ASISTENTE DE VENTAS	1
JEFE DE DESPACHO	1
CONTROLADOR DE PAMPA	2
ENCARGADO DE TURNO	2
VIGILANTES	3
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>

Fuente: LATERCER S.A.C.

Tabla N° 5. Personal del área de producción en la empresa LATERCER S.A.C.

<b>CARGO</b>	<b>N°</b>
CONDUCTORES	2
OPERARIOS EN MAQUINA	6
TÉCNICOS EN MANTENIMIENTO	4
PERSONAL EN EL SECADO	6
PERSONAL EN COCCIÓN	18
OFICIOS VARIOS	19
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>

Fuente: LATERCER S.A.C.

### 3.3 Productos

Los productos que se fabrican en la empresa LATERCER S.A.C. Ladrillos cerámicos no refractarios a continuación, se mencionan sus respectivas dimensiones, en las tablas N° (6 y 7).

Tabla N° 6. Producción de ladrillo en millares (pared)

Tipo de ladrillo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Masa cocido (kg/ladrillo)	Masa en crudo (kg/ladrillo)
Estándar	244	124	96	3	3,41
Tipo IV	251	136	96	3,8	4,32
Pandereta	236	124	94	2,3	2,61
SKK	404	200	125	8	9,09

Fuente: LATERCER S.A.C.

Tabla N° 7. Producción de ladrillo en millares (techo).

Tipo de ladrillo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Masa cocido (kg/ladrillo)	Masa en crudo (kg/ladrillo)
Techo 8	318	134	84	4,7	5,34
Techo 12	318	134	124	7	7,95
Techo 15	318	134	154	8,5	9,66

Fuente: LATERCER.S.A.C.

### 3.4. Desechos:

Los componentes que se utilizan para la cocción del producto, como la cascara de arroz, cáscara de café, cáscara molida, ocasiona residuos, después de haberse realizado la cocción del ladrillo en hornos, generan cenizas lo cual es desechado, o llevado para el uso de la agricultura tales, como abono especialmente para áreas no áridas.

### 3.5. Materiales e Insumos

Materiales que intervienen en el proceso:

- Arena
- Tierra amarilla
- Tierra negra
- Chamota

### **3.6. Proceso de producción**

En general el proceso para la obtención del producto es sencillo, es un proceso continuo, consiste en transformar arcilla seca en ladrillo, la primera parte comprende la transformación de la materia prima, trituración de la misma en polvo se le adhiere agua para ser amasado es transformado en chorro, lo cual es cortado según las dimensiones a procesar dándole la forma del ladrillo crudo, la segunda parte es el secado y posteriormente la cocción (quemado) para la obtención del producto final. Se puede especificar su proceso de la siguiente manera:

- Distensionamiento, transporte y almacenamiento de la arcilla.
- Transporte interno de la arcilla a la tolva.
- Eliminación de piedras (manual y mecanizada).
- Molienda seca de la arcilla.
- Separador de residuos 1.
- Separador de residuos 2.
- Mezcla y humidificación (Amasadora).
- Formado del ladrillo
- Cortado del ladrillo en crudo
- Retorno de material dañado.
- Secado.
- Cocción (quemado)

#### **3.6.1. Distensionamiento de arcilla:**

En esta área es donde se extrae la materia prima (arcilla) producto principal para la obtención del ladrillo, se extrae de la misma zona la cual se utiliza maquinaria pesada como, excavadora, carta pila y al mismo tiempo es transportado por volquetes y almacenado en planta.

#### **3.6.2. Transporte interno dentro de planta:**

Es la operación donde la materia prima es transportada a planta, almacenándolo cerca de tolva. Para luego ser transportada por una carta pila esta máquina alimenta a la tolva principal según lo que se requiera para producir. Tal como muestra la figura ver anexos 1 fig. 7.

#### **3.6.3. Mezclado:**

Es el proceso donde se logra que la materia prima se unifique halla un mezclado homogéneo, a continuación en el siguiente tabla N° 8 los porcentajes a usar para cada tipo de ladrillo.

Tabla N° 8. Composición de mezclas (en base seca)

Composición	tierra	arena	chamota
<b>PARED</b>			
Pandereta	51,8%	27,7%	20,5%
Tipo IV	57,1%	28,6%	14,3%
Estándar			
Súper King Kong (SKK)			
<b>TECHO</b>			
Techo 8	57,1%	28,6%	14,3%
Techo 12			
Techo 15			

Fuente LATERCER S.A.C.

#### 3.6.4. Eliminación de piedras (manual y mecanizada):

Esta operación se divide en dos etapas, manual y mecanizada, su función principal es separar piedras u otros elementos extraños, como se sabe que la materia prima llega con impurezas, manualmente se logra evacuar o priorizar elementos principales que causen daño posteriormente debido a su dureza o tamaño no podrán ser trituradas o separada por la máquina, el proceso en la máquina tiene como efecto separar piedras, residuos, para que no haya obstrucciones en adelante del proceso. Ver en anexo 1 fig. N° 7.

#### 3.6.5. Molienda seca de arcilla:

Es el proceso, en la cual la materia prima llega en rocas pequeñas o trozos, es transportado por intermedio de una faja al molino, la cual es triturado por veinticuatro (24) martillos logrando quedar en polvo, es colado por unas zarandas para eliminar objetos extraños estas zarandas sus agujeros no son mayores de 4 mm.

### **3.6.6. Separador de residuos 1 (zaranda):**

Es la operación donde llega el producto molido y su función es de colar el producto que pase lo más fino, esta máquina su misión principal es de separar impurezas como piedras, residuos, ladrillos cocidos, etc. pasa a una línea de molido retornando nuevamente al molino en la línea de producción.

### **3.6.7. Separador de residuos 2:**

Es la máquina donde llegan los residuos de la zaranda que no fue molido completamente, su función principal de esta máquina es de triturar el material, como ladrillos cocidos, crudos y de separar elementos extraños.

### **3.6.8. Molienda de chamota:**

Su función de esta máquina es de darle el acabado al producto molido y separar residuos para que no generen averías posteriores en el proceso, una vez terminada dicha operación pasa por una faja transportadora al molino.

### **3.6.9. Mezcla y humidificación:**

Esta etapa en la que el producto se logra homogenizar se humedece la mezcla de arcilla hasta obtener una textura adecuada para su extrusión de acuerdo a lo que se va a producir, las proporciones de arcilla varían dependiendo del producto, que si no se llegara a cumplir de manera adecuada, causaría un atascamiento en la extrusora que a su vez causa que la producción se detenga lo que tocaría sacar parrillas de producto, desmontar, ocasionando demora en el proceso.

### **3.6.10. Extrusión:**

Una vez terminada la operación en la amasadora, pasa a la extrusora, etapa en la cual se compacta y se le da forma al material a través de una boquilla (molde) la cual, por medio de una bomba de vacío hace que la mezcla que está dentro se compacte y hace una mezcla mejor que encuentre sometida a una presión mayor por el tornillo sin fin de la máquina.

### **3.6.11. Cortado de ladrillo en crudo:**

Es la operación, donde el chorro sale de la extrusora transportada por unos polines que llega a la cortadora la cual su función es cortar el chorro dando forma al ladrillo crudo, dándole sus dimensiones correspondientes, posteriormente pasa a una faja transportadora para ser llevado a pampas de secado.

### 3.6.12. Retorno de material dañado:

Es la operación la cual permite transportar por medio de una faja transportadora las mermas retazos de ladrillos, ladrillos malogrados de la cortadora hacia la amasadora que retorna para volver a procesar.

### 3.6.13. Secado:

Operación en la cual el ladrillo crudo, se transporta en carretas por medio de un tractor por personal de la empresa, desde la cortadora hasta las pampas de secado, para que tenga un secado natural hasta con cierta humedad en este proceso se clasifica el producto final que va a la siguiente etapa de cocción. En la tabla N° 9 posterior se observa el tiempo que dura cada tipo de ladrillo en secado.

Tabla N° 9. Tiempo de secado (días)

Tipo de ladrillo	Días promedio
Tipo IV	11
Estándar	11
Techo 8	10
Techo 12	10
Techo 15	10
Súper King Kong (SKK)	14
Pandereta	12
Promedio (días)	11.14

Fuente: LATERCER S.A.C

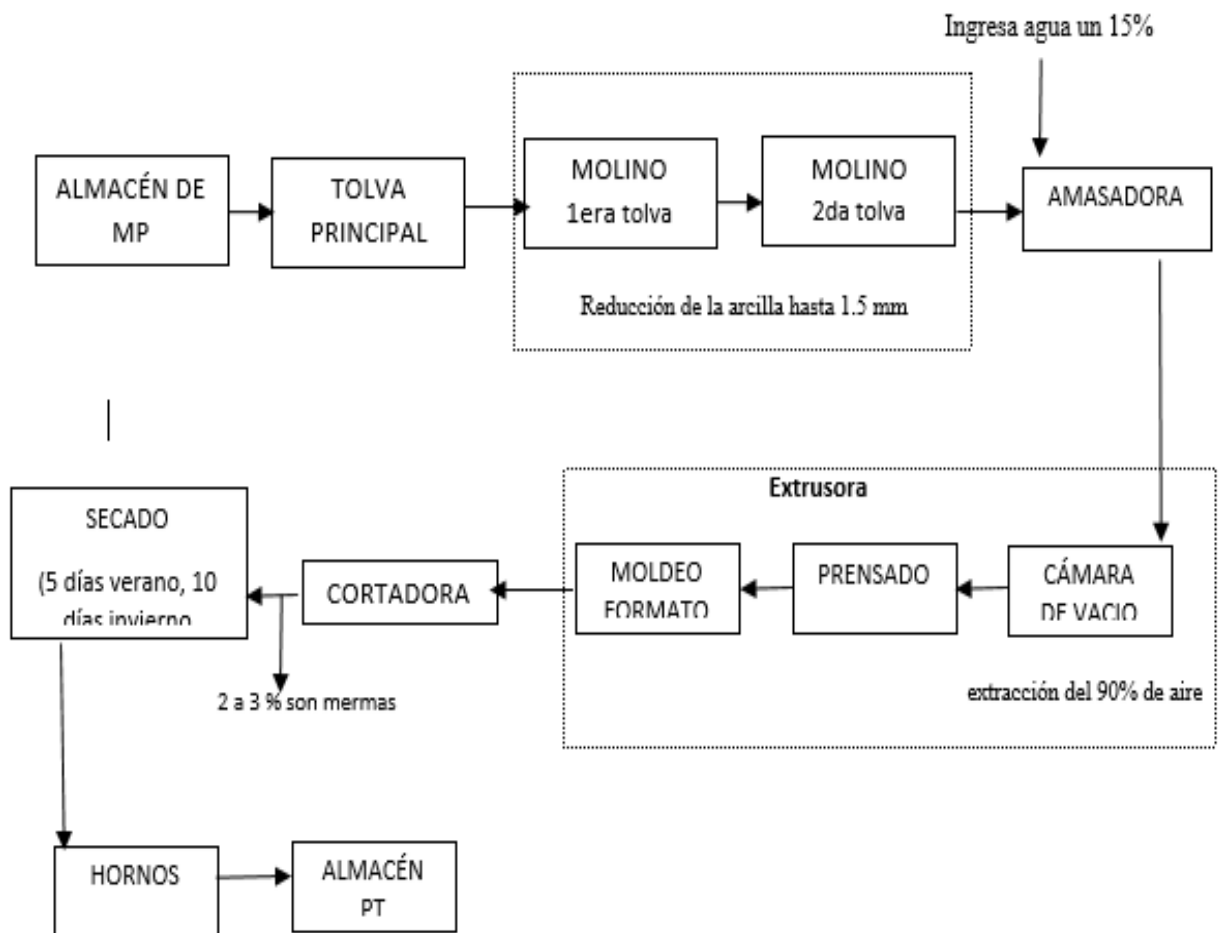
### 3.6.14. Cocción (Quemado):

Una vez que el producto está a su temperatura ambiente ha sido secado correctamente, es transportado a hornos para ser sometidos, a la quema su cocción llega a (900c°) esta es la etapa final del proceso en la cual se busca dar su apropiada color, dureza, resistencia, se utiliza para la cocción cáscara de café, cáscara de arroz y carbón estos componentes son mezclados para la cocción del proceso.

### **3.6.15. Almacenamiento de producto terminado:**

Es la operación donde, el ladrillo ha terminado su proceso, apto para ser almacenado en el área de producto terminado, para su venta posterior, como lo muestra la figura N° 14 en anexo 1.

### 3.7. Diagrama de Producción



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.8. Indicadores Actuales de Producción y Productividad

#### 3.8.1 Producción:

Dónde:

P = Producción

Tb = Tiempo base

Tc = Tiempo de ciclo

$$P = \frac{Tb}{C}$$

$$Tb = \frac{200 \text{ Ton}}{\text{día}} \div \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}}$$

$$Tb = 25 \text{ Ton / hora}$$

- ✓ Se trabaja por turno 8 horas, su producción varía entre 170 a 200 toneladas de materia prima debido al tipo del ladrillo a producir. Tomamos como referencia las 200 toneladas por día y por hora debe producir 25 toneladas hora, 7 millones del tipo estándar.

#### 3.8.2. Capacidad proyectada:

Nº De hora laboral por semana:

$$\text{Nº de horas de trabajo} = \frac{8 \text{ h}}{\text{Turno}} \times \frac{2 \text{ turnos}}{\text{día}} \times \frac{7 \text{ Dias}}{\text{semana}}$$

$$\text{Nº de horas trabajadas} = 112 \text{ h /semana} \rightarrow$$

$$112 \text{ horas} \times 25 \text{ toneladas/hora} = 2800 \text{ toneladas / semana}$$

- ✓ A la semana su capacidad proyectada es de 112 horas, produciendo por hora 25 toneladas, se produce 2800 toneladas a la semana en dos turnos.

### 3.8.3. Capacidad efectiva:

$$\text{N}^\circ \text{ de horas de trabajo} = \frac{8 \text{ h}}{\text{Turno}} \times \left\{ \left( \frac{2 \text{ turnos}}{\text{días}} \times \frac{7 \text{ días}}{\text{semana}} \right) - \frac{1 \text{ turno}}{\text{semana}} \right\}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de horas trabajadas} = \frac{8 \text{ horas}}{\text{Turno}} \times \frac{13 \text{ turnos}}{\text{semana}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de horas trabajadas} = 104 \frac{\text{Horas}}{\text{Semana}}$$

$$104 \text{ horas} \times 25 \text{ toneladas} = 2600 \text{ toneladas / semana}$$

- ✓ Las horas de trabajo son de 112 horas menos un turno a la semana para dar mantenimiento, se trabaja 104 horas por semana su producción sería de 2600 toneladas por semana en dos turnos.

### **3.9. Descripción del proceso actual de mantenimiento.**

En la actualidad la empresa no cuenta con un sistema de información donde se pueda registrar el historial, comparar y analizar los resultados de los distintos aspectos de las labores de mantenimiento que se realizan en su infraestructura en la línea de producción.

A no tener un control debido de las máquinas están generando riesgos porque no se sabe cuándo ocasionan daños o hay paradas realizando un mantenimiento correctivo, mejor dicho se trabaja a la deriva teniendo en cuenta que al empresario solo le importa producir y producir más no le toma interés a la máquina solo cuando hay paradas quiere que se arregle y seguir produciendo.

A no haber nada plasmado por estas paradas no programadas, como consecuencia por indebito por reparar las máquinas o cambio de fajas, rodajes, chumaceras, etc.

Se amplió una mejora reutilizando la chamota (ladrillos malogrados) como materia prima que tiene otras propiedades que la arena al tener menos peso, volumen teniendo en cuenta que anteriormente se desechaba, ahora es aprovechado y para esto se utilizó unas zarandas que separa elementos extraños, piedras para que no perjudiquen más adelante la producción.

En la línea de producción se encuentra un gran malestar al trabajarse con tierra y triturarlo, ocasiona polvo que rodea la mayor parte de la línea de producción incómoda a los operarios o técnicos, que realizan sus labores, no hay nada plasmado por reparar este efecto.

La intensidad de corriente en la empresa es estable, ya que se baja de las líneas principales de 22 000 voltios a un transformador, para reducirlo a 440 y 220 voltios para equilibrar la caída de tensión.

Los trabajos de mantenimiento para la empresa son realizados, por el equipo técnico de la empresa constituido por un jefe de mantenimiento y tres técnicos los cuales tienen capacidad de mecánica y electricidad industrial.

#### **3.9.1 Diagnóstico de situación actual del mantenimiento.**

Se sabe que todo proceso continuó se debe mantener un constante y riguroso control del proceso y por lo cual, máquinas operativas para no interrumpir dicho proceso porque estas máquinas generan producción.

La eficiencia de la maquinaria es buena se presenta paradas inoportunas no programadas en dicho proceso, demoras al realizar cambios de piezas. A continuación se mencionan las fallas más comunes.

- Escasez en las actividades preventivas de una planificación adecuada han originado problemas en la producción.
- Se detectó que cada dos veces a la semana se encuentran averías, por falta de lubricación o sustitución de piezas no controladas.
- Inexistencia de registros o documentación pertinentes a las actividades de mantenimiento y especificaciones técnicas de los repuestos utilizados.
- La falta de una adecuada programación, ha generado que en ocasiones, el encargado del mantenimiento realice reparaciones generando así gastos en horas extras para poder realizar dicho mantenimiento.
- Se realiza de manera verbal el daño al encargado de mantenimiento.
- La falta de hoja de vida de las máquinas, afecta para poder determinar la razón de daños que se presentan en las máquinas.
- Como las actividades de mantenimiento se realizan comúnmente los domingos esto genera agotamiento en los responsables de esta actividad como son los técnicos de mantenimiento, jefe de mantenimiento.
- El tiempo de uso de las máquinas es de dos turnos diarios.

### **3.9.2. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas.**

La fábrica productora de ladrillo en la cual se realiza esta investigación, es una empresa dedicada al tipo de construcción de edificaciones, consta con un departamento de mantenimiento que son los encargados de la dirección de toda la empresa. Se puede observar en la figura N° 3, el organigrama de la empresa, donde el área de mantenimiento está manejado por el encargado de este departamento, el jefe de planta.

El jefe del área de mantenimiento es un técnico mecánico de taller, quien tiene a su cargo a 3 trabajadores técnicos, entre ellos: 1 técnico electricista y 2 técnicos mecánicos soldadores.

Para que el proceso de producción se lleve a cabo, se requieren de máquinas y equipos que hagan posible las operaciones respectivas para la transformación de la materia prima. Dichas máquinas necesitan cada cierto tiempo según el tipo, un mantenimiento para el correcto funcionamiento, evitando paradas del proceso, accidentes, desmotivación del personal, ahorro de costos, etc.

Actualmente en la empresa, se emplea el mantenimiento correctivo, es decir la reparación de las máquinas cuando estas fallan. El sólo emplear el mantenimiento correctivo, ha generado paradas del proceso, desmotivación del personal, gastos en máquinas nuevas, compra de repuestos, falta de capacitación, etc.

El proceso de producción consta de dos etapas, ladrillo en crudo y ladrillo cosido, los cuales tienen diversos equipos y se les debe dar mantenimiento adecuado.

Tabla N°10. Fallas frecuentes del molino de tierra.

<b>MOLINO DE TIERRA</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>FALLAS</b>	<b>Tiempo de duración</b>
Chumaceras	Recalienta por falta de lubricante	diario
Camisetas	Tienden a desgastarse	mensual
Regias	Tienden a desgastarse	15 días
Martillos	Sufren desgaste	mensual
Zaranda	Pasa arcilla no triturada	quincenal
Fajas principales	Tienen holgura	diario
Fajas en V	Se rompen por su mismo desgaste	2 meses
Eje principal	Sufre recalentamiento	diario
Pernos principales	Tienen vibraciones	diario
Motor	Sobrecalentamiento por sobrecarga	diario
Moto reductor	Nivel de aceite	3 meses

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°11. Fallas frecuentes de amasadora.

<b>AMASADORA</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>FALLAS</b>	<b>Tiempo de duración</b>
Rodamientos	Desgaste en rodamiento	Diario
Fajas en V	Desgaste por delineamiento	Diario
Bocinas	Recalientan por sobrecarga	Diario
Ejes hexagonales	Falta de lubricación	3 meses
Palas hexagonales	Recalentamiento por sobrecarga	Diario
Palas de compresión final	Tiende a desgastar	Mensual
Sistema de embrague	Falta de lubricante a caja principal	6 meses
Caja de cambios	Desgaste de piñones por sobrecarga	4 meses
Motor	Recalentamiento	Diario

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°12. Fallas frecuentes de extrusora.

<b>EXTRUSORA</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>FALLAS</b>	<b>Tiempo de duración</b>
Motor eléctrico	Fisuras en rodamientos	Diario
Palas hexagonales	Recalentamiento por sobrecarga	Diario
Caja de engranajes	Sobrecarga de rodamiento	Mensual
Boquilla	Falta ajuste de pernos	Diario
Moto reductor	Holgura en cadena	Diario

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°13. Fallas frecuentes de cortadora.

<b>CORTADORA</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>FALLAS</b>	<b>Tiempo de duración</b>
Rodamiento	Cambio de rodaje	2 meses
Hilos	Ruptura de hilos de corte	Diario
Neumáticos	Fuga de aire	Semanal
Polines	Desgaste	Mensual

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.3. Identificación de puntos críticos en la línea de producción.

Se realizó una encuesta donde se determinó por las paradas repetitivas más frecuentes e averías inoportunas, teniendo en cuenta que estas máquinas son las que tienen el trabajo de moldear, triturar la materia prima (arcilla) y por el esfuerzo que realizan, ocasionando paradas en pleno proceso, por cambio de piezas como, chumaceras, rodaje, palas, martillos, regias, lubricación, etc.

Según la encuesta ( ver anexo 3) realizada se determinó que cada dos veces por semana hay paradas, muchas veces momentáneamente por falta de mantenimiento y otra por piezas desgastadas, tomando en cuenta que al tener más averías, más paradas, no se logra producir lo planeado con esta finalidad, se realiza el estudio.

No se encuentran registros, cada que tiempo se elaboró una reparación o un mantenimiento, es verbal la avería o sustitución de piezas.

### 3.9.3.1 Molino de tierra:

Su función principal, es triturar la arcilla hasta hacerse en polvo, como se sabe que la materia prima desde que se extrae contiene impurezas, transportada a planta llegado a tolva y pasando por una faja transportadora llega al molino para realizar la molienda la cual contiene impurezas, se extra manualmente por un obrero en el transporte de faja hacia el molino, no se logra ser extraída totalmente, este molino interiormente lleva martillos para triturar la arcilla, también tiene una zaranda con perforaciones no mayor de 4 mm la cual permite que los residuos que no son procesados los evacue para no tener complicaciones más adelante como por ejemplo en la salida del chorro en boquilla (o molde) en la extrusora.

Esta máquina por su labor que realiza comúnmente tiende a desgastar piezas como martillos, regías por la misma fricción de la materia prima, su operación principal es el molido de la arcilla, como también ladrillos cosidos descartados, recolectados de hornos, cuando pasan piedras estas golpean y tiende quebrar martillos, por el mismo esfuerzo que realizan, muchas veces no se controla su operación no se le da el mantenimiento correspondiente, teniendo en cuenta que desencadena otros mecanismos por el mismo trabajo realizado y tiende a calentar ejes y por ello, perjudican, consecuentemente los rodajes, bocinas al no tener un control debido de horas trabajadas, por falta de lubricación, ocasionando horas improductivas de producción, al tener que realizar paradas de emergencia para cambiar piezas mecánicas.

Tabla N°14 Fallas encontradas en el Molino de Tierra de agosto del 2013 a mayo del 2014

Mes	Número de Fallas	Tiempo de Paro (horas)	Componentes	Característica de las Averías
<b>Agosto del 2013</b>	4	4	Martillos	Desgaste
		2,5	Eje principal	Cambio de rodaje
		3	Zaranda	Obstrucción por partículas
		1	Acoples	Desgaste
<b>Setiembre del 2013</b>	3	1	Fajas en V	Holgura de fajas
		5	Eje principal	Ruptura de eje
		2,5	Moto reductor	Piñón desgastado
<b>Octubre del 2013</b>	5	0,5	Moto reductor	Nivel de aceite
		2,5	Fajas principales	Desgaste de faja
		1	Relé térmico	Fallo por contactos
		0,5	Pernos	Ajuste de pernos
		4	Motor principal	Cambio de bornes
		2	Regias	Desgastes de regias
		4	Martillos	Desgaste de 14 martillos
		2	Chumacera	Cambio de rodaje

<b>Noviembre del 2013</b>	7	0,5	Contactador	Se pegan contactos
		1	Polea	Nivelación de polea motriz
		4	Yunques	Desgaste de 12 yunques
		4	Camisetas	Cambio de camisetas
<b>Diciembre</b>	4	2	Rodamiento	Cambio de rodaje
		4	Martillos	Desgaste juego de martillos
		1	Moto reductor	Cambio de engranaje
		2	Reten	Desgaste de reten y seguro
<b>Enero del 2014</b>	7	6	Eje principal	Ruptura por sobrecarga
		3	Motor	Recalentamiento
		1	Faja en V	Cambio de fajas
		0,5	Relé	Cambio por contactos
		2,5	Faja principal	Holgura d faja
		1	Acoples	Desgaste por fricción
		2,5	Moto reductor	Desgaste de piñón
		0,5	Temporizador	Cambio por bobina
<b>Febrero del 2014</b>	3	0,5	Moto reductor	Nivel de aceite
		4	Camisetas	Desgaste
		2	chumaceras	Cambiar bocina
<b>Marzo del 2014</b>	5	0,5	Faja principal	Alineación y ajuste
		1	Contactador	Mantenimiento a contactor
		4	Martillos	Desgaste de juego
		0,5	Eje principal	Lubricación y ajuste
		4	Zaranda	Desgaste
<b>Abril del 2014</b>	6	2.5	Rodamientos	Ruido de rodamiento
		0,5	Motor	Cambio de rodaje
		0,5	Polea	Nivelación y ajuste
		4	Yunque	Desgaste por fricción
		2	Camisetas	Desgaste por fricción
		0,5	Acoples	Cambio por fricción
<b>Mayo del 2014</b>	4	1	Fajas en V	Ruptura de faja
		0,5	Moto reductor	Nivel de aceite
		0,5	Contactador	Cambio de bobina
		4	Regias	Desgaste

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.3.2 Amasadora:

La finalidad de la amasadora es el batido. Es la operación donde la materia prima (arcilla en polvo), se le adhiere agua lo cual genera una mezcla por el movimiento de palas, esta máquina mezcla estos dos componentes al tener una masa coherente, sólida, ligosa por el mismo esfuerzo que realiza hay desgaste de palas, al terminar esta operación llega a las palas de compresión final dándole más hermetismo del producto, terminada esta operación pasa al siguiente proceso de extrusión.

A no haber nada plasmado, por llevar un control debido de cada pieza, o cada que tiempo requiera ser cambiada por sus horas trabajadas, se elabora esta propuesta.

Tabla N°15 Fallas encontradas en la máquina Amasadora agosto del 2013 a mayo del 2014

Mes	Número de Fallas	Tiempo de Paro (horas)	Componentes	Característica de las Averías
Agosto del 2013	3	0,5	Polea motriz	Alineación y desgaste
		4	Eje hexagonal	Cambio de rodaje
		3	Palas principales	Desgaste de palas
Setiembre del 2013	4	2	Electrobomba	Cambio de rodaje
		3	Caja principal	Desgate de piñón helicoidal
		0,5	Fajas en V	Holgura de fajas
		2,5	Motor	Cambio de rodaje
Octubre del 2013	4	0,5	Motor	Cambio de aceite
		2,5	Fajas principales	Desgaste de faja
		0,5	Motor	Ajuste de pernos de anclaje
		4	Palas de compresión final	Cambio de palas
Noviembre del 2013	5	1	Llave termo magnética	Cambio de llave
		2	Electrobomba	Cambio de sello mecánico
		2	Chumacera	Cambio de rodaje
		0,5	Contactora	Se pegan contactos
		1	Polea conducida	Nivelación de polea
Diciembre del 2013	4	3	Rodamiento de caja	Cambio de rodaje
		4	Ejes hexagonales	Cambio de palas
		2	Caja principal	Cambio de empaquetadura
		2	Reten	Desgaste de reten

Enero del 2014	6	1	Electrobomba	Cambio de tubería
		3	Motor	Recalentamiento por rodaje
		1	Faja en V	Cambio de fajas
		0,5	Relé	Cambio por contactos
		0,5	Contactador	Mantenimiento
		2.5	Faja principal	Holgura d faja
Febrero del 2014	3	4	Palas principales	Cambio de palas
		4	Caja	Cambio de aceite
		2	Chumaceras	Cambiar bocina
Marzo del 2014	5	0,5	Faja principal	Alineación y ajuste
		5	Eje principal	Cambio de eje por desgaste
		0,5	Motor	Cambio de bornes
		0,5	Eje principal	Lubricación y ajuste
		1	Fajas en V	Desgaste
Abril del 2014	6	2,5	Rodamientos	Ruido de rodamiento
		0,5	Relee termo magnético	Cambio de relee
		0,5	Polea motriz	Nivelación y ajuste
		3	Caja principal	Desgaste de piñón
		4	Palas	Desgaste de palas
		0.5	Acoples	Cambio por fricción
Mayo del 2014	4	1	Chumacera	Cambio de chumacera
		1	Fajas principales	Cambio por desgaste
		4	Palas de compresión	Regular tiempo
		4	Motor	Cambio de rodaje

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.4 EXTRUSORA

Tabla N°16 Fallas encontradas en la máquina extrusora

<b>EXTRUSORA</b>				
<b>Mes</b>	<b>Numero de fallas</b>	<b>Tiempo de duración (horas)</b>	<b>Componentes</b>	<b>Característica de la avería</b>
Octubre	1	2	Motor eléctrico	Falta de mantenimiento
Diciembre	1	0,5	Palas hexagonales	Recalentamiento por sobrecarga
Febrero	1	0,5	Caja de engranajes	Sobrecarga de rodamiento
Marzo	2	0,5	Boquilla	Ajuste de pernos
Mayo	1	1	Moto reductor	Falta de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

### 3.9.5 CORTADORA

Tabla N°17 Fallas encontradas en la máquina cortadora

<b>CORTADORA</b>				
<b>Mes</b>	<b>Numero de fallas</b>	<b>Tiempo de duración (horas)</b>	<b>Componentes</b>	<b>Característica de la avería</b>
Noviembre	1	0,5	Rodamiento	Cambio de rodaje
Diciembre	2	0,5	Hilos	Ruptura de hilos de corte
Enero	2	0,5	Neumáticos	Fuga de aire
Marzo	1	1	Polines	Desgaste
Abril	1	1	rodillos	Desgaste

Fuente: Elaboración propia

### 3.10. Horas en producción perdidas por averías

Son las horas en la que la máquina que procesan paralizan su función, para reparar la avería lo que ocasiona que se detenga el proceso, lo cual los técnicos de mantenimiento dejan de realizar sus labores para reparar dicha avería, al igual que los operarios ocupan otras tareas, teniendo en cuenta que cada año hay dos reparaciones lo que toma de 3 a 5 días para realizar dicho mantenimiento.

#### 3.10.1 Molino de tierra

La siguiente tabla N° 8, muestra las horas perdidas por averías en un lapso de diez meses, lo cual hace un total de 106,5 horas improductivas por averías.

Tabla N° 18 Horas improductivas en molino de tierra (2013)

<b>Horas improductivas</b>	
Martillos	16
Eje principal	8
Zaranda	7
Fajas en v	3
Fajas principales	16,5
Moto reductor	9,5
Motor	6,5
Regias	6
Chumaceras	4
Yunque	8
Relee	1,5
Contactador	2
Acoples	6,5
Camisetas	12
<b>TOTAL</b>	<b>106,5</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.2 Costos de horas por mano de obra

La tabla N° 19, muestra el número de averías por piezas, muestra el costo de los técnicos por las paradas no programadas al igual que el costo por operarios y las toneladas que se dejan de producir.

Tabla N° 19 costo de horas por mano de obra

Elemento del molino	Números de horas paradas	Número de averías	Costo de hora por técnico (soles)	Costo de hora por tres técnicos (soles)	Costo de hora por operario (soles)	Costo de hora por seis operarios (soles)	Materia prima sin producir (ton)
Martillos	16	5	100	300	100	600	400
Eje principal	8	3	50	150	50	300	200
Zaranda	7	2	43,75	131,25	43,75	262,5	175
Fajas en v	3	3	18,75	56,25	18,75	112,5	75
Fajas principales	16,5	5	103,125	309,375	103,125	618,75	412,5
Moto reductor	9,5	5	59,375	178,125	59,375	356,25	237,5
Motor	6,5	3	40,625	121,875	40,625	243,75	162,5
Regias	6	2	37,5	112,5	37,5	225	150
Chumaceras	4	2	25	75	25	150	100
Yunque	8	2	50	150	50	300	200
Relee	1,5	3	9,375	28,125	9,375	56,25	37,5
Contacto	2	3	12,5	37,5	12,5	75	50
Acoples	6,5	8	40,625	121,875	40,625	243,75	162,5
Camisetas	12	3	75	225	75	450	300,0
<b>TOTAL</b>	<b>106,5</b>	<b>49</b>	<b>S/666</b>	<b>S/1 997</b>	<b>S/666</b>	<b>S/3 994</b>	<b>2 663 Ton</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.3 Costos de componentes del molino de tierra.

La tabla N° 20, muestra los elementos del molino de tierra y el costo por unidad de las piezas y el costo total de los accesorios.

Tabla N° 20 costos de los componentes del molino de tierra

Componentes del molino	Elementos	Costo por unidad (soles)	Costo total (soles)
Martillos	24	50	1200
Eje porta martillos	4	462,5	1850
Zaranda	4	80	320
Fajas en v	5	85	425
Fajas principales	1	2400	2400
Engranaje de moto reductor	1	65	65
Rodaje motor	2	170	340
Regias	13	5	65
Chumaceras	2	150	300
Yunque	4	150	600
Relee	1	45	45
Contactador	1	80	80
Acoples	2	15	30
Eje principal	1	15000	15000
Camisetas	4	300	1200
<b>TOTAL</b>			<b>s/23 920</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 20, que se diseñó muestra el costo que se pierde ante una posible reparación, como se observa el costo por cada unidad y el costo total de los mecanismos del molino, lo que hace una sumatoria de 23 920 soles lo cual la empresa está perdiendo dinero por paradas no preventivas.

### 3.10.4 Amasadora

La siguiente tabla N° 21, muestra el número de hora por cada pieza en un año, lo cual hace una suma de 81 horas, paradas en producción de dicha máquina.

Tabla N° 21 Horas improductivas en la amasadora

<b>Horas improductivas</b>	
Chumaceras	7,5
Eje hexagonal	13,5
Palas principales	11
Electrobomba	5
Caja principal	12
Fajas en V	2,5
Fajas principales	4
Motor	13
Palas de compresión	8
Polea motriz	1
Eléctricos	3,5
<b>TOTAL</b>	<b>81 horas</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.5 Costos de horas por mano de obra

La siguiente tabla N° 22, muestra el número de averías por piezas, muestra el costo de los técnicos por las paradas no programadas al igual que el costo por operarios y las toneladas que se dejan de producir.

Tabla N° 22 costo de horas por mano de obra

Componentes de la amasadora	Número de horas paradas	Numero de averías	Costo de hora por técnico (soles)	Costo de hora por 3 técnicos (soles)	Costo de hora por operario (soles)	Costo de hora por seis operarios (soles)
Chumaceras	7,5	4	46,875	140,625	46,875	281,25
Eje hexagonal	13,5	4	84,375	253,125	84,375	506,25
Palas principales	11	3	68,75	206,25	68,75	412,5
Electrobomba	5	3	31,25	93,75	31,25	187,5
Caja principal	12	4	75	225	75	450
Fajas en V	2,5	3	15,625	46,875	15,625	93,75
Fajas principales	4	3	25	75	25	150
Motor	13	6	81,25	243,75	81,25	487,5
Palas de compresión	8	2	50	150	50	300
Polea motriz	1	2	6,25	18,75	6,25	37,5
Eléctricos	3,5	6	21,875	65,625	21,875	131,25
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>40</b>	<b>S/506</b>	<b>S/1 519</b>	<b>S/506</b>	<b>S/3 037,5</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.6 Costos de componentes de la amasadora

La tabla N° 23, siguiente muestra los elementos de la amasadora y el costo por unidad de las piezas.

Tabla N° 23 costo de repuestos

Componentes de la amasadora	Elementos	Costo por unidad (soles)	Costo total (soles)
Chumaceras	2	150	300
Eje hexagonal	2	14 500	29 000
Palas principales	24	130	3120
Retenes	2	15	30
Piñones	5	180	900
Fajas en V	4	120	480
Fajas principal	1	2 400	2 400
Rodamiento	2	250	500
Palas de compresión	12	150	1 800
Polea motriz	2	77	154
Eléctricos	3	70	210
<b>TOTAL</b>			<b>S/38 894</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.7 EXTRUSORA

Tabla N° 24 costo de repuestos extrusora

Equipos	Componentes	Costo por unidad (soles)	Costo total (soles)
Rodamientos	4	360	1 440
Palas hexagonales	24	150	3 600
Piñones	8	130	1 040
Molde	2	300	600
Moto reductor	1	450	450
<b>TOTAL</b>			<b>S/7 130</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.8 CORTADORA

Tabla N° 25 costo de repuestos cortadora

Equipos	Componentes	Costo por unidad (soles)	Costo total (soles)
Rodamiento	2	80	160
Hilos	7	5	35
Neumáticos	4	340	1 360
Cadena	2	40	80
Rodillos	14	27	378
<b>TOTAL</b>			<b>S/2 013</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.11. COSTOS EN HORAS PERDIDAS

La empresa está perdiendo por cada parada dependiendo el tiempo que demora la avería por mano de obra s/10 596 más los costos de repuestos s/71 957 lo que hace un total de s/82 553 lo que significa que la empresa está perdiendo esta cantidad en 10 meses.

#### 3.11.1 Costo de mano de obra por horas paradas:

Tabla N° 26 costo total de mano de obra por horas perdidas

Molino de tierra	S/5 990.2
Amasadora	S/4 556.25
Extrusora	S/28.31
Cortadora	S/21.87
<b>TOTAL</b>	<b>S/10 596</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 3.11.2 Costo de repuestos:

Tabla N° 27 costo de repuestos

COSTO DE REPUESTOS	
Molino de tierra	S/23 920
Amasadora	S/38 894
Extrusora	S/7 130
Cortadora	S/2 013
<b>TOTAL</b>	<b>S/71 957</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 3.11.3 Costo total de mano de obra y repuestos en 10 meses

Tabla N° 28 costo total

<b>Costo de mano de obra</b>	<b>S/10 596</b>
<b>Costo de repuestos</b>	<b>S/71 957</b>
<b>TOTAL</b>	<b>S/82 553</b>

Fuente: Elaboración propia

**a) Causas Posibles:**

- Falta de control de mantenimiento de las máquinas, como horas trabajadas para determinar la duración de los componentes de las máquinas, la falta de programas adecuados preventivos para prevenir averías habidas y por haber, el tiempo en que demora en realizar la operación.
  
- Inexistencia de manuales, catálogos, inventarios, fallas encontradas de las máquinas.
  
- Falta de capacitación al personal, falta de actualización para el mejor desempeño del mantenimiento en la empresa.

**b) Propuesta de Solución:**

- Realizar un análisis de los equipos de planta que producen más paradas no programadas, el cual permite clasificar y ubicar los equipos en diferentes tipos de mantenimiento; de acuerdo a su impacto en la línea de producción.
  
- Implementación de un plan de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción, molino de tierra y amasadora. Teniendo en cuenta que estas generan más impacto por su labor que realizan.
  
- Capacitar a los encargados en el mantenimiento de la empresa para mejorar sus labores en sus respectivas áreas.

### 3.12. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

#### 3.13.1 Fallas frecuentes y recomendaciones para el molino de tierra.

La siguiente tabla describe las piezas mecánicas y eléctricas del molino de tierra y las fallas más comunes y a la vez las recomendaciones que se debe tener para esta máquina.

Tabla N°29. Fallas frecuentes del molino de tierra.

<b>MOLINO DE TIERRA</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>FALLAS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<b>Parte Mecánica:</b>		
Chumaceras	Recalienta por falta de lubricante	Llevar un control para evitar cambiar rodamientos
Camisetas	Tienden a desgastarse	Cambiar camisetas según su tiempo estimado
Regias	Tienden a desgastarse	Cambiar mensual para evitar fisuras posteriores
Martillos	Sufren desgaste	Cambio de juego de martillos mensual
Zaranda	Pasa arcilla no triturada	Cambiar antes de dos meses para evitar que pases residuos
Fajas principales	Tienen holgura	Ajuste diario
Fajas en V	Se rompen por su mismo delineamiento	Cambio de fajas para evitar paradas
Eje principal	Sufre recalentamiento	lubricación diaria
Pernos principales	Tienen vibraciones	Ajuste de pernos diarios
Motor	Sobrecalentamiento por sobrecarga	Mantenimiento y lubricación diaria
Moto reductor	No se verifica el nivel de aceite	Cambio de aceite a los dos meses
<b>Parte eléctrica:</b>		
Línea principal	Falta de mantenimiento	Mantenimiento adecuado y medir amperaje
Relé termodinámico	Se resetea	Inspeccionar diario y cambio cada 3 meses
Contactador	Tiende a pegarse los contactos	Mantenimiento y cambio cada 3 meses

Fuente: Elaboración propia

### 3.12.2 Fallas frecuentes y recomendaciones para la amasadora.

La tabla N°30, describe las piezas mecánicas y eléctricas de la amasadora y las fallas más comunes y a la vez las recomendaciones que se debe tener para esta máquina.

Tabla N°30 Fallas frecuentes de la amasadora.

<b>AMASADORA</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>FALLAS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
<b>Parte Mecánica:</b>		
Rodamientos	Recalientan	Supervisión y lubricación semanal
Fajas en V	Desgaste por delineamiento	Ajuste correspondiente y alineación
Bocinas	Recalientan por sobrecarga	Lubricación diaria y cambio de bocinas cada 4 meses
Ejes hexagonales	Falta de mantenimiento	Lubricación y ajuste semanal
Palas hexagonales	Tienden a desgastarse	Cambiar palas mensual
Palas de compresión final	Tienden a desgastarse	Cambiar palas mensual
Sistema de embrague	Falta de lubricante a caja principal	Cambo de aceite cada 6 meses
Caja de cambios	Desgaste de piñones por sobrecarga	Controlar nivel de aceite
Motor	Falta de mantenimiento	Mantenimiento correspondiente
<b>Parte eléctrica:</b>		
Línea principal	Falta de mantenimiento	Mantenimiento adecuado y medir amperaje
Relé termodinámico	Se resetea	Inspeccionar diario y cambio cada 3 meses
Contacto	Tiende a pegarse los contactos	Mantenimiento y cambio cada 3 meses

Fuente: Elaboración propia

### 3.12.3 Tabla inicial para el mantenimiento a utilizar

La tabla N°31, muestra un plan de mejora mecánica y eléctrica y la herramienta y actividad que debe utilizarse

Tabla N°31 Cuadro Comparativo

MÁQUINAS	ANTES DE MEJORA	PLAN DE MEJORA	HERRAMIENTA Y ACTIVIDAD
MOLINO DE TIERRA	<b>Parte Mecánica:</b>		
	1. No se tiene un control solo se ajustan pernos cuando hay vibraciones.	1. Ajuste e inspección de pernos diaria.	Llave de boca N°17
	2. Las chumaceras se engrasan en emergencia.	2. Engrase de chumaceras cada 30 días para evitar cambios de rodaje.	2.Grasa Albania
	3. Las camisetas se cambian solo las que presentan más desgastes.	3. Cambiar camiseta cada tres meses.	3.Llave de boca N° 24
	4. Regias no se tiene un control de cuando se cambia.	4. Cambiar regias cada 15 días.	4. Llave de boca N°24
	5. Los martillos se cambian cuando presentan más desgaste.	5. Cambiar martillos cada 30 días.	5. Desmontar eje principal
	6. La zaranda se repone cuando presenta mucha fisura ocasionando que pasen residuos.	6. Cambiar zaranda cada 30 días, engrasar dejando un día.	6. Desmontar tapa utilizar llave N°19
	<b>Parte Eléctrica:</b>		
	1. La línea solo se supervisa y se mide Inter. Diario.	1. Medir amperaje diario entrada y salida de línea.	Multímetro, pinza amperimétrica.
	2. El relee solo se inspecciona o resetea cuando no arranca.	2. Inspeccionar relee térmico diario.	Multímetro.
	3. Se cambia el contactor cuando se adhieren los contactos.	3. Cambio contactor cada 90 días.	3. Medir voltaje entrada y salida multímetro.
	4. Los rodajes se engrasan pero no se lleva su control debido.	4. Engrase de rodaje de motor cada mensual.	4.utilizar grasera Albania grado 2

	5. Las fajas se repone solo cuando presenta avería.	5. Cambio de fajas en V cada dos meses.	5. Desmontar polea llave Allen 5/8"
AMASA DORA	<b>Parte Mecánica:</b>		
	1. Las palas se cambian cuando presentan desgaste.	1. Cambiar palas cada 30 días.	1.Desmontar tapa utilizar llave de boca 32.
	2. La caja solo se abre para cambiar repuesto.	2. Supervisar caja una vez por semana.	2.Revisar piñones y aceite.
	3. La caja solo se abre para cambiar repuesto.	3. Cambio de rodaje de caja cada cuatro meses	3. Engrasado cada 4 días.
	4. El aceite de caja no se tiene en cuenta el tiempo que se cambia.	4. Aceite de caja cambiar cada seis meses.	4. Aceite omala 680
	<b>Parte Eléctrica:</b>		
	1. Solo se supervisa y se mide inter diario el amperaje.	1. Medir amperaje de línea diaria entrada y salida.	1. Multítester pinza amperimétrica
	2. El relee solo se inspecciona o resetea cuando no arranca.	2. Inspeccionar relee térmico diario.	2. Multímetro
	3 Se cambia de contactor cuando se pegan los contactos.	3. Cambio de contactores cada 90 días.	3. Multímetro
	4. Se engrasa rodaje pero no se lleva su control debido.	4. Engrasar rodaje de motor semanal.	4 Utilizar grasera
5. Fajas se repone solo cuando ocasionó falla.	5. Cambio de fajas en V cada dos meses.	5. Desmonte de polea conducida llave Allen 5/8"	

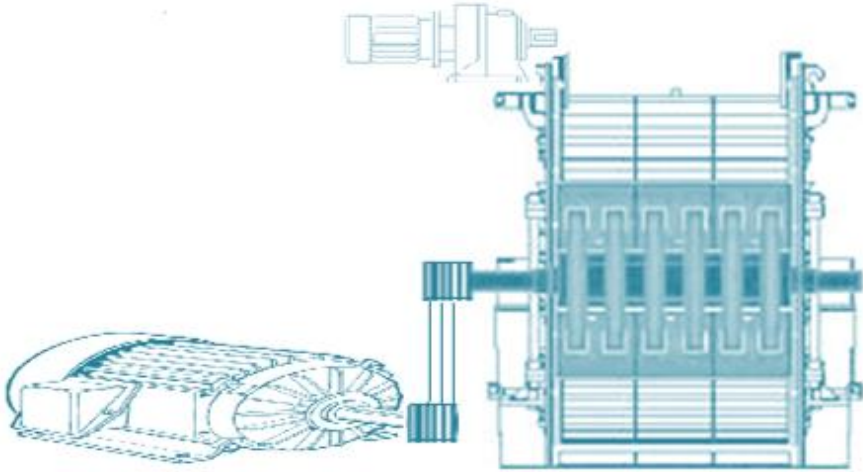
Fuente: Elaboración propia

### **3.13 Propuesta de mantenimiento.**

#### **Mejora :**

- Realizar un mantenimiento preventivo para las máquinas que contienen fallas más comunes, mejorando su funcionalidad en las horas de producción disminuyendo tiempos muertos en dicho proceso.
- Se elaboró tarjeta de mantenimiento rutinario ver tabla N° 32, dónde se menciona sus componentes de las máquinas, conducto, herramienta y lubricante a utilizar.
- Se elaboró tarjeta de lubricación ver tabla N°33, según su tiempo de trabajo y respectivo lubricante y cada que tiempo debe sustituirse las piezas según sus horas producidas.
- Se elaboró tarjeta de inspección periódica ver tabla N°34, de lubricación, mecánica y eléctrica.
- Se elaboró tarjeta de verificación ver tabla N°35, y tareas frecuentes a realizar diaria, semanal, mensual.

Tabla N°32. Tarjeta de mantenimiento molino de tierra

MANTENIMIENTO RUTINARIO	LÍNEA DE PRODUCCIÓN		
	Taller: Mantenimiento		ubic. Línea de producción
			
	PARTES	CONDUCTO	HERRAMIENTA LUBRICANTE
1	Motor 100 HP	Exterior	Pinza amperimétrica
2	2 Chumaceras SL624	Exterior	Grasa lítica grado 2
3	5 Fajas C 164	Exterior	Tensión de fajas
4	Polea motriz	Exterior	Llave de corona 22
5	Polea conducida	Exterior	Llave de corona 22
6	Eje principal de 13 discos	Interior	Llave de boca N° 32
7	4 Ejes porta martillos	Interior	Lubricación
8	24 Martillos	Interior	Llave estilson
9	120 Rejillas	Interior	Limpieza
10	13 Yunques	Interior	Limpieza e inspección
11	4 Camisetas laterales	Interior	Limpieza
12	Zaranda	Interior	Limpieza e inspección
13	2 rodamientos	Interior	Grasa lítica grado 2
14	Motor reductor	Exterior	Nivel de aceite

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°33. Tarjeta de lubricación y limpieza:

LUBRICACIÓN Y LIMPEZA PERIODICA MOLINO DE TIERRA			LÍNEA DE PRODUCCIÓN	
			Cód.	Taller: Mantenimiento Línea de producción
N°	PARTES A LUBRICAR	horas	CONDUCTO	LUBRICANTE
1	Polea motriz	96	Exterior	Tensión en fajas
2	Polea conductora	96	Exterior	Tensión en fajas
3	Eje principal	168	Interior	Rando HD68
4	Rodamientos	192	Interior	Rando HD68
5	Chumaceras	240	Exterior	Alvania EP-2
6	Cadena de moto reductor	96	Exterior	Alvania EP-2
7	Eje porta palas	96	Interior	Alvania EP-2
8	Limpieza a máquina	8	Exterior	Compresora
	<b>CAMBIOS EFECTUAR</b>	<b>A días</b>		
1	Zaranda	Q	Interior	
2	Regías	M	Interior	
3	Martillos	M	Interior	
4	Camisetas	3M	Interior	
5	Fajas	3M	Exterior	
6	Rodamiento SKF	3M	Interior	
7	Nivel de lubricante de motor reductor	3M	Interior	
<b>OBSERVACIONES</b>			<b>SIMBOLOGIA</b>	
			D = Diaria	S = Semanal
			Q = Quincenal	M = Mensual
			3M = Trimestral	V = Conforme

Fuente: Elaboración propia

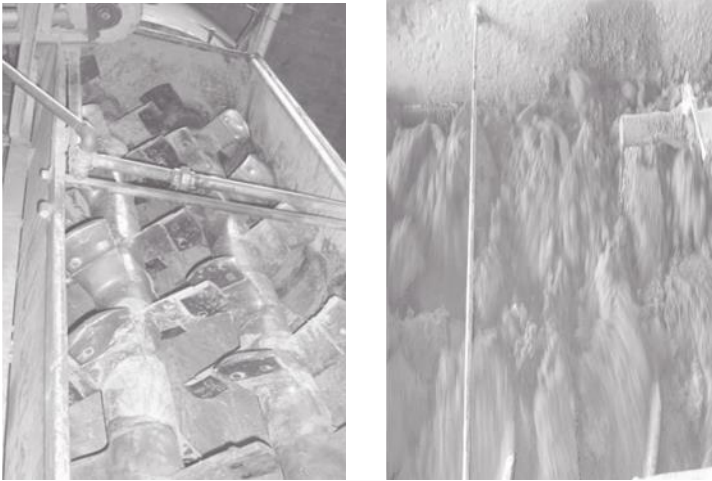
Tabla N°34. Tarjeta de inspección periódica:

<b>INSPECCIÓN PERIODICA MOLINO DE TIERRA</b>		<b>LÍNEA DE PRODUCCIÓN</b>	
		<b>Cód.</b> Línea de producción	<b>Taller: Mantenimiento</b> <b>ubic.</b>
<b>N°</b>	<b>Análisis para inspección</b>	<b>Días</b>	
	<b>De lubricación</b>		
1	Engrase de rodaje	4	
2	Chumaceras	7	
3	Cadena de transmisión	7	
4	Eje principal	30	
	<b>Mecánico</b>		
5	Zaranda	1	
6	Fajas	6	
7	Polea	7	
8	Ajuste de transmisión de fajas y poleas	24	
9	Piñón de electrobomba	30	
	<b>Eléctrico</b>		
10	Relee	1	
11	Contactador	1	
12	Línea principal medida de tensión	1	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N°36.Tarjeta de mantenimiento de amasadora

<b>MANTENIMIENTO RUTINARIO AMASADORA</b>		<b>LÍNEA DE PRODUCCIÓN</b>	
		<b>Taller:</b> Mantenimiento <b>ubic:</b> Línea de producción	
			
<b>N°</b>	<b>PARTES</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>HERRAMIENTA Y/O LUBRICANTE</b>
1	Motor de 75 hp	Exterior	Medida de amperaje
2	Caja reductora	Interior	Tres baldes de aceite omala 680
3	Fajas en V	Exterior	Ajuste semanal
4	Poleas	Exterior	Ajuste semanal
5	Ejes hexagonales porta palas	Interior	Grasa alvania
6	28 palas hexagonales	Interior	Grasa alvania
7	Sistema de embrague mecánico	Interior	Aceite omala 680
8	Palas de compresión final	interior	Ajuste semanal llave universal
9	Rodamientos	Interior	Utilizar grasera
10	Chumacera	Exterior	Utilizar grasera
<b>Observaciones:</b>			

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°37. Tarjeta de lubricación y limpieza periódica

<b>LUBRICACIÓN Y LIMPEZA PERIODICA AMASADORA</b>			<b>LÍNEA DE PRODUCCIÓN</b>	
			<b>Cód.</b>	<b>Taller: Mantenimiento</b> <b>ubic.</b> Línea de producción
<b>N°</b>	<b>PARTES A LUBRICAR</b>	<b>horas</b>	<b>CONDUCTO</b>	<b>LUBRICANTE</b>
1	Engrace de rodaje caja	32	Interior	Rando HD68
2	Engrasado de rodaje de motor	192	Interior	Rando HD68
3	Ejes hexagonales	192	Interior	Grasa Alvania
4	Nivel de lubricante	192	Interior	Aceite Omala
5	chumacera	96	Exterior	Grasa Alvania
6	Polines fajas principal	96	Exterior	Utilizar grasera
7	Limpieza a máquina		Exterior	Compresor
<b>CAMBIOS A EFECTUAR</b>		<b>días</b>		
1	Palas	M	Interior	
2	Palas finales	M	Interior	
3	Aceite de caja	3M	Interior	
4	Cambio de rodaje caja	4 M	Interior	
5	Llave termo magnética	3M	Exterior	
6	Contactador eléctrico	M	Exterior	
7	Relé térmico	M	Exterior	
<b>OBSERVACIONES</b>			<b>SIMBOLOGIA</b>	
			D = Diaria	S = Semanal
			Q = Quincenal	M = Mensual
			3M = Trimestral	V = Conforme

Fuente: Elaboración propia



### 3.14. PROBLEMA DE PRODUCCIÓN 2:

- No se tiene un registro del control de operaciones, que se realiza en planta cada que tiempo se debe dar mantenimiento a las máquinas o lubricación diaria o cambio de piezas desgastadas semanal, mensualmente.

#### 3.14.1. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN

##### Mejora 2:

- Se elaboró un control de piezas para cambiar y lubricación diaria, semanal, mensual, trimestral para evitar fallas inoportunas en el proceso, se controla su mantenimiento si se realiza, o no la operación.

Tabla N°39. Actividades diarias del programa del mantenimiento preventivo de la empresa LATERCER S.A.C.

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO					
MÁQUINAS	TAREAS DIARIAS	SI	NO	FECHA	OBSERVACIONES
EXTRUSORA	Engraze de volante de disco de embrague				
MOLINO CORTADORA	Engrase de rodajes principales				
LÍNEA GENERAL	Supervisión de estado de piezas principales				
CORTADORA	Lubricación de mecanismo de cortado				
LINEA GENERAL	Revisión piezas sueltas fuera de lugar				
EXTRUSORA	Revisión de bomba de vacío				
TABLERO PRINCIPAL	Revisar líneas principales de tablero contactor, relé, ajuste.				

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°40. Actividades semanales del programa de mantenimiento preventivo de la empresa LATERCER S.A.C.

<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>MÁQUINAS</b>	<b>TAREAS SEMANAL</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>FECHA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
AMASADORA	Cambio de piezas desgastada				
FAJAS TRASPORTAD ORA, MOLINO	Lubricación de piezas móviles polines, chumacera grasa EP2				
EXTRUSORA TABLERO	Control de seguridad neumático y eléctrico				
MOTORES ELÉCTRICOS	Supervisión de fajas en v				
LÍNEA PRINCIPAL	Tornillos flojos interruptores conexiones eléctricas				
LÍNEA PRINCIPAL	Mantenimiento una maquina por semana				
PRODUCCIÓN	Limpieza de tableros de control				

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°41. Actividades mensuales del programa de mantenimiento preventivo de la empresa  
LATERCER S.A.C.

<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>MÁQUINAS</b>	<b>TAREA MENSUAL</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>FECHA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
EXTRUSORA	Cambio de aceite cada 6 meses				
EXTRUSORA	Regulación de uñas de embrague				
TABLERO GENERAL	Limpieza de motores y tableros				
EXTRUSORA	Desmontar caja revisar piñones, rodajes				
MOLINO, EXTRUSORA	Cambio de fajas por desgaste				
EXTRUSORA	Cambio de paletas en extrusora				
LÍNEA DE PRODUCCIÓN	Apretar tornillos en general				
TABLERO PRINCIPAL	Revisión de contactores del motor				
LÍNEA PRINCIPAL	Control de nivel de aceites moto reductores				
MOLINO, EXTRUSORA	Revisión del estado del motor				
CORTADORA	Cortadora cada 3 meses cambio de quit de repuestos				
CASA FUERZA	Limpieza de tableros de control				

Fuente: Elaboración propia

**Actual:**

**Con la implementación actual se llega a producir 25 toneladas día los resultados se muestran en la tabla a continuación.**

Tabla N° 42. Características del ladrillo según formato (pared)

Tipo de ladrillo	Masa en crudo (kg/ladrillo)	Millares por hora	Millares por turno	Millares por semana
Estándar	3,41	7,331	58,651	410,557
Tipo IV	4,32	5,787	4,296	32,,074
Pandereta	2,61	9,579	76,628	536,399
SKK	9,09	2,750	22,002	154,015

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 43. Características del ladrillo según formato (techo)

Tipo de ladrillo	Masa en crudo (kg/ladrillo)	Millares por hora	Millares por turno	Millares por semana
Techo 8	5,34	4,687	37,453	262,172
Techo 12	7,95	3,144	25,157	176,105
Techo 15	9,66	2,588	20,704	144,928

Fuente: Elaboración propia

### Implementación:

Con la nueva propuesta que se realiza, ayuda a programar las labores de mantenimiento, influyendo a no tener paradas, en pleno proceso lo cual se logrará producir 28 toneladas día, se programa las labores a realizar, se muestran a continuación los resultados en las tablas.

Tabla N°44. Características del ladrillo según formato (pared)

Tipo de ladrillo	Masa en crudo (kg/ladrillo)	Millares por hora	Millares por turno	Millares por semana
Estándar	3,41	8,211	65,689	459,824
Tipo IV	4,32	6,481	51,852	362,963
Pandereta	2,61	10,728	85,824	600,766
SKK	9,09	3,080	24,642	172,497

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°45. Características del ladrillo según formato (techo)

Tipo de ladrillo	Masa en crudo (kg/ladrillo)	Millares por hora	Millares por turno	Millares por semana
Techo 8	5,34	5,243	41,948	29,633
Techo 12	7,95	3,522	28,176	197,233
Techo 15	9,66	3,899	23,188	162,319

Fuente: Elaboración propia

### 3.15. Diferencias entre sistema actual y propuesta planteada.

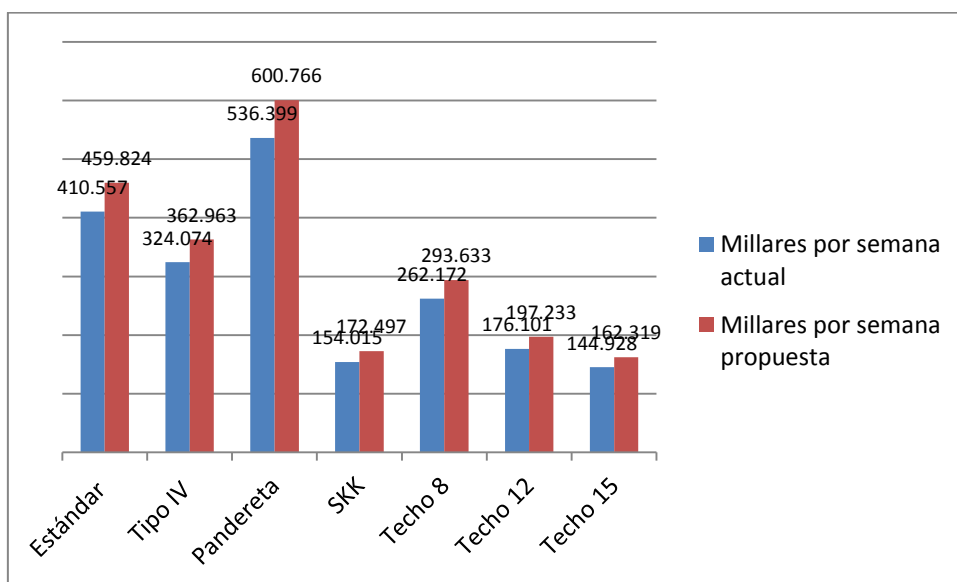
La siguiente tabla N°46, muestra como resultado la diferencia entre el sistema actual y propuesta planteada por semana.

Tabla N°46.diferencia entre el sistema actual y el propuesto

Tipo de ladrillo	Millares por semana actual	Millares por semana propuesta	Diferencia por semana	Porcentaje de aumento en producción
Estándar	410,557	459,824	49,267	12 %
Tipo IV	324,074	362,963	38,889	12%
Pandereta	536,399	600,766	64,368	12%
SKK	154,015	172,497	18,482	12%
Techo 8	262,172	293,633	31,461	12%
Techo 12	176,101	197,233	21,132	12%
Techo 15	144,928	162,319	17,392	12%

Fuente: Elaboración propia

Figura N°6. Diferencias entre sistema actual y propuesta



Fuente: Elaboración propia

#### IV. CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico inicial de las máquinas, para determinar cómo se encuentran sus componentes con el fin de conocer su estado, se identificaron 12 puntos críticos en el molino de tierra, 9 puntos críticos en la amasadora. lo cual la empresa gasta en mano de obra s/ 10596 más los costos de repuestos s/ 71957 lo que hace un total de s/ **82553** en un lapso de 10 meses lo que resulta una perdida para la empresa.
- De un promedio de quince paradas mensuales en línea de producción. Se observó un promedio de 3 a 8 averías mensuales en la máquina molino de tierra y 4 a 6 en la máquina amasadora, lo cual tiene un número de 106,5 y 81 horas perdidas, por paradas en dicho proceso.
- A través de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo de las diferentes máquinas, el número de paradas se debe reducir a un promedio de dos y como máximo a cuatro paradas mensual, reduciendo en un 80% el número de paradas en toda la línea de producción.
- Se elaboró 4, tarjetas de mantenimiento para el molino de tierra y 4 para la amasadora, estas tarjetas proponen metas claras y precisas:
  - La primera tarjeta describe las partes del el molino de tierra para el mantenimiento a utilizar.
  - La segunda tarjeta describe el mantenimiento de lubricación y limpieza y los cambios a efectuar, según sus horas laboradas.
  - La tercera tarjeta describe, la inspección periódica, de lubricación, mecánica y eléctrica.
  - La cuarta tarjeta describe la verificación de tareas del mantenimiento diario, semanal, mensual.
- Se elaboró las principales actividades de mantenimiento dentro de la línea de producción: 7 diarias, 5 semanal, 12 mensual.
- El equivalente en el proceso actual por semana de ladrillo del tipo estándar es 410,557 millares por semana, con la propuesta planteada es 459.824 millares lo que hace una diferencia de 49,266 millares por semana, dependiendo del ladrillo a producir. Como se observa en la tabla N° 46 el aumento en la producción por cada tipo de ladrillo es un promedio de 12 %.

## V. RECOMENDACIONES

- Las rutinas de mantenimiento preventivo propuestas en este trabajo, son basadas en una programación inicial, por lo que a medida que se vaya implementando el mantenimiento preventivo, será necesario ir agregando rutinas que ayuden o colaboren a un mejor funcionamiento del mantenimiento, con el objetivo de ir abarcando todas aquellas áreas.
  
- Se recomienda seguir actualizando o mejorando estas tarjetas de mantenimiento para cada máquina u equipo, con el pasar de los días evitar reparaciones o fallas imprevistas en producción, con el tiempo llegar a lograr un mantenimiento programado y si es posible llegar a implementar un mantenimiento predictivo, así lograr a tener un mantenimiento más detallado con los implementos necesarios como es un análisis lubricantes, vibraciones para evitar ruido de rodamientos, sobrecalentamiento de ejes y así evitar reparaciones costosas.
  
- Es importante llevar un registro organizado de los mantenimientos realizados y de las fallas presentadas, para poder estimar la vida útil y el ciclo de mantenimiento requeridos para cada máquina.
  
- La empresa debe mejorar el ambiente de trabajo de los equipos, asegurándose que estos trabajen en un ambiente con temperatura adecuada, exposición a daños por polvo, etc. Ello aportará también a la conservación de los equipos.

## **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ARAPE, García José (2009). Tesis: “implementación del mantenimiento preventivo en fábrica nacional de cementos concretos y agregados.
- ARISTIZÁBAL, Torres Daniel, (2007). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Centrifugados Concisa Ltda.
- ARIAS Ulloa Cristian Arturo, (2004): Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una industria productora de hormigón premezclado
- APREMAT, (2000) Apoyo al Proceso de Reforma de la Educación Media en el Área Técnica Manual de Funciones y Guía de Implantación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo Programado.
- BARONA, Pulzara Yilmer Alexander (2011). Diseño e implementación del programa de mantenimiento para las maquinas sopladora e inyectora – sopladora de la empresa OTORGO LTDA.
- BELEN, Muñoz Abella (2004). Mantenimiento industrial.
- BOULCY, Francis, gestión de mantenimiento, asociación española de normalización y certificación AENOR, 1999 Madrid. ES.
- CORREA, Sandino Julie y bautista nagles José. En su tesis: “sistema de información para el mantenimiento de la empresa Cáceres LTDA”.
- DUFFUAA, Raouf, Dixon (s.f.)- Sistemas De Mantenimiento
- E.REVERTE S.A. montaje ajuste y verificación de elementos de mecánica.
- GARCIA, garrido Santiago (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento.
- GARCIA, olivero Palencia CMRP (2012). gestión moderna del mantenimiento industrial, principios fundamentales.
- GARCIA Méndez José y Velásquez José María (2007). En su tesis: “plan de mantenimiento para proaces”.
- LIMUZA WILEY (2012). Duffua, Raouf, Dixon. “Sistema de mantenimiento planeación y control”.
- MARTIN, Rolon Sandra Milena (2005). En su libro, programa de mantenimiento preventivo.

- OLIVERIO, García Palencia (2008). En su libro, gestión moderna del mantenimiento industrial,
- RUIZ PINZÓN, José Daniel (2009). Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa INVERGLOBAL INC LTDA.
- SENATI. manual de mantenimiento preventivo.
- MARTIN ROLON, Sandra Milena (2005). Programa de mantenimiento preventivo.

## VII. ANEXOS:

### ANEXO 1: FIGURAS

Figura N° 7. Transporte interno de materia prima



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 8. Eliminación de residuos mecanizado



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 9. Eliminación de residuos manual



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 10. Molienda seca de la arcilla



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 11. Molido de la arcilla



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 12. Mezcla y humidificación.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 13. Extrusión



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 14. Salida de materia prima en crudo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 15. Cortado de ladrillo en crudo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 16. Salida de ladrillo en crudo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 17. Secado del producto



Fuente: Elaboración propia

Figura N°18. Secado del ladrillo (artesanal)



Fuente: Elaboración propia

Figura N°19. Secado del ladrillo (implementado)



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 20. Hornos



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 21. Hornos



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 22. Producto terminado



Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 2.TABLAS

Tabla N°47. Contextura de ladrillo formato (pared)

Tipo de ladrillo	Largo (mm)	Ancho( mm)	Altura (mm)	Masa en crudo (kg/ladrillo)
Estándar	255	124	96	3,41
Tipo IV	251	136	3.8	4,32
Pandereta	236	124	2.3	2,61
SKK	404	200	8	9,09

Fuente: LATERCER S.A.C.

Tabla N°48. Contextura de ladrillo formato (techo)

Tipo de ladrillo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Masa en crudo (kg/ladrillo)
Techo 8	318	314	4.7	5,34
Techo 12	318	314	7	7,95
Techo 15	318	314	8.5	9,66

Fuente: LATERCER S.A.C.

Tabla N° 49. Horario laboral: área de cortado

horario	n° de turnos	horas por turno	n° de días laborales	mantenimiento por semana
8 am – 5 Pm 11Pm – 8am	2	8	7	1 turno

Fuente: LATERCER S.A.C.

Tabla N° 50. Moldes de extrusión

tipo de ladrillo	n° de niveles	n° de carriles
Estándar	2	2
TIPO IV	2	2
Techo 8	3	1
Techo 12	2	1
Techo 15	2	1
Pandereta	2	2
SKK	1	1

Fuente: LATERCER S.A.C.

Tabla N° 51. Producción de ladrillos

Tipo de ladrillo	N° de ladrillos por corte(N° de niveles x N° de carriles x N° espacios)
Estándar	20
Tipo IV	20
Techo 8	9
Techo 12	6
Techo 15	6
Pandereta	16
SKK	5

Fuente: LATERCER S.A.C.

Tabla N°52. Participación en ventas por tipo de ladrillos

<b>Participación en ventas por tipo de ladrillos</b>	
Tipo de ladrillo	Porcentaje (%)
Estándar	17,43
Tipo IV	7,34
Techo8	0,92
Techo 12	18,35
Techo 15	19,27
pandereta	32,11
SKK	4,58
TOTAL	100,00

Fuente: LATERCER S.A.C.

### **ANEXO 3. ENCUESTA**

Se realizó una encuesta, a tres técnicos y tres operarios en la línea de producción de la empresa LATERCER S.A.C. Se ha tomado como referencia a los datos, se encuentran registradas en las siguientes páginas.