

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
DE MANTENIMIENTO PARA LADRILLERA VERSALLES
RAMÍREZ HNOS LTDA.**

RICARDO DUARTE DÍAZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2005

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
DE MANTENIMIENTO PARA LADRILLERA VERSALLES
RAMÍREZ HNOS LTDA.**

RICARDO DUARTE DÍAZ

**Trabajo de grado para optar el título de
Ingeniero Mecánico**

Director

**CARLOS RAMÓN GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2005

DEDICATORIA

Con profundo amor, respeto y admiración, para la mujer que llena de fortaleza en su espíritu, me enseñó el amor a Dios, la vida y los sueños, quien con dedicación y esfuerzo, nunca se rindió ante las adversidades de la vida, por el contrario, con inmenso valor y determinación mantuvo su mirada en alto, mostrándome que cuando existe fe, convicción, perseverancia, tenacidad y amor por lo que hacemos, es posible alcanzar lo que nos proponemos; la persona que siempre creyó en mí, quien en todo momento significó esperanza, contribuyendo pacientemente para convertir en realidad mi sueño de convertirme en ingeniero mecánico; mi madre.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su inmensa generosidad, permitiéndome conocer y compartir con personas tan maravillosas como Nathy, mi madre, Carmenza, mi tía y Roberto, quien ha sido como un padre, hombre de gran generosidad, inteligencia, tenacidad y sabiduría; seres especiales a los cuales les estoy inmensamente agradecido por apoyarme con palabras y gestos llenos de afecto, que sin lugar a duda fueron valioso aliciente para no desfallecer y lograr tan anhelada meta.

Al ingeniero Antonio Ramírez Bernal, gerente de Ladrillera Versailles, por creer en mi, brindándome la oportunidad de transformar y fortalecer mi vida, a través del trabajo en medio de personas honestas, perseverantes y tenaces.

A los profesores Isnardo González, Alfredo Parada, Omar Gelvez y Carlos Ramón González, quienes me enseñaron no solo a pensar como ingeniero, sino a querer y respetar esta hermosa profesión.

A mi compañero de trabajo y amigo Oscar Carvajal Suárez, quien fue parte importante en la realización de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. LADRILLERA VERSALLES	17
1.1 RESEÑA HISTÓRICA	17
1.2 CULTURA EMPRESARIAL	22
1.2.1 Misión	22
1.2.2 Visión	23
1.2.3 Política de calidad	23
1.2.4 Objetivos de calidad	23
1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	24
1.4 PLANTA DE PRODUCCIÓN	25
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN ARCILLA COCIDA	33
2.1 EXTRACCIÓN Y CORTE DE MATERIA PRIMA	35
2.2 ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	36
2.3 MOLIENDA DE MATERIA PRIMA POR VÍA SECA	38
2.4 DOSIFICACIÓN	41
2.5 MOLIENDA, HOMOGENIZACIÓN Y HUMECTACIÓN	42
2.6 EXTRUSADO Y CORTE	46
2.7 SECADO	47
2.8 QUEMA	51
3. ESTADO INICIAL DEL MANTENIMIENTO EN LADRILLERA VERSALLES	56

3.1 DIAGNÓSTICO DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	58
3.2 INVENTARIO DE MAQUINARIA	60
3.3 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE MANTENIMIENTO	63
3.4 TALLER DE MANTENIMIENTO	66
4. NUEVO SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LADRILLERA VERSALLES DE RAMÍREZ HNOS LTDA.	68
4.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	69
4.1.1 Secciones	69
4.1.2 Gestión de repuestos	71
4.1.3 Talleres	71
4.1.4 Mantenimiento productivo total (TPM)	73
4.1.5 Seguridad industrial	74
4.2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO	75
4.2.1 Normalización de encabezados en documentos y registros	75
4.2.2 Diseño de codificación para maquinaria	78
4.2.3 Elementos del sistema de información para mantenimiento	81
4.2.4 Indicadores de gestión	90
4.2.5 Soporte informatico para mantenimiento	97
5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	104
5.1 ANÁLISIS DE CRITICIDAD BASADO EN EL CONCEPTO DE RIESGOS	104
5.1.1 Consecuencias	105
5.1.2 Frecuencia de fallas (FF)	107
5.1.3 Matriz de criticidad	107
5.1.4 Nivel de criticidad	108
5.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	109
5.3 PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO	127

5.4 PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO	131
5.5 PROGRAMA DE INSPECCIONES DIARIAS	134
6. CONCLUSIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	143

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos. Ltda.	26
Figura 2. Área de explotación minera (mina principal).	27
Figura 3. Patios para envejecimiento de arcilla.	27
Figura 4 Plano de área para transformación de materia prima	28
Figura 5. Demarcación de área para secado natural	29
Figura 6. Almacenamiento de producto terminado.	30
Figura 7. Evolución histórica de producción en hornos.	31
Figura 8. Evolución histórica de producción en maquinas.	32
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso productivo en Ladrillera Versalles.	34
Figura 10. Explotación de mina con retroexcavadora.	35
Figura 11. Proceso productivo en mina.	36
Figura 12. Zonas de almacenamiento y envejecimiento de materia prima.	37
Figura 13. Homogeneización del proceso de envejecimiento.	38
Figura 14. Entrada al proceso de molienda seca.	39
Figura 15. Molino de martillos.	40
Figura 16. Tamiz del molino de martillos.	41
Figura 17. Línea de máquinas Ladrillera Versalles.	43
Figura 18. Cajón alimentador BONGIOANNI 2D.	44
Figura 19. Molino saca piedras (molienda primaria).	45
Figura 20. Cajón amasador (homogenización).	45
Figura 21. Molino laminador.	46
Figura 22. Extrusora MORANDO M.V.P 3.	47

Figura 23. Proceso de corte para ladrillo H-10.	48
Figura 24. Proceso de secado natural y artificial.	49
Figura 25. Transporte de secado al área de secado natural.	50
Figura 26. Cámaras de secamiento.	50
Figura 27. Cortinas de secamiento.	51
Figura 28. Cargue y descargue de hornos tipo colmena.	52
Figura 29. Horno tipo colmena.	53
Figura 30. Horno con stockers de alimentación.	54
Figura 31. Desarrollo inicial del mantenimiento en Ladrillera Versalles.	55
Figura 32. Desarrollo inicial del mantenimiento en Ladrillera Versalles.	56
Figura 33. Organigrama Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos Ltda. 2005.	70
Figura 34. Almacén de repuestos y suministros.	72
Figura 35. Taller de mantenimiento Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos Ltda.	73
Figura 36. Hoja de tiempo para personal operativo de producción.	77
Figura 37. Ficha técnica para maquinaria.	85
Figura 38. Hoja de vida para maquinaria.	86
Figura 39. Tarjeta de costos.	87
Figura 40. Orden de trabajo para mantenimiento.	88
Figura 41. Cronograma de mantenimiento preventivo.	89
Figura 42. Lista de verificación de mantenimiento preventivo.	91
Figura 43. Control para entrega de repuestos o suministros.	92
Figura 44. Porcentaje de horas dejadas de producir en el año 2004.	95
Figura 45. Cumplimiento del mantenimiento preventivo en el año 2004.	97
Figura 46. Ventana de acceso a la documentación de mantenimiento.	98
Figura 47. Despliegue de la información de mantenimiento.	99
Figura 48. Acceso a codificación de mantenimiento.	100
Figura 49. Hoja de calculo con información básica de mantenimiento.	101

Figura 50. Cronograma de inspección diario para maquinaria estructurado en microsoft excel.	102
Figura 51. Estructura en microsoft excel para verificación de mantenimiento preventivo.	103
Figura 52. Matriz de criticidad.	109
Figura 53. Procedimiento para mantenimiento preventivo.	128
Figura 54. Procedimiento para mantenimiento correctivo.	131
Figura 55. Reporte de fallas o novedades.	139

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Inventario de maquinaria.	61
Tabla 2. Listado de manuales y catálogos para mantenimiento.	64
Tabla 3. Codificación de documentos y registros.	76
Tabla 4. Sistema para codificación de maquinaria.	78
Tabla 5. Clases y tipos de maquinaria para codificación.	78
Tabla 6. Codificación de maquinaria.	80
Tabla 7. Impacto en producción para el año 2004.	94
Tabla 8. Eficacia del mantenimiento preventivo en el año 2004.	96
Tabla 9. Ponderación del impacto operacional.	106
Tabla 10. Ponderación de la flexibilidad operacional.	106
Tabla 11. Ponderación del impacto en la seguridad y el ambiente.	106
Tabla 12. Ponderación de los costos de mantenimiento.	107
Tabla 13. Ponderación de la frecuencia de fallas.	108
Tabla 14. Resultados del análisis de criticidad por modelo de factores ponderados.	110
Tabla 15. Organización de equipos por criticidad y nivel de criticidad.	114
Tabla 16. Organización de equipos por frecuencia de fallas(FF).	117
Tabla 17. Organización de equipos por impacto operacional (IO).	118
Tabla 18. Organización de equipos por flexibilidad operacional (FO).	120
Tabla 19. Organización de equipos por costos de mantenimiento (CM).	122
Tabla 20. Organización de equipos por impacto en la seguridad y ambiente (ISA).	124

Tabla 21. Cronograma de inspección y mantenimiento diario para maquinaria de producción.	136
Tabla 22. Cronograma de inspección y mantenimiento diario para vehículos.	137
Tabla 23. Prioridades para planeación de mantenimiento.	140

RESUMEN

TÍTULO:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LADRILLERA VERSALLES RAMÍREZ HNOS LTDA.*

AUTOR:

Ricardo Duarte Díaz.**

PALABRAS CLAVES:

Mantenimiento centrado en la susceptibilidad de falla de los elementos, TPM (Mantenimiento productivo total), ISO 9001:2000, análisis de criticidad, sistema de información.

DESCRIPCIÓN:

El desarrollo de este proyecto, consistió en la completa estructuración del departamento de mantenimiento para Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos Ltda, cuyo objetivo primordial, es la administración eficiente de los recursos: técnicos, tecnológicos, económicos y humanos de la empresa; para lo cual, se desarrollo el concepto de mantenimiento centrado en la susceptibilidad de falla de los elementos, aplicando simultáneamente algunos conceptos TPM (Mantenimiento productivo total), siendo esta estrategia acorde a las necesidades y niveles tanto de producción como calidad, alcanzados y proyectados por la empresa, según los parámetros establecidos por el sistema de gestión de la calidad bajo norma ISO 9001:2000, implementado exitosamente por la organización; de esta forma, el sistema de mantenimiento concebido, comprende una metodología de trabajo donde interactúan actividades correctivas y preventivas, teniendo como criterio el análisis de criticidad basado en el concepto de riesgos, soportado a su vez, por un completo sistema de información conformado entre otras, por documentos tales como: orden de trabajo, ficha técnica, hoja de vida, tarjeta de costos, codificación de maquinaria e información técnica general, sistema que es manejado a través de un soporte informático; adicionalmente se integro la gestión de repuestos, mediante la creación del almacén y reorganización del taller, todo esto, interrelacionado de acuerdo a mecanismos administrativos y operativos que facilitan planeación, ejecución, control y evaluación de los trabajos ejecutados por esta dependencia, lo cual tiene como resultado el crecimiento integral de Ladrillera Versalles Ramírez Hnos. Ltda.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería mecánica, Ing. Carlos Ramón González Bohórquez.

SUMARY

TITLE:

DESING AND IMPLEMENTATION OF THE MAINTENANCE SYSTEM TO LADRILLERA VERSALLES RAMÍREZ HNOS LTDA *

AUTHOR:

Ricardo Duarte Díaz. **

KEY WORDS:

Maintenance based on sensitivity to failure of the elements, TPM (Total productive maintenance), ISO 9001:2000, Analysis of criticity, Information system.

DESCRIPTION:

The development of this project, consisted in the total structuration of maintenance department to Ladrillera Versalles De Ramirez Hnos Ltda, its primordial objective is the effective administration of the tecnicos, tecnologycs, economical and human resources of the company; to this was developed the concept of maintenance based on sensitivity to failure of the elements, appling at same time some concepts **TPM** (total productive maintenance), being this strategy according to the needs and levels as much production like quality, obtain and projected by company, just as the parameters established by the system of quality gestion under standard **ISO 9001:2000**, founded successfully by the organization; in this way, the maintenance system conceived, include a work methodology where interact corrective and preventive, activity's, having like criterion the analysis of criticity based on the risks' concept, suffered at time by a complete system of information shaped between others, by documents like: work order, technic counter, curriculum vitae, cost cards, codification of machinery and technical information in general, system that is managed through of a informatic support; additionally was integrated the gestion of refections, through the creation of the stock and reorganization of workshop, all this, interrelated according to administratives and operatives mechanisms that facilitate planeation, execution, control and evaluation of the works executed by this section, which has like result the integral growth of the Ladrillera Versalles Ramirez Hnos Ltda.

* Trabajo de grado

** Physical – mechanical Engineeries Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Carlos Ramón González Bohórquez.

INTRODUCCIÓN

Los constantes cambios a nivel tecnológico y cultural en la industria nacional e internacional, han generado en las organizaciones la implementación de mecanismos enfocados hacia el desarrollo integral y sostenible de todos los procesos que conforman la estructura organizacional de la empresa; este es el caso de Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos. Ltda, cuyas directivas concientes de las exigentes circunstancias en cuanto a capacidad productiva y calidad alcanzadas por otras empresas del sector, decidió implementar un sistema para gestión de la calidad, en busca de obtener su respectiva certificación bajo norma **ISO 9001:2000**, en producción y venta de materiales para la construcción fabricados en arcilla cocida; proceso que requiere la aplicación de mecanismos para planear, controlar y evaluar cada actividad desarrollada por la empresa; por tal razón y de acuerdo a la actividad económica desarrollada por Ladrillera Versalles, este esquema estratégico de trabajo, hacia necesaria la presencia de un sistema de mantenimiento, que como proceso soporte, pudiese respaldar el creciente nivel productivo, cumpliendo además con los parámetros establecidos por el sistema de calidad; circunstancias que dieron origen al presente trabajo de grado, donde se diseño e implemento un sistema de mantenimiento de adecuada estructura organizacional y sistema de información, que le permite operar bajo apropiados criterios técnicos y económicos, que interactúan dinámicamente con las demás dependencias de la empresa, logrando de esta forma un manejo estratégico de los recursos humanos y materiales de la organización, convirtiendo al sistema de mantenimiento en una importante herramienta administrativa que contribuye al constante crecimiento y fortalecimiento integral del sistema de calidad.

1.LADRILLERA VERSALLES

1.1 RESEÑA HISTORICA

El trazado de la vía San Gil - Mogotes en la década de 1930, dividió la pequeña finca de Pablo Emilio Ramírez Suárez, ubicada en la vereda Versalles a la altura del kilómetro 7, dejando aislado un triángulo de tierra estéril y erosionado de aproximadamente una hectárea, que se convirtió, por su abandono, en refugio de ganado vagabundo y en un lote baldío apetecido por invasores ocasionales.

La amenaza de invasión de este predio, hizo que este pequeño agricultor y sus hijos empezaran a buscar la forma de protegerlo. Las condiciones erosivas que durante muchos años habían atacado al suelo despojándolo de la capa vegetal, ponían de manifiesto una rica mina de arcilla simulando los parajes de la vereda Guayabal del vecino municipio de Barichara, donde los habitantes de pequeños minifundios aprendían el arte milenario de la elaboración artesanal de la afamada “Teja Guayabalera” de Barichara.

En respuesta a estas inquietudes surgió en Marzo de 1972 una alfarería artesanal con miras a fabricar el tradicional tolete y la ancestral teja de barro. Se inicio con una ramada o caney construido de 50 metros cuadrados, una alberca redonda de 3 metros de diámetro por 40 centímetros de profundidad y un horno de 2,5 metros de diámetro para quemar con leña los productos elaborados artesanalmente.

Los productos eran elaborados en gaveras o moldes de madera, sin más equipo que los pies del alfarero para pisar la mezcla de tierra y agua amasando el barro, y

las manos del mismo que daban formas en las gaveras a los pequeños bloques rectangulares que se convertirán en ladrillo tolete o ladrillo macizo después de quemarlos en el horno de leña; el cual tenía la capacidad de quemar tres toneladas de materiales.

A medida que se fueron dando las cosas, matizando los fracasos con las esperanzas de éxito, se fueron vinculando y comprometiendo casi todos los hermanos de la familia Ramírez Bernal a la sombra de sus padres, Pablo Emilio e Isabel, que habían hecho de la pequeña finca y de sus grandes esfuerzos un semillero de hombres y mujeres que ante todo tenían que imitar el amor al trabajo y a su entrañable tierra que ahora no solo sería fértil en labores agrícolas, sino que sería transformada en elementos que dan protección y abrigo.

Años mas tarde, en 1977 con el firme propósito de dejar a un lado la forma artesanal como se había trabajado hasta el momento, ingreso al pequeño negocio familiar el ingeniero Antonio Ramírez, quien junto con sus hermanos Roberto y Gustavo, decidieron transformar una sociedad de hecho por la constitución de una sociedad limitada, de esta forma nace Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos Ltda, que a su vez en este mismo año inicio la implementación de un sistema de trabajo mecanizado, con el fin de producir ladrillo hueco de diversas formas y tamaños.

Así, en la vereda Versalles, municipio de San Gil, distante 10 kilómetros del casco urbano sobre una colina a 1620 metros sobre el nivel del mar, ya para 1977 se había cambiado la forma de amasar el barro con los pies del alfarero, por amasado mecánico movido por un motor eléctrico sin dejar de pasar por el sistema de amasado con bueyes, tan tradicional que hoy en día en la vereda Guayabal, los alfareros artesanales lo siguen utilizando.

En 1977 se inicia la construcción de un caney para el montaje de la primera maquina, extrusora Morando importada directamente del Brasil, que empezó a producir los primeros ladrillos huecos denominados H10, en enero de 1978. El primer horno circular que utilizaba leña como combustible se reemplaza a finales de 1978 por un horno rectangular alimentado con carbón mineral para producir 24 toneladas de productos cada 15 días, adicionalmente se construyó otro horno similar de igual capacidad, que empezó a producir a finales de 1980, y simultáneamente se iban agregando metros cuadrado de caney para albergar productos en secado con el fin de ser cargados en los hornos.

La extrusora Morando, importada del Brasil en 1978 producía aproximadamente 10000 unidades de H10 al mes (60 toneladas), y poco a poco se fueron agregando molinos a la línea de máquinas. El sistema de construcción y funcionamiento de estos hornos rectangulares llamados: hornos pampa dejaba mucho que desear en cuanto a la calidad y cantidad de productos, por lo que en enero de 1985 se marcó una importante etapa para la industria con el inicio de la construcción del primer horno de llama invertida que también se conoce como: horno colmena por su apariencia exterior similar al albergue de las abejas.

A finales de 1988, se contaba con dos hornos colmena de 10 metros de diámetro interno que producía alrededor de 100000 ladrillos H10 (600 toneladas) al mes, con una frecuencia de 3 cochadas mensuales por cada horno. De la misma forma como se iban resolviendo los cuellos de botella que representaban el secado y la quema de los productos; se fue mejorando la preparación de la arcilla reemplazando un primer molino por uno de mayor capacidad, a la vez que se agregaba al proceso una maquina de amasado y otras de corte a la salida de la extrusora.

La pequeña parcela inicial no era suficiente para el crecimiento de la empresa, es por ello que se adquiere un terreno aledaño de 56 hectáreas, compuesto por la misma calidad de arcillas a finales de 1984, garantizando décadas de explotación de materias primas.

Aunque la extrusora es apta para producir cualquier forma y tamaño de elementos para muros, pisos, entresijos y cubiertas, los más usuales han sido H10, H12, H15, H40, Teja Española y Tableta para pisos de 25X25 y 20X20 centímetros.

En 1988, se contaba con 803 metros cuadrados de área cubierta para el secado natural de los ladrillos, con la posibilidad de construir cámaras de secamiento aprovechando el calor de los hornos mediante extracción por medio de un ventilador centrífugo conducido por túneles internos canalizando el calor hacia las áreas donde era requerido.

En 1989, se adquirió una retroexcavadora para que ayudara agilizar el trabajo de extracción y transporte de la materia prima al proceso de maquinarias, durante este periodo la empresa marco una etapa de crecimiento representativo que fue importante para afianzar los productos en el mercado y dar a conocer la calidad que los ha hecho líderes en el ámbito regional.

En 1995, comenzó otra etapa de crecimiento para la empresa, en este año se construye un tercer horno colmena con capacidad de quemar 250 toneladas de productos al mes, es así que los hornos cubrían el 100 % de la producción de las maquinarias; es cuando surge la necesidad de adquirir maquinaria óptima para mejorar el proceso.

A nivel nacional eran conocidas las ladrilleras de Cúcuta, Norte de Santander, como las mejores fabricantes de productos de arcilla, en 1995 Chircal San Luis entra en liquidación; los hermanos Ramírez ven en ella una oportunidad para adquirir la maquinaria necesaria realizando una fuerte inversión en compra de equipo, que incluyó vehículos para la extracción de arcilla, molinos para triturar arcillas por vía seca, maquinas para la línea de producción por vía húmeda, vehículos para el transporte interno de materiales, equipo de mantenimiento y herramienta en general.

En 1996, construye un cuarto horno colmena con capacidad de quemar 240 toneladas de productos, que utiliza para la combustión del carbón los llamados stockers que reducen las emisiones a la atmósfera de material particulado.

De aproximadamente una hectárea en el inicio, sus reservas cobijan hoy en día 100 hectáreas que están ocupadas por pastos de pradera, pastos de corte, cafetales y amplia gama de reforestación que se esta desarrollando con el fin de mitigar el impacto ambiental que produce la planta de producción.

Así mismo, en 1996, Ladrillera Versailles y su personal de mantenimiento se dieron a la tarea de poner a funcionar la extrusora Bongioanni comprada años antes al chircal San Luis; es así como en 1999 se fabrica el primer bloque en esta extrusora; constituyéndose en una segunda opción de producción bajo la misma línea de maquinas. Es así, como en el año 2000, con la capacidad copada hasta en un 90%, la empresa decide ampliar sus áreas de secamiento hasta unos 7400 metros cuadrados, hoy en día cuenta con la capacidad de transformar 1700 toneladas de materia prima en maquinas y quemar 1400 toneladas mensualmente en sus cinco hornos tipo colmena; de esta forma la empresa empieza el nuevo milenio fijándose nuevas metas.

Por la década del 2000, la empresa tiene proyectado exportar sus productos, es por ello, que para el año 2001 ladrillera Versalles ingresa al programa ExpoPyme apoyado por el ministerio comercio exterior, la gobernación de Santander y el Centro de Desarrollo Empresarial, elaborando un plan exportador y un plan de acción interna.

Establecidas las nuevas metas, era necesario implementar mecanismos capaces de respaldar el crecimiento y la calidad de los procesos desarrollados dentro de la organización, por esta razón a partir del año 2002, Ladrillera Versalles inicio su proceso en busca de ser certificada bajo norma **ISO 9001:2000** para sistemas de gestión de la calidad, proceso que culmino exitosamente el día 18 de diciembre del 2004, cuando el instituto colombiano de normas técnicas **ICONTEC**, realizó formalmente la entrega a Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos Ltda. del certificado de gestión de la calidad con alcance en producción y venta de materiales para la construcción fabricados en arcilla cocida, convirtiéndose en Santander, en la primera empresa de su tipo en recibir este reconocimiento.

Actualmente Ladrillera Versalles cuenta con una amplia planta de producción y una sede administrativa propia ubicada en la carrera 9 numero 9-111/115 de la ciudad de San Gil, instalaciones que son el reflejo de un sueño hecho realidad con esfuerzo, dedicación y tenacidad.

1.2 CULTURA EMPRESARIAL

1.2.1 Misión. Ser líderes en la producción y comercialización de materiales destinados a la construcción de espacios útiles y confortables, empleando para su

elaboración la nobleza de la arcilla, mejorando continuamente la calidad de los productos para colocarlos más allá de las fronteras nacionales, apoyados en el talento humano y en el aprovechamiento de recursos económicos y tecnológicos dentro de un desarrollo sostenible.

1.2. 2 Visión. Ladrillera Versalles de Ramírez Hermanos Limitada será para el año 2010 la empresa líder del departamento en la fabricación y comercialización de materiales de arcilla para la construcción, mejorando continuamente sus procesos hasta obtener productos de excelente calidad, buscando crecimiento y rentabilidad, con el fin de garantizar la calidad de vida de los miembros de la organización y de sus clientes.

1.2.3 Política de calidad. Es política de calidad de Ladrillera Versalles de Ramírez Hermanos Limitada mejorar continuamente la calidad de los productos para lograr la plena satisfacción de las necesidades de los clientes, optimizando la productividad, teniendo en cuenta el talento humano y los recursos tecnológicos, manteniendo la mejor relación con la naturaleza por medio del desarrollo sostenible.

1.2.4 Objetivos de calidad. Con el fin de respaldar y satisfacer los requerimientos de la política de calidad, la dirección de la empresa plantea los siguientes objetivos de calidad:

- ✓ Mantener en óptimas condiciones de operación las máquinas utilizadas para la conformación del producto en arcilla cocida, fortaleciendo tanto los niveles de

productividad como de ambiente de trabajo y seguridad industrial en la planta de producción, mediante un adecuado manejo del sistema de mantenimiento.

- ✓ Administrar eficientemente el talento humano enfocándolo hacia la causa común de mantener siempre clientes satisfechos con la calidad de los productos y una excelente atención.
- ✓ Buscar, en la innovación y el mejoramiento continuo, la optimización de los procesos de producción hasta obtener una excelente calidad en los productos.
- ✓ Procurar que los repuestos y suministros adquiridos por la organización sean de excelente calidad.
- ✓ Evaluar la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad implementado en Ladrillera Versalles de Ramírez Hermanos Limitada.
- ✓ Determinar la eficacia de la capacidad instalada de Ladrillera Versalles de Ramírez Hermanos Limitada.
- ✓ Buscar dentro del desarrollo sostenible, una mejor relación del hombre, la sociedad y la naturaleza, manteniendo e impulsando programas de protección de bosques y reforestación con métodos agro-orgánicos que mitiguen el impacto ambiental y mejoren el paisaje.

1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos. Ltda. cuenta con una estructura sencilla, correspondiente a una pequeña industria, donde no existe una clara definición de

las diversas secciones de la empresa o especialidades de trabajo, como es el caso del mantenimiento, que de acuerdo al organigrama de la figura 1, no se encuentra como una dependencia, si no como una simple actividad paralela a la producción; a si mismo, como resultado de este tipo de organización, las decisiones a nivel tanto administrativo como operativo, son asumidas en su totalidad por el gerente o el jefe de planta, quienes intervienen directamente en toda actividad desarrollada por la empresa, sin importar el proceso al que pertenezca.

1.4 PLANTA DE PRODUCCIÓN

La planta de producción de Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos. Ltda. esta ubicada en el kilómetro 7 vía San Gil - Mogotes, instalaciones que se encuentran divididas en dos grandes secciones: área de explotación minera (figura 2) y área para transformación de materia prima; la primera de estas zonas cuenta con una extensión de 10000 metros cuadrados, dentro de los cuales se cuentan los lugares establecidos para envejecimiento de la arcilla (figura 3).

La zona de explotación minera se encuentra según se observa en la figura 3, en un área aledaña a la zona de transformación de materia prima, que es todo lo que en esta fotografía (figura 3) se aprecia debidamente cubierto o techado; a su vez, esta zona es conformada por: 200 metros cuadrados para línea de maquinas, 5300 metros cuadrados para secado y 1400 metros cuadrados para hornos tipo colmena, distribución que se aprecia en la figura 4; donde las líneas de maquinas morando y Bongioanni son representadas mediante líneas rojas punteadas; las líneas verdes punteadas, representan rutas para transito de montacargas; a si mismo, estas líneas son las rutas establecidas para cargar y descargar los hornos utilizando estos mismos vehículos; demarcación que se realiza físicamente como se aprecia en la figura 5.

Figura 1. Organigrama Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos Ltda 2004.



Organigrama Ladrillera Versalles de Ramírez Hermanos Ltda 2004

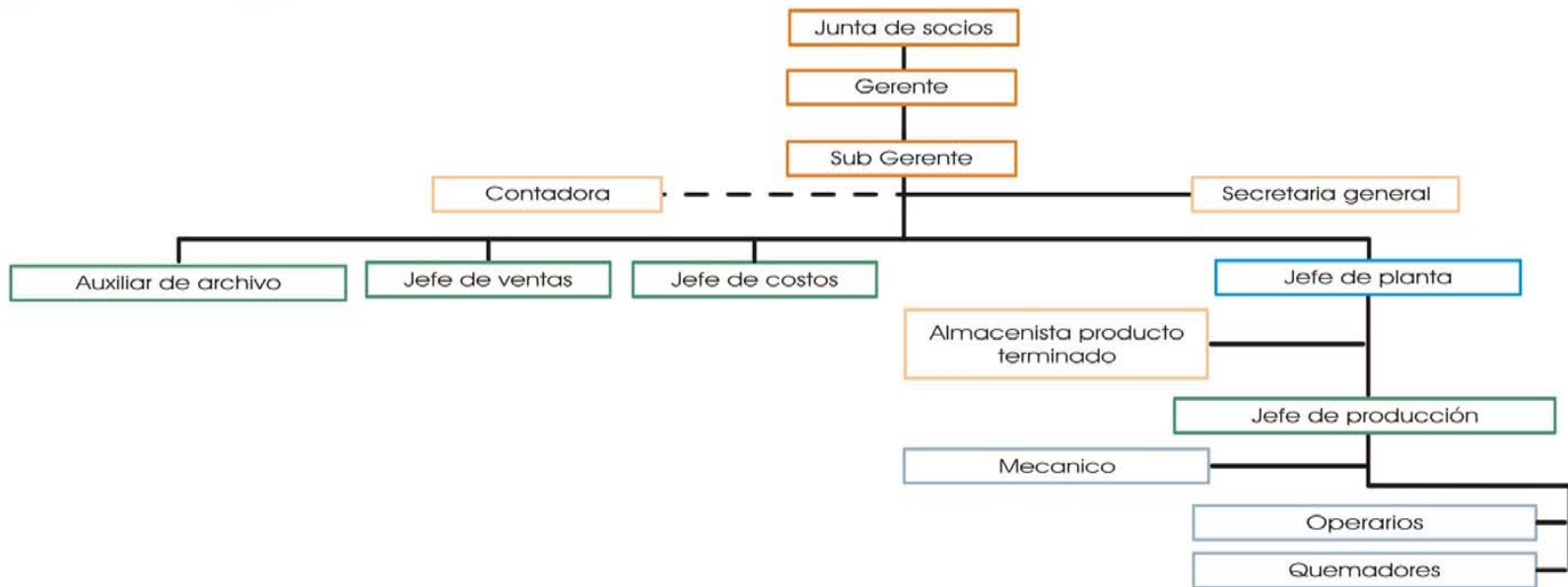


Figura 2. Área de explotación minera (mina principal).



Figura 3. Patios para envejecimiento de arcilla.



Figura 4. Plano de área para transformación de materia prima.

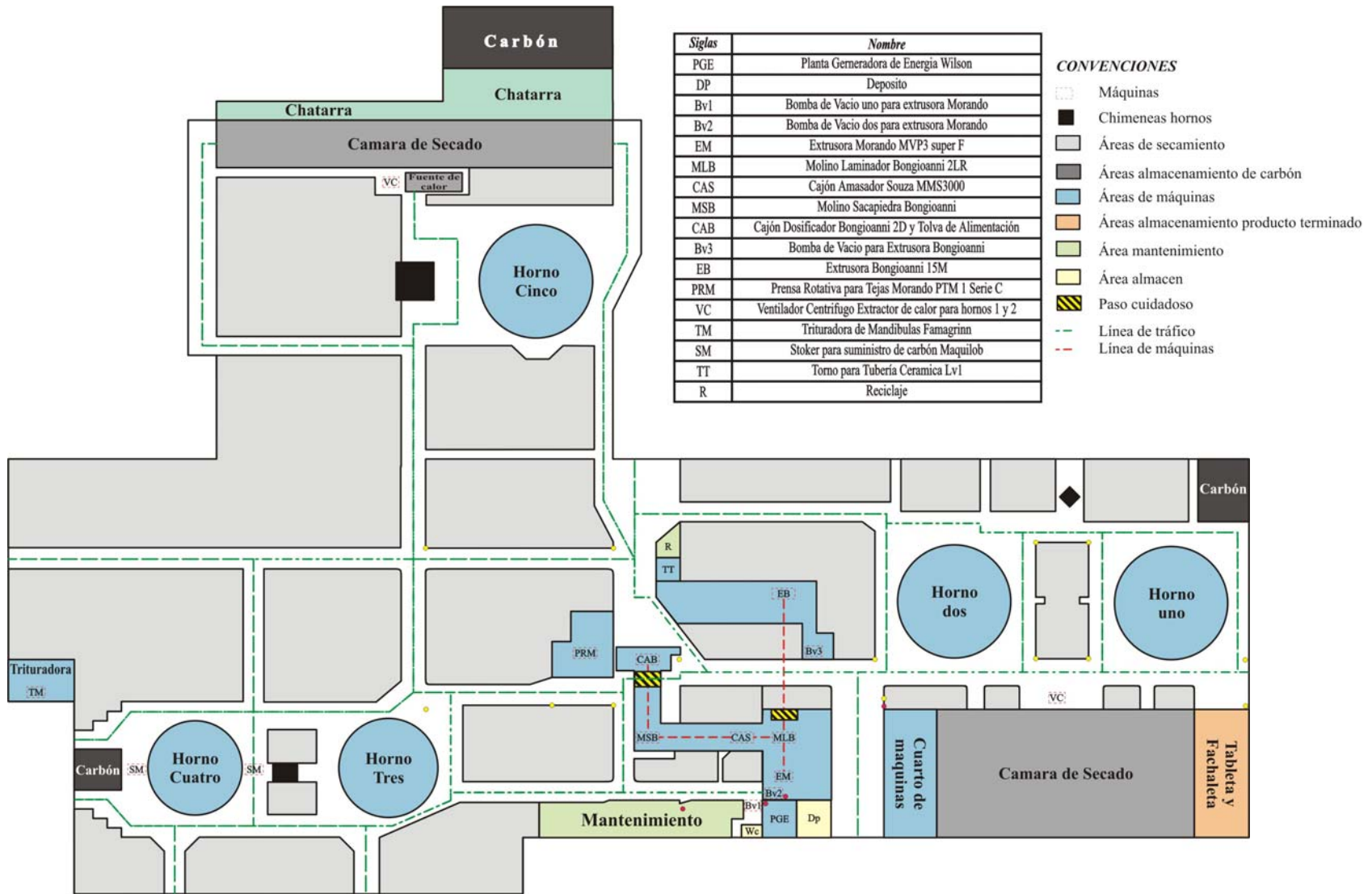


Figura 5. Demarcación de área para secado natural.



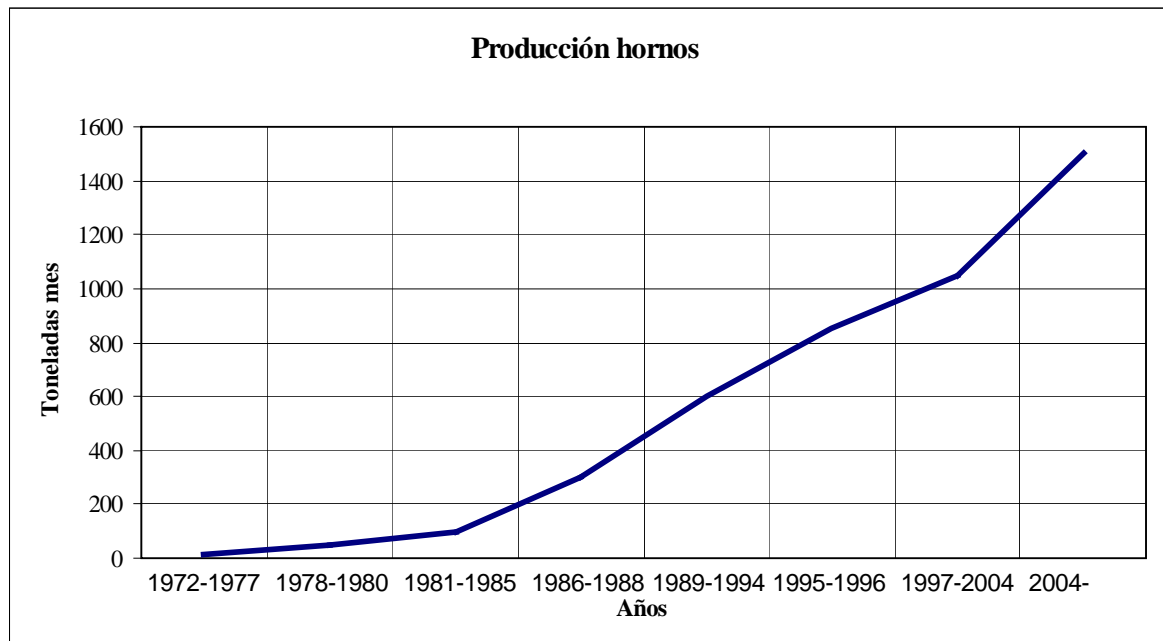
Adicionalmente la planta de producción cuenta con zonas para el almacenamiento de producto terminado (figura 6), espacios que se encuentran en la periferia de la planta general, con el fin de ubicar los materiales terminados lo mas cerca posible del horno del cual son descargados; dichas zonas de almacenamiento, no se encuentra debidamente demarcadas en la figura 5, debido al constante cambio al cual se someten, ya que en estos momentos se desarrolla un proyecto para ampliación de infraestructura.

Figura 6. Almacenamiento de producto terminado.



Ladrillera Versailles en su planta de producción tiene una capacidad productiva que a través de los años ha crecido gradualmente, lo cual se ha evidencia con la cantidad de toneladas producidas mensualmente tanto en hornos (figura 7) como en maquinas (figura 8), figuras en las que se observa la evolución histórica en estos dos puntos del proceso productivo, evolución que ha sido favorable ya que en los dos últimos años la cantidad de materia prima transformada en máquinas y quemada en hornos ha crecido en un 30%, lo que significa que para el año 2004 Ladrillera Versailles es capas de transformar 1600 toneladas en máquinas y 1500 toneladas en hornos.

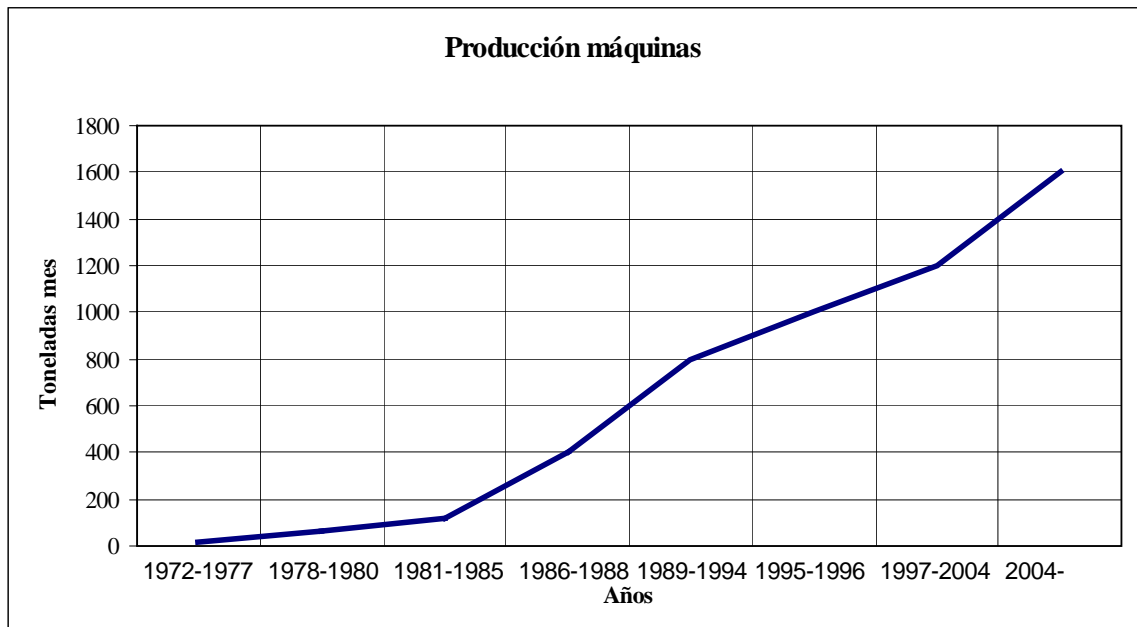
Figura 7. Evolución histórica de producción en hornos.



Observando las figuras 7 y 8 es evidente el rápido crecimiento que ha tenido la empresa en los últimos cinco años, es por esta razón que las directivas de la

organización han dado inicio al diseño, reponentenciación y montaje de una segunda línea de producción, con el fin de satisfacer la demanda generada por la expansión del mercado a nivel nacional.

Figura 8. Evolución histórica de producción en máquinas.



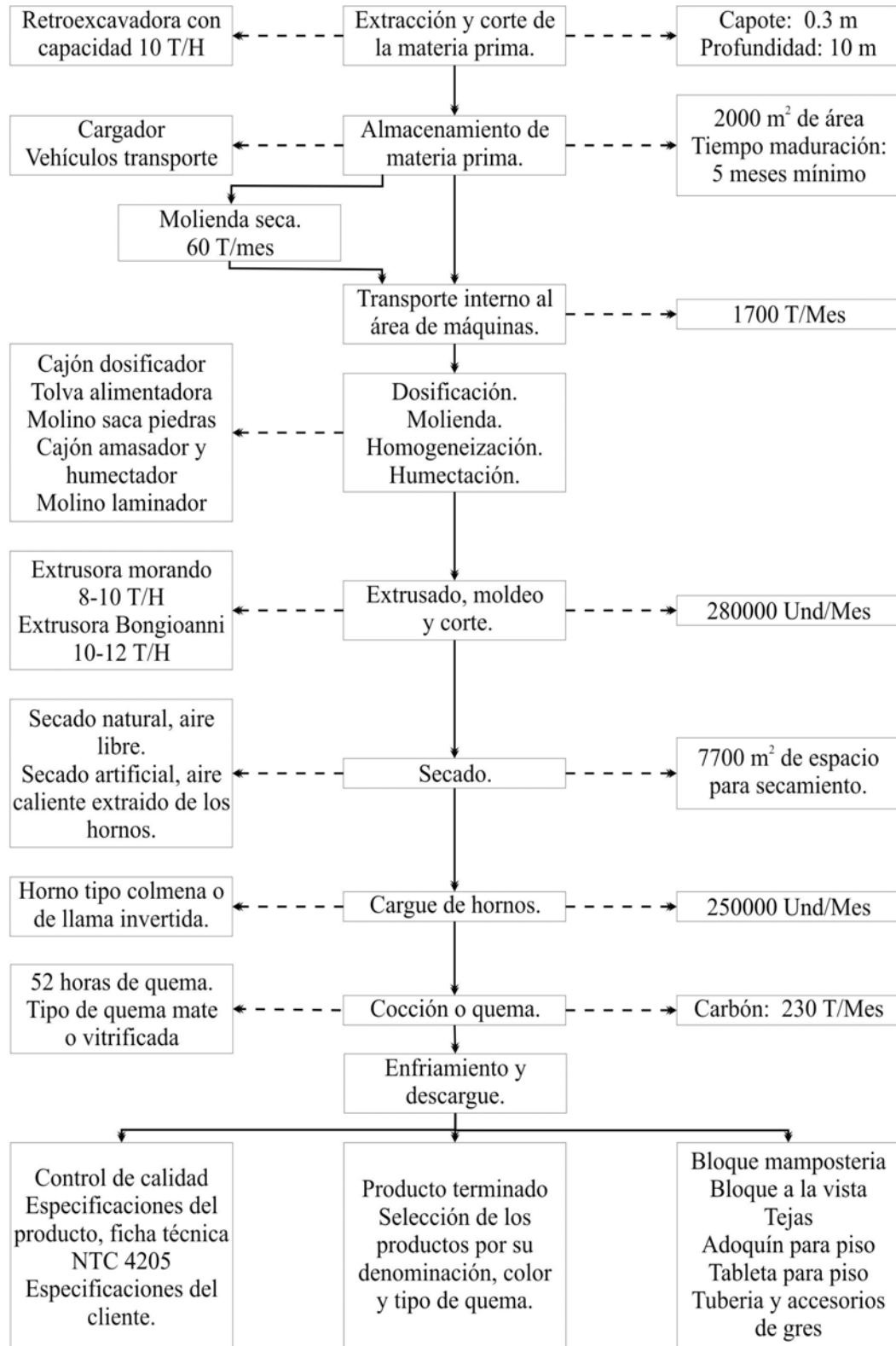
2.DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN ARCILLA COCIDA

La fabricación de materiales en Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos. Ltda. consta de diez etapas claramente definidas, ellas son:

- ✓ Extracción y corte de la materia prima.
- ✓ Almacenamiento de materia prima.
- ✓ Molienda seca.
- ✓ Transporte interno al área de máquinas.
- ✓ Dosificación, molienda y homogenización.
- ✓ Extrusado y corte.
- ✓ Secado.
- ✓ Cargue de hornos.
- ✓ Cocción o quema.
- ✓ Enfriamiento y descargue de los hornos.

Estas se encuentran interrelacionadas, de acuerdo a las necesidades del proceso, lo cual se muestra en el diagrama de flujo presentado en la figura 9, en él, se aprecia entre otras, la tecnificación del proceso, por la utilización de maquinaria pesada para explotación minera como: retroexcavadora y cargador; adicionalmente, se aprecia la intervención de molinos, cajones alimentadores, cajones amasadores, extrusoras y cortadoras, que son equipos implementados para el procesamiento de la materia prima, describiendo simultáneamente en forma aproximada la capacidad productiva desarrollada por Ladrillera Versalles.

Figura 9. Diagrama de flujo proceso productivo Ladrillera Versalles.



2.1 EXTRACCIÓN Y CORTE DE MATERIA PRIMA

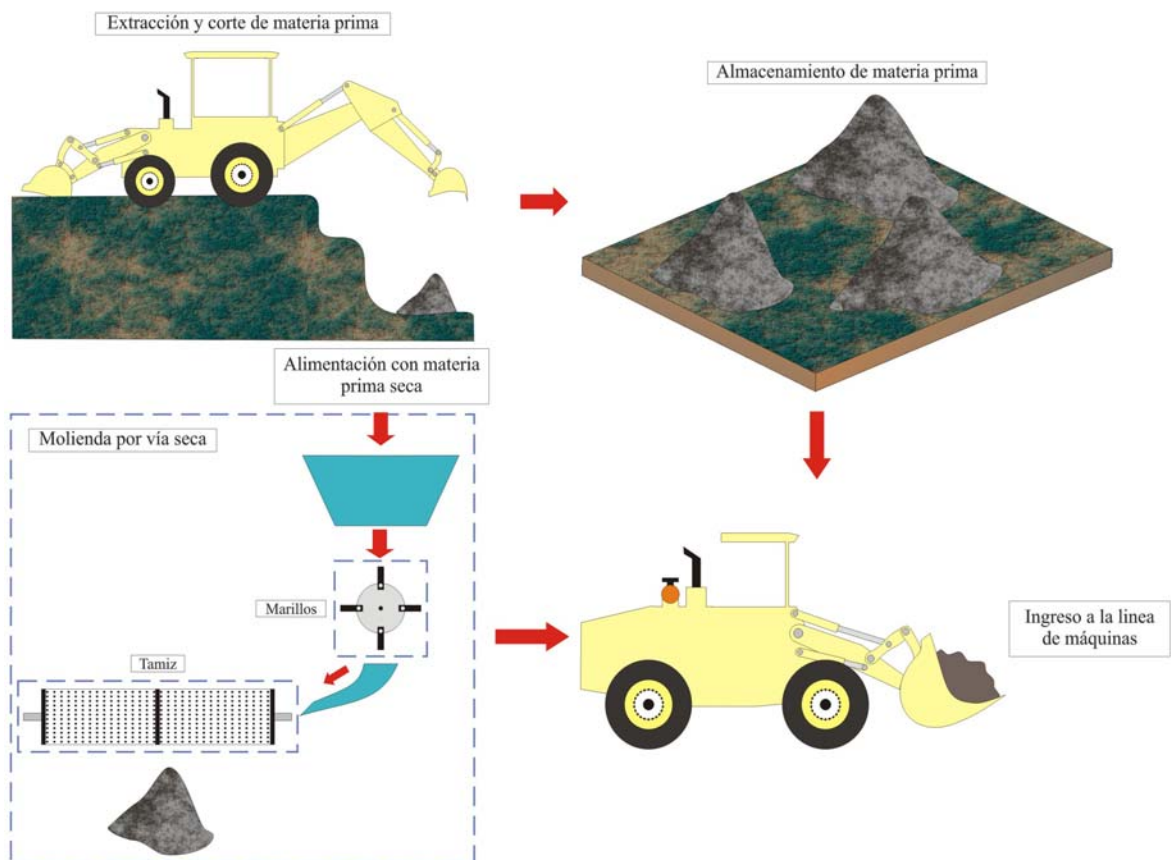
Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos. Ltda. cuenta con una mina de arcilla, la cual da origen a todo el proceso productivo de la empresa; esta mina cuyas características principales son: la escasa presencia de capa vegetal y una arcilla de constitución bastante blanda; hacen necesario la explotación a través de cortes escalonados a cielo abierto para evitar deslizamientos o derrumbes en la mina, así mismo las condiciones del terreno sobre el cual se hace el corte y extracción de la materia prima, requiere la utilización de retroexcavadora (figuras 10y 11), la cual gracias a su capacidad de corte tanto vertical como horizontal garantiza un alto volumen de explotación.

Figura 10. Explotación de mina con retroexcavadora.



Con el fin de cortar y extraer la materia prima, Ladrillera Versalles posee una retrocargadora JONH DEERE 410 la cual se encarga de: retirar el manto vegetal, extraer la arcilla y depositarla en montones de tierra; posteriormente, utilizando su cargador frontal, traslada la arcilla a los patios destinados para almacenamiento y envejecimiento de materia prima (figura 12).

Figura 11. Proceso productivo en mina.



2.2 ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

En este lugar denominado patios de envejecimiento (figura 12), se busca generar el proceso de meteorización, el cual consiste en exponer directamente la materia

prima al medio ambiente con el fin de obtener oxidación de sustancias orgánicas y la desintegración de terrones gracias a la acción física del medio, que a su vez, hace posible la eliminación de gases que se encuentran atrapados en la tierra, que al no ser eliminados apropiadamente generan torceduras, agrietamientos y desconchamientos durante las posteriores etapas de extrusión y quema.

Figura 12. Zonas de almacenamiento y envejecimiento de materia prima.



La meteorización es un proceso que tiene una duración de cinco meses, donde cada montón se encuentra debidamente distribuido y caracterizado, de acuerdo al tiempo de envejecimiento y tipo de materia prima. En esta etapa del proceso interviene el cargador frontal KOMATSU W 70, maquina que se encarga de

revolver continuamente cada montón de tierra con el fin de obtener un envejecimiento más uniforme (figura 13), puesto que de no ser así, tan solo la tierra que se encuentra en la superficie del montón alcanzaría la desintegración deseada.

Figura 13. Homogenización del proceso de envejecimiento.



Finalmente cuando la arcilla ha alcanzado los cinco meses de meteorización y se ha obtenido la granulometría deseada dependiendo del producto para el cual será destinada, la materia prima se encuentra lista para ser introducida en la línea de producción (figura 11).

2.3 MOLIENDA DE MATERIA PRIMA POR VIA SECA

El proceso de molienda seca es una actividad que se realiza paralelamente al envejecimiento de la materia prima (figura 11), ya que se considera como parte de

la preparación de arcillas antes de ingresar a la línea de máquinas. El proceso consiste en recolectar los ladrillos dañados durante la etapa de secado, para transportarlos con ayuda del cargador al deposito de tierra seca (figura 14), en este lugar, se encuentra un molino de martillos, máquina que posee una pequeña tolva de alimentación (figura 15, fotografía superior), encargada de conducir el material seco hacia los cuerpos moledores o martillos (figura 15, fotografía inferior), que a su vez se encuentran comunicados en su parte inferior con un tamiz rotativo y vibrador (figura 16), mecanismo cuya función es clasificar o separar partículas finas y gruesas, las primeras, caen al deposito de tierra molida (figura 16, fotografía inferior), y las segundas son desalojadas a través del bajante ubicado al final del tamiz (figura 16, fotografía superior). Finalizado el proceso se obtiene un polvo de arcilla con granulometría fina, que oscila entre 0,5 - 1 mm, materia prima que será utilizada para la fabricación de tejas, tabletas, ladrillo a la vista y en general de todos aquellos productos que requieran un mejor acabado superficial.

Figura 14. Entrada al proceso de molienda seca.



Figura 15. Molino de martillos.

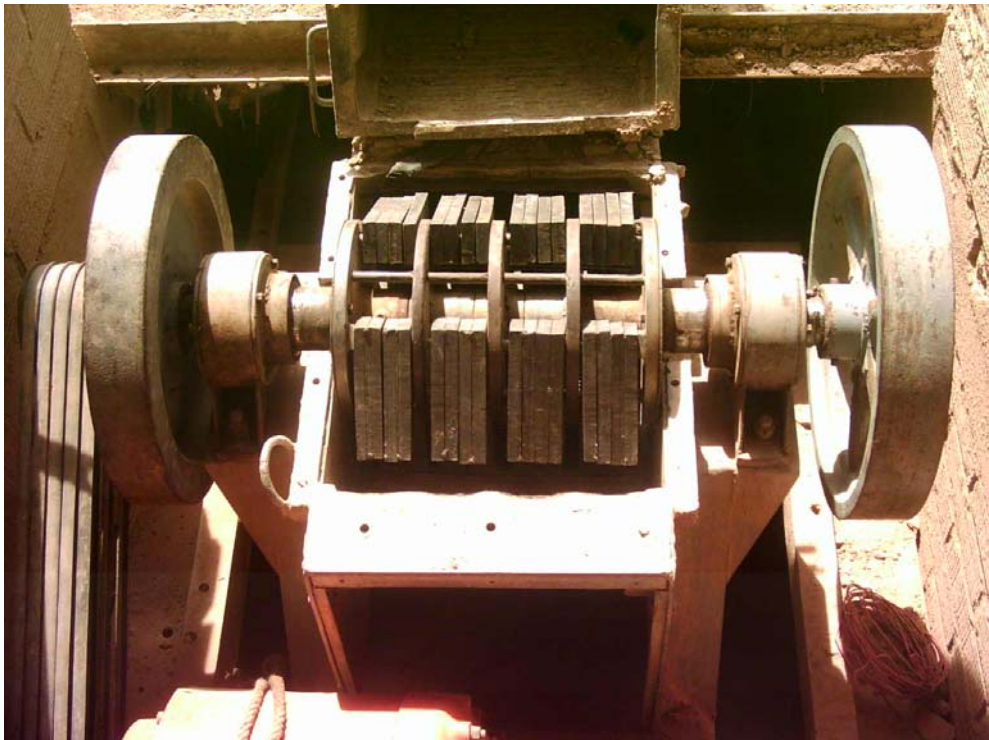


Figura 16. Tamiz del molino de martillos.



2.4 DOSIFICACION

Finalizada la preparación de la arcilla en los patios de envejecimiento, el cargador se encarga de transportarla hasta el área de máquinas, donde se encuentra la tolva de alimentación, en ella, el cargador deposita su carga (figura 17), de

aproximadamente 2 toneladas. Bajo la tolva, se encuentra el cajón alimentador BONGIOANNI 2D (figura 18), el cual mediante una esterilla conduce lentamente la materia prima hacia un mecanismo llamado desterronador, ubicado al final de su recorrido (figura 17), dicho mecanismo, consiste en un eje y varias barras de acero que giran permanentemente, golpeando los terrones de tierra, a fin de obtener una primera refinación de la misma y una alimentación constante para la línea de máquinas.

2.5 MOLIENDA, HOMOGENIZACIÓN Y HUMECTACIÓN

Finalizada la tarea del cajón alimentador, la materia prima ingresa a un proceso de molienda primaria realizada por un molino saca piedras (figuras 17 y 19) el cual mediante la acción de una de sus masas ranurada en forma espiral, atrapa los terrones grandes o duros que no fueron eliminados en el cajón dosificador y los extrae, posteriormente cuando la materia prima se ha separado de las piedras, la arcilla es sometida a un proceso de homogenización, tarea efectuada por un cajón amasador (figuras 17 y 20), equipo encargado de uniformizar la granulometría de la tierra, labor que es llevada a cabo mediante: aplicación gradual de agua y ayuda de dos tornillos sin fin dispuestos paralelamente en su interior que giran permanentemente, con el fin de amasar la arcilla e impulsarla continuamente hacia la siguiente etapa del proceso llamada: molienda secundaria, para la cual se cuenta con un molino laminador (figuras 17 y 21), dispositivo que gracias al movimiento giratorio de sus grandes masas lisas, separadas entre si aproximadamente 2 mm, logra convertir los finos terrones de materia prima en delgadas laminas u hojuelas de arcilla, logrando suministrar una tierra con mínima presencia de piedras con el objeto de alcanzar mejores condiciones en la etapa de extrusión.

Figura 17. Línea de maquinas Ladrillera Versalles.

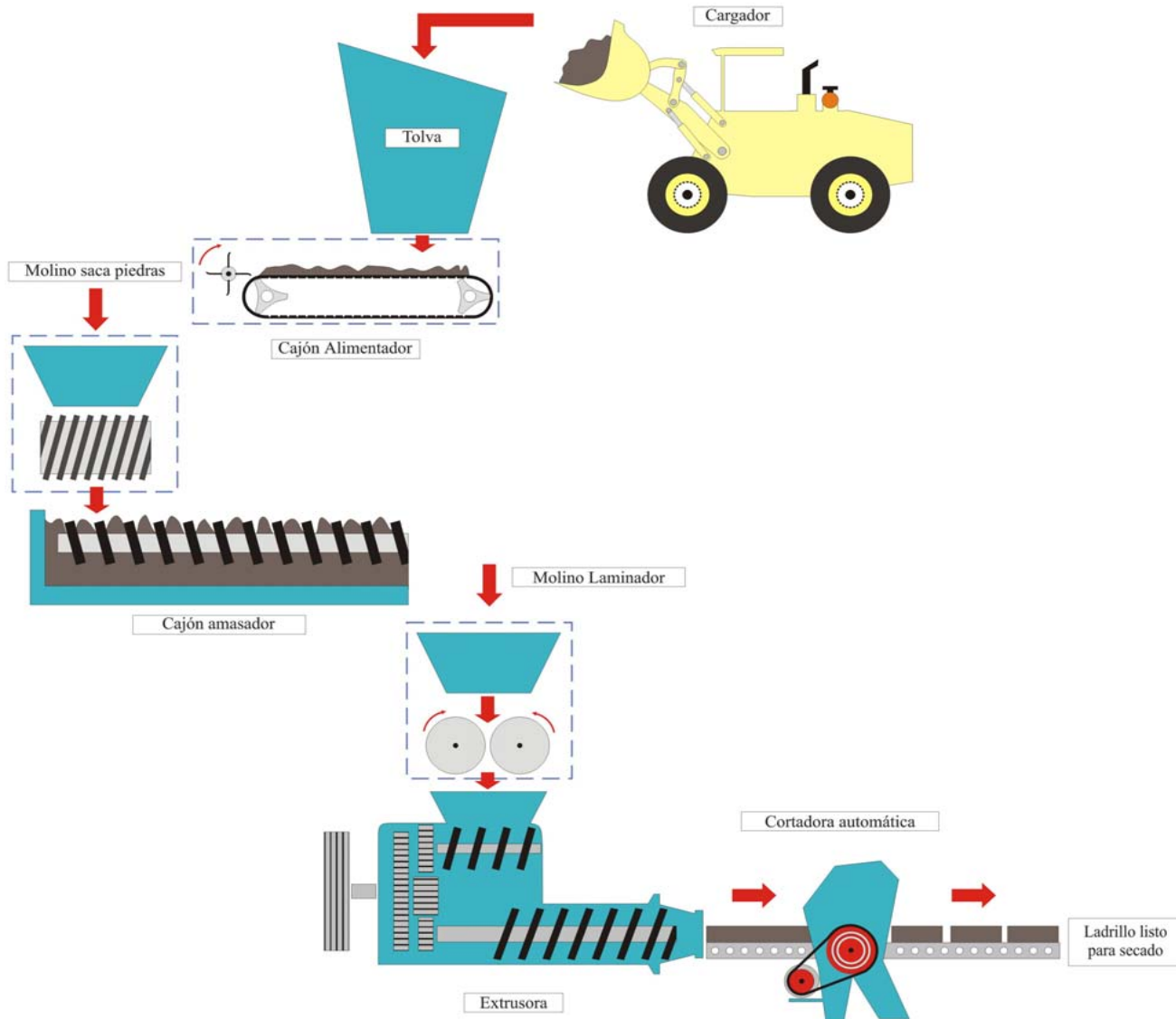


Figura 18. Cajón alimentador BONGIOANNI 2D.



Figura 19. Molino saca piedras (molienda primaria).



Figura 20. Cajón amasador (homogenización).



Figura 21. Molino laminador (molienda secundaria).



2.6 EXTRUSADO Y CORTE

Terminada la refinación de la materia prima, esta ingresa a la extrusora (figuras 17 y 22), donde inicialmente es embutida por dos cilindros ranurados ubicados en la parte superior de la máquina, cilindros paralelos que se encuentran separados entre si una distancia aproximada de 2mm, con el fin de evitar la entrada excesiva de aire a las zonas de compactación y compresión localizadas en el túnel de la extrusora, de esta forma, la tierra ingresa a la zona de extrusión donde mediante acción rotativa y constante de un tornillo sin fin de gran tamaño ubicado en su interior empuja el barro contra la boquilla, entregando una pasta continua cuyas características dimensionales en cuanto su sección transversal dependen del tipo de boquilla utilizada, ya que este instrumento es intercambiable.

Figura 22. Extrusora MORANDO M.V.P 3.



A medida que la extrusora entrega un bloque continuo de materia prima moldeada, con sección transversal definida, es necesario otorgarle su longitud característica, actividad que es ejecutada en forma automática y simultanea al moldeo, por cortadoras ubicadas en la salida de la extrusora; en este punto del proceso se cuenta con varias clases de cortadoras dependiendo del producto que se desee fabricar, la figura 23 muestra una cortadora vertical SOUZA utilizada para fabricación de ladrillos tipo H (H10, H15, H7 y H12).

2.7 SECADO

Una vez el producto ha sido conformado se transporta internamente mediante montacargas hacia las áreas de secado, las cuales son de dos tipos: natural y artificial (figura 24), el primero consiste en extender el producto en zonas específicas expuestas directamente a las condiciones de temperatura y humedad

determinadas por el medio ambiente (figura 25); el segundo, consiste en inducir el paso de aire a través de un quemador de carbón, con la ayuda de un ventilador centrífugo de gran tamaño, que a su vez fuerza el paso de aire caliente dentro de un ducto subterráneo que se encuentra comunicado con un cuarto llamado: cámara de secamiento (figuras 24 y 26), dichos recintos en su suelo, poseen pequeños agujeros espaciados uniformemente, para permitir el ingreso de aire caliente dentro de la cámara; una vez el aire ha sido suministrado en la cámara, es agitado dentro de la misma por ventiladores móviles conocidos como cortinas de secamiento (figuras 24 y 27) estos equipos se desplazan internamente a lo largo de las cámaras mediante la disposición de rieles, logrando distribuir en forma uniforme el aire caliente, acelerando el secado; finalmente, el aire es evacuado a través de ductos ubicados en la parte superior de la cámara.

Figura 23. Proceso de corte para ladrillo H10.



Figura 24. Proceso de secado natural y artificial.

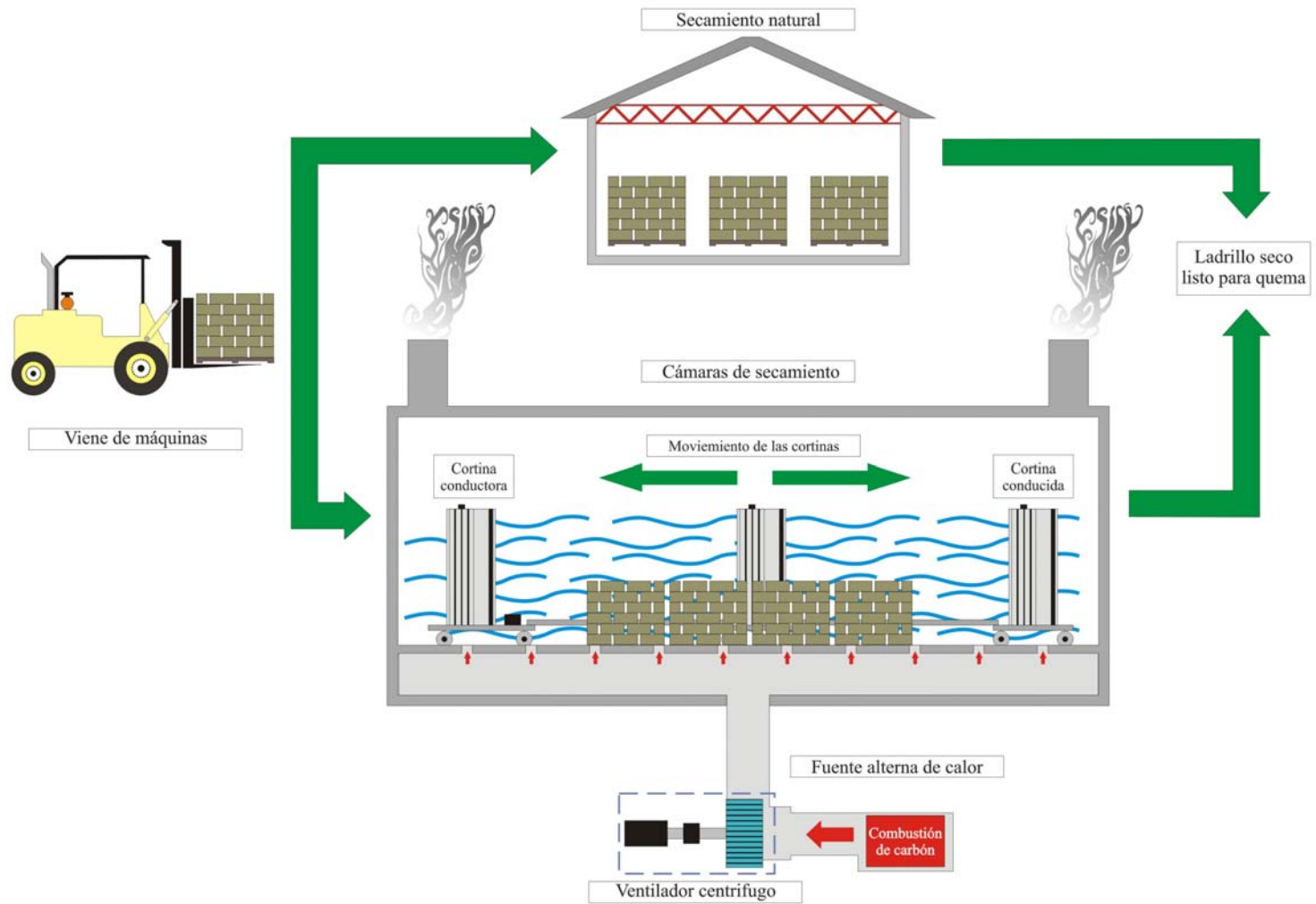


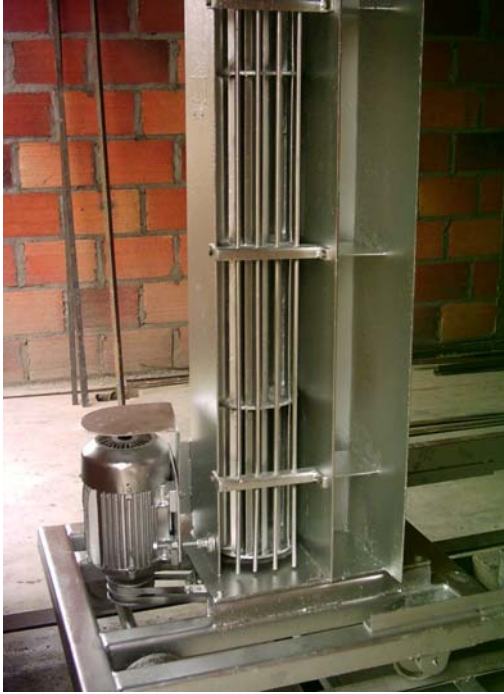
Figura 25. Transporte de material al área de secado natural.



Figura 26. Cámaras de secamiento.



Figura 27. Cortinas de secamiento.



2.8 QUEMA

Terminado el proceso de secado, los productos se encuentran listos para ser sometidos a la quema o cocción, que es la etapa final del proceso productivo (figura 28), en ella se busca obtener las propiedades adecuadas de color, dureza, resistencia y textura de los materiales; para este fin la planta de producción cuenta con cinco hornos tipo colmena (figura 29), los cuales utilizan como combustible carbón mineral; que a su vez es suministrado en forma manual (figura 29) o a través de stockers de alimentación (figura 30), equipos que se encuentran constituidos por un tornillo de transporte cuya función es suministrar carbón constantemente en la hornilla del horno e inyectar aire constantemente para la obtención de una combustión más eficiente.

El proceso de quema tiene una duración aproximada de 52 horas, durante el cual se ejerce un estricto control de temperatura, mediante termocuplas instaladas en las paredes del horno y medidores de temperatura debidamente calibrados, ya que las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo dependen de una elevación gradual de la temperatura y posterior sostenimiento de la misma.

Finalmente cuando el horno alcanza las condiciones de temperatura requeridas, se permite que el fuego se extinga por si solo hasta lograr cierto grado de enfriamiento, proceso que tiene una duración aproximada de 48 horas; pasado este tiempo se abren las puertas con el propósito de inyectar aire frío mediante ventiladores axiales (figura 31) ya que es necesario disminuir rápidamente la temperatura dentro del horno, posibilitando el descargue del mismo.

Figura 28. Cargue y descargue de hornos tipo colmena.

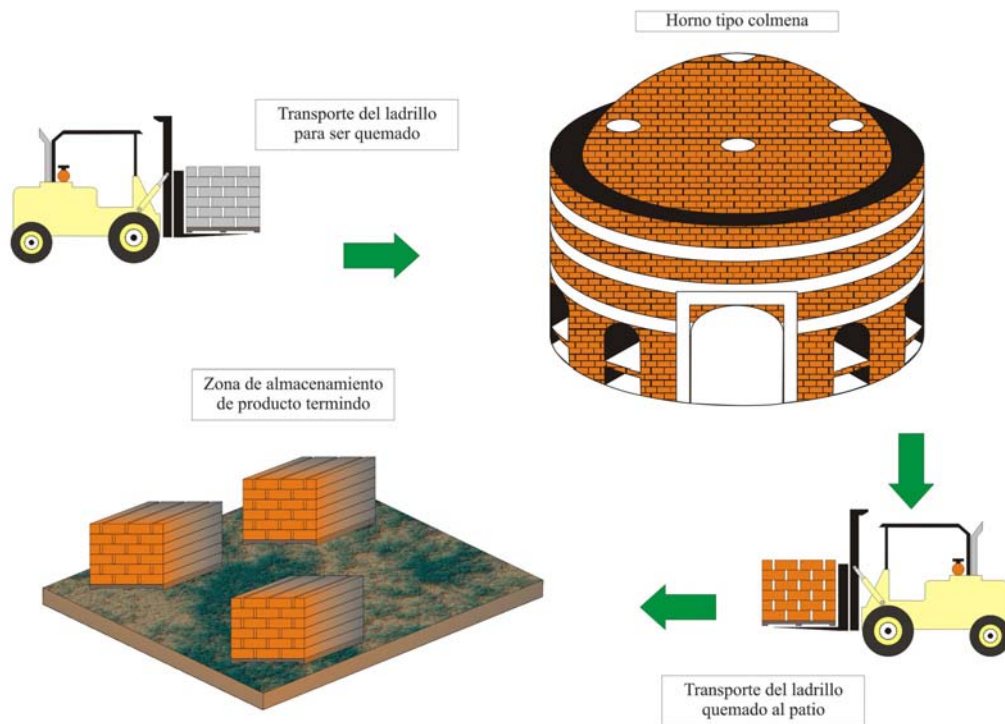


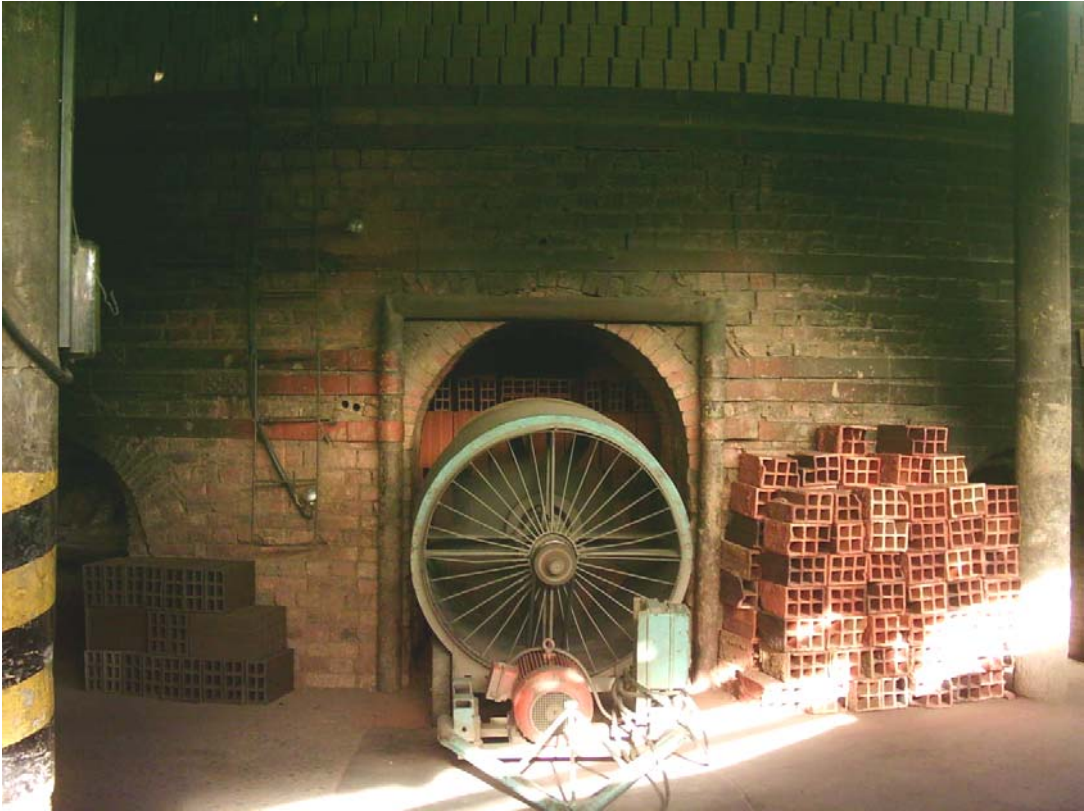
Figura 29. Horno tipo colmena.



Figura 30. Horno con stockers de alimentación.



Figura 31. Enfriamiento de horno tipo colmena.

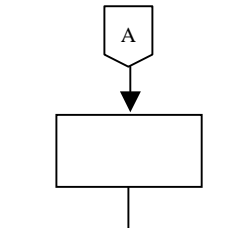
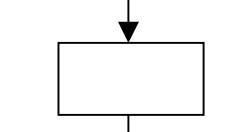
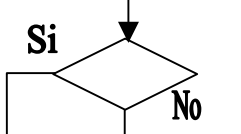
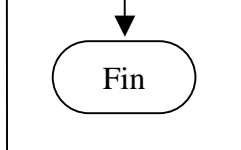
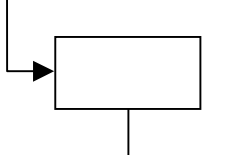
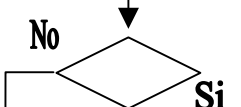
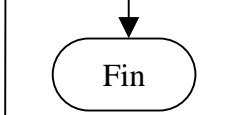
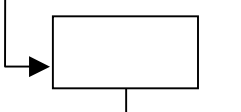
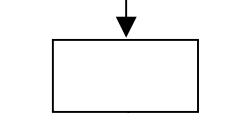
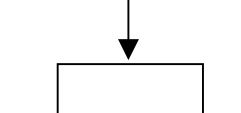
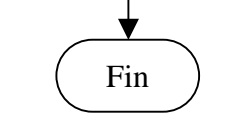


3. ESTADO INICIAL DEL MANTENIMIENTO EN LADRILLERA VERSALLES

Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos. Ltda inicialmente carecía de un departamento de mantenimiento estructurado apropiadamente; por el contrario manejaba un modelo de mantenimiento netamente correctivo, sin ningún tipo de registro o documentación que permitiera desarrollar actividades de planeación y control, dicho modo de trabajo se encontraba bajo la responsabilidad de una sola persona, quien intervenía o reparaba la máquina tan solo cuando su rendimiento disminuía notablemente o sencillamente era incapaz de seguir operando, de este modo, el mantenimiento desarrollado por la empresa, se convirtió en una herramienta insuficiente e ineficiente en el momento de satisfacer los crecientes requerimientos de producción y calidad alcanzados y proyectados por la empresa; modelo de mantenimiento que se encuentra descrito a través del diagrama de flujo mostrado en la figura 32.

Figura 32. Desarrollo inicial del mantenimiento en Ladrillera Versalles.

<i>Diagrama de flujo</i>	<i>Descripción de la actividad</i>	<i>Responsable</i>
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Box[] Box --> A{{A}} </pre>	Las máquinas presenta fallas de operación y se requiere reparación.	
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Box[] Box --> A{{A}} </pre>	Se comunica verbalmente del daño al personal encargado del área se mantenimiento.	Mecánico

	<p>Dependiendo del criterio del jefe de producción, el mantenimiento se ejecutaba inmediatamente o se aplazaba.</p>	<p>Jefe de producción</p>
	<p>Se daba inicio al mantenimiento correctivo de la máquina involucrada.</p>	<p>Mecánico</p>
	<p>¿Se necesita un repuesto o suministro?</p>	
	<p>Se culmina el mantenimiento correctivo.</p>	<p>Mecánico</p>
	<p>El mecánico busca entre la chatarra o materiales de segunda en repuesto para solucionar el problema.</p>	<p>Mecánico</p>
	<p>¿El repuesto se encuentra en las instalaciones de la planta?</p>	<p>Mecánico</p>
	<p>Se culmina el mantenimiento correctivo.</p>	<p>Mecánico</p>
	<p>El repuesto se solicita verbalmente por el mecánico, al Gerente o al Jefe de planta.</p>	<p>Mecánico Gerente Jefe de planta</p>
	<p>El Gerente o el Jefe de planta se encargan de buscar el repuesto en el comercia local o en la ciudad capital del departamento.</p>	<p>Gerente Jefe de planta</p>
	<p>Al efectuar la compra, el repuesto llega a la planta de producción y es entregado al mecánico para ser usado en la máquina para lo cual se requirió.</p>	<p>Gerente Jefe de planta Mecánico</p>
	<p>Se culmina el mantenimiento correctivo.</p>	<p>Mecánico</p>

A si mismo el modelo de mantenimiento implementado inicialmente por la empresa presentaba las siguientes características:

- ✓ Ausencia de actividades preventivas que han originado un alto grado de deterioro en la maquinaria.
- ✓ Las reparaciones realizadas poseen bajos niveles de calidad.
- ✓ El rendimiento individual y colectivo de la maquinaria es bastante irregular.
- ✓ Inadecuada selección, gestión y aplicación de repuestos.
- ✓ Inexistencia de registros referentes a las actividades de mantenimiento y especificaciones técnicas de los repuestos utilizados.
- ✓ Desorganización en el manejo de la documentación técnica.
- ✓ Conductos regulares bastante confusos e ineficientes.
- ✓ Inexistencia de una clara definición del departamento de mantenimiento.
- ✓ Mano de obra insuficiente y no calificada.
- ✓ Herramienta insuficiente y en malas condiciones.
- ✓ No existe un control adecuado sobre los trabajos externos de mantenimiento.

3.1 DIAGNÓSTICO DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Producto de implementar un modelo de mantenimiento correctivo, Ladrillera Versalles a gestado al interior de su planta de producción una serie de problemas que se describen a continuación:

- ✓ Debido al inapropiado manejo de la documentación técnica, la selección, gestión y montaje de los repuestos en muchas ocasiones no corresponden a los requerimientos técnicos del problema o la máquina, deteriorando el funcionamiento de la misma.

- ✓ Consecuencia de realizar mantenimientos improvisados, con materiales de baja calidad han generado que las máquinas reduzcan su disponibilidad, ocasionando constantes paradas de emergencia, las cuales inevitablemente reducen el nivel productivo en la planta de producción.
- ✓ En ausencia de actividades preventivas, no existe la detección de pequeñas fallas, las cuales en ocasiones se convierten en averías de gran implicación para el óptimo desempeño de la máquina.
- ✓ La falta de registros históricos acerca de las condiciones de operación y mantenimiento de los equipos hace difícil la prevención de averías y el diagnóstico de las mismas.
- ✓ Los operarios de la maquinaria no se hacen responsables por el buen estado o condición de los equipos a su cargo; puesto que no realizan rutinas de limpieza e inspección de las máquinas, antes, durante y después de su operación, hecho que ha deteriorado el aspecto físico de las mismas.
- ✓ Resultado de no contar con conductos regulares definidos, la administración del mantenimiento es pobre e incapaz de suplir adecuadamente los crecientes requerimientos de la planta de producción.
- ✓ La estructura organizacional de la empresa no corresponde a los requerimientos reales de la planta de producción, ya que sus necesidades han crecido tanto en cantidad como en complejidad, a nivel operativo y administrativo, por lo tanto se generan grandes traumatismos, en procesos tales como: mantenimiento, compras, ventas, gerencia y producción, ya que no existe claridad en las funciones y responsabilidades de cada uno de los elementos de la organización, por lo tanto, el funcionamiento global de la empresa por momentos, se torna errático e ineficiente.
- ✓ Las decisiones inherentes a las actividades de mantenimiento, son el producto de diversos criterios que no se encuentran coordinados entre si, por lo tanto, se procede sin tener un concepto técnico claro y objetivo de las circunstancias, lo

cual ocasiona reparaciones de baja calidad, que posteriormente pueden convertirse en daños mayores.

- ✓ La planta de producción se encuentra muy desordenada, ya que dentro de sus instalaciones se encuentran dispersos gran cantidad de residuos producidos por labores de mantenimiento tales como: tuercas, tornillos, laminas metálicas, rodamientos, electrodos de soldadura etc, los cuales ocupan grandes espacios y se confunden con repuestos e insumos que si son de utilidad para la empresa.
- ✓ Los trabajos de mantenimiento realizados en talleres externos no cumplen con los requerimientos de cumplimiento y calidad, puesto que no se ejerce una adecuada planeación y control de estas actividades, ocasionando que la empresa reciba y emplee reparaciones de mala calidad o en algunos casos sufra la pérdida de algún repuesto o parte de máquina.

3.2 INVENTARIO DE MAQUINARIA

Realizado el diagnóstico al modo de administrar inicialmente el mantenimiento en Ladrillera Versalles, se evidencia la existencia de un alto grado de desorganización en el manejo de recursos e infraestructura, por tal razón, como primera medida se efectuó un inventario físico de los equipos con que cuenta la planta de producción; actividad que tiene como propósito determinar la maquinaria que será administrada a través del nuevo sistema de mantenimiento, este inventario es el primer paso lógico en la organización de un sistema de mantenimiento, puesto que es imprescindible conocer con certeza la cantidad de maquinaria y características generales de las mismas; el resultado del empadronamiento de equipos se encuentra resumido en la tabla 1, que se muestra a continuación:

Tabla 1. Inventario de maquinaria.

<i>Inventario de maquinaria</i>	
	
LV-FR-07-01	
Versión 01	
<i>Número</i>	<i>Máquina</i>
01	Retroexcavadora JOHN DEERE 410l.
02	Cargador KOMATZU.
03	Montacargas gasolina numero uno HYSTER F50X L2.
04	Montacargas diesel HYSTER H60F.
05	Molino de martillos.
06	Molino saca piedras BONGIOANNI referencia 22LR 600X520.
07	Molino laminador monocomando BONGIOANNI 5LRA.
08	Molino laminador monocomando SVEDALA.
09	Trituradora de mandíbulas FAMAGRINN.
10	Cajón amasador SOUZA M.M.S 3000.
11	Cajón alimentador BONGIOANNI 2D.
12	Extrusora BONGIOANNI 15 M.
13	Extrusora MORANDO MVP3 Súper F.
14	Prensa rotativa para tejas MORANDO P.T.M.1 SERIE C.
15	Cortador manual de ladrillo RIVANNI.
16	Cortador manual de teja cartabón.
17	Cortadora automática de teja SEVECO.
18	Cortadora vertical automática de ladrillo SOUZA 448 M.M.
19	Cortadora horizontal primaria MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.
20	Cortadora multihilos MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.
21	Torno para tubería cerámica.
22	Ventilador axial uno.

23	Ventilador axial dos.
24	Ventilador centrifugo uno
25	Cortina conductora de secamiento uno.
26	Cortina conducida de secamiento uno.
27	Stocker uno para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.
28	Stocker dos para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.
29	Planta generadora de energía WILSON tipo CA-187.
30	Bomba de vacío para Extrusora BONGIOANNI.
31	Bomba de vacío uno para Extrusora MORANDO.
32	Bomba de vacío dos para Extrusora MORANDO.
33	Banda transportadora con reductor uno (alimenta molino saca piedras).
34	Banda transportadora con reductor dos (alimenta cajón amasador).
35	Banda transportadora con reductor tres (alimenta molino laminador).
36	Banda transportadora con reductor cuatro (alimenta extrusora MORANDO).
37	Banda transportadora con reductor cinco (alimenta extrusora BONGIOANNI).
38	Banda transportadora con reductor seis (primera etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).
39	Banda transportadora con reductor siete (segunda etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).
40	Banda transportadora con reductor ocho (alimenta trituradora de mandíbulas).
41	Molino laminador BONGIOANNI 2L.
42	Bomba centrifuga HIM.

43	Molino saca piedras BONGIOANNI L.V.
44	Montacargas gasolina numero dos HYSTER F60X L2.
45	Ventilador axial tres para enfriamiento de hornos
46	Ventilador centrifugo dos.
47	Cortina conductora de secamiento dos.
48	Cortina conducida de secamiento dos.

3.3 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE MANTENIMIENTO

Todo sistema de mantenimiento, requiere la construcción y fortalecimiento de su propio conocimiento, el cual implica conocer e interpretar las características técnicas de la maquinaria involucrada en el proceso; así mismo, este criterio debe ser aplicado a los repuestos e insumos que para su mantenimiento son requeridos, esta fundamentación, constituye una valiosa herramienta que permite generar soluciones apropiadas, a problemas con diferente grado de complejidad e importancia; respaldadas por conceptos técnicos, económicos y de calidad acordes a los requerimientos de la situación.

Mantener un adecuado nivel de información técnica en un departamento de mantenimiento representa mejorar la calidad y tiempo de respuesta tanto de mantenimientos preventivos como correctivos, ya que es posible detectar e interpretar con claridad el problema, para posteriormente gestionar recursos materiales y humanos que combinados conformen una solución que contribuya a elevar los niveles de disponibilidad de los equipos. Esta información técnica básica se encuentra formada por: catálogos de repuestos, manuales de operación, manuales de mantenimiento, planos y catálogos de partes; documentación técnica, que Ladrillera Versalles poseía dispersa y desorganizada; por esta razón, la información fue reunida, organizada y complementada con nuevo material, como

se resume en la tabla 2, con el fin de almacenarla en una pequeña biblioteca, facilitando de esta forma su ubicación y consulta.

Tabla 2. Listado de manuales y catálogos para mantenimiento.

<i>Título del documento</i>	<i>Fecha de publicación</i>
Altivar 18, TELEMECANIQUE. Variador de velocidad.	-----
Libro de partes cargador KOMATSU W 70	15/10/1981
Manual técnico Cargadora y retroexcavadora JD410 JOHN DEERE.	01/02/1975
Catálogo de partes Cargadora y retroexcavadora JD410 JOHN DEERE.	07/11/1980
Manual de partes montacargas HYSTER H40-50J.	17/12/1986
Guía técnica montacargas gasolina HYSTER S40-60XL2.	21/05/1991
Manual de instrucciones cortadora de teja SEVECO	-----
Manual de mantenimiento extrusora MORANDO MVP/3 SÚPER F.	-----
Planos bomba de vacío extrusora MORANDO MVP/3 SÚPER F.	-----
Características técnicas extrusoras MORANDO.	-----
Planos molino saca piedra BONGIOANNI 22 LR.	10/04/1951
Características técnicas molino saca piedra BONGIOANNI 22 LR.	-----
Planos y características técnicas prensa rotativa para teja MORANDO P T M 1 SERIE C	1968
Uso, mantenimiento y planos cortadora automática de deslizamiento frontal RIVANI.	-----
Instrucciones para la instalación, montaje y mantenimiento extrusora BONGIOANNI 15M.	-----
Planos extrusora BONGIOANNI 15M.	-----
Características técnicas molino laminador BONGIOANNI 500 x 700.	-----
Planto cajón alimentador BONGIOANNI 2D	-----
Características técnicas cajón alimentador	-----

BONGIOANNI 2D.	
Manual de aceros finos UNITEC BOEHLER.	-----
Manual de soldadura WEST ARCO.	-----
Manual de mantenimiento y recambio de rodamientos SKF.	1997
Catálogo técnico soldadura WEST RODE	-----
Catálogo de bandas planas para transmisión y transporte.	-----
Catalogo de rodamientos TIMKEN.	2004
Catalogo de filtros PARTMO.	2004
Catalogo de rodamientos ZKL.	2004
Catalogo de grapas para bandas transportadoras FLEXCO.	2004
Catalogo de productos DIMETALES.	2004
Catalogo de rodamientos FAG.	2004
Catalogo de productos COMPAÑÍA GENERAL DE ACEROS.	2004
Catalogo INTERMEC para elementos de transmisión de potencia.	2004
Compendio de información técnica y practica de transmisiones de potencia por cadena de rodillos INTERMEC.	2004
Catalogo de bandas transportadoras CIMEX.	2004
Manual de mantenimiento para bombas de inyección BOSCH.	2004
Catalogo de moto reductores US MOTORS.	1990
Catalogo de correas para transmisión de potencia OPTIBELT.	2004
Catalogo de bandas transportadoras CORFLEX.	2003
Manual técnico para sistemas de tubería y accesorios PAVCO.	2003
Catalogo de acoples óleo actuantes por cadena INTERMEC.	2000
Catalogo de bandas planas para transmisión y transporte ICOBANDAS.	2001
Manual de operación para equipo de soldadura LINCOLN.	1999
Catalogo de filtros AGRO-FILTER.	2003
Manual técnico para selección de empalmes mecánicos y vulcanizados FLEXCO.	2004

Catalogo de conectores de tira para bandas transportadoras y correas de transmisión ALLIGATOR LACING.	2004
Catalogo para transportadores de rodillos ASERVITEC.	2000
Manual técnico de grasas y lubricantes SFR	2004
Manual de operación y mantenimiento del taladro radial DRILL PRESS.	2004
Catalogo de electrodos revestidos LINCOLN ELECTRIC.	2004
Catalogo de acoples FLENDER.	2004
Manual de óleo hidráulica VICKERS.	2000
Guía para soldar, cortar y calentar con soldadura oxy-fuel VICTOR.	1999
Manual de operación y mantenimiento para motobombas centrífugas IHM.	-----

3.4 TALLER DE MANTENIMIENTO

Dentro de las instalaciones de la planta de producción se cuenta con un pequeño espacio físico claramente demarcado con el fin de funcionar como taller de mantenimiento, en este lugar se realizan trabajos de soldadura, mecanizado y mecánica en general, dicho taller cuenta con herramienta básica (llaves, destornilladores, alicates, etc.), equipo de soldadura eléctrica, equipo de soldadura oxiacetilénica, taladro manual y esmeril, sin embargo las condiciones de estos equipos no son las mejores, debido a su deterioro producto de varios años de uso; adicionalmente el taller de mantenimiento, no cuenta con lugares designados para la ubicación y almacenamiento de herramienta, así como tampoco cuenta con un horno o cava para almacenamiento de soldadura eléctrica, la cual, debido a esta circunstancia, se deteriora fácilmente y pierde sus propiedades; por lo tanto, el taller de mantenimiento, al igual que el resto de la fabrica se encuentra bastante desordenado, observándose gran cantidad de residuos y herramientas de trabajo dispersos dentro de él. Adicionalmente el taller de mantenimiento, carece de

instrumentos más acordes a la clase de trabajos que han venido surgiendo como parte del crecimiento de la empresa en infraestructura y producción.

De otro modo, cuando la reparación no es posible ejecutarla en el taller, existen dos alternativas: realizar la reparación en el sitio donde se encuentra instalada la máquina o enviar sus elementos a talleres externos, en ambos casos, existen problemas de organización tanto de mano de obra, como de repuestos e insumos, ya que no existe una adecuada planeación y control del trabajo desarrollado.

4.NUEVO SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LADRILLERA VERSALLES DE RAMÍREZ HNOS. LTDA.

Determinadas las condiciones operativas del mantenimiento y todas las restantes dependencias de la empresa, se procedió a la estructuración de un nuevo sistema de mantenimiento, centrado en la susceptibilidad de falla de los elementos, aplicando simultáneamente algunos principios básicos TPM (Mantenimiento productivo total), ya que este modelo de trabajo se adapta favorablemente a las condiciones de Ladrillera Versalles, permitiendo vencer gradualmente la improvisación y desorden gestado por el modelo de mantenimiento correctivo manejado históricamente en la planta de producción. A su vez, el nuevo sistema de mantenimiento, se encuentra soportado por una serie de elementos de carácter tanto administrativos como operativo, los cuales se enuncian a continuación:

- ✓ Estructura organizacional acorde a los requerimientos reales de infraestructura y producción de la empresa.
- ✓ Sistema de información para mantenimiento, como herramienta eficaz en la planeación, ejecución y control de los trabajos desarrollados por esta dependencia.
- ✓ Programa de mantenimiento, basado en el uso estratégico de los recursos materiales y humanos de la empresa.
- ✓ Gestión de repuestos, realizada mediante la administración del almacén.
- ✓ Taller de mantenimiento debidamente organizado, utilizando herramienta acorde a los requerimientos técnicos de la maquinaria implementada por Ladrillera Versalles.

- ✓ Centralización de la administración del mantenimiento, a través de una oficina, donde se cuenta con la información y recursos para la planeación y control de las actividades del departamento.

4.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

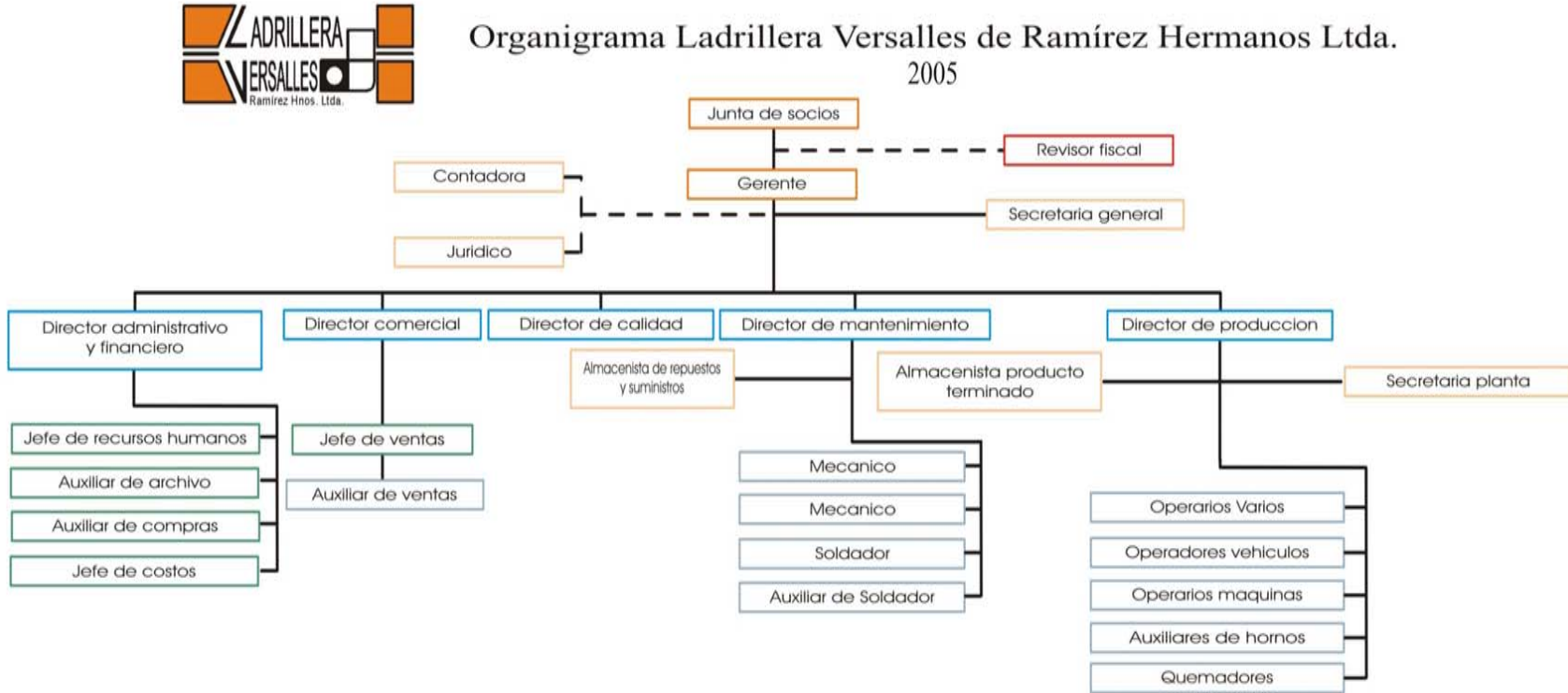
El nuevo modelo de estructura organizacional (figura 33) para Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos Ltda, posee una definición más clara de las dependencias con que cuenta la empresa, a si mismo, es posible identificar los responsables de administrar cada uno de los procesos, adicionalmente consta de nuevos cargos, los cuales fueron creados de acuerdo a las necesidades generadas como parte del mejoramiento continuo de las actividades desarrolladas por la empresa; de igual forma, se establecieron claramente las diversas dependencias asignándole su respectivo responsable.

4.1.1 Secciones. Resultado de estructurar nuevamente la empresa se obtuvieron cinco dependencias claramente definidas, las cuales son:

- ✓ Departamento de producción.
- ✓ Departamento de mantenimiento.
- ✓ Departamento de calidad.
- ✓ Departamento comercial.
- ✓ Departamento administrativo y financiero.

Secciones que cuentan con su respectivo director, quien es el responsable de la administración de los recursos e infraestructura del proceso a su cargo, a su vez,

Figura 33. Organigrama Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos Ltda 2005.



todas las dependencias son dirigidas estratégicamente por la gerencia, donde se ejerce la planeación y control global de la empresa.

4.1.2 Gestión de repuestos. Parte de la nueva estructura en Ladrillera Versailles, incluye la creación de un sencillo almacén (figura 34), lugar donde se organizaron repuestos e insumos requeridos para el desarrollo de trabajos en la planta de producción, a su vez, este almacén se encuentra a cargo del departamento de mantenimiento, ya que la mayoría de elementos ubicados en el almacén son requeridos para desarrollar labores de mantenimiento, por tal motivo, en este lugar también se construyó una cava para el almacenamiento de soldadura eléctrica, con el fin de mantenerla libre de humedad, evitando así la pérdida de sus propiedades. La implementación del almacén permite una adecuada gestión de los recursos requeridos para realizar tanto actividades preventivas como correctivas.

4.1.3 Talleres. Con el fin de mejorar el rendimiento del departamento de mantenimiento, se reacondicionó el taller, labor que se llevó a cabo mediante la construcción de un tablero para almacenar en forma organizada los instrumentos de trabajo (figura 35), adicionalmente se adquirieron nuevos equipos como: taladro de columna, pulidora industrial, equipo de soldadura eléctrica de mayor capacidad, motortool, prensa mecánica, juego de copas, multímetro, destornilladores y llaves en general; sin embargo cuando un trabajo requiere un mayor grado de especialización, se recurre a una serie de proveedores externos, a los cuales se les realiza un constante seguimiento y control de los trabajos desarrollados.

Figura 34. Almacén de repuestos y suministros.



Figura 35. Taller de mantenimiento Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos Ltda.



4.1.4 Mantenimiento productivo total (TPM). Complementando el modelo de mantenimiento centrado en la susceptibilidad de falla de los equipos, se integra a Ladrillera Versalles la aplicación de sencillos conceptos TPM, siendo TPM un enfoque gerencial para la administración del mantenimiento, generando la creación de metodologías y estructuras administrativas, que hasta el momento han sido inexistentes en el mantenimiento desarrollado por Ladrillera Versalles;

adicionalmente, TPM asegura un incremento en la cobertura del mantenimiento, ya que en este modelo de trabajo los operadores participan activamente en la mejora de los equipos, realizando labores de limpieza, inspección, lubricación, ajustes, cambio de partes menores y otras labores básicas de mantenimiento que requieren cierto conocimiento del equipo, pero no destrezas o conocimientos especializados; esta metodología, encaja fácilmente dentro de la organización y cultura de la empresa, ya que la mayoría de los trabajadores han participado directamente en la adecuación, montaje, operación y reparación de cada una de las máquinas con que cuenta la planta de producción, conocimiento de suma importancia en el momento de realizar un mantenimiento.

4.1.5 Seguridad industrial. Ligado al sistema de mantenimiento, se encuentra la implementación de políticas para mejorar la seguridad industrial en las instalaciones de la planta de producción, normas básicas que inicia por el uso apropiado de los elementos de protección personal como son: casco, tapa oídos, caretas para soldar, gafas para pulir, tapabocas, guantes etc, adicionalmente la seguridad industrial se apoya en el adecuado desarrollo de un programa de mantenimiento para maquinaria, ya que un equipo en buenas condiciones, representa mayor seguridad para el operario, por esta razón, en Ladrillera Versailles, el departamento de mantenimiento es el encargado de velar por la seguridad industrial, labor que se realiza mediante constante control y capacitación del personal operativo y administrativo de la empresa, complementándose a través del almacén, puesto que en este lugar se gestionan los implementos de seguridad que se deben mantener siempre a disposición de los trabajadores.

4.2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Un sistema de información en mantenimiento es una herramienta de gran poder y alcance, la cual se encuentra constituida por una serie de documentos y registros, que al interactuar dinámicamente entre ellos y las demás dependencias de la empresa, hacen posible recopilar, almacenar y clasificar, una serie de datos que posteriormente sirven como eje central de todas las actividades de mantenimiento. Hablar de administración en mantenimiento, incluye ineludiblemente el diseño e implementación de sistemas de información, ya que en el se fundamenta y construye el conocimiento acerca de las características tanto de operación como mantenimiento de todas las máquinas con que cuenta un sistema productivo.

Estructurar un sistema de información para mantenimiento, hace posible comprender adecuadamente las características de una falla en un equipo, facilitando de este modo la obtención de la solución más acorde a los requerimientos del problema; paralelamente cumple funciones como instrumento de planeación, control y evaluación, no solo del proceso, si no también del desempeño de los equipos, es por esta razón, que los sistemas de información, generan la capacidad de prever los recursos necesarios para un mantenimiento programado, y estar preparado para atender fallas repentinas en la maquinaria, lo cual, sin duda alguna, conlleva a un mejor aprovechamiento de las capacidades individuales de los operarios de mantenimiento, las herramientas del taller e incrementar la productividad de los equipos.

4.2.1 Normalización de encabezados en documentos y registros. Resultado de implementar un sistema de gestión de la calidad bajo norma ISO 9001:2000, se creó y estableció por parte del comité de calidad de la empresa, un sistema para etiquetado, mediante un encabezado que permite identificar claramente todos los

documentos y registros que hacen parte de un manual, procedimiento, instructivo, indicador de gestión, formato o ficha técnica del sistema de gestión de calidad, el cual se encuentra debidamente normalizado a través del contenido básico de la siguiente información: logotipo de Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos Ltda, título del documento, versión y código. El título determina un nombre de acuerdo a la actividad documentada, con el fin de identificar claramente el contenido del mismo; la versión, establece el número de revisiones o modificaciones que ha tenido el documento a partir de su publicación inicial considerada como versión 01; este encabezado, cuenta con una codificación de carácter alfanumérica que obedece a la estructura descrita por la tabla 3, así mismo la figura 36 es un ejemplo aplicado de etiquetado para una hoja de tiempo del personal operativo de producción.


Tabla 3. Codificación de documentos y registros.

<i>Tipo de documento o registro</i>	<i>Estructura de codificación</i>
Manual	LV-MC-##-##
Procedimiento	LV-PR-##
Instructivo	LV-IN-##-##
Formato	LV-FR-##-##
Indicador de gestión	LV-IG-##
Ficha técnica	LV-FT-##-##

Para efectos de interpretar la codificación estructurada anteriormente se debe aclarar que las dos primeras letras (*LV*), representan el nombre de la empresa “Ladrillera Versalles de Ramírez Hnos. Ltda”, seguidas por una abreviatura representativa al tipo de documento, de forma que: manual de calidad (*MC*), procedimiento (*PR*), instructivo (*IN*), formato (*FR*), indicador de gestión (*IG*) y

ficha técnica (FT). Los siguientes dos símbolos ## para el caso de los procedimientos e indicadores de gestión, representan el número consecutivo para cada tipo de documento según su orden de creación en el sistema; por ejemplo: LV-PR-01 procedimiento numero 01. En el caso de los manuales, instructivos, formatos y fichas técnicas, los primeros símbolos ## representan el procedimiento al cual pertenece; siendo mantenimiento el proceso 07; de otro modo, los siguientes símbolos ## representan el número consecutivo para cada uno de los documentos; por ejemplo: LV-FR-01-01 Formato número 01 del procedimiento 01. De otro modo para algunos formatos, que no pertenecen a un procedimiento específico, se les asigna los números 00 por ser inherentes de la organización.

Figura 36. Hoja de tiempo para personal operativo de producción.

	<p><i>Hoja de tiempo personal operativo</i> LV-FR-04-02 Versión 01</p>
---	---

Fecha:	
Operario:	

<i>Actividad</i>	<i>Producto</i>	<i>Hora</i>	
		<i>Inicio</i>	<i>Finalización</i>

4.2.2 Diseño de codificación para maquinaria. La codificación de maquinaria y equipo incluida en el sistema de mantenimiento es de carácter numérico; permite identificar fácilmente tres características básicas: clase, tipo y número de registro definido en el inventario (tabla 1), numeración que sigue la disposición mostrada a continuación en la tabla 4:

Tabla 4. Sistema para codificación de maquinaria.

#	##	##
Clase de máquina	Consecutivo del Tipo de máquina	Número de registro característico de cada máquina según su ubicación en el inventario.

Previendo el ingreso de nuevos tipos de máquinas al proceso de la empresa, se crea una codificación que permite agregar fácilmente un nuevo número consecutivo de tipo, lo cual hace modificable el sistema de codificación vigente. A su vez la identificación de clases y tipos de máquina se han establecido siguiendo la caracterización representada en la tabla 5.


Tabla 5. Clases y tipos de maquinaria para codificación.

<i>CLASES</i>		<i>TIPOS</i>	
<i>Número</i>	<i>Máquina</i>	<i>Número</i>	<i>Máquina</i>
0	Bombas.	01	Bombas centrífugas.
		02	Bombas de Vacío.
		03	Bombas reciprocantes.
		04	Bombas de engranajes.
1	Ventiladores.	01	Ventiladores axiales.
		02	Ventiladores centrífugos.

2	Equipos de transporte.	01	Montacargas manual.
		02	Retroexcavadora.
		03	Cargador.
		04	Montacargas
		05	Vehículos.
3	Maquinaria para manejo y transporte.	01	Polipastos.
		02	Bandas de caucho para transporte.
		03	Cajón amasador.
		04	Cajón alimentador.
		05	Stoker.
4	Extrusoras.	01	Extrusoras horizontales.
		02	Extrusoras verticales.
5	Molinos y trituradoras.	01	Molino de martillos.
		02	Molino laminador.
		03	Molino saca piedras.
		04	Trituradora de mandíbulas.
6	Cortadoras.	01	Cortadora horizontal de teja.
		02	Cortadora vertical de teja.
		03	Cortadora bloque vertical.
		04	Cortadora bloque horizontal.
		05	Torno para corte de tubería.
7	Prensa.	01	Prensa rotativa.
		02	Prensa estática.
8	Plantas generación eléctrica.	01	Planta Generadora ACPM.

Teniendo claro los conceptos y parámetros bajo los cuales se implemento la codificación de maquinaria para el sistema de mantenimiento, se procedió a la conformación y asignación de un único código para cada máquina, trabajo condensado en la tabla 6.

Tabla 6. Codificación de maquinaria.

		Codificación de maquinaria Versión 01 LV-FR-07-02	
Código	Máquina		
2-02-01	Retroexcavadora JOHN DEERE 410.		
2-03-02	Cargador KOMATZU.		
2-04-03	Montacargas HYSTER a gasolina F40-50X L2.		
2-04-04	Montacargas HYSTER diesel H60F.		
5-01-05	Molino de martillos por vía seca.		
5-03-06	Molino saca piedras BONGIOANNI referencia 22LR 600x520.		
5-02-07	Molino laminador monocomando BONGIOANNI 5LRA.		
5-02-08	Molino laminador SVEDALA monocomando.		
5-04-09	Trituradora de mandíbulas FAMAGRINN.		
3-03-10	Cajón amasador SOUZA M.M.S 3000.		
3-04-11	Cajón alimentador BONGIOANNI LD2 y tolva alimentadora.		
4-01-12	Extrusora BONGIOANNI 15 M.		
4-01-13	Extrusora MORANDO MVP3 súper F.		
7-01-14	Prensa rotativa para tejas MORANDO P.T.M.1 SERIE C.		
6-04-15	Cortador manual de ladrillo RIVANI (bovedilla).		
6-01-16	Cortador manual de teja cartabón.		
6-02-17	Cortadora automática de teja SEVECO.		
6-03-18	Cortadora vertical automática de ladrillo SOUZA.		
6-04-19	Cortadora horizontal primaria MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.		
6-04-20	Cortadora horizontal multihilos MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.		
6-05-21	Torno para tubería cerámica con motor variador.		
1-01-22	Ventilador axial para enfriamiento de hornos uno.		
1-01-23	Ventilador axial para enfriamiento de hornos dos.		
1-02-24	Ventilador centrifugo uno.		
1-02-25	Cortina de secamiento conductora.		
1-02-26	Cortina de secamiento conducida.		
3-05-27	Stoker uno para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.		
3-05-28	Stoker dos para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.		
8-01-29	Planta generadora de energía WILSON tipo CA-187 CUMMINS.		

0-02-30	Bomba de vacío para Extrusora BONGIOANNI.
0-02-31	Bomba de vacío uno para Extrusora MORANDO.
0-02-32	Bomba de vacío dos para Extrusora MORANDO.
3-02-33	Banda transportadora con reductor uno (alimenta molino saca piedras).
3-02-34	Banda transportadora con reductor dos (alimenta cajón amasador).
3-02-35	Banda transportadora con reductor tres (alimenta molino laminador).
3-02-36	Banda transportadora con reductor cuatro (alimenta extrusora MORANDO)
3-02-37	Banda transportadora con reductor cinco (alimenta extrusora BONGIOANNI)
3-02-38	Banda transportadora con reductor seis (primera etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO)
3-02-39	Banda transportadora con reductor siete (segunda etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO)
3-02-40	Banda transportadora con reductor ocho (alimenta trituradora de mandíbulas)
5-02-41	Molino laminador BONGIOANNI tipo 2L.
0-01-42	Bomba centrífuga HIM.
5-03-43	Molino saca piedras BONGIOANNI L.V.
2-04-44	Montacargas HYSTER a gasolina F40-60X L2.
1-01-45	Ventilador axial tres.
1-02-46	Ventilador centrífugo dos
1-02-47	Cortina conductora de secamiento dos.

Finalmente al observar la tabla 6, se puede apreciar cómo cada código, funciona como elemento diferenciador, haciendo posible una identificación plena de cada uno de los equipos con que cuenta la planta de producción, estableciendo el tipo de máquina y función ejercida por la misma.

4.2.3 Elementos del sistema de información para mantenimiento. Con el fin documentar apropiadamente el nuevo departamento de mantenimiento, se crearon

e implementaron una serie de documentos y registros capaces de recopilar información concisa acerca de las actividades desarrolladas en esta dependencia, dichos elementos son: ficha técnica, hoja de vida, tarjeta de costos, orden de trabajo, control para entrega de repuestos o suministros, cronograma anual de mantenimiento preventivo y lista de verificación para mantenimiento preventivo, registros que junto con los catálogos, manuales e instructivos recopilados en la biblioteca de mantenimiento, conforman el sistema de información con que cuenta actualmente Ladrillera Versalles.

- ✓ **Ficha técnica.** Es el documento donde se registran todas las características técnicas relevantes de la máquina; siendo esta información, proveniente directamente del fabricante, o el resultado de mediciones directas, realizadas por parte del personal encargado de la operación o mantenimiento del equipo. Una característica importante de la ficha técnica, es que los datos contenidos en ella, únicamente deben ser modificados al momento de realizar cambios importantes en las características de diseño del equipo; la ficha técnica implementada (figura 37), conserva un diseño básico normalizado; en el cual se encuentra registrado: nombre, código, fotografía e información técnica de la máquina.

- ✓ **Hoja de vida.** Es un registro donde se recopila históricamente información clara, prioritaria y concisa de los trabajos de mantenimiento realizados, con el fin de que sirva como puente entre la acción del mantenimiento y el diagnóstico o análisis de fallas; puesto que muchas veces este tipo de registro esclarece posibles causas del problema, que a su vez, se convierte en herramienta fundamental para establecer alternativas de solución, de otro modo, ayuda a determinar fallas de carácter repetitivo y su frecuencia, adicionalmente agiliza la gestión acertada de próximos trabajos de mantenimiento correctivo o

preventivo, ya que en este tipo de documento (figura 38) es posible registrar detalles como refacciones, referencias, dimensiones y observaciones que deben ser tenidas en cuenta en un siguiente mantenimiento o falla de la máquina.

- ✓ **Tarjeta de costos.** Tener un control o registro de los costos directos por mantenimiento, originados en el momento de intervenir una máquina ya sea con carácter preventivo o correctivo es una realidad del sistema de mantenimiento, gracias al sistema de costos reales desarrollado por Ladrillera Versalles; fortaleza que abrió las puertas a la creación e implementación de la tarjeta de costos (figura 39), donde es posible determinar el costo no solo de repuestos o refacciones, sino que también consigna el costo generado por la mano de obra directa de la empresa o proveedores de servicios externos de mantenimiento. Dicho documento es alimentado por información proveniente de: orden de trabajo para mantenimiento, control para entrega repuestos o suministros y facturas suministradas por el departamento de compras.

- ✓ **Orden de trabajo para mantenimiento.** Más que un formato, es un concepto básico para la administración del mantenimiento, es un registro, donde se detalla diariamente en forma escrita las instrucciones a seguir por parte del personal de mantenimiento; la orden de trabajo (figura 40) contiene información tanto para programación como control, la cual incluye: número consecutivo del registro, identificación de la máquina, fecha, descripción del trabajo que será ejecutado, tiempo real consumido y responsables de planeación y realización del mantenimiento; adicionalmente la orden de trabajo desarrollada para Ladrillera Versalles cuenta con un espacio destinado al registro de mantenimientos no programados, actividades que se presentan ocasionalmente por fallas repentinas en algunos equipos, bajo estas circunstancias el director de mantenimiento, ordena verbalmente al operario

que considere apropiado la ejecución de la reparación, por lo tanto el trabajador una vez termina su trabajo, describe detalladamente las actividades desarrolladas y el tiempo empleado para este fin en el espacio destinado para mantenimientos no programados.

- ✓ **Cronograma anual de mantenimiento preventivo.** Es el elemento de planeación más representativo en un sistema de mantenimiento con enfoque gerencial. En él, se encuentra establecido mes a mes la maquinaria que debe ser intervenida como parte de un programa preventivo; siendo este cronograma, el resultado no solo de un concienzudo análisis de criticidad, sino que adicionalmente tiene en cuenta información histórica, estado o condición de los equipos y requerimientos de producción; el cronograma anual de mantenimiento preventivo (figura 41) permite planear con anticipación paradas de máquinas, repuestos, herramientas y mano de obra externa, propiciando mejoras en el rendimiento tanto del mantenimiento como en general del sistema productivo; las actividades de carácter preventivo, obedecen a un continuo monitoreo del desempeño de los equipos a través de los reportes de fallas o novedades y hojas de vida; hasta el momento se han normalizado pocas actividades, puesto que como se mencionó en el diagnóstico de mantenimiento la maquinaria inicialmente se encontraba bastante deteriorada, por lo tanto, el mantenimiento de muchas máquinas se ha centrado en su recuperación y repontenciación, sin embargo, teniendo conocimiento del cronograma de mantenimiento preventivo, los directores de mantenimiento, producción y calidad, junto con el gerente estructuran las actividades de mantenimiento a realizar, asignando recursos económicos y determinando los tiempos requeridos para cada uno de los trabajos que serán desarrollados durante el mes.

Figura 37. Ficha técnica para maquinaria.


		Ficha técnica para maquinaria LV-FT-07-01 Versión 01	
Nombre de la máquina:		Cargador Komatsu W70	
			
Características principales de la máquina			
Código			2-03-02
Peso			10426 Kg.
Modelo del motor			6D105-1
Número del motor			6136-11-4123
Carrera del pistón			12 cm.
Potencia del motor			120 Hp
Corriente del alternador			35 Amp
Orden de encendido			1-5-3-6-2-4
Diámetro del cilindro del motor			10,2 cm.
Sistema hidráulico		Sistema de centro cerrado y presión constante.	
Bomba hidráulica principal		Engranajes externos	
Presión del sistema hidráulico		3000 Psi.	
Voltaje del sistema eléctrico		24 V	
Válvula de control de presión		3100 Psi	
Capacidad tanque de combustible		130 lts (34,4 gal)	
Capacidad del sistema de enfriamiento		20 lts (5,3 gal)	
Capacidad del depósito de transmisión y sistema hidráulico		40,87 lts (10,8 gal)	
Ancho de cucharón cargador		238 cm.	
Altura de descarga del cucharón		230 cm.	
Capacidad del cargador colmado		1,5 m ³	

Figura 40. Orden de trabajo para mantenimiento.



			
Orden de trabajo para mantenimiento LV-FR-07-10 Versión 01			
Fecha: Diciembre 1 de 2004		Numero: 001	
Operario: Luis Antonio Monsalve			
<i>Mantenimientos programados</i>			
<i>Máquina</i>	<i>Descripción general del trabajo</i>	<i>Hora</i>	
		<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>
Extrusora MORANDO	Cambio de tapas embutidoras		
	Cambio de caracoles del tornillo extrusor.		
	Cambio de polea en el motor eléctrico.		
	Cambio de correas C-236 para motor eléctrico.		
Boquilla T-1	Cambio de dados		
<i>Mantenimientos no programados</i>			
<i>Máquina</i>	<i>Descripción general del trabajo</i>	<i>Hora</i>	
		<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>
Ricardo Duarte Díaz <hr/> <i>Director de mantenimiento</i>			

Figura 41. Cronograma de mantenimiento Preventivo.

			
Cronograma de mantenimiento preventivo LV-FR-07-04 Versión 01			
Año: 2005			
Enero	Febrero	Marzo	Abril
Molino de martillos	Retroexcavadora	Extrusora MORANDO	Extrusora BONGIOANNI
Montacargas gasolina # 2	Cajón amasador SOUZA	Banda # 3	Planta generadora de energía
Molino saca piedras	Molino laminador	Montacargas gasolina # 1	Cortina conductora # 1
		Cortadora de teja SEVECO	Cortina conducida # 1
Mayo	Junio	Julio	Agosto
Stocker MAQUILOB # 1	Extrusora MORANDO	Cargador KOMATZU	Molino de martillos
Stocker MAQUILOB # 2	Cajón alimentador # 1	Molino saca piedras	Bomba centrifuga IHM
Molino de martillos	Banda transportadora # 1	Cortadora de teja SEVECO	Retroexcavadora
Cortina conducida # 2	Ventilador centrifugo # 2	Prensa para teja MORANDO	
Cortina conducida # 3	Cortadora SOUZA		
Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Extrusora MORANDO	Extrusora BONGIOANNI	Stocker MAQUILOB # 1	Extrusora MORANDO
Banda transportadora # 4	Cortadora de teja SEVECO	Stocker MAQUILOB # 2	Cortadora primaria MAQUILOB
Molino Laminador	Banda transportadora # 5	Molino Laminador	Cortadora multihilos MAQUILOB
Cortina conductora # 1	Banda transportadora # 7	Banda transportadora # 2	Cajón alimentador #1
Banda transportadora # 6	Cortina conducida # 2	Retroexcavadora	Cortadora SOUZA
Cortina conducida # 1	Cortina conducida # 3		

- ✓ **Verificación de mantenimiento preventivo.** Establecidas las máquinas para mantenimiento preventivo y su correspondiente cronograma, es importante definir una metodología para verificar el cumplimiento y calidad del trabajo desarrollado; es así como surge esta lista de verificación para mantenimiento preventivo (figura 42), en ella se encuentran actividades específicas para cada máquina, las cuales deben ser desarrolladas en el mantenimiento preventivo con el fin de asegurar un óptimo funcionamiento de la máquina, en este formato también se cuenta con un espacio para observaciones, las cuales surgen muchas veces durante la inspección del equipo y que es importante tenerlas en cuenta posteriormente.

- ✓ **Control para entrega de repuestos o suministros.** Creado el almacén en la planta de producción, se generó automáticamente la necesidad de establecer mecanismos capaces de respaldar no solo la buena gestión de los recursos físicos, sino también que fuera un apoyo eficiente en el manejo de la información originada por ésta nueva sección de la empresa, con estos propósitos fue diseñado e implementado el formato: control para entrega de repuestos o suministros (figura 43), ya que este documento brinda información oportuna y veraz de toda refacción o elemento utilizado en el mantenimiento de una máquina determinada, información requerida para alimentar hojas de vida y tarjetas de costos.

4.2.4 Indicadores de gestión. Parte de enfocar el sistema de mantenimiento dentro de un esquema de mejoramiento continuo y direccionamiento estratégico, llevó a la implementación de indicadores de gestión para este proceso, ya que básicamente lo que no es posible medir, no se mejora, es así como, a través de este instrumento, se transforman las variables cualitativas del proceso en variables cuantitativas,

Figura 42. Lista para verificación de mantenimiento Preventivo.

		Verificación de mantenimiento preventivo					
		LV-FR-07-05 Versión 01					
Equipo:		Extrusora			Fecha:		
Nombre del equipo:		Extrusora MORANDO MVP 3 súper F					
Código del equipo:		4-01-13					
Mantenimiento realizado por:		Luis Antonio Monsalve					
		Harvey Iván Parra					
Elementos a chequear	Revisado		Estado				Observaciones
	Si	No	C	M	A	B	
Engranajes de la caja de transmisión							
Correas de transmisión							
Tapas embutidoras							
Rodamientos del eje central							
Rodamientos de los ejes para tapas embutidoras							
Camisas del túnel							
Camisas para cámara de embutido							
Sistema de embrague							
Empaques del túnel							
Empaques de la cámara de vacío							
Caracoles							
Motor eléctrico							
Lubricación							
Bomba de vacío							
Controles eléctricos							
Personal operativo encargado:					Revisado por:		
					Ricardo Duarte Díaz		
Mecánico					Director de mantenimiento		
Estado							
(C) Crítico: Cambio inmediato de la pieza por una nueva.							
(M) Malo: Puede seguir operando con posibilidad de falla.							
(A) Aceptable: Funcionamiento normal de la pieza. En observación.							
(B) Bueno: Excelentes condiciones de la pieza.							

generando una visión integral de los factores que afectan el desempeño del sistema; de este modo, al analizar los indicadores de gestión es posible interpretar acertadamente los problemas que impactan el proceso; facilitando el planteamiento y gestión de soluciones capaces de suplir no solo los requerimientos del sistema de mantenimiento, si no también de otros procesos relacionados.

Debido a la importancia adquirida por el sistema de mantenimiento en la capacidad productiva actual y proyectada de Ladrillera Versalles, se crearon e implementaron dos sencillos indicadores de gestión: impacto en producción y eficacia del mantenimiento preventivo, cuyos objetivos son estructurar estrategias con el fin de mejorar el desempeño integral del departamento de mantenimiento, entendiendo por integral la forma en que desarrolla internamente sus actividades y su grado de coordinación con las restantes dependencias, en procura de incrementar los niveles productivos de la empresa.

✓ **Impacto en producción.** Teniendo en cuenta que uno de los principales propósitos del sistema de mantenimiento desarrollado en Ladrillera Versalles, es la disminución de las paradas no programadas en su línea de producción, se creó e implementó este indicador de gestión, cuya función es medir el cumplimiento de la meta establecida anteriormente, medición que obedece a un sencillo cálculo porcentual de las horas dejadas de producir cuando un equipo presenta un daño repentino, concepto que se cuantifica de acuerdo a la siguiente expresión aritmética:

$$\textit{Impacto en producción} = (\text{HPE} / (\text{HPE} + \text{HRP})) \times 100$$

Siendo:

HPE: Horas de paradas por emergencia.

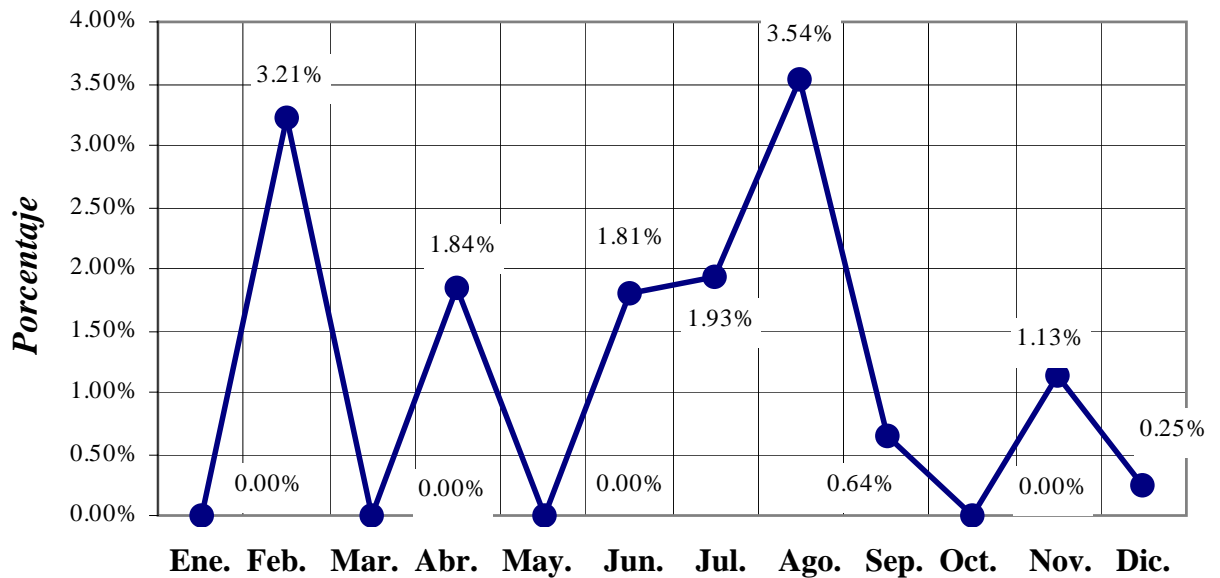
HRP: Horas reales producidas.

VARIABLES que son de fácil medición, ya que tanto el departamento de producción como mantenimiento poseen la estructuración y registros capaces de recopilar acertadamente la información requerida, permitiendo la obtención de datos confiables que pueden ser procesados mensualmente mediante tabulación (tabla 7) y graficación (figura 44), mecanismo de trabajo que mejora la interpretación de la información recopilada.

Tabla 7. Impacto en producción para el año 2004.

<i>Mes</i>	<i>Tiempo real de producción en horas</i>	<i>Tiempo paradas de emergencia en horas</i>	<i>Porcentaje dejado de producir</i>
<i>Enero</i>	175.94	0	0 %
<i>Febrero</i>	180.83	6	3,21 %
<i>Marzo</i>	189.74	0	0 %
<i>Abril</i>	186.85	3,5	1,84 %
<i>Mayo</i>	186.33	0	0 %
<i>Junio</i>	194.27	3,58	1,81 %
<i>Julio</i>	197.83	3,90	1,93 %
<i>Agosto</i>	219.99	8,08	3,54 %
<i>Septiembre</i>	206.11	1,33	0,64 %
<i>Octubre</i>	198.49	0	0 %
<i>Noviembre</i>	175.74	2	1,13 %
<i>Diciembre</i>	198.84	0,5	0,25 %
Total	2310.96	28,89	1,23 %

Figura 44. Porcentaje de horas dejadas de producir en el año 2004.



- ✓ **Eficacia del mantenimiento preventivo.** Determinar el grado de cumplimiento alcanzado por el programa de mantenimiento preventivo es otro de los requerimientos del sistema estratégico manejado por Ladrillera Versalles, ya que a medida que este programa se desarrolle cabalmente se reduce el riesgo de sufrir deterioros en los niveles productivos de la planta, que a su vez significa mayores niveles de disponibilidad en los equipos, es así como mediante la aplicación de la siguiente relación:

$$\text{Eficacia del mantenimiento preventivo} = (\text{MPD} / \text{MPP}) \times 100$$

Siendo:

MPD: Mantenimientos preventivos desarrollados.

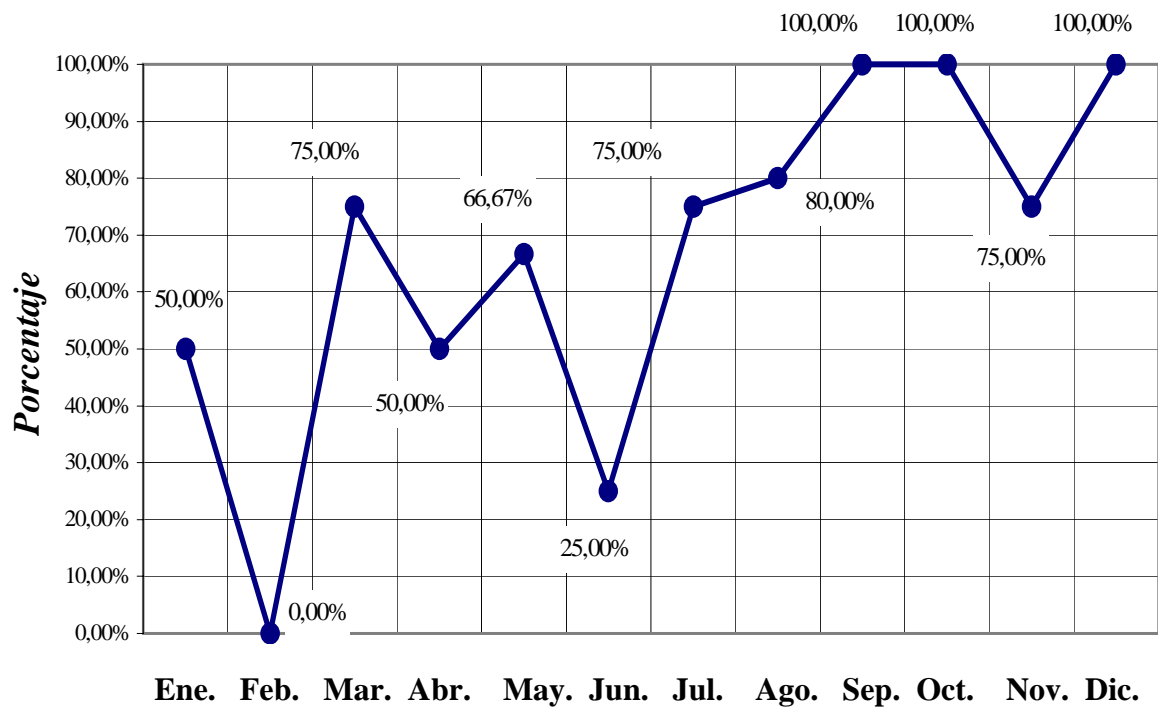
MPP : Mantenimientos preventivos programados.

Se establece el porcentaje de mantenimientos preventivos ejecutados de acuerdo a la programación establecida; de igual forma, este indicador también es tabulado (tabla 8) y graficado (figura 45) mensualmente con el fin de ser analizado por el comité de calidad al cual pertenecen los directores de departamento junto con el gerente.

Tabla 8. Eficacia del mantenimiento preventivo en el año 2004.

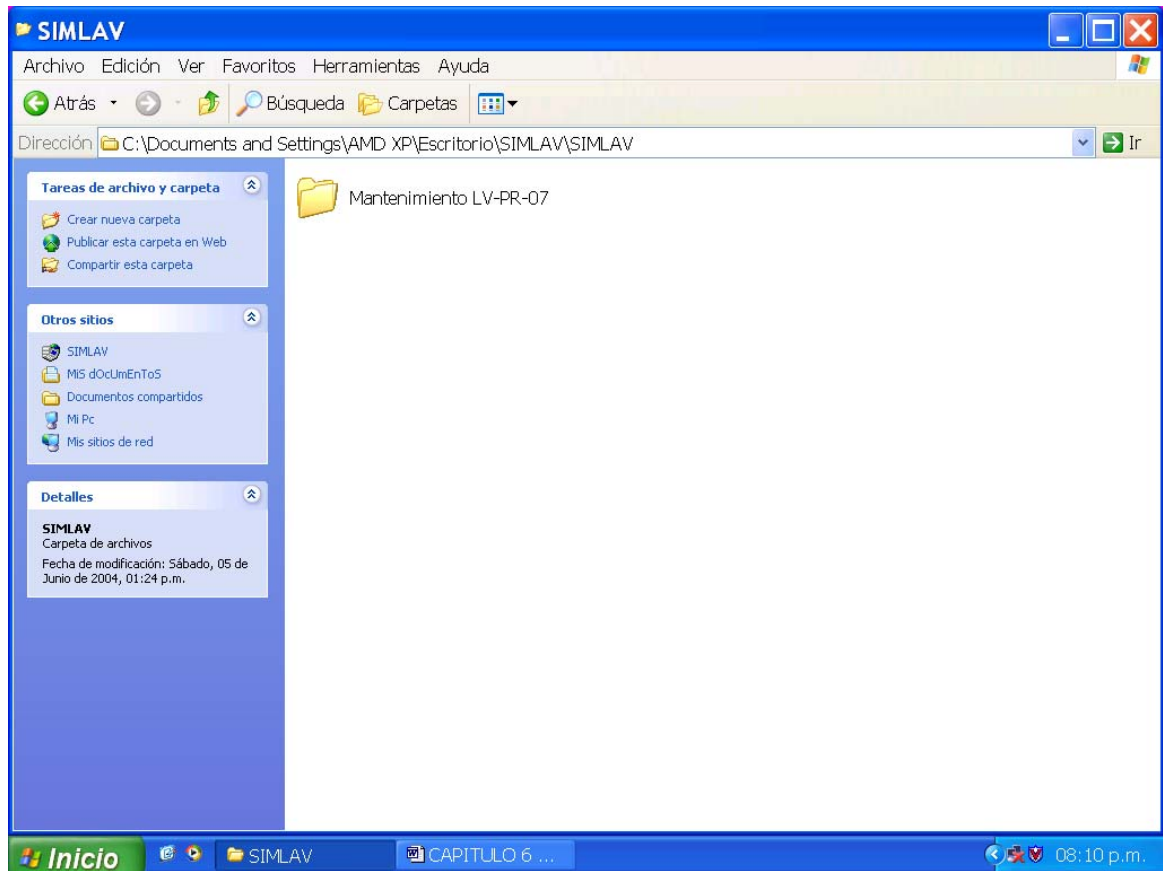
<i>Mes</i>	<i>Numero de mantenimientos preventivos programados</i>	<i>Numero de mantenimientos preventivos desarrollados</i>	<i>Eficacia del mantenimiento preventivo</i>
<i>Enero</i>	4	2	50 %
<i>Febrero</i>	4	0	0 %
<i>Marzo</i>	4	3	75 %
<i>Abril</i>	4	2	50 %
<i>Mayo</i>	3	2	66,67 %
<i>Junio</i>	4	1	25 %
<i>Julio</i>	4	3	75 %
<i>Agosto</i>	5	4	80 %
<i>Septiembre</i>	4	4	100 %
<i>Octubre</i>	4	4	100 %
<i>Noviembre</i>	4	3	75 %
<i>Diciembre</i>	4	4	100 %
<i>Total</i>	48	32	66,67 %

Figura 45. cumplimiento del mantenimiento preventivo en el año 2004.



4.2.5 Soporte informático para mantenimiento. En busca de conformar un sistema de información, capaz de respaldar eficientemente el proceso de mantenimiento, se estructuró toda la documentación del sistema de información, de forma tal, que pudiera ser manejada a través del computador asignado para el departamento de mantenimiento, ya que esta herramienta tecnológica, permite una mayor cantidad y calidad en la información almacenada; es así como se creó una carpeta virtual llamada: mantenimiento LV-PR-07 (figura 46), donde se encuentran contenidos e interrelacionados todos los documentos y registros creados e implementados para este proceso (ficha técnica, hoja de vida, tarjeta de costos, orden de trabajo etc.), lo cual convierte a esta carpeta virtual en el acceso directo y rápido a la estructura del sistema de mantenimiento, logrando una mejor administración y control del proceso.

Figura 46. Ventana de acceso a la documentación de mantenimiento.



Abierto el archivo mantenimiento **LV-PR-07**, la pantalla muestra una carpeta llamada indicadores de gestión y una serie de documentos elaborados en microsoft excel (figura 47), los cuales corresponden a: cronogramas, análisis de criticidad, orden de trabajo, hoja de vida, fichas técnicas, verificación de mantenimiento preventivo, tarjetas de costos, reporte de fallas o novedades y codificación de maquinaria.

Debido a la cantidad de documentación manejada en la carpeta mantenimiento **LV-PR-07**, y con el fin de agilizar su consulta, se creo un vinculo directo entre el código de la maquinaria y la información referente a ella, información que se

encuentra contenida en su respectiva ficha técnica, hoja de vida y tarjeta de costos, lo cual se logra en dos sencillos pasos: el primero consiste en abrir el archivo llamado codificación de maquinaria (figura 47), donde aparece un listado completo de todos los equipos con su respectivo código (figura 48); el segundo paso, es hacer clic sobre el código asignado a la máquina acerca de la cual se desea obtener información, automáticamente se abre una hoja de cálculo, donde se encuentran estructurados: ficha técnica, hoja de vida y tarjeta de costos (figura 49), documentos a los cuales se puede acceder, simplemente haciendo clic sobre la etiqueta marcada con su nombre, es decir que si se desea consultar la hoja de vida, tan solo se activa la etiqueta con este nombre; de igual forma, es posible consultar los restantes documentos, ficha técnica y tarjeta de costos.

Figura 47. Despliegue de la información de mantenimiento.

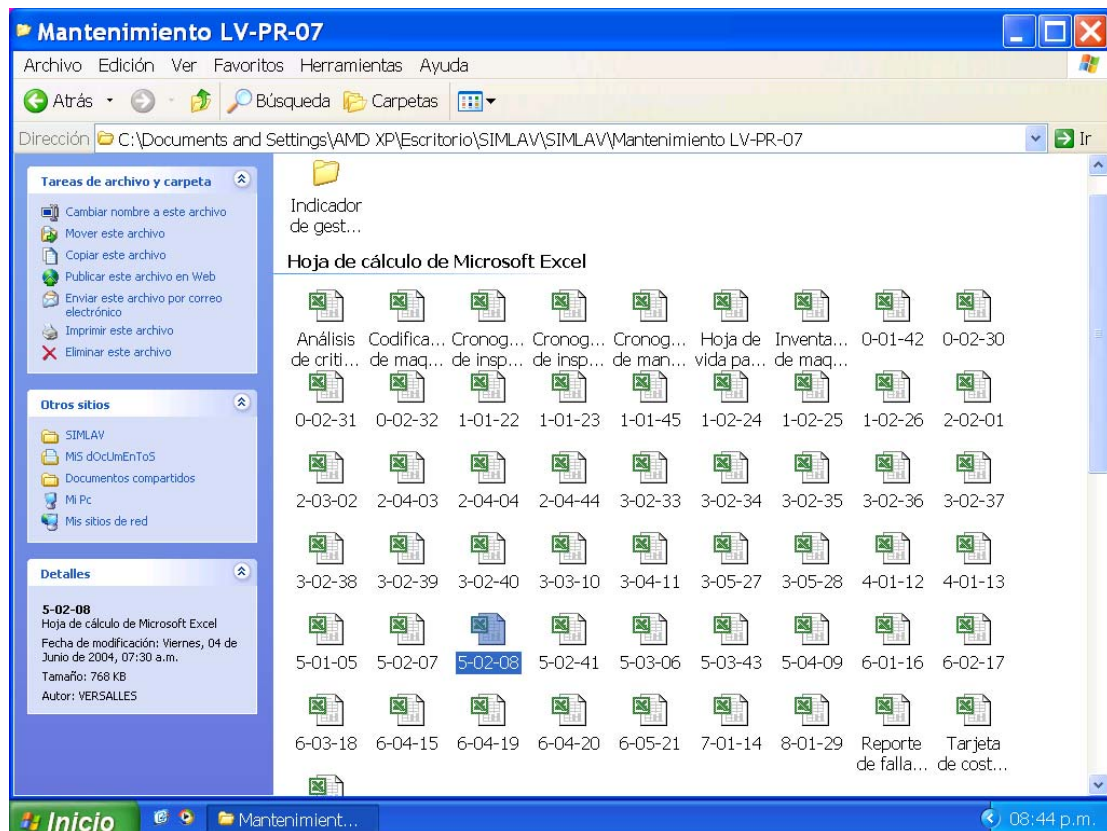


Figura 48. Acceso a codificación de maquinaria.

The screenshot shows a Microsoft Excel window with the title 'Microsoft Excel - Codificación de maquinaria LV-FR-07-02'. The spreadsheet content is as follows:

Hoja 1 de 2	
Código	Máquina
2-02-01	Retroexcavadora JOHN DEERE 410.
2-03-02	Cargador KOMATZU.
2-04-03	Montacargas HYSTER a gasolina F40-50X L2.
2-04-04	Montacargas HYSTER diesel H60F.
5-01-05	Molino de martillos por vía seca.
5-03-06	Molino saca piedras BONGIOANNI referencia 22LR 600x520.
5-02-07	Molino laminador monocomando BONGIOANNI 5LRA.
5-02-08	Molino laminador SVEDALA monocomando.
5-04-09	Trituradora de mandíbulas FAMAGRINN.
3-03-10	Cajón amasador SOUZA M.M.S 3000.
3-04-11	Cajón alimentador BONGIOANNI LD2 y tolva alimentadora.
4-01-12	Extrusora BONGIOANNI 15 M.
4-01-13	Extrusora MORANDO MVP3 Súper F.
7-01-14	Prensa rotativa para tejas MORANDO P.T.M.1 SERIE C.
6-04-15	Cortador manual de ladrillo RIVANI (bovedilla).
6-02-17	Cortadora automática de teja SEVECO.
6-03-18	Cortadora vertical automática de ladrillo SOUZA.
6-04-19	Cortadora horizontal primaria MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.
6-04-20	Cortadora horizontal multibilos MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.

Adicionalmente estos formatos diseñados en microsoft excel permiten agregar registros fotográficos, con el fin de complementar la información registrada, ya que la utilización de gráficos permite detallar más claramente los elementos que conforman la máquina e interpretar su montaje y funcionamiento.

De igual forma los cronogramas y verificaciones de mantenimiento preventivo se encuentran estructurados mediante hojas de cálculo debidamente etiquetadas y clasificadas de la siguiente manera: los cronogramas son denominados de acuerdo al mes o año en el cual serán desarrollados (figura 50), de otro modo; las

verificaciones de mantenimiento preventivo, están caracterizadas con el tipo de máquina a la cual se aplica (figura 51); sin embargo estas dos clases de registros, difieren en su forma de almacenamiento, puesto que los cronogramas se encuentran diligenciados y guardados totalmente en el sistema, imprimiendo una copia para el personal operativo; por el contrario las verificaciones de mantenimiento preventivo no son recopiladas en el sistema; si no que son almacenadas en medio impreso una vez son diligenciadas, de esta misma forma se procede con las ordenes de trabajo y reportes de fallas o novedades, registros que se encuentran debidamente archivados en la oficina de mantenimiento.

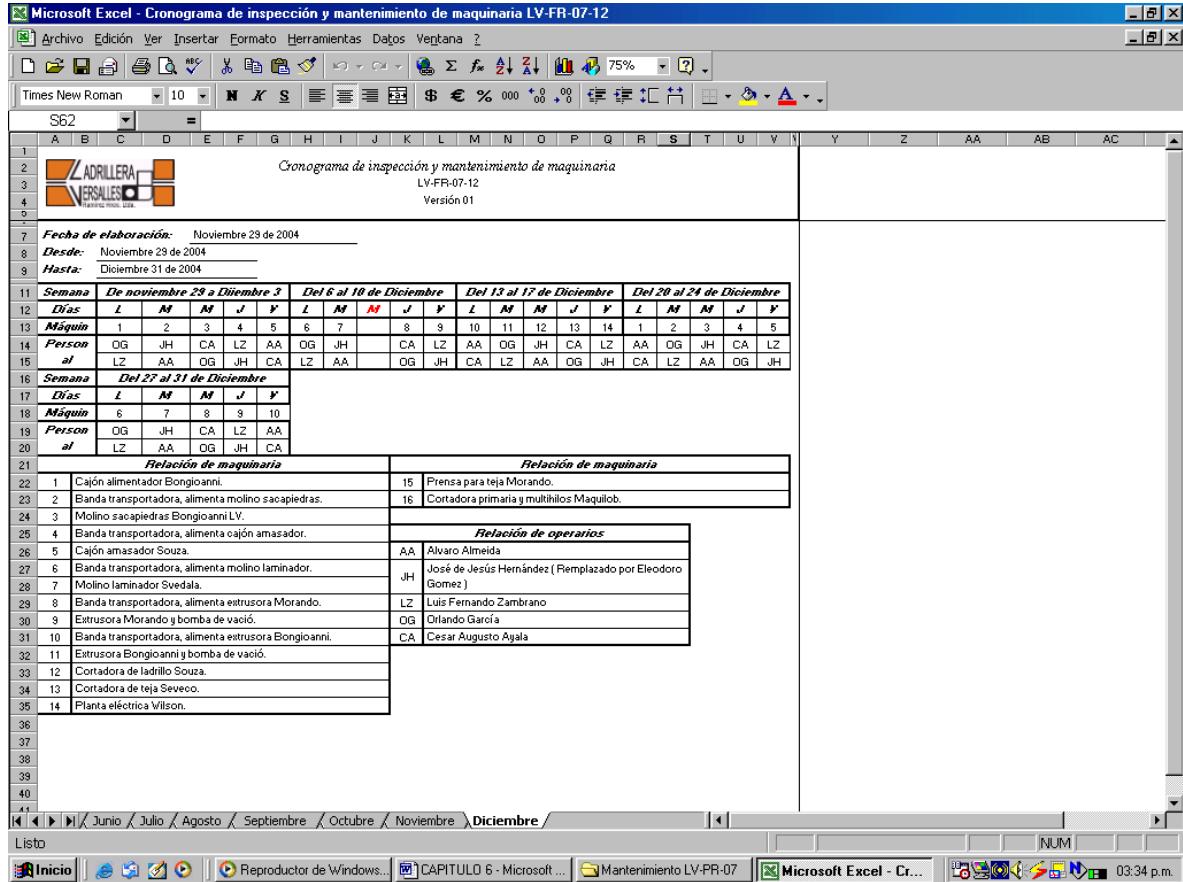
Figura 49. Hoja de cálculo con información básica de maquinaria.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Microsoft Excel - 4-01-13'. The spreadsheet contains the following information:

- Header:** Logos for 'ADRILLERA' and 'VERSALLES'. Title: 'Maquinaria LV-FT-07-01 Versión 01'.
- Machine Name:** 'Nombre de la máquina: Extrusora Morando M.V.P. 3 Súper F'.
- Image:** A photograph of a large industrial extruder machine.
- Table of Characteristics:**

Características principales de la máquina	
Código	LV-4-01-13
Capacidad de producción	10-12 toneladas
Altura	95 cm.
Área aproximada	3 m ²
Diámetro del volante	120 cm.
Distancia entre ejes embutidores	32 cm.
Sistema de transmisión	7 correas en V
Diámetro de las hélices de acero	40 x 34 cm.
Peso	4500 Kg.
Potencia del motor	100 Hp
Frecuencia del motor	60 Hz
Voltaje del motor	330 V
Diámetro de la polea motriz	16,5 cm.
Potencia del motor bomba de vacío	10 Hp
Velocidad del motor bomba de vacío	1200 Rpm

Figura 50. Cronograma de inspección diaria para maquinaria estructurado en excel.



El soporte informático para el sistema de mantenimiento, es una herramienta sencilla pero de gran valor en el momento de administrar adecuadamente los recursos con que cuenta esta dependencia de la empresa, ya que permite fácilmente relacionar datos pasados e información actual, con el fin de proyectar actividades en pro del mejoramiento continuo de todos los procesos desarrollados en Ladrillera Versalles.

Figura 51. Estructura en excel para verificación de mantenimiento preventivo.

Microsoft Excel - Verificación de mantenimiento preventivo LV-FR-07-05

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

Times New Roman 12 (A) Acceptable: Funcionamiento normal de la pieza. En observación.

Elementos a chequear		Revisado		Estado			Observaciones
		SI	No	C	M	A	
16	Diferencial delantera y trasera.						
18	Servotransmisión.						
19	Filtro de agua.						
20	Filtro aceite hidráulico.						
21	Filtro de aire.						
22	Filtro de aceite motor.						
23	Filtro ACPM primario						
24	y secundario.						
25	Sistema de frenos.						
26	Rodamiento diferencial						
27	delantera y trasero.						
28	Neumáticos.						
29	Válvulas						
30	Cilindros hidráulicos.						
31	Motor.						
32	Ventilador.						
33	Sistema de dirección.						
34	Bomba aceite						
35	Bomba de combustible.						
36	Sistema de inyección.						
37	Batería.						
38	Alternador.						
39	Lubricación.						

Personal operativo encargado: Revisado por:

Listo NUM

Inicio Reproductor de Windows... CAPITULO 6 - Microsoft... Mantenimiento LV-PR-07 Microsoft Excel - Ve... 03:37 p.m.

5.PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El programa de mantenimiento en Ladrillera Versalles está constituido por actividades de carácter tanto preventivas como correctivas, las cuales interactúan dentro del marco conceptual del mantenimiento centrado en la susceptibilidad de falla de los equipos; que a su vez es complementado mediante la aplicación de principios básicos TPM, estructura de trabajo, que se encuentra soportada por la documentación y registros del sistema de información, todo esto ligado a un análisis de criticidad, hacen del programa de mantenimiento, una valiosa herramienta de planeación estratégica, con el fin de obtener el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales de la empresa. El programa de mantenimiento, se resume en los procedimientos de mantenimiento preventivo, correctivo e inspecciones diarias, procedimientos debidamente documentados y estructurados.

5.1 ANÁLISIS DE CRITICIDAD BASADO EN EL CONCEPTO DE RIESGOS

El análisis de criticidad es una herramienta de suma importancia dentro de un sistema de mantenimiento con enfoque TPM; su función básica es identificar y jerarquizar la maquinaria de acuerdo a su importancia dentro del proceso productivo de la empresa, clasificando los equipos en dos grandes grupos: maquinaria de mantenimiento preventivo y maquinaria de mantenimiento correctivo. De esta forma es posible destinar recursos humanos, tecnológicos y económicos en forma acertada, en aquellos equipos para los cuales es verdaderamente necesario invertir esfuerzos en un programa de mantenimiento

preventivo, ya que para la organización estos equipos, deben contar siempre con altos niveles de disponibilidad.

El modelo para análisis de criticidad, implementado por Ladrillera Versalles de Ramírez Hermanos Limitada, se conoce como modelo de factores ponderados, basados en el concepto de riesgos, el cual fue desarrollado por el grupo de consultoría inglesa *The Woodhouse Partnership Limited* y que se describirá en el numeral 5.1.

5.1.1 Consecuencias. Es la cuantificación de los parámetros subjetivos analizados de acuerdo a los criterios de la empresa, los cuales son: impacto operacional (*IO*), flexibilidad operacional (*FO*), costos de mantenimiento (*CM*) e impacto sobre la seguridad y ambiente (*ISA*). La valoración de las consecuencias es determinada por la siguiente expresión matemática:

$$\text{Consecuencias} = (IO \times FO) + CM + ISA$$

Con el propósito de otorgar un valor numérico a las consecuencias, se establece un conjunto de criterios, dentro de cada uno de los parámetros subjetivos descritos anteriormente (*IO, FO, ISA y MC*), a los que se les asigna un factor de ponderación; es decir que a cada maquina analizada, le corresponde uno de los criterios definidos para cada parámetro y por consiguiente una respectiva calificación ponderada; procedimiento que se evidencia en las tablas 9, 10,11 y 12.

Tabla 9. Ponderación del impacto operacional.

IMPACTO OPERACIONAL (IO)	
Tipo de Impacto Operacional	Factor de ponderación
Perdida total de producción.	10
Parada del sistema o subsistema con repercusiones en otros sistemas.	7
Impacta a niveles de inventario y calidad.	4
No genera ningún efecto significativo sobre la producción.	1

Fuente: GONZÁLEZ, B. CARLOS R. Principios de mantenimiento.

Tabla 10. Ponderación de la flexibilidad operacional.

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	
Tipo de Flexibilidad	Factor de ponderación
No existe opción de producción y no existe opción de repuesto para reemplazar el equipo.	4
Existe opción de repuesto (compartido / almacén) para el equipo.	2
Existe opción de repuesto disponible.	1

Fuente: GONZÁLEZ, B. CARLOS R. Principios de mantenimiento.

Tabla 11. Ponderación del impacto en la seguridad y el ambiente.

IMPACTO EN LA SEGURIDAD Y EL AMBIENTE (ISA)	
Tipo de Impacto	Factor de ponderación
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos.	8
Afecta únicamente el ambiente de las instalaciones.	7

Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores en el ambiente y seguridad de la empresa.	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambiente de la empresa.	1

Fuente: GONZÁLEZ, B. CARLOS R. *Principios de mantenimiento.*

Tabla 12. Ponderación de los costos de mantenimiento.

COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	
Rango de Costo para Mantenimiento	Factor de ponderación
Costo mayor o igual a \$3'000.000 de pesos.	2
Costo menor a \$3'000.000 de pesos.	1

Fuente: GONZÁLEZ, B. CARLOS R. *Principios de mantenimiento.*

5.1.2 Frecuencia de fallas (FF). Este parámetro representa la cantidad de fallas que presenta una máquina o equipo en un intervalo de tiempo definido; el cual, al igual que los anteriores parámetros, debe ser cuantificado de acuerdo a una tabla donde se establecen un conjunto de criterios, a los que se les asigna un factor de ponderación, es decir que a cada máquina analizada, le corresponde uno de los criterios definidos para cada parámetro y por consiguiente una respectiva calificación ponderada; procedimiento que se evidencia en la tabla 13.

5.1.3 Matriz de criticidad. Es una sencilla herramienta formada por dos ejes, uno horizontal llamado *consecuencias*, y otro vertical llamado *frecuencia de fallas*, donde los valores correspondientes para cada eje, son obtenidos de acuerdo a los

procedimientos explicados en los numerales 5.1.1 y 5.1.2; los cuales al ser determinados, permiten ubicar un punto dentro de la matriz (figura 52), que a su vez se encuentra dividida en tres zonas: no crítica (NC), medio crítica (MC) y crítica (C), zonas que establecen el tipo de mantenimiento que se debe aplicar a cada máquina en particular, por lo tanto, los equipos clasificados como no críticos (NC) se incluyen en un programa de mantenimiento correctivo, mientras que; las zonas, medio crítica (MC) y crítica (C) establecen la maquinaria que debe ser incluida en plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 13. Ponderación de la frecuencia de fallas.

FRECUENCIA DE FALLAS (FF)	
Rango de Falla	Factor de ponderación
Mayor a 2 fallas anuales.	4
2 fallas anuales.	3
1 fallas anuales.	2
0 fallas anuales.	1

Fuente: GONZÁLEZ, B. CARLOS R. Principios de mantenimiento.

5.1.4 Nivel de criticidad. Esta es una valoración cuantitativa para los parámetros: no crítico (NC), medio crítico (MC) y crítico (C), basada en la expresión:

$$\text{Nivel de criticidad} = \text{Frecuencia de fallas} \times \text{Consecuencias}$$

El nivel de criticidad, como es obvio, realiza una organización jerárquica de la maquinaria, de acuerdo al resultado obtenido del producto entre frecuencia de fallas y consecuencias, lo cual hace claridad sobre que maquinaria es más crítica

dentro del proceso de la empresa; por lo tanto cuando varias máquinas se ubican en un mismo punto de la matriz de criticidad, esta pequeña formula esclarece prioridades entre ellas.

Figura 52. Matriz de criticidad.

Frecuencia	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	NC	C
		10	20	30	40	50
		Consecuencia				


Fuente: GONZÁLEZ, B. CARLOS R. Principios de mantenimiento.

5.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Conocida la metodología del modelo para análisis de criticidad por factores ponderados, se procedió a la aplicación del mismo a cada una de las máquinas que se encontraban registradas en el inventario (tabla 1), proceso que se estructuró, registró y resumió en el formato implementado por la empresa para este fin (tabla 14), en él se muestra detalladamente tanto resultados parciales como totales de cada una de las variables expuestas anteriormente (**FF, CM, ISA, IO y FO**); de otro modo, con el fin de obtener una mejor visualización de los resultados obtenidos, se construyó una serie de tablas, donde los equipos son ordenados de acuerdo a su criticidad (tabla 15) y teniendo en cuenta cada uno de los factores evaluados (Tablas 16, 17, 18, 19 y 20).

La información contenida en la tabla 15, evidencia claramente como la maquinaria ubicada en un nivel de criticidad alto (**C**) y medio (**MC**), son equipos relevantes dentro del óptimo funcionamiento de la planta de producción, es decir, que una falla en el funcionamiento de estos equipos significa una parada obligatoria del sistema o subsistemas a los cuales pertenecen, por tal razón, estas máquinas sin duda alguna deben ser incluidas dentro del programa de mantenimiento preventivo, sometiéndolas a revisiones periódicas con el fin de disminuir la posibilidad de daños, evitando así paradas de emergencia, las cuales deterioran los niveles productivos de la fábrica.

Tabla 14. Resultados del análisis de criticidad.

		<i>Análisis de criticidad</i> LV-FR-07-03 Versión 01							
		<i>Nombre del equipo</i>	<i>Código</i>	<i>Factor Ponderado</i>					<i>Consec.</i>
<i>FF</i>	<i>IO</i>			<i>FO</i>	<i>CM</i>	<i>ISA</i>			
Retroexcavadora JOHN DEERE 410.	2-02-01	4	7	2	2	3	19	76	MC
Cargador KOMATZU.	2-03-02	3	4	2	2	3	19	57	MC
Montacargas gasolina numero uno HYSTER F50X L2.	2-04-03	4	4	2	2	3	15	60	MC
Montacargas HYSTER diesel H60F.	2-04-04	4	4	2	2	3	15	60	MC
Molino de martillos.	5-01-05	4	7	4	1	1	30	120	C
Molino saca piedras BONGIOANNI referencia 22LR 600x520.	5-03-06	Fuera de servicio							
Molino laminador SVEDALA.	5-02-08	Fuera de servicio							
Trituradora de mandíbulas FAMAGRINN.	5-04-09	1	1	4	1	1	6	6	NC
Cajón amasador SOUZA M.M.S 3000.	3-03-10	3	10	4	1	1	42	126	C

Cajón alimentador BONGIOANNI 2D.	3-04-11	3	10	4	1	1	42	126	C
Extrusora BONGIOANNI 15 M.	4-01-12	3	1	2	2	1	5	15	MC
Extrusora MORANDO MVP3 Súper F.	4-01-13	4	1	2	2	1	5	20	MC
Prensa rotativa para tejas MORANDO P.T.M.1 SERIE C.	7-01-14	2	7	4	1	1	30	60	MC
Cortador manual de ladrillo RIVANI.	6-04-15	0	1	1	1	1	3	0	NC
Cortador manual de teja cartabón.	6-01-16	0	7	4	1	1	30	0	NC
Cortadora automática de teja SEVECO.	6-02-17	4	7	4	1	1	30	120	C
Cortadora vertical automática de ladrillo SOUZA 448 M.M.	6-03-18	2	1	1	1	1	3	6	NC
Cortadora horizontal primaria MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-19	0	10	4	1	1	42	0	MC
Cortadora horizontal multihilos MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-20	2	7	4	1	1	30	60	MC
Torno para tubería cerámica	6-05-21	1	1	2	1	1	4	4	NC
Ventilador axial uno.	1-01-22	0	4	1	1	8	13	0	NC
Ventilador axial dos.	1-01-23	0	4	1	1	8	13	0	NC
Ventilador centrifugo uno.	1-02-24	2	7	4	1	1	30	60	MC
Cortina de secamiento conductora uno.	1-02-25	4	7	4	1	1	30	120	C
Cortina de secamiento conducida uno.	1-02-26	3	4	2	1	1	30	90	MC
Stoker uno y dos para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.	3-05-27 3-05-28	3	7	4	1	1	30	90	MC
Planta generadora de energía WILSON tipo CA-187.	8-01-29	2	10	4	1	3	44	88	C
Bomba de vacío para Extrusora BONGIOANNI.	0-02-30	0	7	4	1	1	30	0	NC
Bomba de vacío uno para Extrusora MORANDO.	0-02-31	0	1	1	1	1	3	0	NC

Bomba de vacío dos para Extrusora MORANDO.	0-02-32	0	1	1	1	1	3	0	NC
Banda transportadora con reductor uno (alimenta molino saca piedras).	3-02-33	2	10	4	1	1	42	84	C
Banda transportadora con reductor dos (alimenta cajón amasador).	3-02-34	2	10	4	1	1	42	84	C
Banda transportadora con reductor tres (alimenta molino laminador).	3-02-35	2	10	4	1	1	42	84	C
Banda transportadora con reductor cuatro (alimenta extrusora MORANDO).	3-02-36	2	10	4	1	1	42	48	C
Banda transportadora con reductor cinco (alimenta extrusora BONGIOANNI).	3-02-37	2	7	4	1	1	30	60	MC
Banda transportadora con reductor seis (primera etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-38	0	4	4	1	7	24	0	NC
Banda transportadora con reductor siete (segunda etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-39	0	4	4	1	7	24	0	NC
Banda transportadora con reductor ocho (alimenta trituradora de mandíbulas).	3-02-40	0	4	4	1	1	18	0	NC
Molino laminador BONGIOANNI 2L.	5-02-41	4	10	2	1	1	22	88	MC
Bomba centrifuga HIM.	0-01-42	3	10	4	1	7	48	144	C
Molino saca piedras BONGIOANNI L.V.	5-03-43	4	10	4	1	1	42	168	C
Montacargas gasolina numero dos HYSTER F60XL2	2-04-44	4	4	2	2	3	15	60	MC
Ventilador axial tres.	1-01-45	0	4	1	1	8	13	0	NC
Ventilador centrifugo dos	1-02-46	2	7	4	1	1	30	60	MC
Cortina conducida de secamiento dos.	1-02-47	3	4	2	1	1	30	90	MC
Cortina conducida de secamiento tres	1-02-48	4	4	2	1	1	40	160	MC

Adicionalmente la disposición de los datos contenidos en la tabla 15 permite realizar una subdivisión de los equipos incluidos dentro del programa de

mantenimiento preventivo, puesto que los equipos de condición altamente crítica **(C)** deben ser inspeccionados con mayor frecuencia, tratando de mantener el mejor nivel de disponibilidad para ellos, ya que, una avería en la maquinaria crítica, ocasiona un paro evidente y prolongado de la producción, generando traumatismos de gran complejidad en el normal desarrollo del trabajo ejecutado en la planta, puesto que los repuestos no son de fácil o rápida consecución. De otro modo, la maquinaria de criticidad media **(MC)**, sin dejar de ser importante o relevante para el proceso productivo en Ladrillera Versalles, admite un poco más de flexibilidad en las frecuencias de mantenimiento, puesto que estas máquinas al fallar afectan parcialmente la producción, es decir que debe dejar de producirse cierto producto programado, pero existe la opción de fabricar otro material programado en un tiempo diferente, de igual forma, cuando uno de estos equipos para repentinamente, produciendo una detención de la producción, es posible instalar una máquina para su reemplazo o sencillamente sus repuestos pueden ser conseguidos más rápidamente que los requeridos para la maquinaria crítica **(C)**, por estas razones los equipos **(MC)**, en el momento de fallar, interrumpen la producción por corto tiempo o la afectan tan solo a nivel de programación, sin embargo es deseable que estos equipos también manejen altos estándares de disponibilidad, con el fin de evitar pérdidas significativas en cantidad y calidad de producción. Un ejemplo de la situación descrita anteriormente ocurre con el molino laminador el cual cuando presenta una avería grave, puede ser desmontado fácilmente, para permitir la instalación de otro molino que se encuentra siempre listo para ingresar a la línea de máquinas, operación que dura aproximadamente tres horas, caso contrario ocurre cuando se para el molino saca piedras, ya que la empresa no cuenta con otro molino para reemplazarlo, generando una parada total y extremadamente prolongada de la línea de producción, adicionalmente su estructura comprende mayor complejidad y no admite reparaciones en corto tiempo, por lo tanto cuando se requiere realizar un

mantenimiento preventivo de este equipo, son necesarias aproximadamente doce horas de trabajo, las cuales son programadas en los días en que la planta no se encuentra en funcionamiento.

De otro modo la maquinaria ubicada dentro de la categoría no crítica (NC), será destinada a mantenimientos de carácter correctivo ya que su importancia dentro del proceso desarrollado en la planta de producción, no es lo suficientemente representativa como para invertir recursos humanos, técnicos y económicos, exigidos por un programa de mantenimiento preventivo, por el contrario, estos equipos se operan hasta que fallen, en este momento, de acuerdo a las condiciones y características del daño, se programa su reparación, siguiendo el estándar de prioridades establecidos en la tabla 4.

Tabla 15. Organización de equipos por criticidad y nivel de criticidad.

Nombre del equipo	Código	Criticidad	Nivel
Molino saca piedras BONGIOANNI L.V.	5-03-43	168	C
Bomba centrifuga HIM.	0-01-42	144	C
Cajón amasador SOUZA M.M.S 3000.	3-03-10	126	C
Cajón alimentador BONGIOANNI 2D..	3-04-11	126	C
Cortina de secamiento conductora uno.	1-02-25	120	C
Molino de martillos.	5-01-05	120	C
Cortadora automática de teja SEVECO.	6-02-17	120	C
Planta generadora de energía WILSON tipo CA-187.	8-01-29	88	C
Banda transportadora con reductor uno (alimenta molino saca piedras).	3-02-33	84	C
Banda transportadora con reductor dos (alimenta cajón amasador).	3-02-34	84	C

Banda transportadora con reductor tres (alimenta molino laminador).	3-02-35	84	C
Banda transportadora con reductor cuatro (alimenta extrusora MORANDO).	3-02-36	84	C
Cortina conducida de secamiento dos.	1-02-47	90	MC
Cortina conducida de secamiento tres	1-02-48	90	MC
Cortina de secamiento conducida uno.	1-02-26	90	MC
Stoker uno y dos para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.	3-05-27 3-05-28	90	MC
Molino laminador BONGIOANNI 2L.	5-02-41	88	MC
Retroexcavadora JOHN DEERE 410.	2-02-01	76	MC
Prensa rotativa para tejas MORANDO P.T.M.1 SERIE C.	7-01-14	60	MC
Cortadora horizontal multihilos MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-20	60	MC
Ventilador centrifugo uno	1-02-24	60	MC
Banda transportadora con reductor cinco (alimenta extrusora BONGIOANI).	3-02-37	60	MC
Ventilador centrifugo dos	1-02-46	60	MC
Montacargas a gasolina numero uno HYSTER F50X L2.	2-04-03	60	MC
Montacargas HYSTER diesel H60F.	2-04-04	60	MC
Cargador KOMATZU.	2-03-02	57	MC
Montacargas gasolina numero dos HYSTER F60XL2	2-04-44	44	MC
Extrusora MORANDO MVP3 Súper F.	4-01-13	20	MC
Extrusora BONGIOANNI 15 M.	4-01-12	15	MC
Trituradora de mandíbulas FAMAGRINN.	5-04-09	6	NC
Cortadora vertical automática de ladrillo SOUZA 448 M.M.	6-03-18	6	NC
Torno para tubería cerámica.	6-05-21	4	NC
Cortador manual de ladrillo RIVANI.	6-04-15	0	NC

Cortador manual de teja cartabón.	6-01-16	0	NC
Cortadora horizontal primaria MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-19	0	NC
Ventilador axial uno.	1-01-22	0	NC
Ventilador axial dos.	1-01-23	0	NC
Bomba de vacío para Extrusora BONGIOANNI.	0-02-30	0	NC
Bomba de vacío uno para Extrusora MORANDO.	0-02-31	0	NC
Bomba de vacío dos para Extrusora MORANDO.	0-02-32	0	NC
Banda transportadora con reductor seis (primera etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-38	0	NC
Banda transportadora con reductor siete (segunda etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-39	0	NC
Banda transportadora con reductor ocho (alimenta trituradora de mandíbulas).	3-02-40	0	NC
Ventilador axial tres.	1-01-45	0	NC

Tanto la criticidad como el nivel de criticidad otorgan una visión general de la condición de cada equipo dentro de la estructura organizacional del proceso productivo en Ladrillera Versalles; adicionalmente es importante realizar una organización de los factores individualizados que fueron evaluados, información que se distribuyo en la siguiente forma: frecuencia de fallas (tabla 16), impacto operacional (tabla 17), flexibilidad operacional (tabla 18), costos de mantenimiento (tabla 19) e impacto en la seguridad y ambiente (tabla 20); tablas que permiten detectar aquellos equipos que de acuerdo a uno de sus factores requiere mayor frecuencia de inspección de la esperada inicialmente o sencillamente requiere mantenerse en constante observación.

Tabla 16. Organización de equipos por frecuencia de fallas (FF).

<i>MAQUINA</i>	<i>CÓDIGO</i>	<i>FF</i>
Retroexcavadora JOHN DEERE 410.	2-02-01	4
Montacargas a gasolina numero uno HYSTER F50X L2.	2-04-03	4
Montacargas HYSTER diesel H60F.	2-04-04	4
Molino de martillos.	5-01-05	4
Cortadora automática de teja SEVECO.	6-02-17	4
Molino laminador BONGIOANNI 2L.	5-02-41	4
Molino saca piedras BONGIOANNI L.V.	5-03-43	4
Montacargas gasolina numero dos HYSTER F60XL2	2-04-44	4
Extrusora MORANDO MVP3 Súper F.	4-01-13	4
Cortina de secamiento conductora uno.	1-02-25	4
Cortina de secamiento conducida uno.	1-02-26	3
Cortina conducida de secamiento dos.	1-02-47	3
Cortina conducida de secamiento tres	1-02-48	3
Bomba centrifuga HIM.	0-01-42	3
Stoker uno y dos para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.	3-05-27 3-05-28	3
Cajón amasador SOUZA M.M.S 3000.	3-03-10	3
Cajón alimentador BONGIOANNI 2D	3-04-11	3
Extrusora BONGIOANNI 15 M.	4-01-12	3
Cargador KOMATZU.	2-03-02	3
Ventilador centrifugo dos	1-02-46	2
Banda transportadora con reductor uno (alimenta molino saca piedras).	3-02-33	2
Banda transportadora con reductor dos (alimenta cajón amasador).	3-02-34	2
Banda transportadora con reductor tres (alimenta molino laminador).	3-02-35	2
Banda transportadora con reductor cuatro (alimenta extrusora MORANDO).	3-02-36	2

Banda transportadora con reductor cinco (alimenta extrusora BONGIOANNI).	3-02-37	2
Planta generadora de energía WILSON tipo CA-187.	8-01-29	2
Ventilador centrífugo uno.	1-02-24	2
Cortadora horizontal multihilos MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-20	2
Cortadora vertical automática de ladrillo SOUZA.	6-03-18	2
Prensa rotativa para tejas MORANDO P.T.M.1 SERIE C.	7-01-14	2
Banda transportadora con reductor seis (primera etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-38	0
Banda transportadora con reductor siete (segunda etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-39	0
Banda transportadora con reductor ocho (alimenta trituradora de mandíbulas).	3-02-40	0
Bomba de vacío para Extrusora BONGIOANNI.	0-02-30	0
Bomba de vacío uno para Extrusora MORANDO.	0-02-31	0
Bomba de vacío dos para Extrusora MORANDO.	0-02-32	0
Ventilador axial uno	1-01-22	0
Ventilador axial dos.	1-01-23	0
Cortadora horizontal primaria MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-19	0
Cortador manual de ladrillo RIVANI.	6-04-15	0
Ventilador axial tres.	1-01-45	0
Cortador manual de teja cartabón.	6-01-16	0

Tabla 17. Organización de equipos por impacto operacional (IO).

<i>MAQUINA</i>	<i>CÓDIGO</i>	<i>IO</i>
Cajón amasador SOUZA M.M.S 3000.	3-03-10	10
Cajón alimentador BONGIOANNI 2D.	3-04-11	10
Molino laminador BONGIOANNI 2L.	5-02-41	10

Bomba centrífuga HIM.	0-01-42	10
Molino saca piedras BONGIOANNI L.V.	5-03-43	10
Banda transportadora con reductor uno (alimenta molino saca piedras).	3-02-33	10
Banda transportadora con reductor dos (alimenta cajón amasador).	3-02-34	10
Banda transportadora con reductor tres (alimenta molino laminador).	3-02-35	10
Banda transportadora con reductor cuatro (alimenta extrusora MORANDO).	3-02-36	10
Planta generadora de energía WILSON tipo CA-187.	8-01-29	10
Cortadora horizontal primaria MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-19	10
Retroexcavadora JOHN DEERE 410.	2-02-01	7
Molino de martillos.	5-01-05	7
Prensa rotativa para tejas MORANDO P.T.M.1 SERIE C.	7-01-14	7
Cortador manual de teja cartabón.	6-01-16	7
Cortadora automática de teja SEVECO.	6-02-17	7
Cortadora horizontal multihilos MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-20	7
Ventilador centrífugo uno.	1-02-24	7
Cortina de secamiento conductora uno.	1-02-25	7
Stoker uno y dos para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.	3-05-27 3-05-28	7
Bomba de vacío para Extrusora BONGIOANNI.	0-02-30	7
Banda transportadora con reductor cinco (alimenta extrusora BONGIOANNI).	3-02-37	7
Ventilador centrífugo dos	1-02-46	7
Cortina conducida de secamiento dos.	1-02-47	4
Cortina conducida de secamiento tres	1-02-48	4
Montacargas gasolina numero dos HYSTER F60XL2	2-04-44	4
Ventilador axial tres.	1-01-45	4

Banda transportadora con reductor ocho (alimenta trituradora de mandíbulas).	3-02-40	4
Banda transportadora con reductor seis (primera etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-38	4
Banda transportadora con reductor siete (segunda etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-39	4
Cortina de secamiento conducida uno.	1-02-26	4
Ventilador axial uno.	1-01-22	4
Ventilador axial dos.	1-01-23	4
Cargador KOMATZU.	2-03-02	4
Montacargas a gasolina numero uno HYSTER F50X L2.	2-04-03	4
Montacargas diesel HYSTER H60F.	2-04-04	4
Bomba de vacío uno para Extrusora MORANDO.	0-02-31	1
Bomba de vacío dos para Extrusora MORANDO	0-02-32	
Torno para tubería cerámica.	6-05-21	1
Cortadora vertical automática de ladrillo SOUZA 448 M.M.	6-03-18	1
Cortador manual de ladrillo RIVANI.	6-04-15	1
Extrusora BONGIOANNI 15 M.	4-01-12	1
Extrusora MORANDO MVP3 Súper F.	4-01-13	1
Trituradora de mandíbulas FAMAGRINN.	5-04-09	1

Tabla 18. Organización de equipos por flexibilidad operacional (FO).

<i>MAQUINA</i>	<i>CÓDIGO</i>	<i>FO</i>
Ventilador centrifugo dos	1-02-46	4
Bomba centrifuga HIM.	0-01-42	4
Molino saca piedras BONGIOANNI L.V.	5-03-43	4
Banda transportadora con reductor ocho (alimenta trituradora de mandíbulas).	3-02-40	4
Banda transportadora con reductor uno (alimenta molino saca piedras).	3-02-33	4

Banda transportadora con reductor dos (alimenta cajón amasador).	3-02-34	4
Banda transportadora con reductor tres (alimenta molino laminador).	3-02-35	4
Banda transportadora con reductor cuatro (alimenta extrusora MORANDO).	3-02-36	4
Banda transportadora con reductor cinco (alimenta extrusora BONGIOANNI).	3-02-37	4
Banda transportadora con reductor seis (primera etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-38	4
Banda transportadora con reductor siete (segunda etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-39	4
Stoker uno y dos para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.	3-05-27 3-05-28	4
Planta generadora de energía WILSON tipo CA-187.	8-01-29	4
Bomba de vacío para Extrusora BONGIOANNI.	0-02-30	4
Ventilador centrifugo uno	1-02-24	4
Cortina de secamiento conductora uno.	1-02-25	4
Cortadora horizontal primaria MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-19	4
Cortadora horizontal multihilos MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-20	4
Cortador manual de teja cartabón.	6-01-16	4
Cortadora automática de teja SEVECO.	6-02-17	4
Prensa rotativa para tejas MORANDO P.T.M.1 SERIE C.	7-01-14	4
Trituradora de mandíbulas FAMAGRINN.	5-04-09	4
Cajón amasador SOUZA M.M.S 3000.	3-03-10	4
Cajón alimentador BONGIOANNI 2D.	3-04-11	4
Molino de martillos.	5-01-05	4
Retroexcavadora JOHN DEERE 410.	2-02-01	2
Cargador KOMATZU.	2-03-02	2
Montacargas a gasolina numero uno HYSTER F50X L2.	2-04-03	2
Montacargas HYSTER diesel H60F.	2-04-04	2

Extrusora BONGIOANNI 15 M.	4-01-12	2
Extrusora MORANDO MVP3 Súper F.	4-01-13	2
Torno para tubería cerámica.	6-05-21	2
Cortina de secamiento conducida uno.	1-02-26	2
Molino laminador BONGIOANNI 2L.	5-02-41	2
Montacargas gasolina numero dos HYSTER F60XL2	2-04-44	2
Cortina conducida de secamiento dos.	1-02-47	2
Cortina conducida de secamiento tres	1-02-48	2
Ventilador axial tres.	1-01-45	1
Bomba de vacío uno para Extrusora MORANDO.	0-02-31	1
Bomba de vacío dos para Extrusora MORANDO.	0-02-32	1
Ventilador axial uno	1-01-22	1
Ventilador axial dos.	1-01-23	1
Cortadora vertical automática de ladrillo SOUZA 448 M.M.	6-03-18	1
Cortador manual de ladrillo RIVANI	6-04-15	1

Tabla 19. Organización de equipos por costos de mantenimiento (CM).

<i>MAQUINA</i>	<i>CÓDIGO</i>	<i>CM</i>
Montacargas gasolina numero dos HYSTER F60XL2	2-04-44	2
Extrusora BONGIOANNI 15 M.	4-01-12	2
Extrusora MORANDO MVP3 Súper F.	4-01-13	2
Cargador KOMATZU.	2-03-02	2
Montacargas gasolina numero uno HYSTER F50X L2.	2-04-03	2
Montacargas HYSTER diesel H60F.	2-04-04	2
Extrusora BONGIOANNI 15 M.	4-01-12	2
Extrusora MORANDO MVP3 Súper F.	4-01-13	2
Montacargas gasolina numero dos HYSTER F60XL2	2-04-44	2

Retroexcavadora JOHN DEERE 410.	2-02-01	2
Ventilador axial tres	1-01-45	1
Ventilador centrifugo dos	1-02-46	1
Cortina conducida de secamiento dos.	1-02-47	1
Cortina conducida de secamiento tres	1-02-48	1
Bomba centrifuga HIM.	0-01-42	1
Molino saca piedras BONGIOANNI L.V.	5-03-43	1
Ventilador axial uno.	1-01-22	1
Ventilador axial dos.	1-01-23	1
Ventilador centrifugo uno	1-02-24	1
Cortina de secamiento conductora uno.	1-02-25	1
Cortina de secamiento conducida uno.	1-02-26	1
Stoker uno y dos para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.	3-05-27 3-05-28	1
Planta generadora de energía WILSON tipo CA-187.	8-01-29	1
Bomba de vacío para Extrusora BONGIOANNI.	0-02-30	1
Bomba de vacío uno para Extrusora MORANDO.	0-02-31	1
Bomba de vacío dos para Extrusora MORANDO.	0-02-32	1
Banda transportadora con reductor uno (alimenta molino saca piedras).	3-02-33	1
Banda transportadora con reductor dos (alimenta cajón amasador).	3-02-34	1
Banda transportadora con reductor tres (alimenta molino laminador).	3-02-35	1
Banda transportadora con reductor cuatro (alimenta extrusora MORANDO).	3-02-36	1
Banda transportadora con reductor cinco (alimenta extrusora BONGIOANNI).	3-02-37	1
Banda transportadora con reductor seis (primera etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-38	1
Banda transportadora con reductor siete (segunda etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-39	1
Banda transportadora con reductor ocho (alimenta trituradora de	3-02-40	1

mandíbulas).		
Molino laminador BONGIOANNI 2L.	5-02-41	1
Prensa rotativa para tejas MORANDO P.T.M.1 SERIE C.	7-01-14	1
Cortador manual de ladrillo RIVANI.	6-04-15	1
Cortador manual de teja cartabón.	6-01-16	1
Cortadora automática de teja SEVECO.	6-02-17	1
Cortadora vertical automática de ladrillo SOUZA 448 M.M.	6-03-18	1
Cortadora horizontal primaria MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-19	1
Cortadora horizontal multihilos MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-20	1
Torno para tubería cerámica.	6-05-21	1
Trituradora de mandíbulas FAMAGRINN.	5-04-09	1
Cajón amasador SOUZA M.M.S 3000.	3-03-10	1
Cajón alimentador BONGIOANNI 2D.	3-04-11	1
Molino de martillos.	5-01-05	1

Tabla 20. Organización de equipos por impacto en la seguridad y el ambiente (ISA).

<i>MAQUINA</i>	<i>CÓDIGO</i>	<i>ISA</i>
Ventilador axial tres.	1-01-45	8
Ventilador axial uno.	1-01-22	8
Ventilador axial dos.	1-01-23	7
Banda transportadora con reductor seis (primera etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-38	7
Banda transportadora con reductor siete (segunda etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-39	7
Bomba centrifuga HIM.	0-01-42	7
Planta generadora de energía WILSON tipo CA-187.	8-01-29	3

Retroexcavadora JOHN DEERE 410.	2-02-01	3
Cargador KOMATZU.	2-03-02	3
Montacargas gasolina numero uno HYSTER F50X L2.	2-04-03	3
Montacargas HYSTER diesel H60F.	2-04-04	3
Montacargas gasolina numero dos HYSTER F60XL2	2-04-44	3
Molino de martillos.	5-01-05	1
Trituradora de mandíbulas FAMAGRINN.	5-04-09	1
Cajón amasador SOUZA M.M.S 3000.	3-03-10	1
Cajón alimentador BONGIOANNI 2D.	3-04-11	1
Extrusora BONGIOANNI 15 M.	4-01-12	1
Extrusora MORANDO MVP3 Súper F.	4-01-13	1
Prensa rotativa para tejas MORANDO P.T.M.1 SERIE C.	7-01-14	1
Cortador manual de ladrillo RIVANI.	6-04-15	1
Cortador manual de teja cartabón.	6-01-16	1
Cortadora automática de teja SEVECO.	6-02-17	1
Cortadora vertical automática de ladrillo SOUZA 448 M.M.	6-03-18	1
Cortadora horizontal primaria MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-19	1
Cortadora horizontal multihilos MAQUILOB Mod. C-120; Ref. 120896-72.	6-04-20	1
Torno para tubería cerámica.	6-05-21	1
Ventilador centrífugo uno	1-02-24	1
Cortina de secamiento conductora uno.	1-02-25	1
Cortina de secamiento conducida uno.	1-02-26	1
Stoker uno y dos para suministro de carbón MAQUILOB y control electrónico digital TELEMECANIQUE.	3-05-27 3-05-28	1
Bomba de vacío para Extrusora BONGIOANNI.	0-02-30	1
Bomba de vacío uno para Extrusora MORANDO.	0-02-31	1
Bomba de vacío dos para Extrusora MORANDO.	0-02-32	1

Banda transportadora con reductor uno (alimenta molino saca piedras).	3-02-33	1
Banda transportadora con reductor dos (alimenta cajón amasador).	3-02-34	1
Banda transportadora con reductor tres (alimenta molino laminador).	3-02-35	1
Banda transportadora con reductor cuatro (alimenta extrusora MORANDO).	3-02-36	1
Banda transportadora con reductor cinco (alimenta extrusora BONGIOANNI).	3-02-37	1
Banda transportadora con reductor seis (primera etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-38	1
Banda transportadora con reductor siete (segunda etapa para sacar residuo de cortadora de teja SEVECO).	3-02-39	1
Banda transportadora con reductor ocho (alimenta trituradora de mandíbulas).	3-02-40	1
Molino laminador BONGIOANNI 2L.	5-02-41	1
Molino saca piedras BONGIOANNI L.V.	5-03-43	1
Ventilador centrifugo dos	1-02-46	1
Cortina conducida de secamiento dos.	1-02-47	1
Cortina conducida de secamiento tres	1-02-48	1

Estructurar los resultados obtenidos del análisis de criticidad conforme a las tablas 16,17,18,19 y 20, tiene por objeto la creación de un conocimiento más claro acerca de las características de operación y mantenimiento de la maquinaria, información clave en el momento de elaborar un programa de mantenimiento preventivo, capaz de acondicionarse eficientemente a los requerimientos del modelo de producción implementado por la empresa.

Finalmente el análisis de criticidad aplicado no arroja resultados estáticos, por el contrario es una herramienta dinámica dentro de la administración del mantenimiento, ya que dependiendo de las condiciones de crecimiento y

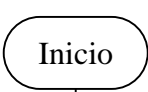
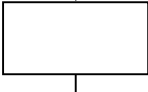
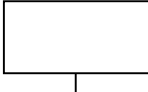
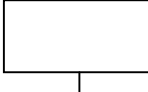
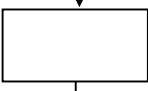
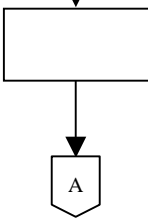
producción de la empresa, las variables que atañen a los equipos pueden variar con el tiempo, además, se debe tener presente la adquisición de nueva maquinaria, la cual afecta directamente el grado de criticidad de los restantes equipos con que cuenta la empresa, debido a esto Ladrillera Versalles implementó el formato mostrado en la tabla 14 como un elemento permanente dentro de su sistema de gestión de la calidad, en busca de actualizarlo anualmente o cuando se incluyan nuevos equipos en la planta de producción, puesto que ha evidenciado en forma no solo cualitativa sino también cuantitativa las debilidades y fortalezas de la planta de producción, convirtiéndose en una herramienta importante cuando se trata de proyectar e invertir en infraestructura, programar producción e incrementar los niveles de la misma.

5.3 PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

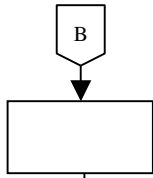

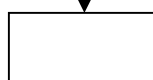

El punto de partida en este procedimiento, se encuentra en el cronograma de mantenimiento preventivo, el cual establece las frecuencias de inspección y origina la planeación de actividades concretas en busca de mejorar la disponibilidad de los equipos tratando de evitar fallas repentinas en los mismos; los trabajos desarrollados como parte del programa de mantenimiento preventivo son planeadas por el director de mantenimiento, quien se encarga de valorar el desempeño y condición de la maquinaria, con el fin de programar con anticipación mano de obra y repuestos requeridos, a su vez el director de mantenimiento junto con: director de producción, director de calidad y gerente, planean la parada de los equipos de acuerdo a las condiciones productivas de la empresa; así mismo, este grupo de trabajo define o asigna los recursos económicos disponibles en busca de estructurar actividades y repuestos específicos necesarios durante el mantenimiento preventivo. Resultado de estructurar el procedimiento para mantenimiento preventivo, se obtuvo el diagrama de flujo mostrado en la figura

53; en el, se especifica cada una de las etapas o pasos seguidos durante este procedimiento, a su vez, indica tanto personas responsables en cada instancia, así como documentación y registros involucrados; resumiendo de esta forma la ruta establecida para desarrollar el programa de mantenimiento preventivo.

Figura 53. Procedimiento de mantenimiento preventivo.

<i>Diagrama de flujo</i>	<i>Descripción de la actividad</i>	<i>Responsable</i>	<i>Registro</i>
	Evitar fallas inesperadas e incrementar los niveles de disponibilidad en los equipos.		
	Aplicación del cronograma de mantenimiento preventivo.	Director de mantenimiento. Mecánicos. Soldadores	Cronograma Mantenimiento Preventivo
	Planeación de las actividades a desarrollar, de acuerdo a previa evaluación del desempeño de los equipo.	Director de mantenimiento	
	Estructuración de actividades y asignación de recursos para el desarrollo del mantenimiento	Director de mantenimiento Director de producción. Director de calidad Gerente	
	Se informará al personal operativo involucrado las fechas y actividades a desarrollar.	Director de mantenimiento. Director de Producción.	
	Inicia el desarrollo del mantenimiento preventivo supervisado por el director de mantenimiento.	Director de mantenimiento. Mecánicos. Soldadores. Técnico externo.	Orden de trabajo. Factura del proveedor de servicio externo.

	<p>¿Es necesario algún repuesto o insumo proveniente del almacén para la máquina?</p>		
	<p>Se termina el desarrollo del mantenimiento preventivo.</p>	<p>Director de mantenimiento. Mecánicos. Soldadores.</p>	
	<p>Se solicita verbal y directamente el repuesto al almacén.</p>	<p>Director de mantenimiento. Mecánicos. Soldadores. Almacenista.</p>	
	<p>¿Se encuentra disponible el repuesto en el almacén?</p>	<p>Almacenista. Jefe de costos.</p>	<p>Inventario de Repuestos y Suministros.</p>
	<p>Se procede a solicitar en forma escrita el repuesto al departamento de compras, donde se diligencia su adquisición y para ser entregado al almacén.</p>	<p>Director de mantenimiento. Jefe de compras.</p>	<p>Solicitud escrita de repuestos y suministros</p>
	<p>Entrega el repuesto o suministro al solicitante y se termina de desarrollar el mantenimiento preventivo.</p>	<p>Almacenista. Director de mantenimiento. Mecánicos. Soldadores.</p>	<p>Control para entrega de repuestos o suministros.</p>
	<p>Terminado el mantenimiento se verifican las actividades desarrolladas y el estado final del equipo.</p>	<p>Director de mantenimiento.</p>	<p>Verificación de mantenimiento preventivo</p>
	<p>Con el control de entrega de suministros, la orden de trabajo, control para entrega de repuestos y suministros y la factura de servicios técnicos externos se calculan los costos causados por el mantenimiento.</p>	<p>Director de mantenimiento.</p>	<p>Tarjeta de costos</p>

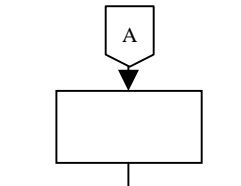
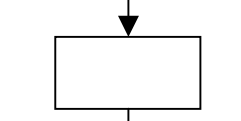
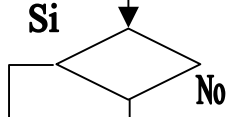
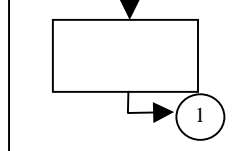
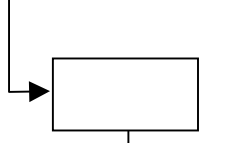
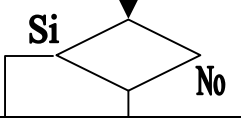
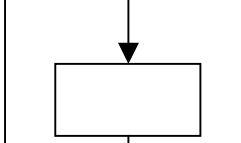
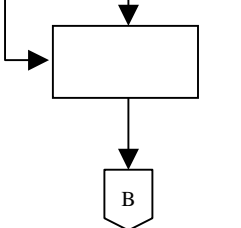
	<p>Se recopila la información proveniente de: orden de trabajo, control para entrega de repuestos y suministros, facturas de trabajos externos y Verificación de mantenimiento preventivo; para documentar la hoja de vida del equipo involucrado.</p>	<p>Director de mantenimiento.</p>	<p>Hoja de vida para maquinaria</p>
	<p>Terminado el mantenimiento preventivo; si el equipo ha sufrido alguna modificación de sus características técnicas de diseño, se debe hacer las modificaciones pertinentes de la ficha técnica. Si la modificación implica nuevas funciones del equipo, se debe cambiar el código, la ficha técnica, la hoja de vida y la tarjeta de costos.</p>	<p>Director de mantenimiento.</p>	<p>Ficha técnica de maquinaria Hoja de vida para maquinaria Tarjeta de costos</p>
	<p>Presenta informe anual con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cronograma de mantenimiento preventivo para el año siguiente. ✓ Presupuesto mantenimiento preventivo del año siguiente. ✓ Evaluación general del proceso de mantenimiento preventivo soportado por indicadores de gestión. 	<p>Director de mantenimiento.</p>	<p>Cronograma de mantenimiento preventivo Indicadores de gestión</p>
	<p>Disminución de las fallas repentinas en la maquinaria que ocasionan bajas en los niveles productivos.</p>		

5.4 PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO

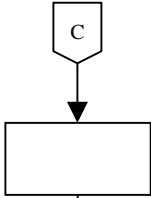

Al igual que el mantenimiento preventivo, las actividades de carácter correctivo poseen un conducto regular definido, estructura de trabajo cuyo propósito es generar una respuesta oportuna y acertada por parte del personal tanto administrativo como operativo del departamento de mantenimiento, ante la presencia de una falla repentina o parada de emergencia en algún sistema o subsistema del proceso desarrollado en la planta de producción, respuesta que debe contar con apropiados criterios técnicos y económicos, en procura de lograr un bajo impacto en la productividad de la planta; ya que al existir un plan de contingencia para este tipo de eventualidades, es posible trabajar coordinadamente entre las diferentes dependencias que se ven implicadas o afectadas por los daños presentados en la maquinaria, por tal razón el mantenimiento correctivo se encuentra estructurado de acuerdo al diagrama de flujo mostrado en la figura 54, relacionando personal y documentación requerida.

Figura 54. Procedimiento de mantenimiento correctivo.

DIAGRAMA DE FLUJO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	REGISTRO
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Actividad[] Actividad --> A{{A}} </pre>	<p>Corregir fallas repentinas en los equipos en forma oportuna, mediante la aplicación de conceptos y repuestos apropiados.</p>		
<pre> graph TD Actividad[] --> A{{A}} </pre>	<p>Reporte escrito del daño en la oficina de mantenimiento por parte del operario.</p>	<p>Operarios. Director de mantenimiento.</p>	<p>Reporte de Fallas y novedades</p>

	<p>Dependiendo de la prioridad del requerimiento y la disponibilidad de recursos se programa el mantenimiento correctivo.</p>	<p>Director de mantenimiento</p>	<p>Reporte de Fallas y novedades</p>
	<p>Se da inicio al desarrollo del mantenimiento correctivo programado, es supervisado por el director de mantenimiento, quien de ser necesario, gestiona la contratación de servicios técnicos externos.</p>	<p>Director de mantenimiento Mecánicos. Soldadores. Técnico externo.</p>	<p>Orden de trabajo. Factura proveedor de servicio externo.</p>
	<p>¿Es necesario algún repuesto o insumo proveniente del almacén para la máquina?</p>		
	<p>Se termina el desarrollo del mantenimiento correctivo.</p>	<p>Director de mantenimiento Mecánicos. Soldadores</p>	
	<p>El repuesto es solicitado verbal y directamente al almacén de repuestos y suministros.</p>	<p>Director de mantenimiento. Mecánicos. Soldadores. Almacenista.</p>	
	<p>¿Se encuentra disponible el repuesto en el almacén?</p>	<p>Almacenista. Jefe de costos.</p>	<p>Inventario Repuestos y Suministros.</p>
	<p>Se procede a solicitar en forma escrita el suministro o repuesto al departamento de compras, donde se diligencia la adquisición del repuesto y lo envía al almacén de repuestos o suministros.</p>	<p>Jefe de compras. Director de mantenimiento</p>	<p>Solicitud escrita de repuestos y suministros</p>
	<p>Entrega del repuesto o suministro al solicitante y se termina de desarrollar el mantenimiento correctivo.</p>	<p>Director de mantenimiento. Mecánicos. Soldadores. Almacenista.</p>	<p>Control de entrega y suministros.</p>

	<p>Con el control de entrega de suministros, la orden de trabajo, el inventario de repuestos y suministros y la factura de servicios técnicos externos se calculan los costos causados por el mantenimiento del equipo involucrado.</p>	<p>Jefe de costos.</p>	<p>Tarjeta de costos</p>
	<p>Se recopila la información de los registros anteriores (orden de trabajo, control de entrega de suministros y facturas de trabajos externos) para documentar la hoja de vida del equipo involucrado.</p>	<p>Director de mantenimiento.</p>	<p>Hoja de vida para maquinaria</p>
	<p>Terminado el mantenimiento correctivo; si el equipo ha sufrido alguna modificación de sus características técnicas de diseño, se debe hacer las modificaciones pertinentes en la ficha técnica. Si la modificación implica nuevas funciones del equipo, se debe cambiar el código, la ficha técnica, la hoja de vida y la tarjeta de costos.</p>	<p>Director de mantenimiento. Jefe de costos.</p>	<p>Ficha técnica de maquinaria Hoja de vida para maquinaria Tarjeta de costos</p>

	<p>Presenta informe anual con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Resumen anual de daños, generalidades y características. ✓ Estadística de los daños de las maquinas. ✓ Listado de las fallas más comunes por maquina. ✓ Evaluación general del proceso de mantenimiento correctivo. 	<p>Director de mantenimiento.</p>	<p>Informe anual de mantenimiento.</p>
	<p>Corregir en el menor tiempo posible las fallas repentinas de la maquinaria que repercuten en paradas intempestivas de la producción, causando bajas en los niveles productivos y económicos de la empresa.</p>		

5.5 PROGRAMA DE INSPECCIONES DIARIAS

Implementar políticas **TPM** como respaldo al sistema de mantenimiento, llevó a la estructuración de un sencillo programa de limpieza e inspección diaria para la maquinaria con que cuenta la planta de producción, programa que se encuentra dirigido por el director de mantenimiento y es ejecutado por parte de todos los operarios de maquinaria, ya que como lo establece el **TPM**, el operador de un equipo, debe ser su primer mantenedor, de esta forma; el personal operativo del departamento de producción, fue dividido en dos grupos de trabajo: uno asignado a la línea de máquinas (molinos; bandas transportadoras, extrusoras y cortadoras) y otro a los vehículos (montacargas, retroexcavadora y cargador), lo cual tiene como propósito organizar las actividades de mantenimiento básico de acuerdo a los siguientes formatos: cronograma de inspección y mantenimiento diario para

maquinaria de producción (tabla 21) y cronograma de inspección y mantenimiento diario para vehículos (tabla 22), documentos que son actualizados mensualmente, relacionando operarios, máquinas y fechas en las cuales se deben realizar las pequeñas rutinas de mantenimiento. Particularmente dentro del cronograma para maquinaria de producción, los operarios son rotados por cada una de las máquinas a su cargo, en busca de equilibrar tareas, conocimientos y responsabilidades.

Establecer y desarrollar actividades de mantenimiento básico diariamente, tiene dos objetivos bastante claros: el primero, consiste en detectar fallas en etapas iniciales o de pequeña proporción, con el fin de dar pronta solución a la misma, antes que se convierta en un problema de mayor complejidad o riesgo para el óptimo funcionamiento de la máquina, afectando repentinamente los niveles productivos de la planta; a si mismo se busca mantener los equipos en un adecuado estado de limpieza, para disminuir los tiempos de mantenimiento, ya que inicialmente era necesario invertir gran cantidad de tiempo adicional limpiando, para posteriormente inspeccionar, además estas sencillas rutinas permiten mejorar el aspecto físico de la planta y el ambiente de trabajo, contribuyendo de esta forma con el programa de seguridad industrial. El segundo objetivo, es descentralizar las labores de mantenimiento, es decir, que los operadores tendrán la responsabilidad de realizar reparaciones o ajustes pequeños, mientras que el personal de mantenimiento, se encarga de reparaciones mayores, donde se requiere mayor conocimiento o destreza; de esta forma, se logra establecer un punto de comunicación entre el operario y el mecánico, facilitando la comprensión de la falla y la gestión de la solución más adecuada para la misma, contribuyendo favorablemente al incremento de los niveles de disponibilidad en los equipos.

Tabla 21. Cronograma de inspección y mantenimiento diario para maquinaria de producción.



		Cronograma de inspección y mantenimiento diario para maquinaria de producción LV-FR-07-12 Versión 01																		
		Del 31 de mayo al 4 de junio					Del 7 al 11 de junio					Del 15 al 18 de junio					Del 22 al 25 de junio			
Semana	Días	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	M	M	J	V
Máquina		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3
Personal		AA	LZ	CA	JH	OG	AA	LZ	CA	JH	OG	AA	LZ	CA	JH	OG	AA	LZ	CA	JH
		JH	OG	AA	LZ	CA	JH	OG	AA	LZ	CA	JH	OG	AA	LZ	CA	JH	OG	AA	LZ
Relación de maquinaria											Relación de operarios									
1	Cajón alimentador Bongioanni.										AA	Álvaro Almeida								
2	Banda transportadora, alimenta molino saca piedras.										JH	José de Jesús Hernández								
3	Molino saca piedras Bongioanni LV.										LZ	Luis Fernando Zambrano								
4	Banda transportadora, alimenta cajón amasador.										OG	Orlando García								
5	Cajón amasador Souza.										CA	Cesar Augusto Ayala								
6	Banda transportadora, alimenta molino laminador.																			
7	Molino laminador Svedala.																			
8	Banda transportadora, alimenta extrusora Morando.																			
9	Extrusora Morando y bomba de vació.																			
10	Banda transportadora, alimenta extrusora Bongioanni.																			
11	Extrusora Bongioanni y bomba de vació.																			
12	Cortadora de ladrillo Souza.																			
13	Cortadora de teja Seveco.																			
14	Planta eléctrica Wilson.																			
15	Prensa para teja Morando.																			
16	Cortadora primaria y multihilos Maquilob.																			

Tabla 22. Cronograma de inspección y mantenimiento diario para vehículos.

		Cronograma de inspección y mantenimiento diario para vehículos LV-FR-07-11 Versión 01		
<p><i>Fecha de elaboración:</i> <u>3 de mayo de 2004</u></p> <p><i>Desde:</i> <u>1 de junio de 2004</u></p> <p><i>Hasta:</i> <u>30 de junio de 2004</u></p>				
Mantenimientos diarios a los vehículos desarrollados en quince minutos iniciales de lunes a viernes.				
<i>Montacargas Diesel</i>	<i>Montacargas gasolina Número 1</i>	<i>Montacargas gasolina Número 2</i>	<i>Cargador</i>	<i>Retroexcavadora</i>
Revisión del sistema eléctrico.	Revisión del sistema eléctrico.	Revisión del sistema eléctrico.	Revisión del sistema eléctrico.	Revisión del sistema eléctrico.
Revisión del aceite.	Revisión del aceite.	Revisión del aceite.	Revisión del aceite.	Revisión del aceite.
Fugas en el sistema hidráulico.	Fugas en el sistema hidráulico.	Fugas en el sistema hidráulico.	Fugas en el sistema hidráulico.	Fugas en el sistema hidráulico.
Nivel de agua.	Nivel de agua.	Nivel de agua.	Nivel de agua.	Nivel de agua.
Estado de los neumáticos.	Estado de los neumáticos.	Estado de los neumáticos.	Estado de los neumáticos.	Estado de los neumáticos.
Limpieza general.	Limpieza general.	Limpieza general.	Limpieza general.	Limpieza general.
Lavado y limpieza general del vehículo.				
<i>Sábados</i>				
<i>31 de mayo</i>	<i>5 de junio</i>	<i>12 de junio</i>	<i>19 de junio</i>	<i>26 de junio</i>
Retroexcavadora.	Montacargas gasolina No 2	Montacargas gasolina No 1	Cargador	Retroexcavadora.
José Vicente Quintero Gómez.	Oscar Augusto Duran Castro.	Armando Gómez Chávez.	Leonardo Chávez Miranda.	José Vicente Quintero Gómez.

Característica importante dentro de la nueva estructura de trabajo desarrollada por la empresa, es la asignación permanente de un vehículo específico a un operador, como es posible apreciar en la tabla 22, por tal motivo, el trabajador es responsable del buen manejo y mantenimiento del equipo a su cargo. De igual forma en el momento de realizar un mantenimiento preventivo al vehículo, el operador asignado debe participar activamente durante estas labores, con el fin de disminuir los tiempos de parada y reparar fallas detectadas por el operador durante el funcionamiento del vehículo; a sí mismo el operador, fortalece y adquiere mayor conocimiento de las características técnicas, operación y mantenimiento del vehículo. Similarmente, la línea de máquinas, ha venido implementando el mismo concepto de trabajo, haciendo que los trabajadores más familiarizados con los equipos formen parte de las labores de mantenimiento preventivo.

Finalmente implementados los cronogramas de limpieza e inspección diario, surgió la necesidad de reportar en forma escrita las anomalías o daños detectados por los operarios durante las rutinas de mantenimiento básico, requerimiento que dió origen al formato denominado reporte de fallas o novedades (figura 55), en el cual, se realiza un control de fallas presentadas en la maquinaria, de esta forma se asegura una mejor organización de los mantenimientos o reparaciones pendientes de acuerdo a su prioridad (tabla 23), ya que este tipo de registro no solo documenta la falla, si no también la acción correctiva a seguir, estableciendo responsabilidades y características de los daños.

El reporte de fallas o novedades, es un instrumento importante de programación para mantenimientos correctivos, puesto que soportado por la caracterización de prioridades descrita en la tabla 23, facilita la administración de los recursos con que cuentan los departamentos de mantenimiento y producción, evitando realizar reparaciones en momentos incorrectos y de forma irregular; adicionalmente sirve

como guía en el momento de efectuar mantenimientos preventivos, ya que al registrar en forma escrita las anomalías o aspectos por mejorar en la maquinaria, es posible gestionar anticipadamente no solo una solución acertada, si no también destinar los medios necesarios para alcanzar este fin.

Tabla 23. Prioridades para planeación de mantenimiento.

<i>Prioridad</i>	<i>Marco de tiempo en el cual debe iniciar el trabajo</i>	<i>Tipo de trabajo</i>
<i>Emergencia</i>	El trabajo debe comenzar inmediatamente.	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la calidad o que parara la producción.
<i>Urgente</i>	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas.	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la calidad o que podrá parar la producción.
<i>Normal</i>	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 48 horas.	Trabajo que probablemente tendrá un impacto sobre la producción en una semana.
<i>Aplazable</i>	El trabajo debe comenzar cuando se cuente con los recursos o en el periodo de un paro.	Trabajo que no tiene un impacto inmediato en las operaciones de producción.

Fuente: Dixon, Raous, Dussuaa. Sistemas de mantenimiento, planeación y control.

CONCLUSIONES

- ✓ El sistema de mantenimiento generó mejoras globales en el rendimiento del sistema productivo de Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos. Ltda, ya que las paradas de emergencia se han reducido sustancialmente permitiendo incrementar la productividad en la línea de máquinas un 30%.
- ✓ A través del sistema de mantenimiento fue posible reestructurar otras dependencias de la empresa como: compras y producción; las cuales actualmente poseen la capacidad administrativa y operativa para coordinar e interactuar eficientemente dentro del marco establecido por el sistema de gestión de la calidad bajo norma **ISO 9001:2000**.
- ✓ El sistema de información para mantenimiento es acorde a los requerimientos del sistema de gestión de la calidad, ya que cuenta con los parámetros establecidos por la norma **ISO 9001:2000**, satisfaciendo simultáneamente las necesidades administrativas y operativas de Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos. Ltda.
- ✓ El sistema de mantenimiento diseñado e implementado en Ladrillera Versalles De Ramírez Hnos. Ltda., respalda eficientemente la gestión de calidad desarrollada por la empresa, operando bajo adecuados criterios técnicos y económicos, con el fin de responder acertadamente a las necesidades actuales y futuras de la empresa.

- ✓ Implementar el análisis de criticidad como criterio fundamental del programa de mantenimiento permite la administración objetiva y racional de recursos físicos y humanos de la empresa, disminuyendo los despilfarros de los mismos; adicionalmente sirve como instrumento de medición y control del desempeño individual de cada equipo y del proceso al cual pertenece.

- ✓ Aplicar conceptos básicos TPM, hicieron posible incrementar la cobertura del programa de mantenimiento y mejorar la calidad de los trabajos desarrollados, ya que gracias a la activa participación de los operarios, es posible contar con mayor mano de obra e información referente al estado o condición de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

BONGIOANNI FOSSANO. Manual de montaje, operación y mantenimiento para molino laminador. Italia: S.P.A Fonderie Officine Meccaniche Bongioanni. 1978. 35p.

----- . Manual de montaje, operación y mantenimiento para extrusora 15M. Italia: S.P.A Fonderie Officine Meccaniche Bongioanni. 1980. 60 p.

DIXON, RAOUF, DUFFUAA. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. California: Limusawiley. 2000. 419 p.

FACINCANI, Ezio. Tecnología cerámica los ladrillos. Barcelona: Faenza editrice ibérica S.L. 1993. 284 p.

FERNÁNDEZ; Marcelino. Fabricación y control de calidad de los materiales de arcilla cocida, volumen I. Medellín: LUNSA, asociación de ladrilleras unidas de Antioquía. 1990. 137 p.

----- . -----, volumen II. Medellín: LUNSA, asociación de ladrilleras unidas de Antioquía. 1990. 114 p.

GONZALEZ, B Carlos R. Formación del ingeniero. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander. 1994. 350 p.

MORANDO JUNDIAI. Manual de montaje, operación y mantenimiento de prensa rotativo P.T.M.1. Brasil: Maquinas Cerámicas Morando.1971 20 p.

SEPÚLVEDA A. Rafael A; SILVA M. Luis E. Modelo de lubricación productiva para la empresa cerámica ITALIA S.A. Monografía, Bucaramanga: 2002. 130 p.

STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL LTD. ISO 9001:2000 guía para pequeñas y medianas empresas. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC. 2001. 267 p.