

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA
ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA PREVESA S.A.S**

**JESSICA NIETO EGEA
RAFAEL ANDRES FIGUEROA**

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

2013

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA
ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA PREVESA S.A.S**

**JESSICA NIETO EGEA
RAFAEL ANDRES FIGUEROA**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Mecánico**

**Director
CARLOS BORRAS PINILLA
PHD Ingeniería Mecánica**

**Codirector
OLGA GOMEZ VALENCIA
Ingeniera Mecánica**

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

2013

A Dios por permitir esto posible,

A mi señora madre STELLA EGEA, por su enorme paciencia y apoyo incondicional a lo largo de este camino tan pedregoso,

A mis hermanos, porque siempre tuvieron confianza en que iba a terminar esta tan importante travesía de mi vida,

A los profesores, quienes a través de su esfuerzo y dedicación forjaron en mí un compromiso por ser un mejor ser humano,

A mis amigos, por los buenos y divertidos recuerdos,

A todos Gracias.

Jessica Nieto Egea

Ante todo agradezco a DIOS, porque fue el soporte en mi vida, que me permitió alcanzar mis objetivos.

A mi madre y mis hermanos por haberme apoyado en todo momento, por la motivación y la confianza que siempre me ha brindado.

A mis tíos que han sido uno de mis principales apoyos, ellos junto con mi madre me han enseñado a luchar en esta vida para alcanzar mis metas.

Gracias a todos mis familiares, amigos y a la universidad Industrial de Santander que han sido de vital importancia para alcanzar estos logros.

Rafael Andrés Figueroa

AGRADECIMIENTOS

A Carlos Borrás, director del proyecto, por su orientación, confianza y respaldo en la realización de este trabajo de grado.

A Olga Gómez, jefe de la planta Prevesa S.A.S, por su apoyo, amistad y colaboración para la culminación exitosa de este proyecto.

A los trabajadores de la planta Prevesa S.A.S, por su apoyo y colaboración.

A nuestros compañeros y profesores con los cuales compartimos experiencias, enseñanzas y buenos recuerdos.

JESSICA NIETO EGEA

RAFAEL ANDRES FIGUEROA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	19
1. GENERALIDADES DE PREVEESA S.A.S.	21
1.1 HISTORIA.....	21
1.2 MISIÓN	23
1.3 VISIÓN.....	23
1.4 POLÍTICAS Y OBJETIVOS DE CALIDAD	23
1.5 INFRAESTRUCTURA.....	24
1.5.1 Plantas de concretos.....	24
1.5.2 Equipos de transporte	24
1.5.3 Equipos de colocación	26
1.5.4 Equipos de cargue	27
1.5.5 Equipo de control de calidad.....	28
1.6 RÉGIMEN ORGANIZACIONAL.....	29
1.7 UBICACIÓN	30
1.8 PRODUCTOS FABRICADOS	30
1.8.1 Concretos.....	30
1.8.2 Morteros	35
1.8.3 Prefabricados.....	36
1.9 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CONCRETO PREMEZCLADO.....	37
1.9.1 Descripción del proceso.....	38
2. ANTECEDENTES GENERALES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	43
2.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO	43
2.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	45
2.3 BENEFICIOS OBTENIDOS CON EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.	46
2.4 TIPO DE MANTENIMIENTO.....	47
2.4.1 Mantenimiento correctivo	48
2.4.2 Mantenimiento preventivo	49
2.4.3 Mantenimiento predictivo	54
2.4.4 Mantenimiento Productivo total.....	56

2.4.5	Ventajas, inconvenientes y aplicaciones de cada tipo de mantenimiento.	56
3.	VALORACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN PREVESA S.A.S	59
3.1	DIAGNÓSTICO DE INFORMACIÓN TÉCNICA.	59
3.2	DIAGNÓSTICOS DE REPUESTOS.....	59
3.3	DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	60
3.4	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN	65
3.4.1	Codificación de equipos	65
3.5	ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	66
3.5.1	Aplicación del análisis de criticidad.....	68
3.6	RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	72
3.6.1	Resultado del análisis de los vehículos.....	72
3.6.2	Resultado del análisis de las bombas de concreto.....	74
3.6.3	Lista de resultados del análisis de criticidad.....	75
4.	DESCRIPCIÓN DE LAS BOMBAS DE CONCRETO.	77
4.1	FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS.....	79
4.1.1	Funcionamiento mecánico.....	80
4.1.2	Funcionamiento Hidráulico	82
4.2	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BOMBAS IMPULSORAS DE CONCRETO.	90
4.2.1	Plan de mantenimiento de las piezas mecánicas que sufren desgaste.....	90
4.2.2	Componentes mecánicos sujetos al plan de mantenimiento preventivo por m ³ . 90	90
4.2.3	Tareas del mantenimiento preventivo bombas Schwing y Putzmeister.....	93
4.2.4	Descripción del procedimiento para realizar las actividades.	94
4.2.5	Plan De Mantenimiento Preventivo Según El Horómetro	96
5	SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	99
5.1	COMPONENTES DEL SISTEMAS DE INFORMACIÓN	100
5.2	FINALIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN EL AREA DE MANTENIMIENTO.....	102
5.3	ELEMENTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO.....	104
5.4	ENTORNO DE PROGRAMACION PARA EL SISTEMA DE INFORMACION DE LA EMPRESA PREVESA S.A.S.	104
5.4.1	Filemaker.	105

5.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA PREVEVA S.A.S.	105
6. MANUAL DEL USUARIO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA EMPRESA PREVEVA S.A.S.	109
6.1 INGRESO AL SISTEMA.....	109
6.2 MÓDULO MÁQUINAS.....	113
6.2.1 Hojas de vida.....	114
6.2.2 Procedimientos de mantenimiento.....	116
6.2.3 Rutinas de mantenimiento.....	117
6.2.4 Historial.....	120
6.3 MÓDULO EMPRESA.....	121
6.3.1 Empleados.....	121
6.3.2 Producción.....	126
6.4 MÓDULO ÓRDENES DE TRABAJO.....	127
6.4.1 Creación de una orden de trabajo.....	129
6.5 ALMACEN.....	133
6.5.1 Artículos.....	133
6.5.2 Movimientos.....	134
6.6 MODULO DE GESTIÓN.....	135
6.6.1 Indicador de efectividad.....	136
6.6.2 Indicador de Disponibilidad.....	136
6.6.3 Índice de mantenibilidad.....	137
6.6.4 Índice de confiabilidad.....	137
6.7 MÓDULO AYUDA.....	141
CONCLUSIONES.....	142
RECOMENDACIONES.....	144
BIBLIOGRAFÍA.....	145
ANEXOS.....	147

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Planta Física PREVESA S.A.S	21
Figura 2. Planta.....	22
Figura 3. Planta Elbamic.....	25
Figura 4. Planta Altron	25
Figura 5. Mixer Hyundai.....	26
Figura 6. Autobomba SCHWING	26
Figura 8. Cargador CATERPILLAR	27
Figura 9. Laboratorio de Calidad.....	28
Figura 12. Concreto Normal.....	31
Figura 13. Concreto Bombeable	32
Figura 15. Almacenamiento de materias primas.....	39
Figura 16. Almacenamiento	40
Figura 18. Cargue del concreto premezclado	42
Figura 19. Bombeo de concreto.....	42
Figura 20. Historia del mantenimiento	46
Figura 21. Grafica tradicional del mantenimiento.....	52
Figura 22. Formato de mantenimiento de rutina	61
Figura 23. Formato de historial de Mantenimiento.....	62
Figura 24. Formato de programa de mantenimiento preventivo.	63
Figura 25. Formato de hojas de vida	64
Figura 25: diagrama de zonas características de un análisis de criticidad	67
Figura 26. Matriz general de criticidad.....	76
Figura 27. Bomba remolque a) SCHWING WP1000 b) Putzmeister TK70.....	78
Figura 28. Autobomba SCHWING 32XL.....	78
Figura 29. Ciclo de Bombeo.....	79
Figura 30. Cilindros hidráulicos y de suministro.....	80
Figura 31. Cilindros de giro.....	81
Figura 32. Válvula oscilante.....	82
Figura 33. Circuito hidráulico fase A	86
Figura 34. Circuito hidráulico fase B	87
Figura 35. Circuito hidráulico fase C	88
Figura 36. Circuito hidráulico fase D	89
Figura 37. Componentes mecánicos de una bomba Putzmeister.....	91
Figura 38. Componentes mecánicos de una bomba Schwing	92
Figura 39. Esquema de las actividades básicas de un SCAM.....	102
Figura 40. Esquemas de los módulos de información	106
Figura 41. Ingreso al sistema de información	109
Figura 42. Menú de ingreso	110
Figura 43. Acceso de usuario.	111

Figura 44. Diagrama de flujo de ingreso al sistema	111
Figura 45. Pantalla inicial	112
Figura 46. Diagrama de flujo de Módulo Máquinas.....	114
Figura 47. Hojas de vidas	115
Figura 48. Pestaña de lecturas	116
Figura 49. Procedimientos de mantenimiento.....	117
Figura 50. Diagrama de flujo para procedimientos y rutinas de mantenimiento. .	119
Figura 51. Rutinas de mantenimiento	120
Figura 52. Historial de mantenimiento	121
Figura 53. Diagrama de flujo de los submódulos hojas de vida y historial.....	123
Figura 54. Ventana de empleados	124
Figura 55. Ficha para la creación de empleados y proveedores	125
Figura 56. Ficha de despachos.....	126
Figura 57. Menú de producción	127
Figura 58. Diagrama de flujo de órdenes de trabajo	128
Figura 59. Módulo orden de trabajo.	129
Figura 60. Formato de creación de una orden de trabajo	130
Figura 61. Formato de orden de trabajo en ejecución	132
Figura 62. Finalización de orden de trabajo.....	132
Figura 63. Visualización de la ventana de artículos.	133
Figura 65. Visualización de movimiento de artículos	135
Figura 66. Diagrama de flujo del módulo de gestión.....	138
Figura 67. Visualización índice de efectividad	139
Figura 68. Visualización índice de disponibilidad.....	140
Figura 69. Visualización módulo ayuda	141

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Listado de las bombas impulsadoras de concreto	69
Tabla 2: Encuesta	71
Tabla 3: Ponderación	72
Tabla 4: Ponderación de criticidad de los equipos de transporte del concreto	73
Tabla 5: Ponderación de criticidad de las bombas impulsadoras de concreto	74
Tabla 6: Jerarquización de equipos	75
Tabla 8. Tareas de mantenimiento bombas Schwing.	93
Tabla 9. Tareas del mantenimiento preventivo bombas Putzmeister.....	94

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Diseño previo del software.....	147
ANEXO B. Plan de Mantenimiento Preventivo.....	150

RESUMEN

TÍTULO:

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA PREVESA S.A.S.*

AUTORES:

Jessica Nieto Egea.

Rafael Andrés Figueroa Gámez.[†]

PALABRAS CLAVES:

Sistema de información, Mantenimiento Preventivo, Indicadores de Gestión.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto es diseñar, implementar en la empresa PREVESA S.A.S., una herramienta que permita administrar de forma eficiente las actividades y procesos relacionados con el mantenimiento de la planta, aportando una tecnología a la empresa que le permita un acceso fácil, rápido y confiable a la información, lo que hoy en día es garantía de crecimiento industrial.

El proyecto se desarrolló elaborando algunas fases de estudio, en la primera se identificó y estableció un análisis de la empresa y su proceso de producción. En la segunda fase se desarrolló un análisis y diagnóstico del estado del sistema de gestión de mantenimiento existente, así como también del estado de los equipos. En una tercera fase se desarrolló un modelo de gestión de mantenimiento que satisface las necesidades de la empresa, en el cual se implementó un análisis de criticidad de los equipos, codificación, establecimiento de formatos de trabajo y plan de mantenimiento.

Posteriormente se desarrolla e implementa un sistema dinámico de información, un software hecho a medida para la empresa PREVESA S.A.S. de interfaz amigable y manejo sencillo, acorde con los elementos de hardware y software existentes, que garantiza a la empresa su crecimiento industrial a nivel nacional e internacional.

* Trabajo de grado.

[†] Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Carlos Borrás Pinilla, Ing. Olga Gómez Valencia

SUMMARY

TÍTULO:

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN INFORMATION SYSTEM FOR MAINTENANCE MANAGEMENT COMPANY PREVESA S.A.S.[‡]

AUTHOR:

Jessica Nieto Egea.

Rafael Andrés Figueroa Gámez.[§]

KEY WORDS:

Information System, Preventive Maintenance, Management Indicators.

ABSTRACT:

The objective of this project is to design, implement PREVESA S.A.S in the company. A tool to efficiently manage the activities and processes related to the maintenance of production plant, providing one technology to the company that allows easy access, fast and reliable information, which today is ensuring industrial growth.

The project was developed to study some phases developed in the first set was identified and an analysis of the company and their production process. In the second phase developed an analysis and diagnosis of the maintenance management system existing as well as the condition of the equipment. In a third phase we developed a maintenance management model that meets the needs of the company, which implemented a criticality analysis equipment, encryption, Establishment of working formats and maintenance plan.

Subsequently developed and implemented a dynamic system of information, software tailored to the company PREVESA S.A.S friendly interface and easy operation, according to the elements of existing hardware and software, the company guarantees its national industrial growth and internationally.

[‡] Degree Work.

[§] Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Carlos Borrás Pinilla.

INTRODUCCIÓN

Garantizar el control en los procesos de mantenimiento de una empresa es una necesidad debido a que estos aseguran una alta competitividad en los mercados y tiene la finalidad de realizar mejoras continuas en términos de calidad.

PREVESA S.A.S es una empresa de Santander, dedicada a la fabricación de concreto de uso común debidamente diseñado, dosificado y mezclado en planta para lograr un producto de excelente calidad. Es una empresa en constante crecimiento, que busca mejorar la calidad de sus productos, incrementando la confiabilidad y eficiencia de los procesos productivos.

Una forma de obtener estos resultados proviene de mejoras substanciales del mantenimiento y la implementación de un sistema de información que permita organizar, programar, alertar, almacenar y modificar las actividades relacionadas con la gestión del mantenimiento. Además, un Sistema de Información de Mantenimiento juega un papel importante en el aumento del ciclo de vida de los equipos, contribuyendo a reducir los costos, minimizar los tiempos muertos de las máquinas, mejorar la calidad, incrementar la productividad y contar con un equipo confiable que sea seguro, y este bien configurado para lograr la entrega oportuna de los pedidos a los clientes.

Este proyecto tiene como objetivo el diseño y desarrollo de un sistema de información para la gestión del mantenimiento de los equipos de la empresa PREVESA S.A.S, está conformado por 6 capítulos los cuales son:

- **Capítulo 1.** Habla acerca de las generalidades de la empresa, donde está ubicada quiénes son sus dueños, que tipo de actividades de producción

realizan, con qué clase de maquinaria cuentan y cuál es el portafolio de servicios que ofrecen.

- **Capítulo 2.** En este capítulo se presentan los principales conceptos y aspectos teóricos acerca del mantenimiento: Como se inició, que etapas ha tenido, ventajas y desventajas. Con la finalidad de concretar las bases científicas para el desarrollo de este proyecto.

- **Capítulo 3.** Muestra la evaluación y diagnostico que se realizó a la empresa, como fue el proceso de codificación de los equipos, como se llevó a cabo el análisis de criticidad y que resultados se obtuvieron.

- **Capítulo 4.** Hace una descripción detallada del funcionamiento mecánico e hidráulico de las bombas impulsoras de concreto para posteriormente dar a conocer el plan de mantenimiento preventivo implementado en estos equipos.

- **Capítulo 5.** Este capítulo está dedicado los sistemas de información, como ha sido su evolución, en qué consisten y la importancia que tiene en la gestión del mantenimiento.

- **Capitulo 6.** Este capítulo hará referencia al diseño y funcionamiento del sistema de información implementado en la planta de producción de la empresa PREVESA S.A.S. realizando un especial análisis en el tipo de herramienta utilizada, en aspectos como requerimientos del sistema cómputo y alcances de la herramienta en cada uno de los módulos presentes en el sistema de información.

1. GENERALIDADES DE PREVESA S.A.S.

1.1 HISTORIA.

PREVESA S.A.S es una empresa colombiana ubicada en el departamento de Santander, esta dedica a la fabricación de concreto⁵ de uso común debidamente diseñado, dosificado y mezclado en planta para lograr un producto de excelente calidad.

Figura 1. Planta Física PREVESA S.A.S



Fuente: www.prevesa.co

⁵ Es una mezcla heterogénea compuesta por agregados (diferentes tamaños de rocas), cemento, agua, aire y algunas veces aditivos.

PREVESA S.A.S. está constituida con una amplia experiencia en la producción de materiales para la construcción; cuyo objetivo principal es la producción de mezclas de concreto de diferentes tipos y el transporte de las mismas que satisfagan la necesidad del cliente. PREVESA S.A.S. es una empresa que está constituida oficialmente en el año 2006, recogiendo la experiencia y reconocimiento de más de diez años de la organización Planta de Concretos Jorge Luis Vesga Moreno.

Desde entonces esta organización se constituyó con el fin de cumplir con las necesidades de concretos y de productos derivados de los constructores, urbanizadores y contratistas del área metropolitana de Bucaramanga.

Figura 2. Planta



Fuente. www.prevesa.co

La mayoría de sus activos están representados por plantas de concreto, equipos de transporte (Mixer)⁶, equipos de colocación (Auto-bombas, Bombas estacionarias), equipos de cargue (Cargadores CATERPILLAR) y equipos de control de calidad (laboratorio de pruebas).

⁶ Camión mezclador y transportador de concreto.

1.2 MISIÓN

Concretos Para Edificar el Futuro.

1.3 VISIÓN

PREVESA S.A.S. será en el 2015 una empresa que ofrezca concretos a partir de una producción limpia y eficiente que respeta el medio ambiente, tecnológicamente innovadora, en constante investigación, con estándares de alta calidad y con un clima organizacional que genere bienestar y seguridad a sus empleados y accionistas.

1.4 POLÍTICAS Y OBJETIVOS DE CALIDAD

PREVESA S.A.S. satisface sus clientes mediante procesos efectivos enmarcados en la normatividad vigente, que garantizan excelentes productos entregados a tiempo, a precios justos, con equipos adecuados y personal capacitado para atender sus requerimientos, construyendo confianza, credibilidad, logrando así rentabilidad y un posicionamiento que la compromete a mejorar continuamente.

Los objetivos de calidad de PREVESA S.A.S son:

- ✓ Suministrar productos que cumplan con las especificaciones, estándares de calidad y tiempos de entrega exigidos por nuestros clientes.
- ✓ Prestar un servicio amable y oportuno.
- ✓ Mantener la competitividad en los precios de nuestros productos.
- ✓ Lograr de nuestros clientes el reconocimiento, la confianza y credibilidad en nuestra empresa.
- ✓ Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de nuestros equipos.
- ✓ Fortalecer las competencias de nuestro personal para asegurar su óptimo desempeño laboral.

- ✓ Lograr el cumplimiento de los objetivos trazados para nuestros procesos e implementar acciones que redunden en su mejora continua.
- ✓ Garantizar la sostenibilidad financiera de la organización.

1.5 INFRAESTRUCTURA.

PREVESA S.A.S. Tiene la infraestructura y capacidad de ejecutar los proyectos más importantes y representativos del país.

1.5.1 Plantas de concretos.

- ✓ Planta ELBAMATIC 38. Equipo mezclador Alemán, de capacidad 38 m³ hora. Este equipo ha suministrado más de 400.000 m³ en Bucaramanga.
- ✓ Planta Rex Logo 5. Equipo dosificador de capacidad 30 m³ hora. Este equipo suministro el concreto para el proyecto puente de Yondo, Rio Magdalena y ha suministrado más de 100.000 m³ en la ciudad de Barrancabermeja y a la refinería de ECOPETROL.
- ✓ Planta Acros 20. Equipo dosificador de capacidad 20 m³ hora. Este equipo suministro el concreto para el proyecto puente Botón de Leiva Rio Magdalena.
- ✓ Planta Altron 60. Equipo dosificador de capacidad 60 m³ hora. Este equipo es modelo 2009.

1.5.2 Equipos de transporte

- ✓ 4 Mixer Mack Modelo 1980-1984. Capacidad 7 m³.
- ✓ 4 Mixer Hyundai Modelo 2007- 2008. Capacidad 8 m³.
- ✓ 5 Mixer Mack Modelo 2003. Capacidad 8 m³.
- ✓ 1 Mixer Mercedes Modelo 1987. Capacidad 7 m³.

Figura 3. Planta Elbomatic



Fuente: www.prevesa.co

Figura 4. Planta Altron



Fuente: www.prevesa.co

Figura 5. Mixer Hyundai



Fuente: www.prevesa.co

1.5.3 Equipos de colocación

- ✓ Auto-Bomba⁷ Modelo 2007 -Capacidad 91 m³/H. SCHWING 32 XL.
- ✓ Bomba Estacionaria⁸ Modelo 2008. Capacidad 40 m³/H. SCHWING SP 1000.
- ✓ Bomba Estacionaria Modelo 2005. Capacidad 20 m³/H. S PUTZMEISTER.

Figura 6. Autobomba SCHWING



Fuente: www.prevesa.co

⁷ Vehículo integrado con el equipo de bombeo empleado para elevar el concreto.

⁸ Equipo de bombeo remolcable empleado para elevar concreto.

Figura 7. Bomba Estacionaria PUTZMEISTER



Fuente: planta PREVESA

1.5.4 Equipos de cargue

- ✓ Cargador CATERPILLAR 920.
- ✓ Cargador CATERPILLAR 950.
- ✓ Cargador INTERNACIONAL 930.

Figura 8. Cargador CATERPILLAR



Fuente: www.google.com.co/imgres?q=Cargador+CATERPILLAR+920

1.5.5 Equipo de control de calidad

La empresa cuenta con un amplio equipo de laboratorio de concreto a disposición del constructor, el servicio de prensa calibrada⁹ para rotura de cilindros, bajo la supervisión técnica del ingeniero de control de calidad y el personal de laboratorio.

Figura 9. Laboratorio de Calidad



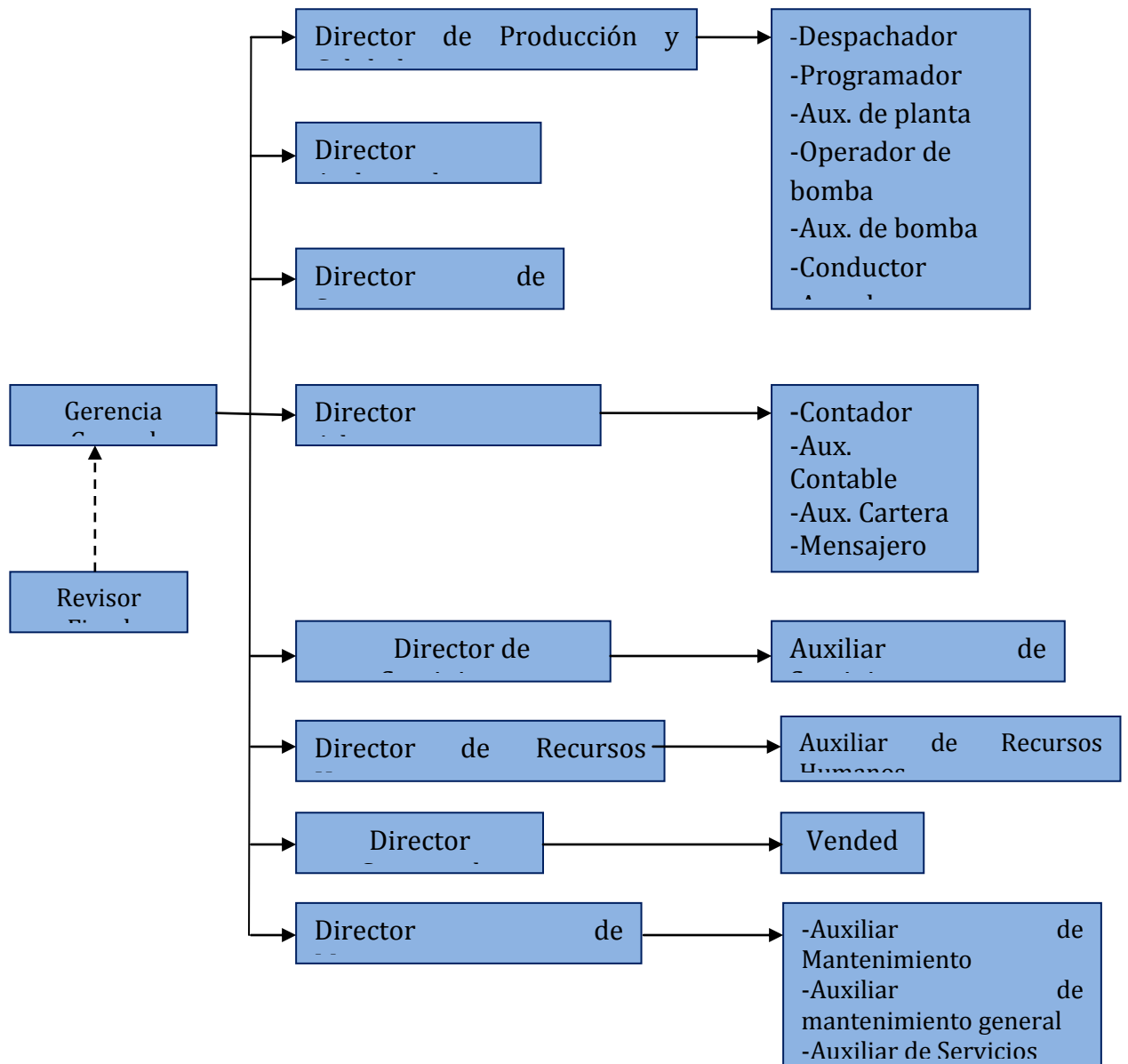
Fuente: www.prevesa.co

⁹ Equipo de laboratorio utilizado para hacer pruebas de resistencia del concreto.

1.6 RÉGIMEN ORGANIZACIONAL.

La estructura organizacional de la empresa PREVESA S.A.S es presentada a continuación:

Figura 10. Estructura Organizacional



Fuente: Planeación estratégica PREVESA S.A.S

1.7 UBICACIÓN

La planta física funciona en el anillo vial, kilómetro 5 vía Floridablanca – Girón del área metropolitana de Bucaramanga.

Figura 11. Ubicación de la Planta



Fuente: www.googleearth.com/2009

1.8 PRODUCTOS FABRICADOS

Prevesa S.A.S es una planta de concreto que se está consolidando cada vez más en la industria de la construcción, ya que posee productos útiles y necesarios relacionados en este campo de trabajo anteriormente mencionado.

1.8.1 Concretos

Cuenta con una amplia gama de concretos, que poseen diferentes características y son utilizados en diferentes aplicaciones.

✓ **Concreto normal**

Concreto de uso común debidamente diseñado, dosificado y mezclado en planta para lograr un producto de excelente calidad.

- Estricto control de calidad a materias primas y producto final.
- Mezclas homogéneas y manejabilidad garantizada.
- Dosificación por peso y control de humedad y absorción de los agregados.

Usos: Es ampliamente utilizado en las estructuras de concreto más comunes que no requieran de características especiales.

Figura 12. Concreto Normal



Fuente: www.prevesa.co

✓ **Concreto Bombeable**

Concreto con unas características de consistencia y cohesividad especiales diseñado para ser colocado por medio de un equipo de bombeo.

- Acabados de excelente calidad.
- Facilidad de colocación y rapidez de ejecución de la obra.
- Estricto control de calidad a materias primas y producto final.
- Mezclas homogéneas y manejabilidad garantizada.
- Dosificación por peso y control de humedad y absorción de los agregados.

Usos: Es utilizado en estructuras de concreto de difícil acceso y en donde existan distancias horizontales y verticales considerables.

Figura 13. Concreto Bombeable



Fuente: www.prevesa.co

✓ **Concreto de baja Permeabilidad**

Concreto diseñado con unas características especiales de permeabilidad que permiten a la estructura reducir la penetración de agua.

- Mayor durabilidad de las estructuras
- Reduce la penetración de agua en la estructura.

- Estricto control de calidad a materias primas y producto final.
- Mezclas homogéneas y manejabilidad garantizada.
- Dosificación por peso y control de humedad y absorción de los agregados.

Usos: Es utilizado en estructuras expuestas permanentemente con el agua como tanques, muros, vigas, entre otros.

✓ **Concreto Fluido**

Concreto diseñado con unas características de fluidez y manejabilidad altas para facilitar su colocación.

- Acabados de excelente calidad
- Facilita fundir estructura con altas densidades de refuerzo
- Requiere menos compactación que un concreto normal
- Estricto control de calidad a materias primas y producto final
- Mezclas homogéneas y manejabilidad garantizada
- Dosificación por peso y control de humedad y absorción de los agregados

Usos: Es utilizado en estructuras de concreto de poco volumen y en donde se presenten grandes cantidades de acero de refuerzo.

✓ **Concreto Autonivelante**

Concreto diseñado con unas características de alta fluidez y cohesión que permiten la colocación en ausencia de vibración.

- Mínima segregación.
- No requiere ser vibrado.
- Estricto control de calidad a materias primas y producto final.
- Mezclas homogéneas y manejabilidad garantizada.
- Acabados de excelente calidad.
- Facilita fundir estructuras con altas densidades de refuerzo.

Usos: Es utilizado en estructuras de concreto de poco volumen donde se presenten grandes cantidades de acero de refuerzo y en elementos donde sea difícil la compactación del concreto.

✓ **Concreto Fraguado Acelerado**

Concreto diseñado con características especiales de fraguado rápido que garantiza el prematuro desencofre de los elementos.

- Permite desencofrar elementos a una edad temprana lo que genera mayor rendimiento en la obra.
- Estricto control de calidad a materias primas y producto final.
- Mezclas homogéneas y manejabilidad garantizada.
- Dosificación por peso y control de humedad y absorción de los agregados.

Usos: Es ampliamente utilizado en las estructuras de concreto donde se requiera un pronto desencofrado debido a la alta utilización de formaleta.

✓ **Concreto Fraguado Lento**

Concreto diseñado para un proceso de fraguado mas demorado que un concreto normal logrando un tiempo de manejabilidad mayor.

- Estricto control de calidad a materias primas y producto final.
- Mezclas homogéneas y manejabilidad garantizada.
- Dosificación por peso y control de humedad y absorción de los agregados.
- Mayor tiempo de manejabilidad de las mezclas.

Usos: Es ampliamente utilizado en las estructuras de concreto donde existan temperaturas altas y se necesiten mayores tiempos de manejabilidad de las mezclas para evitar juntas frías.

✓ **Concreto Industrializado**

Concreto diseñado con unas características especiales de fraguado rápido y alta resistencia inicial que se utiliza para sistemas constructivos tipo *Outinord*¹⁰, *Contech*¹¹, *Forsa*¹² u otros.

- Facilidad de colocación de la mezcla.
- Permite desencofrar elementos a una edad temprana lo que genera mayor rendimiento en la obra.
- Incremento en el rendimiento de la obra.
- Estricto control de calidad a materias primas y producto final.
- Mezclas homogéneas y manejabilidad garantizada.
- Dosificación por peso y control de humedad y absorción de los agregados.

Usos: Es utilizado en estructuras de concreto que trabajen con tipos de sistemas outinord, contech, forsa y otros.

1.8.2 Morteros

Concreto de uso común debidamente diseñado, dosificado y mezclado en planta para lograr un producto de excelente calidad.

- Estricto control de calidad a materias primas y producto final.
- Mezclas homogéneas y manejabilidad garantizadas.
- Dosificación por peso y control de humedad y absorción de los agregados.

Usos: Es ampliamente utilizado en las estructuras de concreto más comunes que no requieran de características especiales.

¹⁰ Estructura compuesta por placas y muros mediante el empleo de encofrados livianos y fuertes que no producen deformaciones durante el vaciado de concreto.

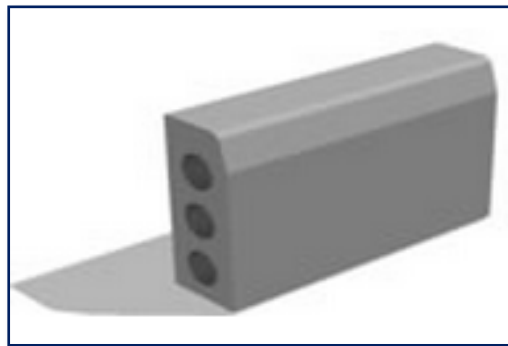
¹¹ Sistema constructivo desarrollado en Estados Unidos, emplea encofrados y se caracteriza por sus propiedades aislantes y antisísmicas.

¹² Sistema constructivo que emplea encofrados a base de aluminios.

1.8.3 Prefabricados¹³

Los siguientes prefabricados corresponden a las especificaciones del Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá IDU.

✓ **Sardinel Prefabricado A – 10**

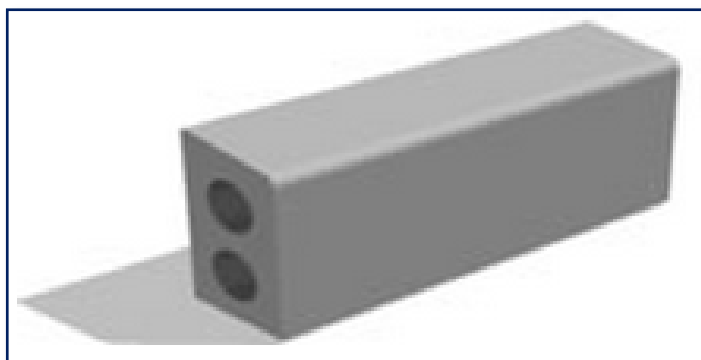


Fuente: www.prevesa.co

Dimensiones:

Largo: 80 cm; Alto: 50 cm; Ancho: 20 cm

✓ **Sardinel Prefabricado A - 85 (Transición)**



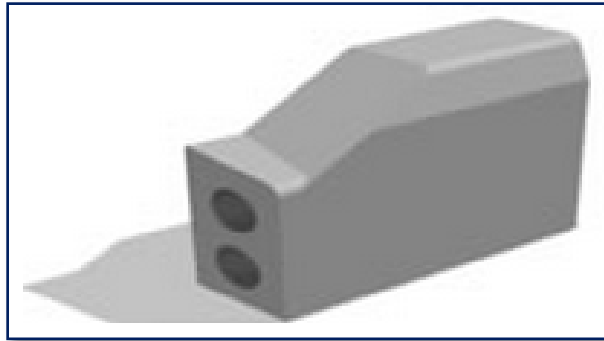
Fuente: www.prevesa.co

¹³ Piezas para construcción fabricadas antes de su colocación.

Dimensiones:

Largo: 80 cm; Alto: 35 cm; Ancho: 20 cm; inclinación: 15°

✓ **Sardinel Prefabricado A – 100**



Fuente: www.prevesa.co

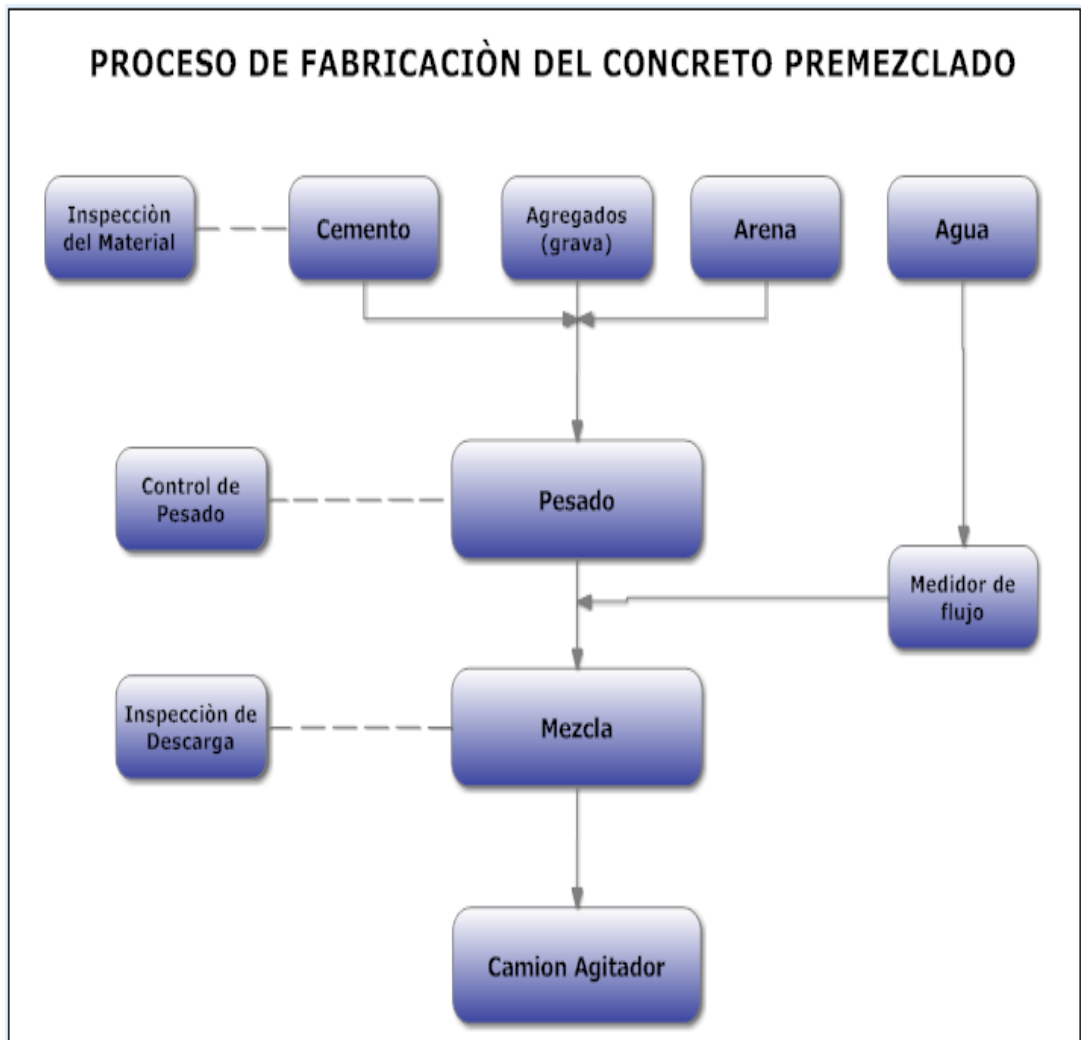
Dimensiones:

Largo: 60 cm; Alto: 50 a 35 cm; Ancho: 20 cm; inclinación: 30°

1.9 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CONCRETO PREMEZCLADO

El concreto premezclado es uno de los materiales de construcción más versátil y popular utilizado en la construcción de puentes, represas, canales, muelles, y edificios, sin mencionar aceras, calles y carreteras. Algunos materiales usados para hacer concreto (agua, arena y grava) son relativamente baratos, y fáciles de obtener. Así con estos elementos mezclados con el cemento y algunos aditivos obtenemos el concreto premezclado. Las proporciones correctas de estos materiales son importantes para producir un concreto de buena textura y resistencia. La planta PREVESA S.A.S ubicada en Girón cuenta con dos plantas de producción internas, las cuales son capaces de producir los productos anteriormente mencionados

Figura 14. Diagrama de Proceso



Fuente: El autor

1.9.1 Descripción del proceso.

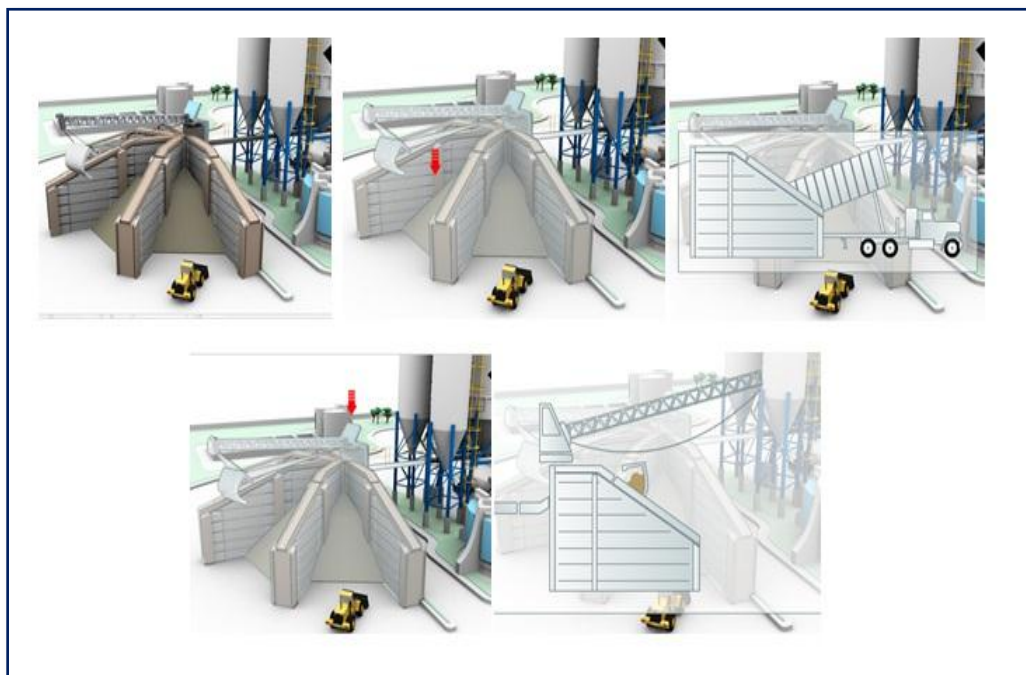
✓ Selección y manejo de materiales.

La planta de concreto cuenta con un diseño de paredes divisorias que forman 4 canales en los cuales se almacenan la arena y los diferentes tamaños de

roca, el cemento y los aditivos son almacenados en silos¹⁴. En la parte superior una pala manejada a través de la grúa va empujando los materiales hacia la báscula, la cual deja pasar hacia el mezclador las porciones exactas que se necesitan para la mezcla. El cemento es empujado a través de un moto reductor sinfín y el agua es tomada de pozo y transportada por medio de una bomba centrífuga hacia la báscula. Como se observa en la figura 15 y 16.

Los proveedores de materias primas deben cumplir con exigencias de calidad para la producción de los productos. Debido a que se venden diferentes tipos de concreto, se compran distintos tamaños de rocas.

Figura 15. Almacenamiento de materias primas



Fuente: <http://acasasconcreto.blogspot.com/2011/08/proceso-de-fabricacion-del-concreto.html>

¹⁴ Estructura diseñada para almacenar

Figura 16. Almacenamiento



Fuente: <http://acasasconcreto.blogspot.com/2011/08/proceso-de-fabricacion-del-concreto.html>

Se compran grandes volúmenes de materias primas debido a que la demanda de concreto en la planta es alta, durante el día se puede observar la descarga de las materias primas a través de los vehículos perteneciente a los proveedores.

✓ **Programación.**

Las materias primas se programan con base a las necesidades de los clientes. Rigiéndose a un estricto control de calidad que garantiza el producto final.

✓ **Dosificación de la mezcla y centro de control**

La dosificación de la mezcla es elaborada de manera automatizada, por peso de material y con un banco de fórmulas alimentadas en la memoria del computador que opera el sistema. Este sistema me permite controlar el proceso de dosificación de la mezcla y de cargue. Figura 17.

La orden de cargue es dada por el despachador, a través de un software con el cual se maneja la producción del día basado en una programación en donde se encuentra registrado de manera controlada la cantidad de producto necesario para cada tipo de concreto.

Figura 17. Centro y tablero de control



Fuente: El autor

Figura 18. Cargue del concreto premezclado



Fuente: El autor

Después de pasar por el mezclador, el concreto es descargado dentro de la tolva del camión mixer el cual lo transporta hasta el lugar de entrega y es recibido por un equipo para su respectivo bombeo si es necesario. Ver figura 19.

Figura 19. Bombeo de concreto



Fuente: www.prevesa.co

2. ANTECEDENTES GENERALES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

A continuación se mostrará una serie de herramientas conceptuales y aspectos teóricos acerca del mantenimiento, los cuales son la base de una fundamentación científica con la cual se desarrollara el sistema de información a implementar en la empresa PREVESA S.A.S.

2.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO ¹⁵

Se entiende por Mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar ó restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un costo mínimo. Conforme con la anterior definición se deducen distintas actividades:

- Prevenir y/ó corregir averías.
- Cuantificar y/ó evaluar el estado de las instalaciones.
- Aspecto económico (costos).

En los años 70, en Gran Bretaña nació una nueva tecnología, la Terotecología (del griego conservar, cuidar) cuyo ámbito es más amplio que la simple conservación:

"La Terotecología es el conjunto de prácticas de Gestión, financieras y técnicas aplicadas a los activos físicos para reducir el "coste del ciclo de vida".

El concepto anterior implica especificar una disponibilidad de los diferentes equipos para un tiempo igualmente especificado.

¹⁵ S.I: Técnicas del mantenimiento industrial. 2004. P. 1-2.

Todo ello nos lleva a la idea de que el mantenimiento empieza en el proyecto de la máquina. En efecto, para poder llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada es imprescindible empezar a actuar en la especificación técnica (normas, tolerancias, planos y demás documentación técnica a aportar por el suministrador) y seguir con su recepción, instalación y puesta en marcha; estas actividades cuando son realizadas con la participación del personal de mantenimiento deben servir para establecer y documentar el estado de referencia.

A ese estado nos referimos durante la vida de la máquina cada vez que hagamos evaluaciones de su rendimiento, funcionalidades y demás prestaciones.

Son **misiones** de mantenimiento:

- la vigilancia permanente y/o periódica.
- las acciones preventivas.
- las acciones correctivas (reparaciones).
- el reemplazamiento de maquinaria

Los **objetivos** implícitos son:

- Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.
- Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesario.
- Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones.
- Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones.

2.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO¹⁶

El término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. En Francia se fue imponiendo progresivamente el término "entretenimiento".

El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (ENTRETENIMIENTO) hasta la concepción actual del MANTENIMIENTO con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el costo global.

En cualquier caso podemos distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:

1ª Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2ª Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El Mantenimiento se ocupa sólo de arreglar las averías. Es el Mantenimiento Correctivo.

2ª Generación: Entre la 2ª Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienza a hacer sustituciones preventivas. Es el Mantenimiento Preventivo.

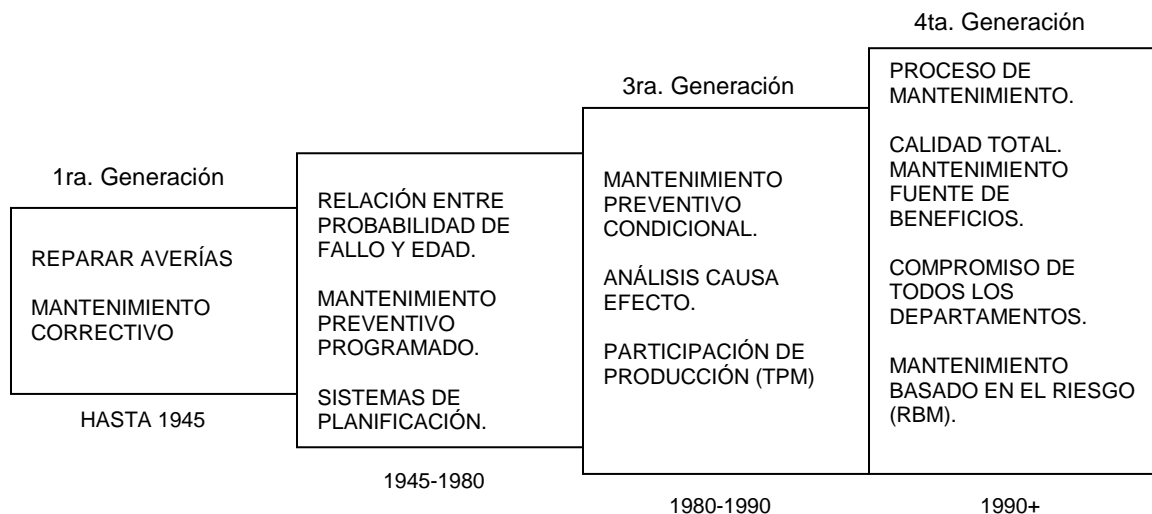
3ª Generación: Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios CAUSA-EFECTO para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo ó detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a Producción en las tareas de detección de fallos.

4ª Generación: Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión

¹⁶ Ibid. .p.2-3.

del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo costo.

Figura 20. Historia del mantenimiento



Fuente: S.I: Técnicas del mantenimiento industrial. 2004. P. 4

2.3 BENEFICIOS OBTENIDOS CON EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL¹⁷.

Cualquier industria que cuente con un buen plan de mantenimiento, tendrá una gran ventaja competitiva, que la ayudara a posicionarse con más fuerza en el mercado. Los beneficios obtenidos con un plan de mantenimiento preventivo son:

¹⁷ GOMES DE LEÓN, Félix Cesáreo: Tecnología del mantenimiento industrial. Madrid: Universidad de Murcia, 1998. P22.

- ✓ Minimizar los costos de producción y reparación, producidos por las paradas no programadas de los equipos.
- ✓ Mejor aprovechamiento del capital invertido en las instalaciones y equipos.
- ✓ Minimizar los costos de operación y servicio de mantenimiento, para incrementar los beneficios de la actividad industrial.
- ✓ Garantizar la seguridad industrial.

2.4 TIPO DE MANTENIMIENTO¹⁸

Aunque podrían establecerse diferentes clasificaciones del mantenimiento, atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyan a éste, así como la forma de desempeñarlas, tradicionalmente se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planteamientos, que en una mera relación de particularidades funcionales asignadas, que como se ha visto, depende de muy diversos factores. Desde esta perspectiva, pueden distinguirse los siguientes tipos de mantenimiento:

- ✓ Mantenimiento correctivo
- ✓ Mantenimiento preventivo
- ✓ Mantenimiento predictivo
- ✓ Mantenimiento proactivo

Ninguno de los anteriores tipos se utiliza de forma exclusiva sino que, en aras de la rentabilidad de la explotación, se impone practicar una adecuada combinación de los tipos anteriores, realizando lo que se ha venido llamar mantenimiento planificado. Esto consiste, en definitiva, en efectuar una correcta selección de las plantas o de los equipos a los que se va a aplicar cada uno de los tipos de mantenimientos anteriores.

¹⁸ Ibid. P25-26.

2.4.1 Mantenimiento correctivo

En este tipo de mantenimiento, también llamado “a rotura” (*breakdown maintenance*), sólo se interviene en los equipos cuando la falla ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

A pesar de que por su definición pueda parecer una actitud despreocupada de atención a los equipos, lo cierto es que este tipo de mantenimiento es el único que se practica en una gran cantidad de industrias, y en muchas ocasiones esto está plenamente justificado, especialmente en aquellos casos en los que existe un bajo costo de los componentes afectados, y donde los equipos son de naturaleza auxiliar y no directamente relacionados con la producción.

En otros casos, cuando la falla de los equipos no supone la interrupción de la producción, ni siquiera afecta a la capacidad productiva de forma instantánea, las reparaciones pueden ser llevadas a cabo sin perjuicio de ésta. En estos casos, el costo derivado de la aparición de una falla imprevista en el equipo es, sin lugar a dudas, inferior a la inversión necesaria para poner en práctica otro tipo de mantenimiento más complejo.

Esta filosofía de mantenimiento no requiere ninguna planificación sistemática, por cuanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas, en el mejor de los casos puede conjugarse con un entretenimiento básico de los equipos (limpieza y engrase generalmente) y con cierta previsión de elementos de repuesto, especialmente aquellos que sistemáticamente deben ser sustituidos sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados, entre los que pueden citarse:

- ✓ Las averías se producen generalmente de forma imprevista, lo que puede ocasionar trastornos en la producción, que pueden ir desde ligeras pérdidas de tiempo, por reposición de equipo o cambio de tarea, hasta la parada de la producción, en tanto no se parea i sustituya el equipo averiado.
- ✓ Las averías, al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa.
- ✓ Las averías son siempre inoportunas, por lo que la reparación de los equipos averiados puede llevar más tiempo del previsto, ya sea por ausencia del personal necesario para su reparación, o ya sea por falta de los repuestos necesarios.
- ✓ Por tratarse de averías inesperadas, el fallo podría venir acompañado de algún siniestro, lo que obviamente puede tener consecuencias muy negativas para la seguridad del personal o de las instalaciones.

2.4.2 Mantenimiento preventivo

Consiste en la inspección, periódica, armónica y coordinada, de los elementos propensos a fallas y la corrección anticipada de las mismas.

Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- Parte a inspeccionar.
- Instante en que debe inspeccionarse.
- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

El ingeniero Carlos Ramón González Bohórquez presenta la siguiente definición de mantenimiento preventivo: “El mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada de manera previa, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar

paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas.

El Mantenimiento Preventivo más que técnica específica de mantenimiento es una “Filosofía” o Estado de ánimo que principia desde el momento del diseño del equipo y que determina su confiabilidad y mantenibilidad hasta su reemplazo que se establece cuando sus altos costos de mantenimiento lo justifiquen económicamente”¹⁹.

Los planes que se trazan en este tipo de mantenimiento buscan en primera instancia la atención de los equipos básicos del proceso de producción, los que requieren reparaciones de emergencia y las máquinas cuyas consecuencias puedan resultar fatales para los seres humanos.

Los altos niveles de productividad que se necesitan actualmente, requieren la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo que permita aumentar la eficiencia de los equipos la cual es directamente proporcional a la calidad de la información con que se cuenta para llevarla a cabo.

2.4.2.1 Etapas del mantenimiento preventivo²⁰

Existen etapas muy importantes a la hora de planificar o proponer un mantenimiento preventivo, estas etapas garantizaran el éxito del mismo. Las etapas son las siguientes:

¹⁹ GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. En: Asignatura de mantenimiento y montajes. (2007: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2007.

²⁰ Jay Heizer, Barry Render. Dirección de la producción, decisiones tácticas. 6ªEdición. Iberia Prentice Hall, 2001. P 132.

✓ **Operación de lubricación y limpieza**

Son actividades rutinarias y periódicas que tienen como propósito identificar aquellas zonas que son considerados puntos críticos de lubricación en el equipo, identificando adecuadamente aquellos donde se produce un desgaste excesivo, debido a que están sometidos periódicamente a algún agente lubricante como aceite de lubricación, grasa etc. y así poder reducir la fricción en el equipo y tener un mejor aprovechamiento de él.

✓ **Revisiones preventivas**

Esta etapa es la clave del mantenimiento preventivo, la cual consiste en recoger toda la información posible sobre el estado de las partes de un equipo en particular con el fin de detectar los posibles puntos de fallas o partes que estén en mal estado la cuales pueden generar un daño en un futuro.

✓ **Correcciones programadas**

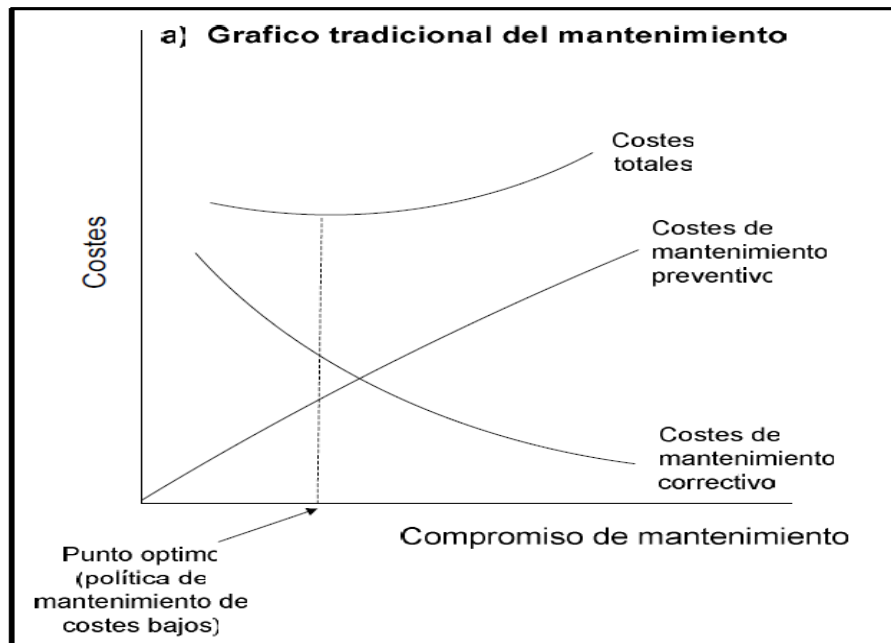
También se llama correctivo programado y en la mayoría de los casos es una consecuencia de haber realizado una excelente revisión preventiva en la cual se determinó la necesidad de reparar o reponer algún elemento del equipo que se encontraba en mal estado y era casi imposible prolongar su funcionamiento en la maquina o equipo.

✓ **Costos**

En la siguiente figura se muestra el gráfico del mantenimiento preventivo y del mantenimiento correctivo. Según este enfoque, los directivos de operaciones buscan un equilibrio entre los costos de ambos. Por un lado, asignan un mayor número de recursos al mantenimiento preventivo, para reducir el número de fallas. Sin embargo, en algún punto, el descenso de los costos de mantenimiento correctivo puede ser menor que el aumento de los costos de mantenimiento preventivo. En este punto, la curva de costos totales comenzará a ascender. Más

allá de este punto óptimo, es mejor que la empresa espere a que se produzca una avería y que la repare cuando ocurra.

Figura 21. Grafica tradicional del mantenimiento



Fuente: Jay Heizer, Barry Render. Dirección de la producción, decisiones tácticas. 6ª Edición. Prentice Hall

✓ **Fiabilidad del equipo**

El concepto más correcto para definir que es fiabilidad es: *“la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin fallas durante un tiempo determinado, en unas condiciones ambientales dadas”*. Los sistemas de componen de pequeños subsistemas relacionados entre sí, donde cada elemento que conforma este subsistema tiene una función determinada. Si en cualquier caso llagase a fallar uno de estos subsistemas, provocaría un fallo en sistema en general, se sabe que cuando aumenta el número de subsistemas o elementos en una máquina, la fiabilidad de esta decrece en forma rápida. Un método para efectuar el cálculo de la fiabilidad de un sistema en general, es realizar el producto del cálculo de la fiabilidad de cada subsistema, de la siguiente manera:

$$F_{sist} = F_1 * F_2 * F_3 * \dots * F_n$$

Dónde: $F \rightarrow$ *equivale a cada subsistema*

$F_1 \rightarrow$ *Subsistema 1*

$F_2 \rightarrow$ *Subsistema 2*

En la anterior ecuación el valor de la fiabilidad se expresa en términos de probabilidad, es decir, una fiabilidad del 0,85 equivale a decir que a la maquina a cual se realizó el estudio tiene una fiabilidad del 85%.

El análisis de fallas constituye otra medida el desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasas de fallas, por lo tanto, la medida de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina. El tiempo promedio entre fallas, mide el tiempo promedio que es capaz de funcionar el equipo, sin interrupciones dentro de un periodo de tiempo.

$$TPEF = \frac{\text{Número de unidades por hora del tiempo de operación}}{\text{Número de fallas}}$$

✓ Disponibilidad del equipo

Es la probabilidad de que una maquina esté preparada para producción en un periodo de tiempo determinado, es decir que no esté para debido a averías o ajustes.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Dónde:

$T_o \rightarrow$ *tiempo total de operación*

$T_p \rightarrow$ *tiempo total de parada*

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de producción, debido a que estas no son debidas a una falla de la máquina.

La ecuación anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir, de forma más practica a través de los tiempos medios entre fallas y de reparación. Sabemos que la disponibilidad depende de la frecuencia de las fallas y del tiempo que demore en restablecer el servicio, a partir de esto se obtiene la siguiente definición:

$$Disponibilidad = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

Dónde:

TPEF → tiempo promedio entre fallas

TPPR → tiempo promedio de reparación

2.4.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de ruptura o avería de un componente en una máquina, de tal forma que dicho componente pueda remplazarse, con base en un plan justo antes de que se produzca la falla. Así el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida de la maquina se maximiza.

Este tipo de mantenimiento está basado en pruebas no destructivas, a fin de conocer el desgaste, vibraciones, temperaturas etc. de una maquina o un elemento de la misma.

La finalidad de este tipo de mantenimiento es tener conocimiento del momento exacto o aproximado de la falla del equipo.

Existen varias técnicas aplicadas para el mantenimiento predictivo entre las cuales se destacan las siguientes:

✓ **Vibraciones**

Se realizan con aparatos que miden la amplitud de onda en un eje específico o bien en algún elemento de máquina, a fin de determinar la comparación entre los límites normalizados de vibración mostrados por el fabricante en pruebas ideales de instalación del equipo.

✓ **Temperatura**

Se utilizan equipos de termografía como pirómetros, termómetros laser o de contacto, en altas temperaturas, a fin de conocer la magnitud de la fricción existente en un mecanismo específico.

✓ **Fractura**

A través de radiografías o químicos especiales que revelan el punto exacto de micro-fracturas, o bien fracturas expuestas de un elemento de maquina específico.

✓ **Ruidos**

Utilizan estetoscopios especiales para maquinaria que revelen posibles sometidos a fricción, vibraciones externas.

✓ **Análisis de aceites**

Es una de las mejores herramientas para la elaboración de planes de mantenimiento predictivo, pues permite conocer que está pasando en el interior del equipo tomando una muestra de aceite y analizándola para determinar qué partículas metálicas están suspendidas en el aceite.

2.4.4 Mantenimiento Productivo total

Aunque esta denominación (Total Productive Maintenance, TPM) surge y se desarrolla en Japón con un enfoque cercano al análisis de calidad de la producción y de estudios de rendimiento, lo cierto es que su difusión ha ido alterando la idea original hasta el punto que no existe una definición universal precisa para este tipo de mantenimiento, tampoco existe, incluso, demasiado acuerdo sobre la designación más apropiada que debe tener. En cualquier caso, con el mantenimiento productivo total (MPT) se intenta recoger y aplicar las tendencias más recientes en cuanto a la planificación participativa integral de todas las tareas del mantenimiento, incluyendo las técnicas utilizadas y su gestión, la administración del mantenimiento, el control de los distintos índices asociados al funcionamiento de los equipos y al conjunto de las instalaciones (fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad), la cantidad de la producción y , finalmente, su repercusión en la economía de la empresa. Por tanto esta filosofía de mantenimiento implica a todos los estamentos y niveles de la producción, con una estructura de planificación jerárquica que, partiendo de los objetivos últimos de la explotación, vaya desglosándose en tareas concretas hasta llegar al operador y a las actuaciones específicas sobre cada máquina y componente de las instalaciones.

Mediante el MPT se intenta, pues, abarcar una visión más amplia del mantenimiento, que se recoja todos aquellos aspectos que inciden de alguna manera en la utilización de los equipos e instalaciones, y por tanto en la capacidad de producción.

2.4.5 Ventajas, inconvenientes y aplicaciones de cada tipo de mantenimiento²¹.

²¹ S.I: Técnicas del mantenimiento industrial. 2004. P. 9.

2.4.5.1 Mantenimiento Correctivo

-Ventajas

- No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.
- Máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos.

-Inconvenientes

- Las averías se presentan de forma imprevista lo que origina trastornos a la producción.
- Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de un “stock” de repuestos importante.
- Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.

-Aplicaciones

- Cuando el coste total de las paradas ocasionadas sea menor que el coste total de las acciones preventivas.
- Esto sólo se da en sistemas secundarios cuya avería no afectan de forma importante a la producción.
- Estadísticamente resulta ser el aplicado en mayor proporción en la mayoría de las industrias.

2.4.5.2 Mantenimiento Preventivo

-Ventajas

- Importante reducción de paradas imprevistas en equipos.
- Solo es adecuado cuando, por la naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida.

-Inconvenientes

- No se aprovecha la vida útil completa del equipo.
- Aumenta el gasto y disminuye la disponibilidad si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.

-Aplicaciones

- Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro
- Equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida.

2.4.5.3 Mantenimiento Predictivo

-Ventajas

- Determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo.
- Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones.
- Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos.

-Inconvenientes

- Requiere personal mejor formado e instrumentación de análisis costosa.
- No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia.
- Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.

-Aplicaciones

Maquinaria rotativa

- Motores eléctricos
- Equipos estáticos
- Instrumentación

3. VALORACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN PREVESA S.A.S

Este capítulo tiene como objetivo la evaluación y diagnóstico al área de mantenimiento de la planta de concreto PREVESA S.A.S, con la finalidad de establecer los problemas presentes en esta área y posteriormente plantear una posible solución que permita llevar un mejor control de todas las labores de mantenimiento que se realizan en la empresa.

3.1 DIAGNÓSTICO DE INFORMACIÓN TÉCNICA.

Para poder realizar un buen plan de mantenimiento es necesario contar con la documentación técnica correspondiente de los equipos (manuales, catálogos instructivos, etc.), debido a que estos poseen información específica como procedimientos, referencias de repuestos, recomendaciones del fabricante etc.

La planta no posee toda la información necesaria de los equipos, algunos por ser tan antiguos o ser comprados de segunda mano, desaparecieron o no fueron entregados por sus vendedores.

Para solucionar este inconveniente se inició la organización y ubicación de los catálogos existente y una búsqueda exhaustiva por internet de los catálogos faltantes. Además se elaboraron las hojas de vida de cada equipo y se levantaron los registros de los últimos mantenimientos realizados.

3.2 DIAGNÓSTICOS DE REPUESTOS.

Como respuesta al diagnóstico de la gestión de los repuestos y suministros de la empresa, se pudo determinar que la planta PREVESA S.A.S cuenta con una buena base de datos donde se puede encontrar la información correspondiente a repuestos, insumos, proveedores. El único inconveniente es que no se lleva control en cuanto al stock mínimo de repuestos y esto en ocasiones retrasa el proceso de mantenimiento debido a que no se encuentra disponible el artículo que es necesario.

Cada mes se entrega un informe detallado al jefe de la planta correspondiente a los gastos de cada máquina, esto ocasiona que los costos de mantenimiento no estén separados de los costos de insumo, por lo cual, no se puede llevar un correcto control que cuanto está costando el mantenimiento de cada equipo.

3.3 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.

La empresa no cuenta con un sistema de información para el control del mantenimiento, actualmente se tienen 6 formatos aprobados por la gerencia de los cuales cuatro corresponden al área de mantenimiento como se explica a continuación:

- *Formato de rutinas de mantenimiento:* Este formato es diligenciado diariamente por el operador de la máquina, sirve para evaluar el estado de la máquina, con el objetivo de informar si hay alguna anomalía en el funcionamiento del equipo y así proceder con su respectiva corrección.

Después de haberse diligenciado el formato es almacenado sin ninguna importancia en cajas, lo cual ocasiona desorden en la oficina del encargado de mantenimiento. Ver figura 22.

- *Formato de hojas de vida:* Las pocas hojas de vida encontradas estaban almacenadas sin ningún tipo de protección o archivo. Ver figura 25.
- *Formato de historial de mantenimiento:* El formato correspondiente al historial de mantenimiento nunca fue implementado. Ver figura 23.
- *Formato de programa de mantenimiento preventivo:* al igual que el formato de historial de mantenimiento nunca fue implementado. Ver figura 24.

Figura 22. Formato de mantenimiento de rutina

		MANTENIMIENTO DE RUTINA F-09-MR					Fecha de Emisión:		
							Versión No. 01		
Equipo	EQUIPO DE BOMBEO	Identificación	PLACA TK-70			Marca: Putzmeister			
Periodo Programado: Diario			BOMBA THOM KATT						
Frecuencia	Actividad	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	
		Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
BOMBA ESTACIONARIA									
DIARIO	DRENAR CONDENSACION TANQUE ACEITE HIDRAULICO								
DIARIO	DRENAR CONDENSACION DE AGUA EN TANQUE ACPM								
DIARIO	REVISAR NIVEL TANQUE HIDRAULICO								
DIARIO	REVISAR NIVEL TANQUE DE COMBUSTIBLE								
DIARIO	REVISAR NIVEL ACEITE MOTOR								
DIARIO	DRENAR DEPOSITO DE AGUA DE LOS PISTONES								
DIARIO	COMPROBAR NIVEL DE AGUA EN EL DEPOSITO								
DIARIO	LIMPIEZA ENFRIADOR DEL ACEITE HIDRAULICO								
DIARIO	LUBRICAR PUNTOS DE ENGRASE								
DIARIO	CHEQUEAR TUBOS DE GRASA DE LA AUTOLUBRICACION								
DIARIO	INSPECCION VISUAL DE MANGUERAS HIDRAULICAS								
DIARIO	INSPECCION VISUAL DESGASTE SALIDA DE TOLVA								
NOTA: El de deposito de agua se debe drenar cada 40 m3 de concreto bombeado.									
Observaciones:									
Seguimiento a observaciones:									
Nombre y firma del responsable del equipo:									
Convenciones para el seguimiento:		√: Buen estado		Fecha revision:					
		X: Mal estado		Nombre y firma de quien revisa:					
		Dígito: Cantidad de galones utilizados							
Si necesita hacer un comentario escríbalo en el espacio de observaciones									

Fuente: PREVESA S.A.S

Figura 25. Formato de hojas de vida

Fecha Actualización	de Agosto 19 de 2008				
Equipo	BOMBA DE CONCRETO ESTACIONARIA		Identificación	WP 1000 X	
GENERAL					
Marca	SCHWING		Modelo	2007	
Referencia	WP 1000 X				
Serial	171100329		Capacidad	70 yardas ³ /h	
Alcance vertical	100.6 m				
Presión Hidráulica Bomba	4350 psi		Presión acumulador		
Alcance horizontal	353.6 m				
Presión de Salida	1100 psi		Diámetro de Salida	125 mm	
Peso	9.200 LB				
Diámetro Pistones de Empuje	180 mm		Dimensiones	Largo m x Ancho m x Alto m	
Fecha de Compra	FEBRERO DE 2007		Proveedor	IMOCOM S.A.	
Declaración de importación					
Factura No.			Propietario		
Tanque de combustible	50 Gal				
Manuales	Manual del operador, manual de mantenimiento, catalogo de partes				
DESCRIPCION DEL EQUIPO					
MOTOR					
Marca	Deutz		Referencia	BF4M2012C	
Serial	10248328				
Cilindraje			RPM	2500	
Número de Cilindros			Potencia	4 HP	
113 HP					
COMPONENTES					
Elemento	Marca	Referencia	Serial	OTROS DATOS	
Bomba hidráulica principal	Rexroth	A11V095LRDHL/10 R	21845436		
Bomba hidráulica auxiliar			49145879		
Bomba de inyección					
Motor Hidráulico					
Acumulador					
Arranque	Bosch	01180928KZ	0001230006	12 Voltios	

Fuente: PREVEESA S.A.S

Como propuesta de mejoramiento al área de mantenimiento de la planta se decidió integrar los formatos mencionados anteriormente al sistema de información (SIM), ya que el jefe de la planta no quería que se invirtiera tiempo creando formatos nuevos, si no que se trabajara con los que existían en la empresa, debido a que estos habían sido aprobados por la gerencia y estaban normalizados. Lo cual facilitó el trabajo de diseño de la interfaz del (SIM) haciendo de esta una herramienta muy importante y sencilla que permita manejar y programar todas las actividades del mantenimiento.

3.4 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN

Con la implementación de un sistema de información de mantenimiento se debe garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de la planta, el mantenimiento en dichos equipos se debe ejecutar de manera eficiente, técnica, segura y lo más económica posible, con el fin de contribuir con el cumplimiento de las políticas de calidad impuestas por PREVESA .S.A.S.

Para llevar a cabo esta propuesta el sistema de información debe haber una base de datos donde se muestren todos los equipos relacionados con la producción, y la codificación de cada uno de ellos.

3.4.1 Codificación de equipos

Un sistema de codificación es un requerimiento para poder llevar un historial de las labores de mantenimiento a los equipos de la planta. La codificación significa a grandes rasgos dar a las máquinas y equipos una dirección donde ubicarlas y un nombre con el cual identificarlas, permitiendo tener un control y conocimiento sobre la información técnica, características generales, etc. de cada una de las máquinas, equipos y componentes de la planta.

Dado que es una planta de producción y transporte de concreto los equipos que se involucraran en el SIM son en su mayoría móviles (Mixer, Autobombas y Bombas estacionarias). Con el objetivo de abaratar costos con la implementación del SIM se acordó con la empresa no diseñar una nueva codificación para los equipos porque esto implicaría cambiar muchos formatos, hojas de vida etc.

Debido a esto la empresa ha optado por darle una codificación sencilla a cada uno de sus equipos, en el caso de las mixer el código de ellos es la placa del vehículo y para las bombas y las autobombas el código es su referencia (ver tabla 1 y tabla2).

3.5 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

PREVESA S.A.S es una planta que cuenta con un gran número de equipos encargados de la producción, debido a esto es necesario establecer hacia que equipos se deben dirigir todos los esfuerzos y tareas de mantenimiento para atender las áreas o subsistemas más críticos.

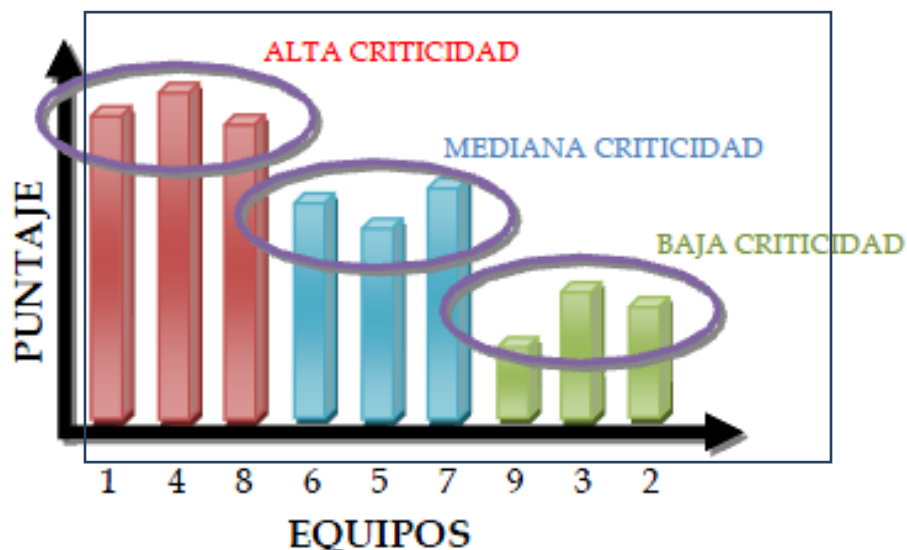
El análisis de criticidad es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar dicho análisis se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas de objeto del análisis. El objetivo de este análisis es establecer un método que sirva de instrumento, de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de la planta PREVESA S.A.S, toda la información que se obtenga en este análisis se puede utilizar para:

- ✓ Priorizar ordenes de trabajo de operaciones y mantenimiento.
- ✓ Priorizar proyectos de inversión.

- ✓ Diseñar políticas de mantenimiento.
- ✓ Seleccionar una política de manejo de inventario.
- ✓ Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.

¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Qué criterio se debe utilizar? ¿Todos lo que toman decisiones, utilizan el mismo criterio?, el análisis de criticidad da respuestas a estas preguntas, debido a que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total de los elementos a los cuales se les hizo el análisis de criticidad, diferenciando tres zonas muy importantes: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos o elementos que formen parte de la zona más crítica.

Figura 25: diagrama de zonas características de un análisis de criticidad



Fuente: <http://confiabilidad.net/print/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>

Una vez definidas estas zonas, será mucho más fácil perder diseñar una estrategia para realizar labores que mejoren la confiabilidad operacional. Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación, principalmente. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado.

3.5.1 Aplicación del análisis de criticidad

PREVESA S.A.S en una planta que se está consolidando en la industria del concreto cada vez con más fuerza, la planta cuenta con un poco más de 35 equipos involucrados en las labores de producción. Dentro de este número de equipos fueron escogidos los más importantes dentro del proceso de producción, debido a que había algunos que no tenían mucha importancia en estas labores. Los equipos que se incluyeron en el Análisis de Criticidad, fueron seleccionados bajo la supervisión del ingeniero encargado del área de mantenimiento de la planta.

✓ Listado de equipos

A continuación observaremos el listado de los equipos involucrados en el Análisis de Criticidad que se va a ejecutar a la planta de concreto PREVESA S.A.S.

Tabla 1: Listado de las bombas impulsadoras de concreto

Bombas de Concreto	Codificación	Equipo	Marca
	TTS2065	B. estacionaria	PUTZMEISTER
	WP1000	B. estacionaria	SCHWING
	TK70	B. estacionaria	PUTZMEISTER
	XVV210	Autobomba	SCHWING

Vehículos	Codificación	Equipo	Marca
	CAW079	Mixer	Mack
	CBR738	Mixer	Mack
	BUM457	Mixer	Mack
	NEH859	Mixer	Mercedes Benz
	CAW083	Mixer	Mack
	SUD498	Mixer	Hyundai
	SUD706	Mixer	Hyundai
	SUE354	Mixer	Hyundai
	FMB904	Mixer	Hyundai
	T8879	Mixer	Mack
	T8884	Mixer	Mack
	T0440	Mixer	Mack
	T0356	Mixer	Mack
	T0276	Mixer	Mack
	XVK469	Cabezote	Superbrigadier
	XMC284	Cabezote	Mack Granite
	R22981	Volco	Inca Fruehauf
	R48690	Volco	Imecol

Fuente: El autor

✓ **Recolección de datos**

La recolección de la información fue realizada a partir de unas encuestas elaboradas por los autores, bajo la supervisión del director del proyecto y del ingeniero de mantenimiento de PREVESA S.A.S. Esta encuesta se les realizó a los operarios de los equipos, a los técnicos que vienen elaborando las labores de mantenimiento en la planta.

Se planteó una ecuación de criticidad vista desde un punto matemático para el análisis realizado en la planta, dicha ecuación se presenta en la siguiente tabla.

Criticidad Total = (Frecuenci de fallas) * (Consecuencia)
donde:
Consecuencia = ((Imp. oper * tiempo de fallas) + \$ Mtto + Imp Seg y Amb)

Donde la frecuencia está relacionada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o equipo encuestado y la consecuencia está referida con: el impacto operacional, costos y tiempos de reparación, y los impactos en seguridad y ambiente.

Al personal de la planta de PREVESA S.A.S se le entrego el formato de la encuesta, que se muestra en la tabla 2. Esta encuesta consta de cinco preguntas, cada una de ellas tiene una respuesta con una ponderación diferente, dicha ponderación se muestra en la tabla 3 y le asigna un valor específico a cada valor o parámetro dependiendo de las características que tenga el equipo.

Una vez realizada la encuesta los resultados se clasifican en una hoja de cálculo, donde se obtienen el valor de criticidad para cada equipo por cada una de las personas entrevistadas y finalmente se realiza un promedio con los resultados obtenidos para determinar la criticidad final del equipo.

Tabla 2: Encuesta

ENCUESTA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LA PLANTA PREVESA S.A.S

Operario _____ Área o sección _____
 Equipo _____ Código del equipo _____
 Fechas _____

1. Frecuencia de Falla	
Promedio mayor a 5 fallas por año	
Promedio 3 - 5 fallas por año	
promedio 1 – 3 fallas por año	
No más de 1 falla por año	
2. Impacto sobre la producción	
Perdida de toda la producción	
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	
Impacta en niveles de inventario o calidad	
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	
3. Tiempo promedio para reparar la falla	
Menos de 1	
Promedio 1 - 2 horas	
Promedio 2 - 5 horas	
Más de 5 horas	
4. Costos de mantenimiento	
Menos de 100 mil	
Entre 100 – 500 mil	
Entre 500 mil – 1'000.000	
Más de 1'000.000	
5. Impacto en seguridad y ambiental	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.	
Afecta el ambiente / instalaciones	
Afecta las instalaciones causando daños severos	
Provoca daños menores (ambiente – seguridad)	
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	

Fuente: El autor

Tabla 3: Ponderación

1. FRECUENCIA DE FALLAS	
Promedio mayor a 5 fallas por año	4
Promedio de 3 – 5 fallas por año	3
Promedio de 1 – 3 fallas por año	2
Al menos una falla al año	1
2. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	
Pérdida total de la producción	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y la producción	1
3. TIEMPOS PROMEDIO DE FALLAS	
Menos de 1 hora	1
Promedio de 1 – 2 horas	3
Promedio de 2 – 5 horas	5
Más de 5 horas	7
4. COSTOS DE MANTENIMIENTO	
Menos de 100 mil pesos	1
Entre 100 mil – 500 mil pesos	2
Entre 500 mil – 1'000.000 de pesos	4
Más de 1'000.000 de pesos	6
5. IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Afecta el medio ambiente / instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (medio ambiente – seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al medio ambiente	1

Fuente: El autor

3.6 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

3.6.1 Resultado del análisis de los vehículos

Tabla 4: Ponderación de criticidad de los equipos de transporte del concreto

No	Código	Equipo	Frecuencia de fallas	Impacto en la producción	Tiempo promedio de fallas	Costo de Mantenimiento	Impacto en seguridad y ambiente.	Consecuencia	Criticidad total
1	CAW079	Mixer	2	4	5	4	3	27	54
2	CBR738	Mixer	2	4	7	4	3	35	70
3	BUM457	Mixer	2	4	5	4	3	27	54
4	NEH859	Mixer	1	4	5	4	3	27	27
5	CAW083	Mixer	3	4	5	4	3	27	81
6	SUD498	Mixer	1	1	7	4	3	14	14
7	SUD706	Mixer	2	4	5	4	3	27	54
8	SUE354	Mixer	1	4	5	4	3	27	27
9	FMB904	Mixer	1	4	5	4	3	27	23
10	T8879	Mixer	2	4	7	4	3	35	70
11	T8884	Mixer	2	4	7	4	3	35	70
12	T0440	Mixer	2	4	7	4	3	35	70
13	T0356	Mixer	3	4	5	4	3	27	81

Continuación...

14	T0276	Mixer	3	4	5	4	3	27	81
15	XVK469	Cabezote	2	7	5	2	5	42	84
16	XMC284	Cabezote	2	7	5	2	5	42	84
17	R22981	Volco	1	7	3	4	3	28	28
18	R48690	Volco	1	7	3	4	3	28	28

Fuente: El autor

3.6.2 Resultado del análisis de las bombas de concreto

Tabla 5: Ponderación de criticidad de las bombas impulsadoras de concreto

No	Código	Equipo	Frecuencia de fallas	Impacto en la producción	Tiempo promedio de fallas	Costo de Mantenimiento	Impacto en seguridad Y ambiente	Consecuencia	Criticidad total
19	TTS2065	Estacionaria	4	4	5	4	8	32	128
20	WP1000	Estacionaria	3	7	5	4	8	47	141
21	TK70	Estacionaria	2	7	5	6	8	49	98
22	32XL	Autobomba	4	7	7	6	8	63	252

Fuente: El autor

3.6.3 Lista de resultados del análisis de criticidad

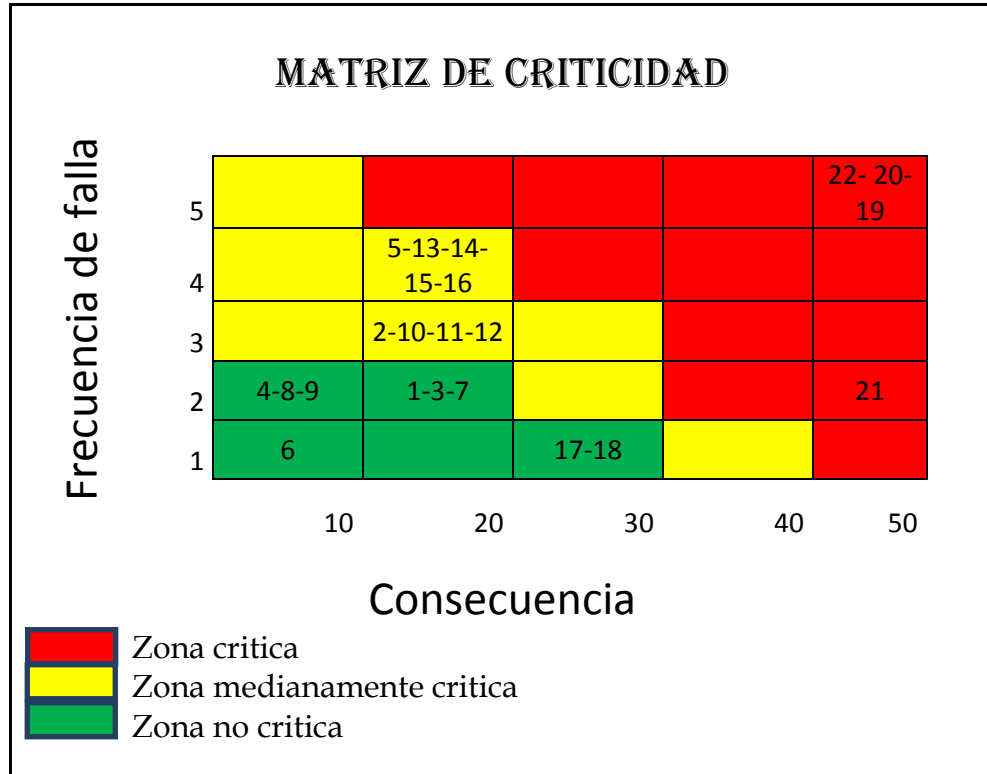
En la siguiente tabla podemos observar de forma más explícita el puntaje obtenido por cada equipo en la evaluación de ponderaciones y en la zona correspondiente de criticidad, ya sea críticos, medianamente críticos o no críticos, según sea el caso.

Tabla 6: Jerarquización de equipos

Código	Nombre del Equipo	Puntuación de criticidad
32XL	Autobomba	252
WP1000	Bomba estacionaria	141
TTS2065	Bomba estacionaria	128
TK70	Bomba estacionaria	98
XVK469	Cabezote	84
XMC284	Cabezote	84
T0356	Mixer	81
T0276	Mixer	81
CAW083	Mixer	70
T8879	Mixer	70
T8884	Mixer	70
T0440	Mixer	70
CBR738	Mixer	70
CAW079	Mixer	54
BUM457	Mixer	54
SUD706	Mixer	54
R22981	Volco	28
R48690	Volco	28
NEH859	Mixer	27
SUE354	Mixer	27
FMB904	Mixer	23
SUD498	Mixer	14

Fuente: El autor

Figura 26. Matriz general de criticidad



Fuente: El autor

En el análisis de criticidad anterior se detectó que los equipos más críticos son las bombas impulsadoras de concreto, estos equipos son los que representan un mayor costo para la empresa en cuanto a mantenimiento, debido a que estas poseen componentes muy costosos deben tener un plan de mantenimiento preventivo confiable y estricto.

En el siguiente capítulo se hablara más detalladamente de estas bombas y se mencionaran planes de mantenimiento preventivo para las mismas.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS BOMBAS DE CONCRETO.

Como resultado del análisis de criticidad de los equipos hidráulicos de la planta de concreto PREVESA S.A.S pudimos observar que las bombas impulsadoras de concreto son los equipos más críticos de la empresa. Este capítulo está enfocado en explicar el funcionamiento mecánico e hidráulico de las bombas de concreto y posteriormente mostrar el plan de mantenimiento preventivo implementado a estos equipos.

Estas bombas operan hidráulica, mecánica y eléctricamente, están diseñadas para bombear concreto húmedo a través de un sistema de suministro por tuberías o mangueras, debido a su estructura robusta les permite bombear las más difíciles mezclas siempre y cuando se encuentren en los rangos establecidos por el fabricante.

Como se mencionó anteriormente, la planta cuenta con cuatro bombas de dos marcas diferentes “Putzmeister” y “Schwing”, ambas tienen diseños muy similares, tienen algunas diferencias que se detallaran más adelante. Actualmente se manejan dos grupos de bombas:

Se tiene un modelo montado en remolque conocida comúnmente *estacionaria*, provisto de un motor diesel y la unidad bombeadora está montada en un remolque transportable con un sistema completo de gancho y frenos (figura 27), y por otro lado se tiene el modelo de la serie vehículo conocida como *autobomba*, en el cual la unidad de bombeo esta sobre el chasis del camión y es el motor diesel del camión que se utiliza también para accionar la bomba, este modelo se divide a su vez en otros dos, las bombas montadas en camión y las plumas, que son bombas montadas en camión pero tienen plumas incorporadas a las bombas, que están conectadas a la salida de las mismas (figura 28).

Figura 27. Bomba remolque a) SCHWING WP1000 b) Putzmeister TK70
a) b)



Fuente: <http://www.schwing.com/> ; <http://www.putzmeister.com>

Figura 28. Autobomba SCHWING 32XL

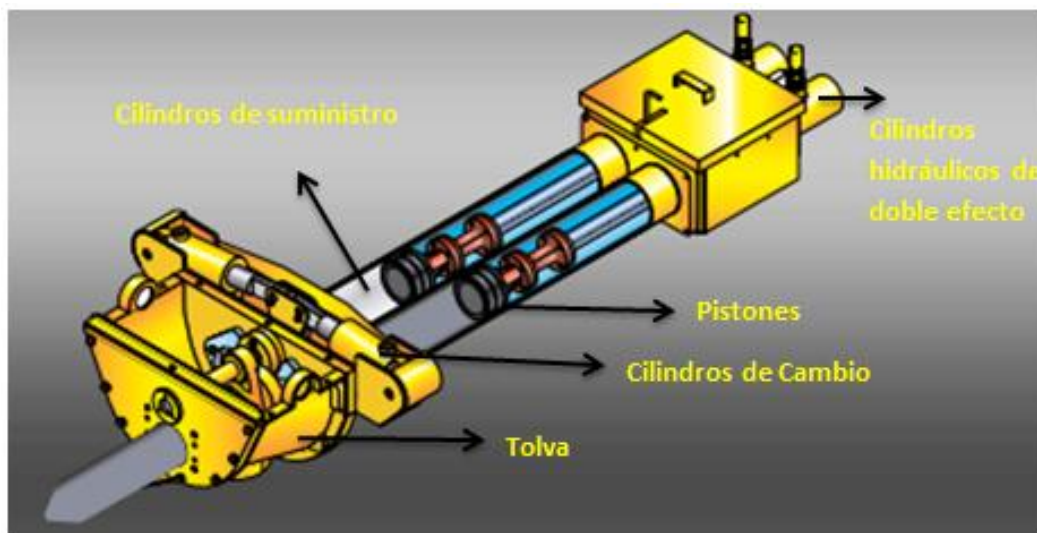


Fuente: <http://www.schwing.com/>

4.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS²²

El funcionamiento de las bombas Putzmeister y Schwing es similar, ambas son de pistones con válvula oscilante y cuentan con el siguiente funcionamiento: Un motor diesel montado sobre un camión o remolque operado a ciertas revoluciones por minuto (RPM) preseleccionadas, ponen en funcionamiento una bomba hidráulica principal. Las bombas hidráulicas para el circuito de bombeo del concreto son bombas de desplazamiento variable, y son empleadas para activas los dos cilindros hidráulicos, que accionan a su vez los dos pistones que se encuentran en los cilindros de suministro de material (Figura 29). Una válvula oscilante, llamada así debido a que oscila de un lado al otro para cambiar de un cilindro de suministro a otro, esta cuenta con un sistema automático que le permite realizar el cambio cuando lo necesite, y lograr un flujo continuo a través del sistema de suministro de tuberías y una tolva estándar.

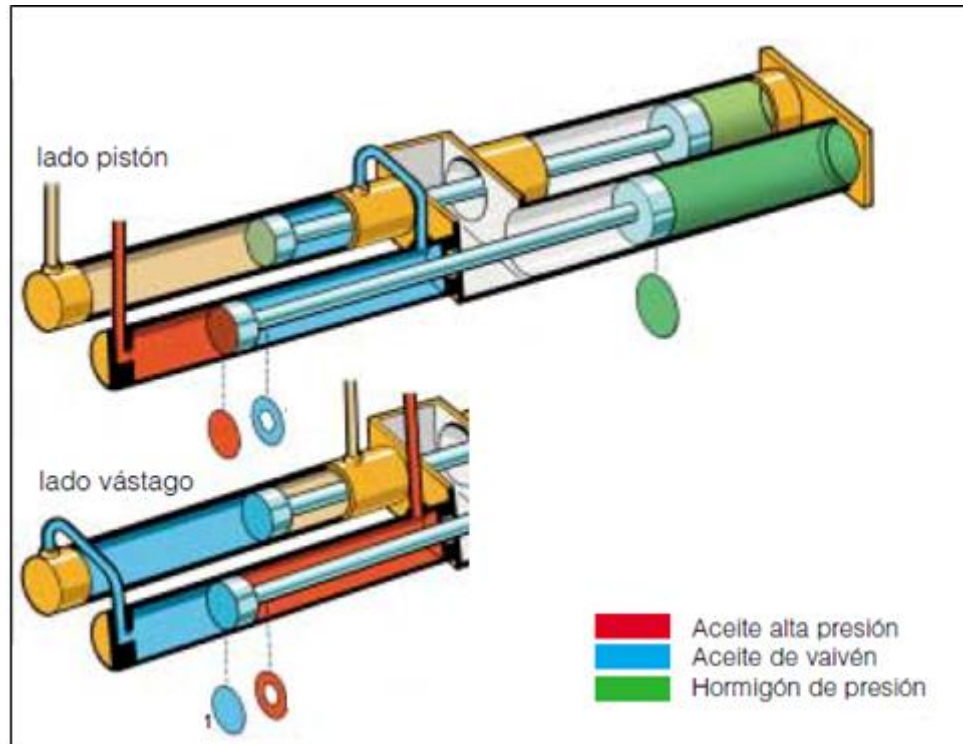
Figura 29. Ciclo de Bombeo



Fuente: www.schwing.com

²²Solares zarceños, Byron Eleazar. Mejora del programa de mantenimiento preventivo de las bombas impulsadoras. Trabajo de grado mantenimiento industrial. Santa Rosa: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, 2006, 179 p.

Figura 30. Cilindros hidráulicos y de suministro



Fuente: www.putzmeister.com

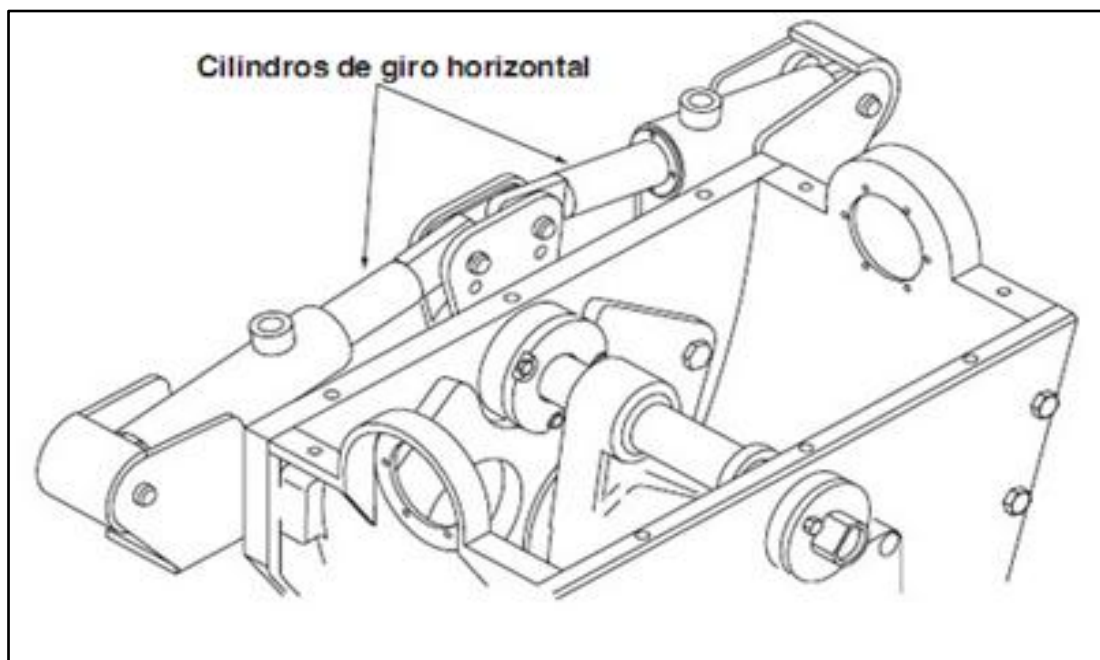
4.1.1 Funcionamiento mecánico

En el ciclo de bombeo se produce un flujo continuo de mezcla a través de la línea de alimentación, mediante la operación alterna de los pistones en los cilindros de suministro, los cuales están acoplados con los cilindros hidráulicos de doble efecto y tienen abierta la boca de alimentación de la tolva cuando el cilindro hidráulico hala el pistón del cilindro de alimentación, el concreto es arrastrado por succión de la tolva al cilindro de alimentación. Después de alcanzar su máxima posición de retracción, se envía una señal eléctrica o neumática, según la marca del equipo con el que se esté trabajando a la válvula oscilante, la cual realizara el cambio de dirección de los cilindros de suministro.

Luego de que la válvula oscilante realice el cambio de dirección por medio de los cilindros de giro o de cambio (figura 30), hacia el cilindro de alimentación cargado, el cilindro hidráulico se extiende y el pistón del cilindro de alimentación impulsa el concreto a través de la válvula oscilante y expulsa la descarga hacia el interior de la línea o tubería de alimentación (figura 31).

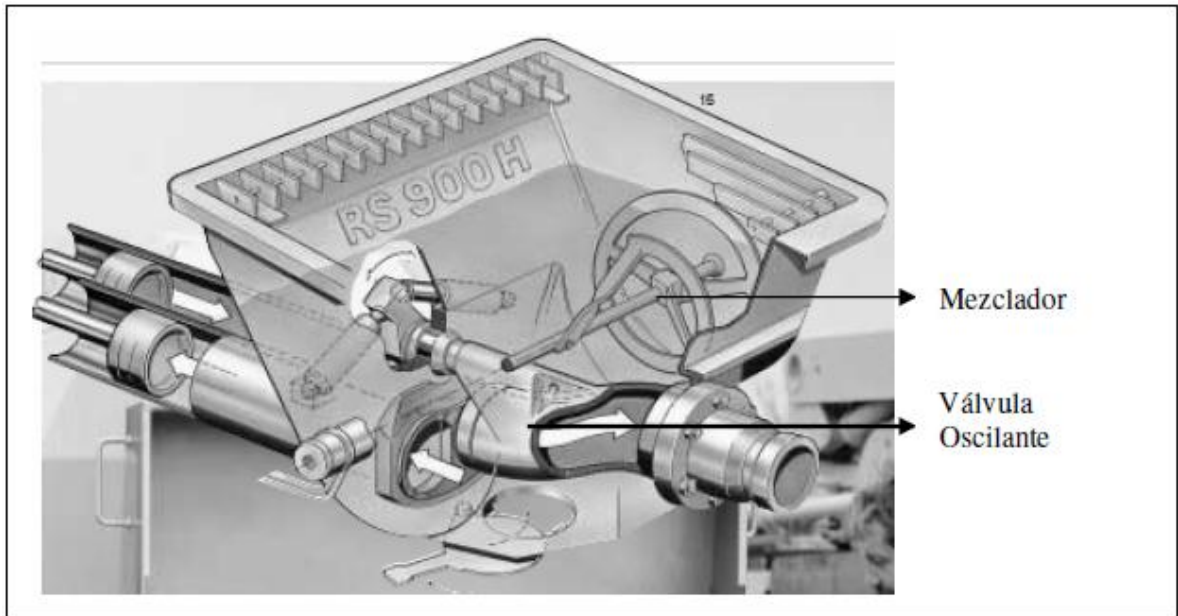
El ciclo se repite con el otro cilindro, suministrando interrumidamente el flujo de concreto. Mientras se está repitiendo el ciclo una y otra vez, una mezcladora una mezcladora colocada en la tolva gira constantemente, su objetivo una homogeneidad y un flujo de concreto.

Figura 31. Cilindros de giro



Fuente: Catalogo Schwing

Figura 32. Válvula oscilante



Fuente: www.schwing.com

4.1.2 Funcionamiento Hidráulico²³

Los componentes hidráulicos son los encargados de transmitir la energía proveniente del motor diesel a la válvula oscilante y a los pistones que impulsan el concreto a través de la tubería de suministro. Es por esta razón que todos los componentes deben de estar conectados correctamente para así obtener el trabajo que se necesita. A continuación se describirá en cuatro fases el funcionamiento de un circuito hidráulico de una bomba impulsadora de concreto con válvula oscilante.

- ✓ **Fase A:** La presión procedente de la bomba hidráulica del acumulador (20) comienza a bombear aceite de alta presión (rojo) para cargar los acumuladores (14) hasta que queden cargados al punto de corte de presión de la bomba hidráulica del acumulador (20), cuando alcanza el punto de corte la bomba del

²³ Schwing, setter. Manual de operación. Bomba 32xl serie 2, 2007, 221p.

acumulador reduce el flujo de aceite hidráulico hasta que haya suficiente aceite como para mantener la presión de corte. El aceite a alta presión (rojo) del circuito del acumulador fluye a través de la válvula de control direccional S3 (6), que está en la posición de paralelo, dentro de la lumbrera del aceite del lado de extender el cilindro de giro horizontal de la válvula oscilante (5). El aceite a alta presión (rojo) fluye desde la bomba hidráulica principal (2) a través de la posición en paralelo de la válvula S2 (7) dentro del lado de la biela del cilindro diferencial del lado derecho (8A). El cilindro se retrae, lo que crea un vacío en el cilindro de suministro de material. El cilindro del material del lado derecho se llena de concreto (esto se llama la carrera de succión). El aceite que es forzado fuera del lado del pistón del cilindro diferencial derecho (8A) fluye a través de mangueras dentro del lado del pistón del cilindro diferencial izquierdo (punto 8B). Este aceite se llama "rocking oil" (aceite de oscilación) (color naranja), el aceite de oscilación fuerza a que se extienda el cilindro diferencial del lado izquierdo (8B). La biela del cilindro se extiende, empujando al concreto fuera del cilindro de suministro, a través de la válvula oscilante y dentro de la tubería (esto se llama carrera de presión). El aceite del lado de la biela del cilindro diferencial izquierdo (8B) se encamina de regreso al tanque a través del filtro de retorno (12). Ver figura 33.

- ✓ **Fase B:** el cilindro diferencial del lado izquierdo (8B) alcanza el punto muerto superior, si hay tanto aceite par oscilar en el circuito como para hacer que el cilindro diferencial del lado derecho (8A) no se pueda retraer a la posición de punto muerto inferior, entonces se extrae el aceite ahora a través de la válvula de retención 10C. El cilindro diferencial del lado derecho (8A) alcanza el punto muerto inferior, a medida que el pistón alcanza el buje guía, muestra una lumbrera a la tapa de extremo de la válvula de cambio de marcha (9A), que queda conectada al aceite de alta presión (rojo), la tapa de dicha válvula de cambio se conecta a aceite de baja presión (verde); de tal forma, la válvula de cambio se desliza a la posición en paralelo enviando aceite de alta presión

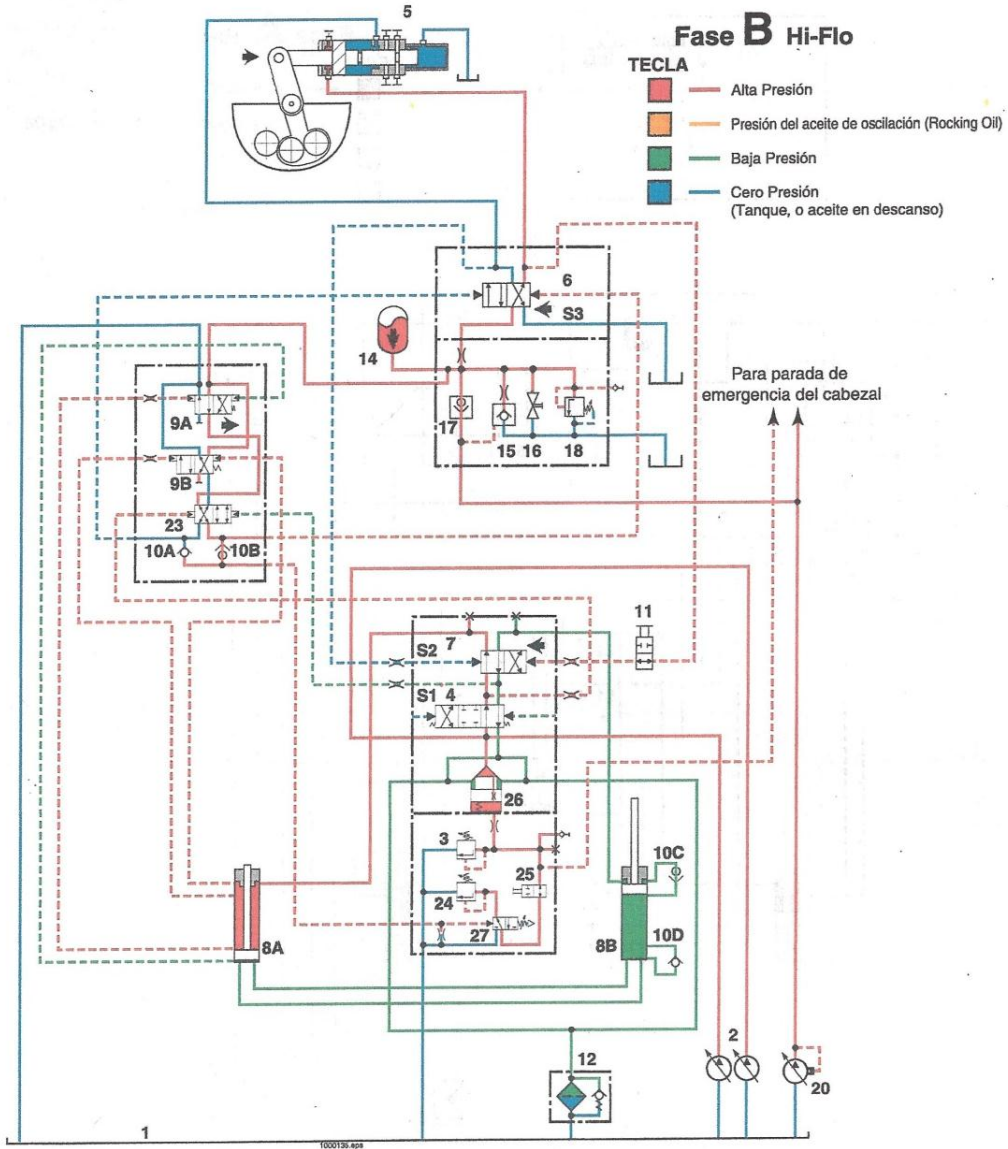
hacia la tapa de extremo de la válvula S3 (6), empujando la válvula (6) a la posición de cruce y el aceite que está en el lado derecho de la válvula S3 (6) regresa a tanque. En la posición de cruce la válvula S3 (6) encamina aceite desde los acumuladores hasta la lumbrera de retracción del cilindro de giro horizontal de la válvula oscilante (5) y se comienza a retraer el cilindro. Una señal piloto (aceite a alta presión) se encamina desde el circuito del acumulador hasta la tapa de extremo del lado izquierdo de la válvula de control direccional S2 (7), a medida que se retrae el cilindro de giro horizontal de la válvula oscilante (5), baja la presión en el circuito del acumulador. Cuando la presión baja por debajo del punto de control de corte de presión de la válvula hidráulica del acumulador, la bomba hidráulica del acumulador (20) aumenta el flujo de aceite hidráulico para cargar el circuito del acumulador (14). Ver figura 34.

- ✓ **Fase C:** El cilindro de giro horizontal de la válvula oscilante (5) alcanza la posición del punto muerto inferior. Aceite a alta presión (rojo) continua fluyendo dentro del circuito del acumulador hasta que los acumuladores (14) quedan cargados al punto de corte de presión de la bomba hidráulica del acumulador (20). La válvula S2 (7) ha terminado de deslizarse, el aceite se encamina ahora desde la bomba hidráulica principal (2) al lado de la biela del cilindro diferencial del lado izquierdo (8B). A medida que este se mueve, aceite de oscilación (amarillo) alcanza la tapa de extremo izquierda de la válvula de cambio de marcha (9A), la válvula se cierra por la presión aplicada y por la fuerza del resorte de retorno. A medida que se retrae el cilindro diferencial del lado izquierdo (8B), crea un vacío en el cilindro de suministro y el concreto comienza a llenar ese vacío (carrera de succión). El aceite del lado del pistón del cilindro diferencial del lado izquierdo (8B) se desplaza a través de las mangueras al lado derecho (8A), forzándolo a extenderse. En el cilindro de suministro, se fuerza el concreto de la fase A hacia afuera para hacerlo entrar a la tubería de descarga (carrera de presión). Ver figura 35.

✓ **Fase D:** El cilindro diferencial del lado izquierdo (8B) se retrae al punto muerto inferior, el cilindro diferencial del lado derecho (8A) se acerca al punto muerto superior. Si no hay suficiente aceite de oscilación para extender por completo el cilindro (8A), se agregara ahora aceite de oscilación a través de la válvula de retención (10D). Cuando el cilindro diferencial del lado izquierdo está en la posición de punto muerto superior, se aplica presión a la tapa externa derecha de la válvula de cambio de marcha (9B). La válvula de cambio de marcha encamina la señal piloto a la tapa extrema del lado derecho de la válvula S3 (6), esta se mueve a la posición en paralelo en respuesta a la señal piloto. Se encamina aceite a alta presión (rojo) desde el circuito del acumulador a través de la válvula S3 (6) hasta la lumbrera de extensión del cilindro de giro horizontal de la válvula oscilante (5), a medida que este cilindro se extiende la presión en circuito del acumulador baja, cuando esta presión este por debajo del punto de control de corte de presión de la bomba hidráulica del acumulador (20), esta aumentara el flujo de aceite hidráulico para cargar el circuito del acumulador (14). Al mismo tiempo que el cilindro de la válvula oscilante se está extendiendo, se envía una señal piloto de alta presión a la lumbrera extrema derecha del carrete S2. Se desliza dentro de la posición en paralelo, cuando se realiza esta operación el aceite ahora se encamina desde la bomba principal (2) al lado de la biela del cilindro diferencial del lado derecho (8A). Ver figura 36.

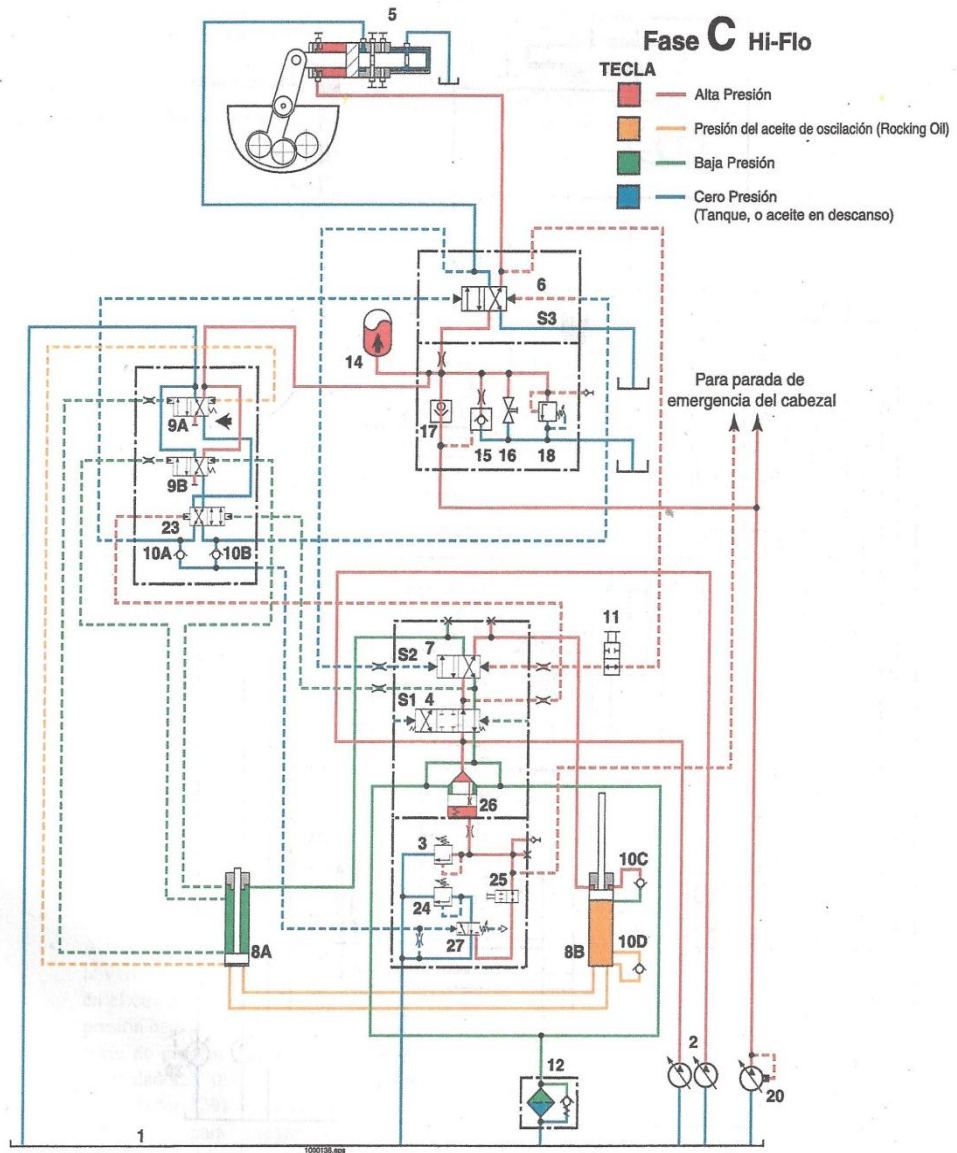
Esto nos trae de regreso a la Fase A. la maquina ha realizado un ciclo completo, que consiste de dos carreras de succión y dos de presión.

Figura 34. Circuito hidráulico fase B



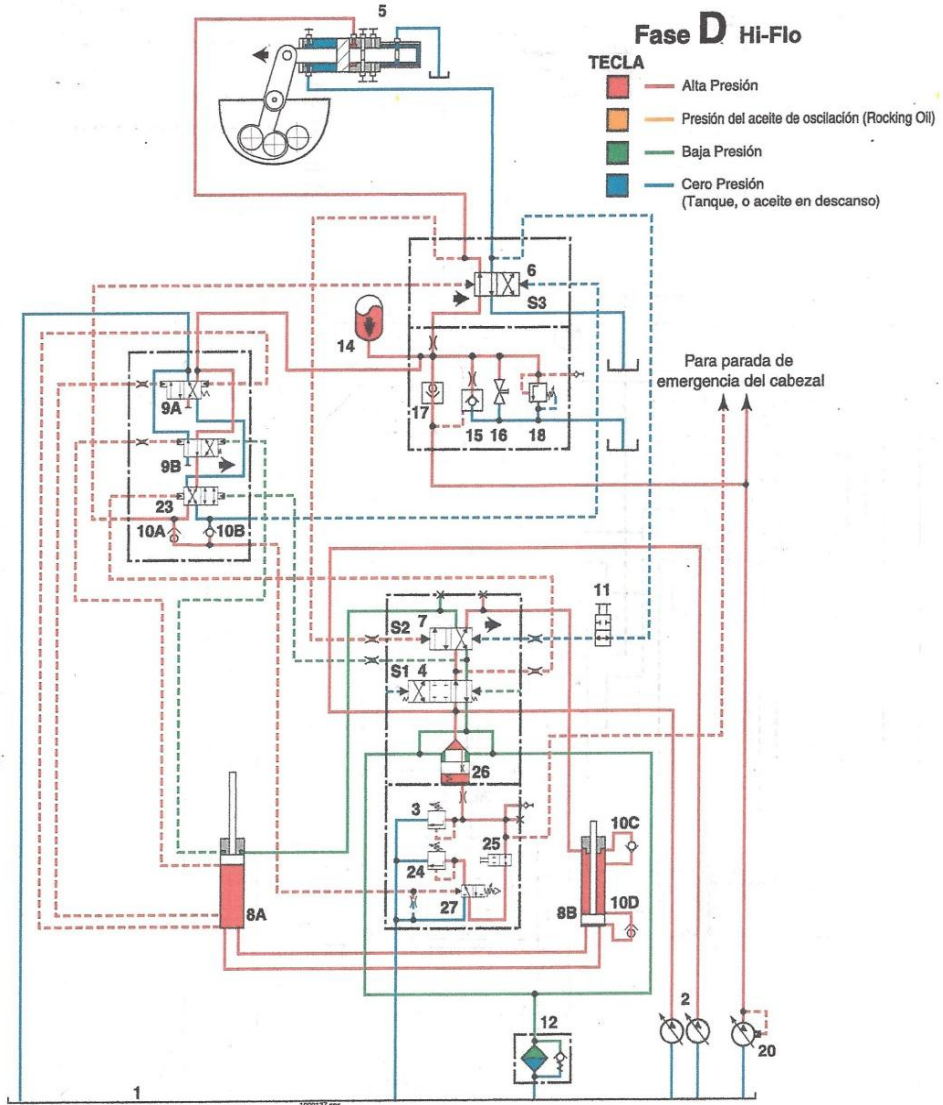
Fuente: Schwing, setter. Manual de operación. Bomba 32xl serie 2.

Figura 35. Circuito hidráulico fase C



Fuente: Schwing, setter. Manual de operación. Bomba 32xl serie 2.

Figura 36. Circuito hidráulico fase D



Fuente: Schwing, setter. Manual de operación. Bomba 32xl serie 2.

4.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BOMBAS IMPULSORAS DE CONCRETO.

El plan de mantenimiento que se elaboró para las bombas de concreto se divide en dos:

4.2.1 Plan de mantenimiento de las piezas mecánicas que sufren desgaste.

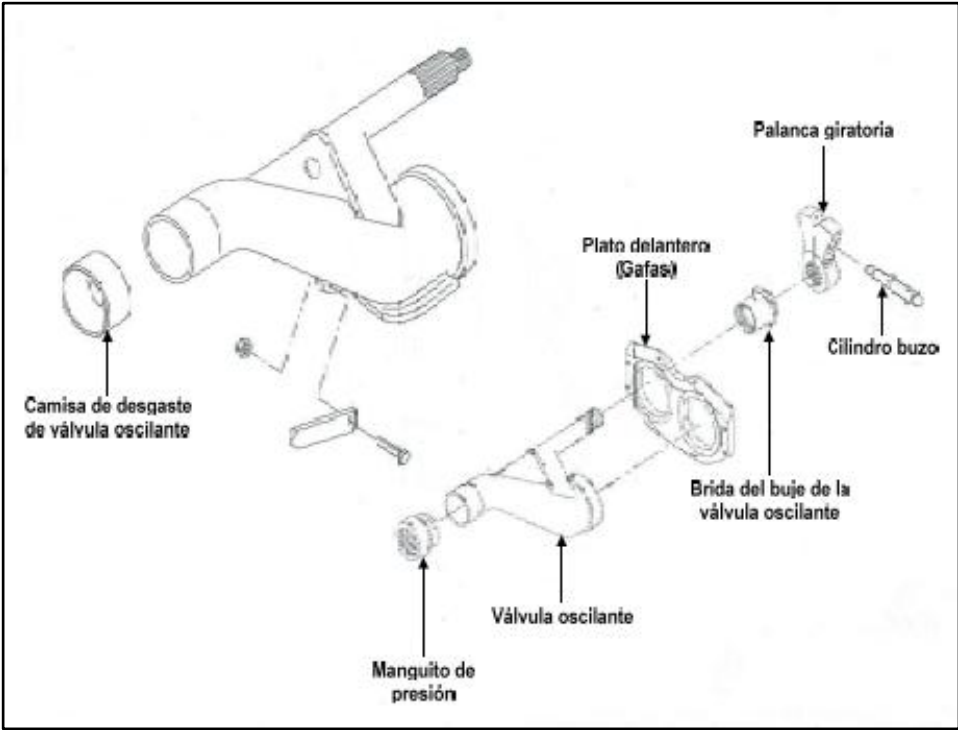
Este mantenimiento es realizado para remplazar los componentes que sufren desgaste abrasivo, ya que estos están en contacto directo con el concreto. Se lleva a cabo según la información suministrada por la empresa acerca de cuantos metros cúbicos impulsa cada bomba en el día.

Las frecuencias del plan de mantenimiento preventivo fueron determinadas con las recomendaciones del fabricante, pero sobre todo basándose en la experiencia obtenida con los años que ha adquirido la PREVESA S.A.S. Las frecuencia como se mencionó anteriormente pueden variar, ya que el comportamiento del desgaste en los componentes depende de la velocidad, diámetro de la tubería, composición de concreto, dureza del agregado en el concreto, etc.

4.2.2 Componentes mecánicos sujetos al plan de mantenimiento preventivo por m³.

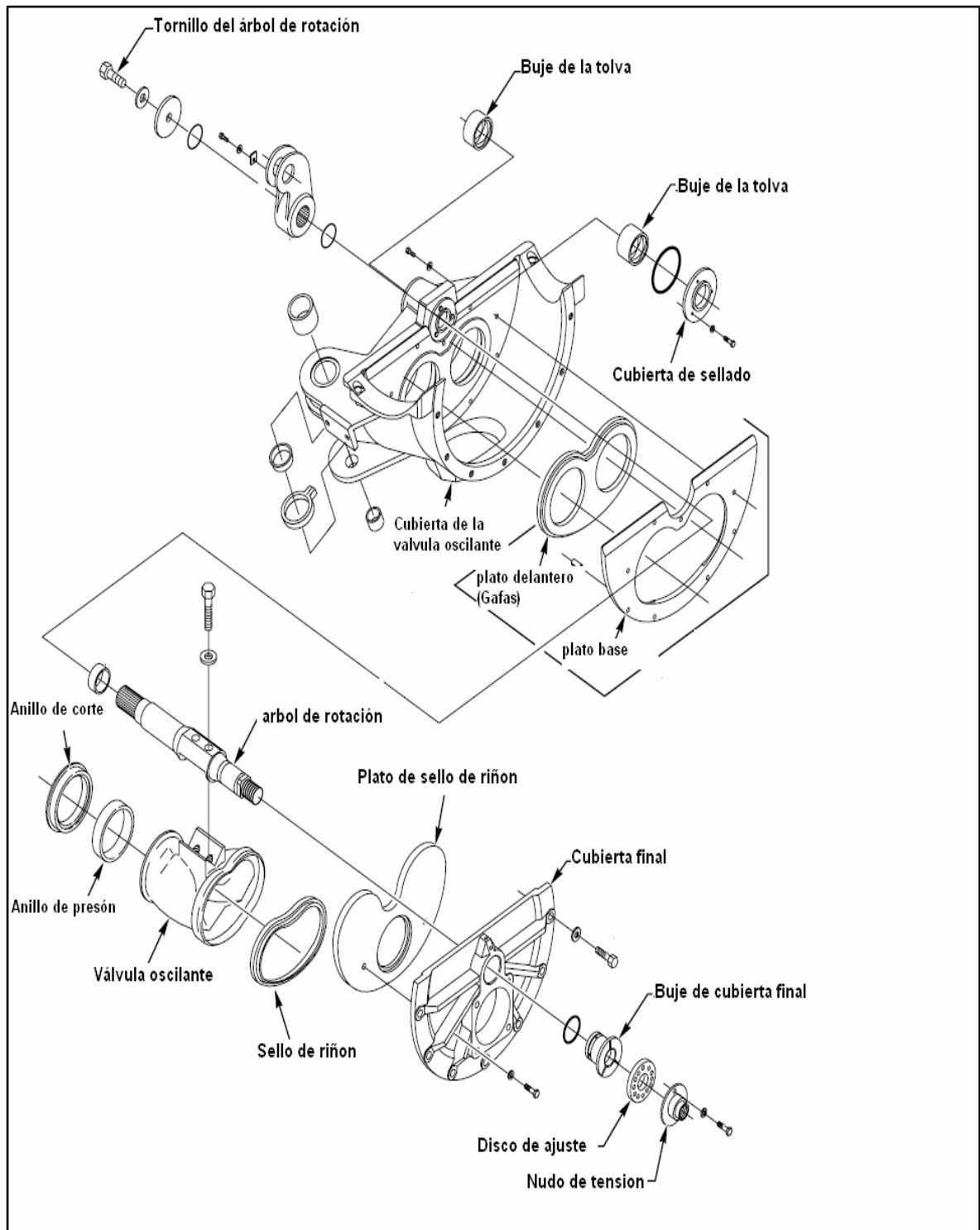
Los componentes mecánicos sujetos al plan de mantenimiento preventivo por m³ de concreto bombeados para las bombas putzmeister Y schwing se muestran en las figuras 37 y 38 respectivamente.

Figura 37. Componentes mecánicos de una bomba Putzmeister



Fuente: manual de servicio Putzmeister

Figura 38. Componentes mecánicos de una bomba Schwing



Fuente: Manual de servicio Schwing

4.2.3 Tareas del mantenimiento preventivo bombas Schwing y Putzmeister.

Las actividades de mantenimiento preventivo, programadas para las bombas fueron elaboradas gracias a la experiencia de los operadores y el jefe de mantenimiento.

Tabla 7. Tareas de mantenimiento bombas Schwing.

ACTIVIDAD	800 m ³	1200 m ³	3200 m ³	6000 m ³
Cambio de los bujes y los o ´ring del árbol de rotación (eje de la válvula oscilante)		X		
Cambio del buje y del o ´ring de punta del eje del remezclador (ambos lado)		X		
Cambio de o ´ring de conector de salida y entrada		X		
Cambio de los conos herméticos del motor agitador (ambos lados)		X		
Cambio de los bujes de bronce del motor agitador (ambos lados)		X		
Rotación anillo de corte	X			
Cambio de anillo de corte			X	
Cambio de placa o gafas (Bomba Schwing)			X	
Cambio de empaque de presión			X	
Cambio del sello riñón			X	
Cambio de pistones de empuje				X

Fuente: Autor

Tabla 8. Tareas del mantenimiento preventivo bombas Putzmeister.

ACTIVIDAD	800 m ³	1200 m ³	3200 m ³	6000 m ³
Cambio de los bujes y los o 'ring del árbol de rotación (eje de la válvula oscilante)		X		
Cambio del buje y del o 'ring de punta del eje del remezclador (ambos lado)		X		
Cambio de o 'ring de conector de salida y entrada		X		
Cambio de los conos herméticos del motor agitador (ambos lados)		X		
Cambio de los bujes de bronce del motor agitador (ambos lados)		X		
Rotación anillo de corte	X			
Cambio de anillo de corte			X	
Cambio de empaque de presión			X	
Cambio de pistones de empuje				X

Fuente: Autor

4.2.4 Descripción del procedimiento para realizar las actividades.

- ✓ Asegúrese de que la maquina este apagada
- ✓ Desenroscar tornillos de salida de la tolva
- ✓ Quitar la boquilla de salida de la tolva
- ✓ Inspeccionar el desgaste en la boquilla de la tolva
- ✓ Desenroscar tornillos del motor agitador lado derecho
- ✓ Desmontar el motor agitador lado derecho

- ✓ Desenroscar tornillos de la tapa del remezclado lado derecho
- ✓ Desmontar tapa del remezclador lado derecho
- ✓ Desenroscar tornillos de la tapa del remezclador lado izquierdo
- ✓ Desmontar tapa del remezclador lado izquierdo
- ✓ Desmontar cono herméticos y buje del eje del remezclador (ambos lados)
- ✓ Desenroscar tornillo del buje derecho del eje del remezclador
- ✓ Desmontar buje y o 'ring de eje del remezclador (ambos lados)
- ✓ Desmontar eje del motor agitador
- ✓ Desmontar mangueras hidráulicas
- ✓ Limpiar eje del motor agitador
- ✓ Desmontar tuerca de tensión y sus componentes (disco de ajuste, buje de cubierta final y o' ring)
- ✓ Desmontar cubierta final
- ✓ Desmontar sello de riñón
- ✓ Desenroscar tornillo del árbol de rotación
- ✓ Retirar los pines entre la palanca giratoria y los cilindros de cambio
- ✓ Desmontar la palanca giratoria
- ✓ Desmontar cubierta de sellado
- ✓ Desmontar cubierta de sellado y el buje de la tolva delantero/trasero
- ✓ Anclar válvula oscilante
- ✓ Desenroscar tornillo de fijación entre el árbol de rotación y válvula oscilante
- ✓ Desmontar árbol de rotación
- ✓ Desmontar válvula oscilante
- ✓ Desmontar anillo de presión y anillo de corte
- ✓ Limpieza general de la tolva
- ✓ Colocar sellos y o 'ring en la tuerca de tensión
- ✓ Montar nuevo sello riñón
- ✓ Montar el eje del remezclador
- ✓ Montar bujes y o 'ring en el eje del remezclador (ambos lados)
- ✓ Enroscar tornillo del buje derecho de eje del remezclador

- ✓ Montar bujes de bronce y conos herméticos en el extremo del eje del remezclador (ambos lados)
- ✓ Montar tapa del motor agitador lado izquierdo
- ✓ Montar tapa de motor agitador lado derecho
- ✓ Montar motor agitador
- ✓ Montar anillo de corte y anillo de presión en la válvula oscilante
- ✓ Montar válvula oscilante
- ✓ Montar tornillo de fijación entre el árbol de rotación y válvula oscilante
- ✓ Centrar el árbol de rotación
- ✓ Montar tuerca de tensión y sus componentes (disco de ajuste, o´ring y buje de cubierta final)
- ✓ Montar bujes de la tolva delantero/trasero
- ✓ Montar cubierta de sellado
- ✓ Montar palanca giratoria en el árbol de rotación
- ✓ Montar arandela y enroscar tornillo en el árbol de rotación
- ✓ Ubicar los pines de seguridad entre la palanca giratoria y los cilindros de cambio
- ✓ Montar cubierta final y enroscar tornillos
- ✓ Conectar mangueras hidráulicas
- ✓ Montar boquilla de salida de la tolva y enroscar tornillos de la boquilla
- ✓ Encender el equipo

4.2.5 Plan De Mantenimiento Preventivo Según El Horómetro.

Las actividades de mantenimiento preventivo que están sujetas a este plan se basan en las tareas de mantenimiento recomendadas por el fabricante y la experiencia de la planta PREVESA S.A.S. Las alertas de estas actividades se activarán de acuerdo a las lecturas diarias del horómetro correspondiente a cada bomba. El promedio de horas diarias que trabaja cada bomba fue tomado como un promedio de todas las horas trabajadas en los 10 primeros meses del año 2012.

A continuación se mostrará las tareas de mantenimiento según el horometro para la bomba Schwing WP1000x.

4.2.5.1 Plan preventivo de 22 horas de servicio

- ✓ Inspección de la tuerca de tensión de la válvula oscilante
- ✓ Inspección del anillo de corte, gírelo si es necesario.
- ✓ Lubricación de las piezas mecánicas móviles
- ✓ Verificar dispositivos de seguridad correas y ventiladores
- ✓ Inspeccionar el desgaste de la tolva y caracol
- ✓ Inspeccionar el desgaste de los pistones
- ✓ inspeccionar juego en los tornillos de ajuste de la tapa frontal
- ✓ inspección de los filtros de aire
- ✓ Drenar filtros de ACPM.

4.2.5.2 Plan preventivo de 88 horas de servicio

- ✓ Medición de las presiones hidráulicas del equipo.
- ✓ Revise los herrajes de montaje de la unidad
- ✓ Limpie las aletas del enfriador del aceite hidráulico
- ✓ Inspeccionar el montaje del marco de la bomba
- ✓ Inspeccionar las tolerancias en los tornillos
- ✓ Inspeccionar las fisuras de las partes
- ✓ Chequear o ajustar la presión de la bomba de concreto.
- ✓ Chequear o ajustar la presión del agitador.

4.2.5.3 Plan preventivo 528 horas de servicio

- ✓ Cambio del aceite hidráulico por razones de temperatura.
- ✓ Cambio del filtro de aire
- ✓ Cambio del filtro hidráulico
- ✓ Comprobar la precarga del acumulador

4.2.5.4 Plan preventivo de 1056 horas de servicio

- ✓ Cambio del refrigerante del motor
- ✓ Mantenimiento del arranque
- ✓ Cambie el aceite hidráulico debido a la edad

Los planes de mantenimiento de los equipos restantes están incluidos en el Anexo B.

5 SISTEMAS DE INFORMACIÓN²⁴

El objetivo de la organización del mantenimiento es maximizar el tiempo de operación de la forma más eficaz. Para lograr este objetivo se deben planificar claramente las siguientes estrategias:

- Estrategias de mantenimiento eficaces derivadas de las condiciones e historia del equipo.
- Técnicas eficientes para planear y programar las órdenes de trabajo y la utilización de los recursos.
- Monitoreo de las actividades de mantenimiento, recopilación de datos e informes del desempeño para apoyar la mejora continua.

Estas tres actividades requieren información acerca del equipo, los trabajadores, las ordenes de trabajo, los programas de producción y la naturaleza de las operaciones de la organización. La cantidad de información que se recopila y se procesa para la toma de decisiones es enorme, por lo que se necesita un enfoque sistemático para la administración de la información.

Además, la complejidad y las incertidumbres presentes en el proceso del manejo de la información en un sistema típico de mantenimiento requieren de la ayuda de herramientas computacionales. Un soporte apropiado de computación proporciona los medios para una respuesta rápida y oportuna.

Un sistema computarizado para la administración del mantenimiento (SCAM) es básicamente un sistema de información adaptado para el servicio de

²⁴CONSUEGRA T, Juan Pablo y SANTAMARÍA T, Javier A. Diseño e implementación de un sistema de información para la administración del mantenimiento de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2009. 185p.

mantenimiento. Un SCAM ayuda al proceso de recopilación de datos, registros, procesos, almacenamiento, comunicación y pronósticos. Es esencial para la planeación y control de las actividades de mantenimiento²⁵.

4.3 COMPONENTES DEL SISTEMAS DE INFORMACIÓN²⁶

Un Sistema de Información realiza cuatro actividades básicas: entrada de información, almacenamiento, procesamiento y salida de información. A continuación se definirán cada una de estas actividades.

- **Entrada de Información:** La entrada es el proceso mediante el cual el Sistema de Información toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos.
- **Almacenamiento de información:** El almacenamiento es una de las actividades o capacidades más importantes, ya que a través de esta propiedad el sistema puede recordar la información guardada en la sesión o proceso anterior. Esta información suele ser almacenada en estructuras de información denominadas archivos.
- **Procesamiento de Información:** Es la capacidad del Sistema de Información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos

²⁵ GOMEZ VIEITES, Álvaro y SUAREZ REY, Carlos. Sistemas de información, Herramientas prácticas para la gestión. México: Alfaomega grupo editorial, 3ª. Ed. 2009.

²⁶ DUARTE P, David y GONZALES G, Luis Rafael. Diseño e implementación de in sistema de información para la administración del mantenimiento de la empresa INYESA Ltda. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2012. 205p.

recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones, lo que hace posible, entre otras cosas, que un tomador de decisiones genere una proyección financiera a partir de los datos que contiene un estado de resultados o un balance general de un año base.

- **Salida de Información:** La salida es la capacidad de un Sistema de Información para sacar la información procesada o bien datos de entrada al exterior. Es importante aclarar que la salida de un Sistema de Información puede constituir la entrada a otro Sistema de Información o módulo. En este caso, también existe una interface automática de salida.

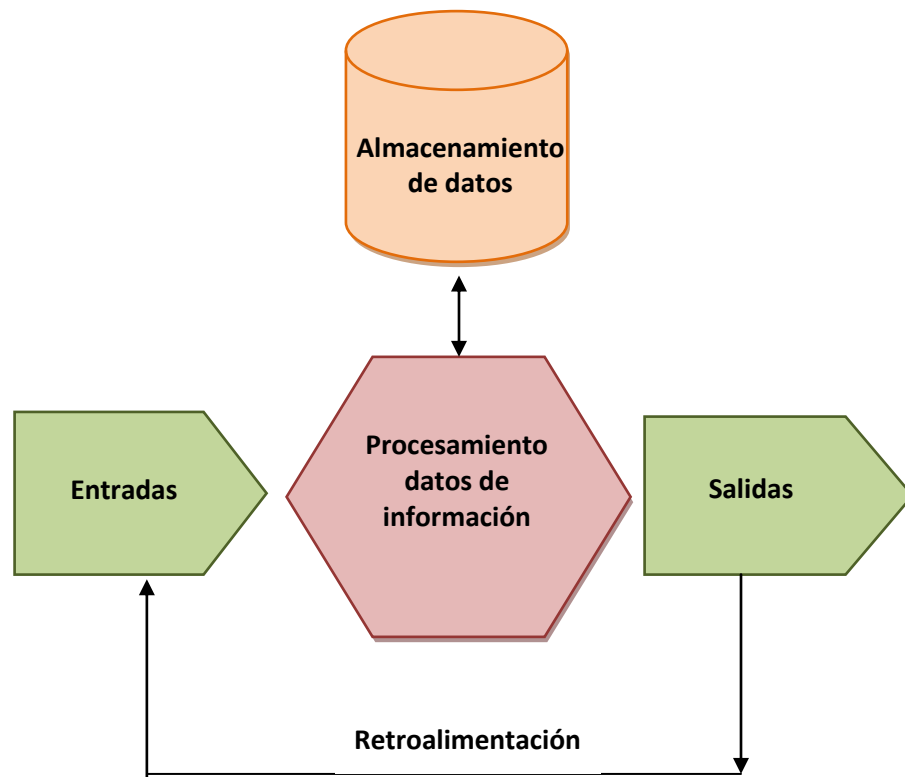
Para relacionar los datos y la información, En primer lugar se debe hacer una distinción entre datos e información, términos que en ocasiones pueden llegar a confundir.

Los datos reflejan hechos recogidos en la organización y que están todavía sin procesar, mientras que la información se obtiene una vez que estos hechos se procesan, agregan y presentan de manera adecuada para que puedan ser útiles a alguien dentro de la organización, por los que de este modo estos datos organizados y procesados presentan un mayor valor que en su estado original.

Los datos quedan perfectamente identificados por elementos simbólicos (letras y números), que reflejan valores o resultados de mediciones.

Sin embargo, la información son “datos dotados de relevancia y propósito”, que permite reducir la incertidumbre de quien los recibe.

Figura 39. Esquema de las actividades básicas de un SCAM



Fuente: Autores

4.4 FINALIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN EL AREA DE MANTENIMIENTO²⁷

Inicialmente la finalidad de los sistemas de información era recopilar información acerca de una parte o zona del mundo para ayudar en la toma de decisiones.

²⁷ ROYS P, Luis Carlos y REY REY, Vladimir. Implementación de un sistema de información en la empresa PRETECOR Ltda. para la gestión del mantenimiento. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2011. 268p.

Actualmente, con la informatización de las organizaciones y la aparición de las aplicaciones software operacionales sobre el sistema de información, la finalidad principal de los sistemas de información en el área de mantenimiento es dar soporte a los procesos básicos de la organización de mantenimiento, es por ello que una empresa que aspire a ser más competitiva y eficiente debe adoptar técnicas y sistemas que le permitan garantizar la continuidad en sus procesos productivos y uniformidad en la calidad de sus productos y servicios. Algunos de los principales objetivos de los sistemas de información, se pueden resaltar:

- Proporcionar datos oportunos y exactos que permitan tomar decisiones acertadas y mejorar la relación entre los recursos de la empresa.
- Garantizar información exacta y confiable, así como su almacenamiento de tal forma que esté disponible cuando se necesite.
- Servir como herramienta para que los gerentes realicen planeación, control y toma de decisiones en la empresa.
- Prolongar la vida útil de las instalaciones al máximo posible.
- Controlar el costo directo de mantenimiento, mediante el uso adecuado y eficiente del tiempo, materiales, mano de obra y servicios.
- Establecer objetivos en la implementación de un sistema de información que se reconoce como un recurso para la organización es un aspecto fundamental para la empresa.

Esto tiene valor porque influye en la manera cómo opera la empresa, carecer de una estructura del sistema puede ocasionar que los administradores cometan errores, pierdan oportunidades y enfrenten a graves problemas de mantenimiento. Los sistemas de información hacen posible lograr nuevos niveles de eficacia y eficiencia.

4.5 ELEMENTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO.

Existe una serie de elementos que frecuentemente se rigen como los componentes esenciales de cualquier sistema de información para el mantenimiento, entre ellos se tienen:

- Ficha técnica, Registro de equipo o Registro de máquina.
- El formato de solicitud de servicio.
- La O.T. (orden de trabajo).
- Estándares de mantenimiento, el mantenimiento básico o actividades de mantenimiento.
- Los empleados.
- Repuestos críticos por equipo y recomendaciones de almacenamiento.
- Cuadro de inspecciones, reportes y registros de las mismas.
- Hoja de vida, bitácora o histórico de intervenciones.
- Tarjeta de costos por máquina y cuadro de costos de mantenimiento.
- Tablas o cuadros de fallas y causas más comunes.
- Seguimiento de programas o ejecutorias de mantenimiento programado.
- Los proveedores.
- La programación del mantenimiento.
- Catálogos, normas, especificaciones de seguridad, estándares, etc.

4.6 ENTORNO DE PROGRAMACION PARA EL SISTEMA DE INFORMACION DE LA EMPRESA PREVEVA S.A.S.

Existen diferentes niveles de automatización que se pueden lograr a través de la implementación de un Sitio Web Dinámico que incluya algunas facilidades para el procesamiento de información estableciendo bases de datos. Los sistemas de información y las computadoras han estado presentes en la industria por más de

tres décadas con el único objetivo de facilitar el procesamiento de información y optimizar los procesos que se realizan en las empresas.

5.1.1 Filemaker.

Es una potente herramienta de software, con la que realizar desde pequeñas bases de datos domésticas para profesionales y pymes, hasta grandes sistemas de gestión para grandes grupos de trabajo. Muy fácil de utilizar, permite una flexibilidad total en la gestión y se entiende muy bien con los programas estándar (Office: Excel, Word, etc.). Funciona con Windows, MacOs, Linux y Palm, e intercambia datos entre todas estas plataformas de forma totalmente "transparente".

Este software creado por Apple sirve para crear potentes bases de datos personalizadas para hacer seguimientos de proyectos, control de calidad, personal e información en general, clientes, pedidos, facturas, almacén, compras, etc.

Crear fácilmente una solución que se ajuste a nuestras necesidades.

Importe la información existente desde Excel y otras fuentes de datos. Luego se utiliza la publicación instantánea para compartir las bases de datos *FileMaker* en una intranet. El grupo de trabajo, podrá buscar, editar, eliminar, y actualizar registros en sus soluciones.

FileMaker acelera la productividad de los grupos de trabajo, mientras encaja perfectamente en los requisitos de los departamentos informáticos, gracias a la integración con Microsoft Office, intercambio dinámico ODBC en ambos sentidos, privilegios de acceso registro a registro y mucho más.

4.7 5.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA PREVESA S.A.S.

A continuación se mostrará el diseño y funcionamiento del sistema de información implementado para el control del mantenimiento de los equipos de la empresa PREVESA S.A.S, con el fin de generar una herramienta amigable y versátil la cual permite el manejo de la información correspondiente al mantenimiento de los equipos en tiempo real. Este análisis está enfocado en aspectos como los requerimientos de sistema de cómputo y alcances de la herramienta en cada uno de sus módulos.

Figura 40. Esquemas de los módulos de información



Fuente: autor

Entre los módulos a implementar que cumplan con las necesidades y requerimiento de la empresa PREVESA S.A.S se encuentran:

- **Máquinas:**

Contiene información correspondiente a fichas técnicas, Pre-operacionales, hojas de vida, y procedimientos de mantenimiento de los equipos de la empresa.

- **Orden de Trabajo:**

Este módulo genera las órdenes de trabajo de acuerdo a la rutina de mantenimiento. Además estas tienen la capacidad de alimentar la información correspondiente al historial de mantenimiento de cada máquina, sobre las actividades efectuadas, permite crear solicitud de servicio por parte de los operarios y guardar costos y tiempos del mantenimiento.

- **Alarmas:**

Permite recordar al personal la programación completa de labores de mantenimiento. Así como órdenes de trabajo o solicitudes de servicio pendientes. Aunque no se diseñó como módulo, es una herramienta muy importante dentro de sistema de información.

- **Indicadores de gestión:**

Presenta la información sobre el comportamiento del mantenimiento, a través de variables como la disponibilidad, mantenibilidad, efectividad, costos y cumplimiento, además de estadísticas útiles para la gestión y administración del mantenimiento como: tiempo promedio entre fallas, tiempo disponible del equipo, número de veces que el equipo estuvo en paradas no programadas etc.

- **Almacén:**

Contiene la información sobre los inventarios de herramientas eléctricas y herramientas mecánicas, repuestos e insumos así como proveedores y niveles de stock necesario para garantizar la disponibilidad de los equipos.

- **Empresa:**

En este módulo se encuentra la información correspondiente a los empleados y la producción.

- **Ayuda:**

Contiene el manual de uso del sistema de información.

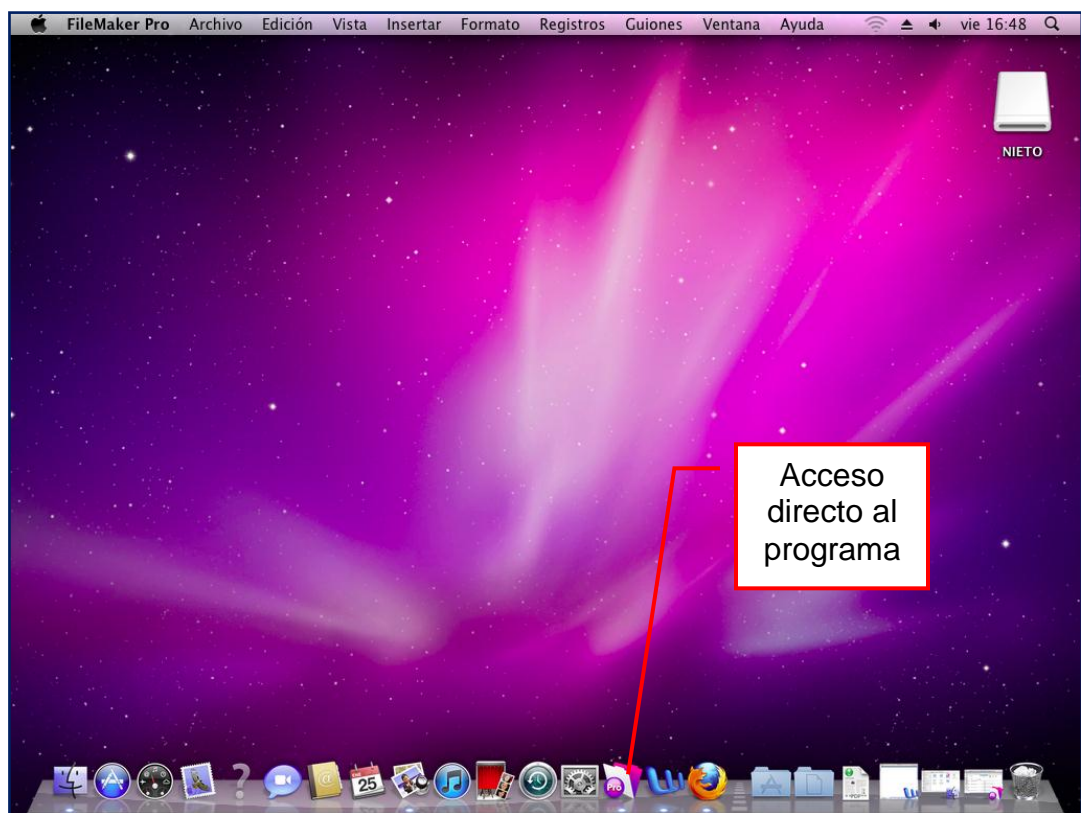
6. MANUAL DEL USUARIO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA EMPRESA PREVESA S.A.S.

Este capítulo hará referencia al diseño y funcionamiento del sistema de información implementado en la planta de producción de la empresa PREVESA S.A.S. realizando un especial análisis en los alcances de la herramienta en cada uno de los módulos presentes en el sistema de información.

4.8 INGRESO AL SISTEMA

En el menú que se encuentra en la parte inferior de escritorio se encuentra el acceso directo al programa *filemaker*.

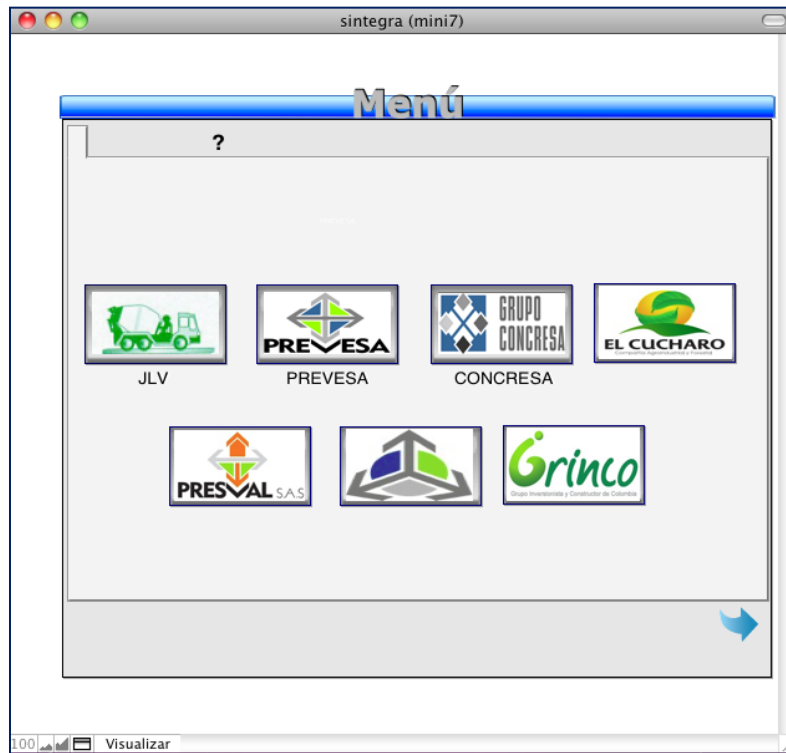
Figura 41. Ingreso al sistema de información



Fuente: Autores

Después de haber dado clic en el icono del programa, aparecerá una ventana que contiene un menú con 5 opciones de empresas. (Ver figura 42). Esto se debe a que PREVESA hace parte de un grupo de empresas concreteras las cuales manejan información a través de este sistema. Para este caso hay que hacer clic en la opción “Prevesa”. Automáticamente se abrirá una ventana de seguridad, en donde se debe ingresar el nombre del usuario y la contraseña (Ver figura 43).

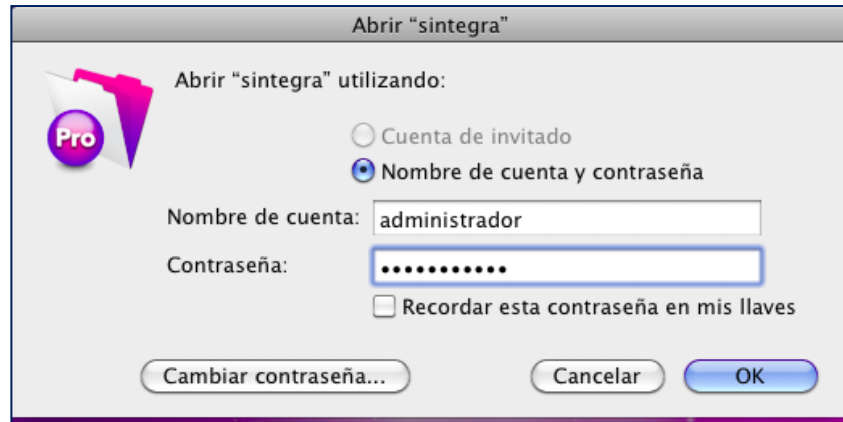
Figura 42. Menú de ingreso



Fuente: Autores

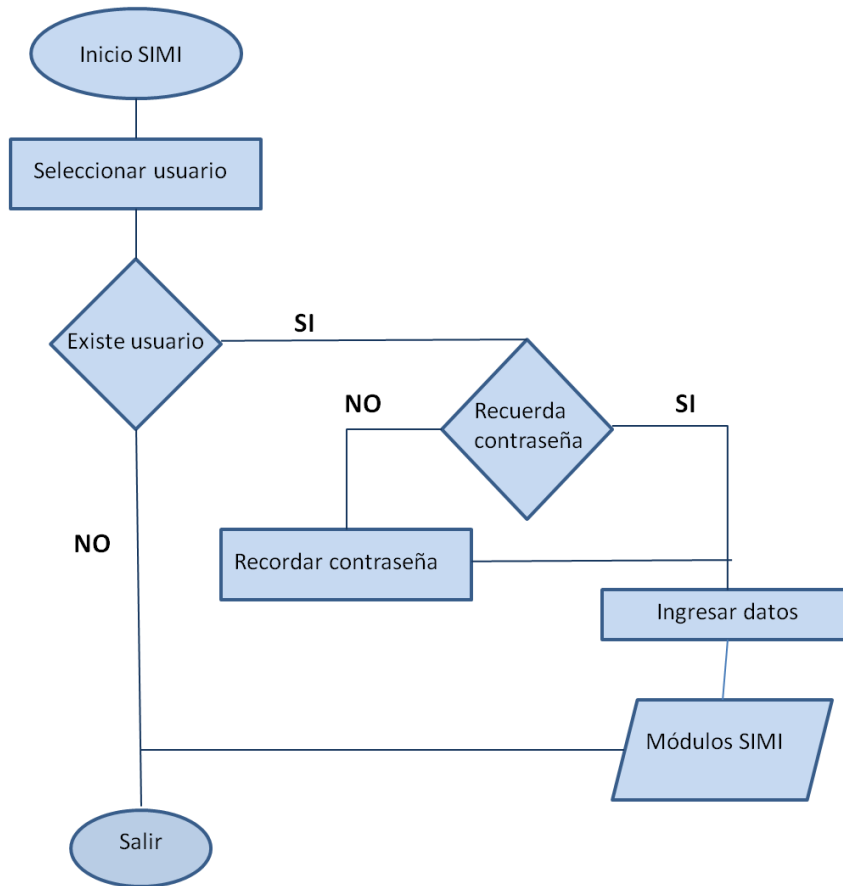
Sin una cuenta de usuario no se puede ingresar al sistema, si se quiere tener asignando una cuenta de usuario se debe solicitar a la ingeniera de sistemas un usuario debido a que es ella quien está a cargo de la parte de programación.

Figura 43. Acceso de usuario.



Fuente: Autores

Figura 44. Diagrama de flujo de ingreso al sistema



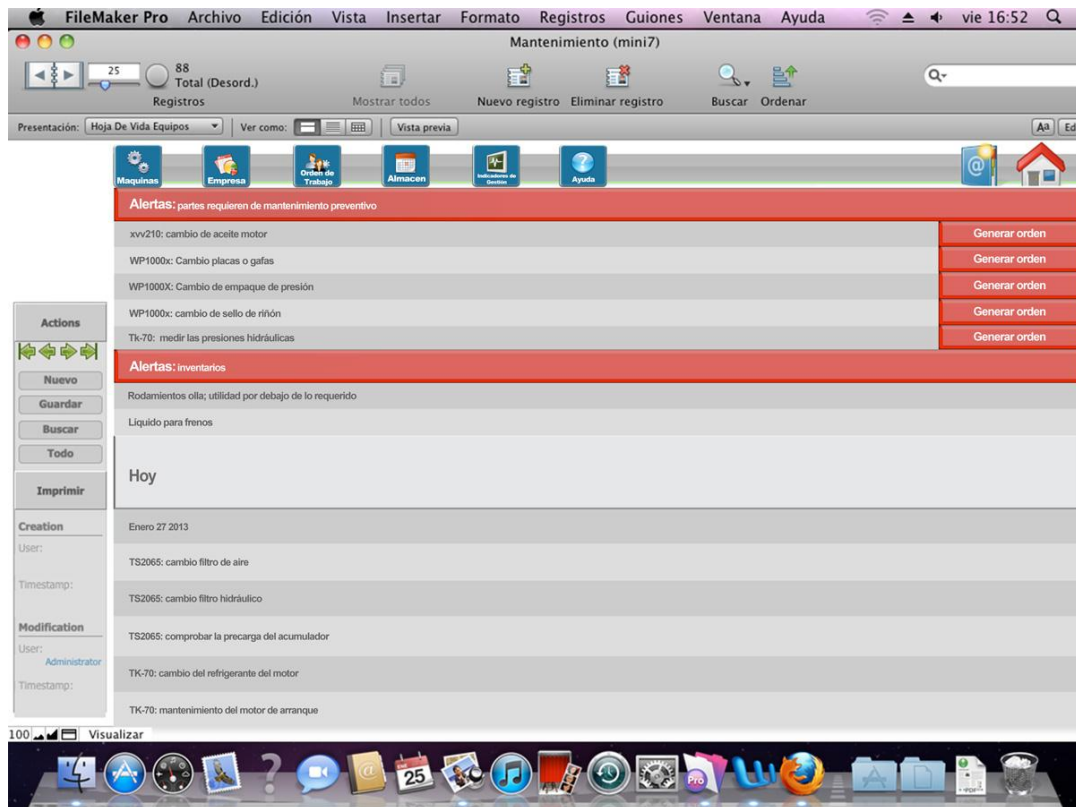
Fuente: Autores

Existen dos niveles de seguridad, el primero es para proteger la información existente dentro del programa. A éste solo tendrá acceso el encargado del mantenimiento de la empresa, el cual podrá suministrar y modificar información. Y el segundo nivel de seguridad está relacionado con la programación de software, a éste solo tendrá acceso la Ingeniera de sistema quien diseñó el programa.

Después de digitar el usuario y contraseña se abrirá la página principal del sistema la cual permite visualizar los módulos del sistema (Ver figura 45).

A continuación se definirán detalladamente los módulos y la información que procesan, teniendo en cuenta las diferentes pestañas, elementos de acceso rápido, vistas previas, formatos, registros, gráficos y opciones de impresión.

Figura 45. Pantalla inicial



Fuente: Autores

Los módulos se encuentran ubicados en la parte superior de la pantalla principal. En esta pantalla se puede observar las alarmas de las actividades a realizar a través de las órdenes de trabajo, también se encuentran las alarmas por inventario y un pequeño resumen de actividades realizadas anteriormente.

Cada uno de los módulos cuenta con las siguientes opciones:

- Nuevo: esta herramienta permite crear un nuevo registro según el módulo que se esté trabajando.
- Guardar: esta herramienta permite almacenar permanentemente los nuevos registros o las modificaciones que se hacen.
- Buscar: esta herramienta permite realizar una búsqueda rápida, ingresando el código o nombre de lo que se desea ver.
- Todo: permite ver en forma de lista, toda la información correspondiente al módulo.
- Imprimir: genera informes físicos o digitales de la información que se está observando en pantalla.
- Ordenar: permite ordenar la información de acuerdo a un orden alfabético o fecha.

A continuación se especifican cada módulo que hacen parte del sistema administrativo de información.

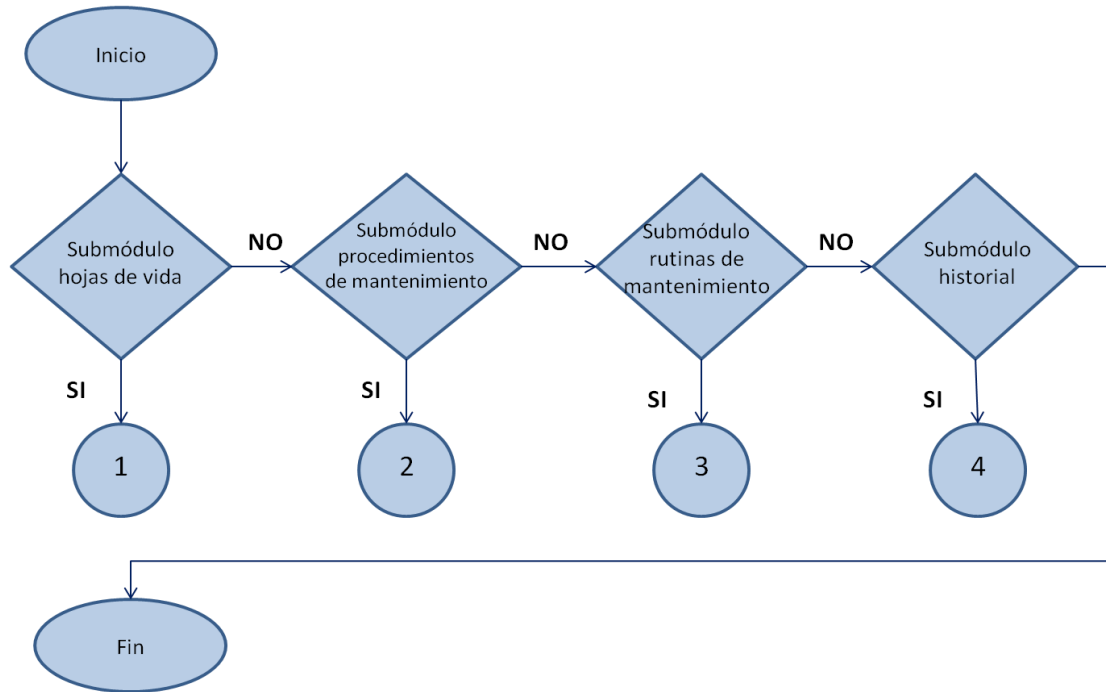
4.9 MÓDULO MÁQUINAS.

Este módulo contiene información acerca de los equipos de la empresa, se divide en cuatro submódulos que contienen: Ver figura 46.

- Hojas de vida
- Procedimientos de mantenimiento
- Rutinas de mantenimiento

- Historial

Figura 46. Diagrama de flujo de Módulo Máquinas



Fuente: Autores

Dando clic en el Módulo Máquinas que se encuentra en la parte superior de la interfaz ponemos encontrar un listado de submódulos como se ve en la figura 47.

6.1.1 Hojas de vida.

Este submódulo es el primero que se encuentra al desplegar el menú del módulo maquinas, aquí se podrá encontrar toda la información perteneciente a los equipos de la empresa.

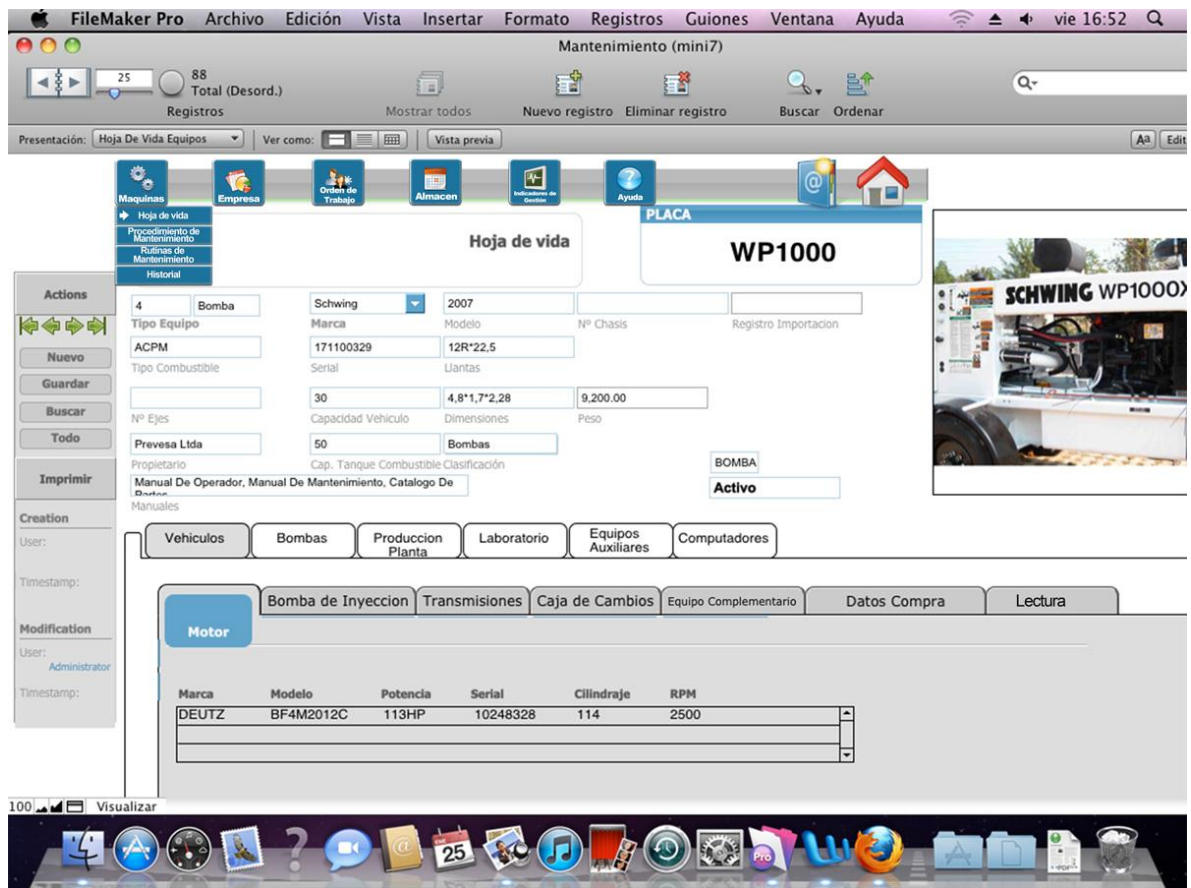
La información se recopila de los catálogos, manuales, facturas de compra o por la experiencia del operador. Los equipos son clasificados en seis categorías: Vehículos, Bombas, Producción planta, Laboratorio, Equipos Auxiliares y

computadores. Las pestañas correspondientes a esta clasificación se encuentran en el centro de la interfaz.

En la parte superior se encuentra información técnica como: modelo, marca, chasis, dimensiones, capacidad, tipo de llantas, número de placa, foto etc.

En la parte inferior por medio de pestañas se pueden observar características mecánicas como: Motor, bomba de inyección, transmisiones, Caja de cambios etc.

Figura 47. Hojas de vidas

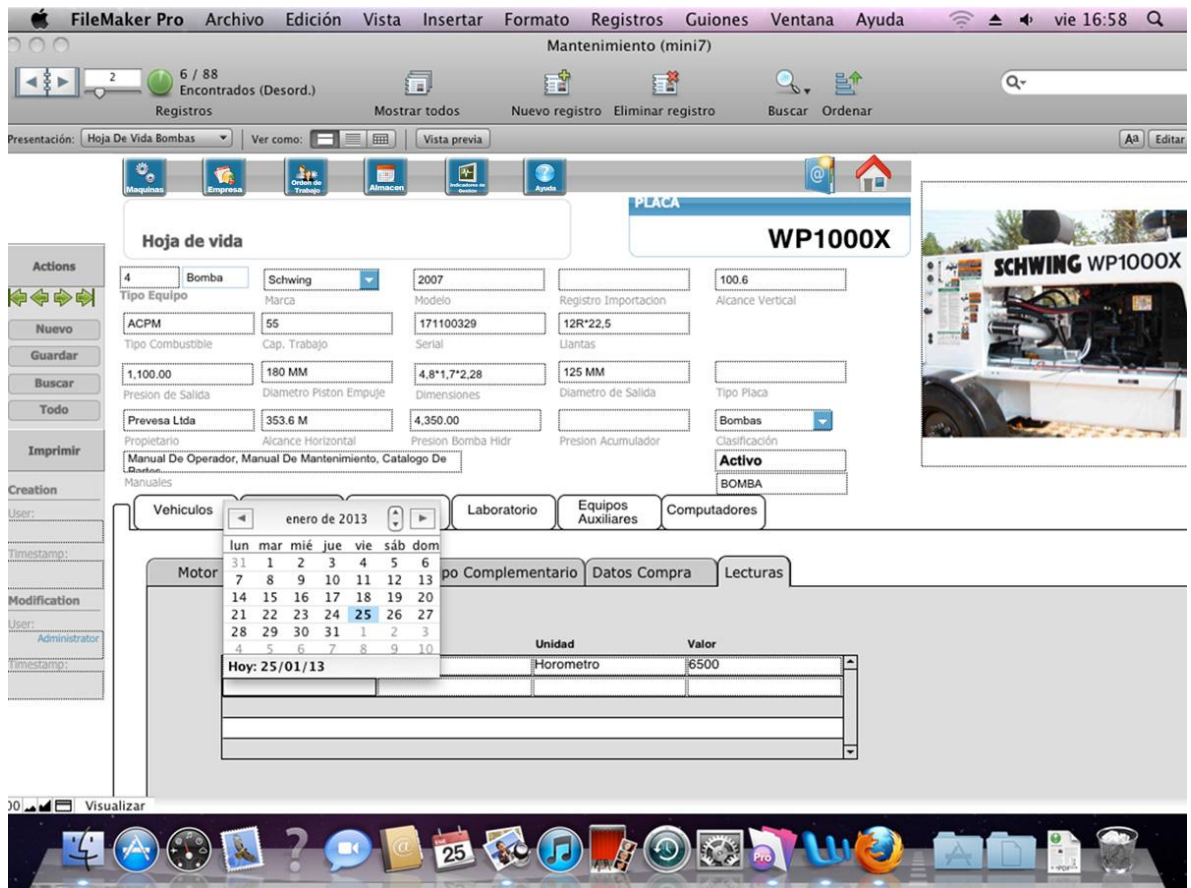


Fuente: Autores

Dentro de la ventana hojas de vida se encuentra una pestaña llamada lectura, a través de la cual se podrá ingresar los valores de las lecturas de los horometro y metros cúbicos trabajados por los equipos, como se muestra en la figura 48.

Estos datos son muy importantes debido a que de estos depende la generación de la alarmas de mantenimiento.

Figura 48. Pestaña de lecturas



Fuente: Autores

6.1.2 Procedimientos de mantenimiento.

En este submódulo se podrán observar todos los procedimientos que se deben realizar para poder llevar a cabo correctamente un mantenimiento. Esta ventana

es solamente para consulta debido a que no interactúa ni interfiere con la programación del sistema.

Ver figura 49.

Figura 49. Procedimientos de mantenimiento

The screenshot shows a FileMaker Pro database window titled 'Mantenimiento (mini7)'. The interface includes a menu bar (Archivo, Edición, Vista, Insertar, Formato, Registros, Guiones, Ventana, Ayuda) and a toolbar with navigation and search options. The main window displays a 'PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO' form for equipment 'XV210'. The form includes a table with 53 maintenance tasks, organized into columns. The tasks are as follows:

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO			Fecha de Emisión:
Equipo	EQUIPO DE BOMBEO	Identificación	PLACA XV210
Periodo Programado:	1200 m3 de concreto bombeado	BOMBA	WPF000 X
1.	Asegúrese de que la máquina este apagada	18.	Desmontar cubierta final
2.	Desenrosca tornillos de salida de la tola	19.	Desmontar sello de nifón
3.	Quitar la boquilla de salida de la tola	20.	Desenrosca tornillo del árbol de rotación
4.	Inspeccionar el desgaste en la boquilla de la tola	21.	Retirar los pines entre la palanca giratoria y los cilindros de cambio
5.	Desenrosca tornillos del motor agitador lado derecho	22.	Desmontar la palanca giratoria
6.	Desmontar el motor agitador lado derecho	23.	Desmontar cubierta de sellado
7.	Desenrosca tornillos de la tapa del remezclado lado derecho	24.	Desmontar cubierta de sellado y el buje de la tola delantero/trasero
8.	Desmontar tapa del remezclador lado derecho	25.	Ancorar válvula oscilante
9.	Desenrosca tornillos de la tapa del remezclador lado izquierdo	26.	Desenrosca tornillo de fijación entre el árbol de rotación y válvula oscilante
10.	Desmontar tapa del remezclador lado izquierdo	27.	Desmontar árbol de rotación
11.	Desmontar cono herméticos y buje del eje del remezclador (ambos lados)	28.	Desmontar válvula oscilante
12.	Desenrosca tornillo del buje derecho del eje del remezclador	29.	Desmontar anillo de presión y anillo de corte
13.	Desmontar buje y o 'ring de eje del remezclador (ambos lados)	30.	Limpieza general de la tola
14.	Desmontar eje del motor agitador	31.	Cobocar sellos y o 'ring en la tuerca de tensión
15.	Desmontar mangueras hidráulicas	32.	Montar nuevo sello nifón
16.	Limpia eje del motor agitador	33.	Montar el eje del remezclador
17.	Desmontar tuerca de tensión y sus componentes (disco de ajuste, buje de cubierta final y o 'ring)	34.	Montar bujes y o 'ring en el eje del remezclador (ambos lados)
		35.	Enrosca tornillo del buje derecho de eje del remezclador
		36.	Montar bujes de bronce y conos herméticos en el extremo del eje del remezclador (ambos lados)
		37.	Montar tapa del motor agitador lado izquierdo
		38.	Montar tapa de motor agitador lado derecho
		39.	Montar motor agitador
		40.	Montar anillo de corte y anillo de presión en la válvula oscilante
		41.	Montar válvula oscilante
		42.	Montar tornillo de fijación entre el árbol de rotación y válvula oscilante
		43.	Centrar el árbol de rotación
		44.	Montar tuerca de tensión y sus componentes (disco de ajuste, o 'ring y buje de cubierta final)
		45.	Montar bujes de la tola delantero/trasero
		46.	Montar cubierta de sellado
		47.	Montar palanca giratoria en el árbol de rotación
		48.	Montar arandela y enrosca tornillo en el árbol de rotación
		49.	Ubicar los pines de seguridad entre la palanca giratoria y los cilindros de cambio
		50.	Montar cubierta final y enrosca tornillos
		51.	Conectar mangueras hidráulicas
		52.	Montar boquilla de salida de la tola y enrosca tornillos de la boquilla
		53.	Encender el equipo

Fuente: Autores

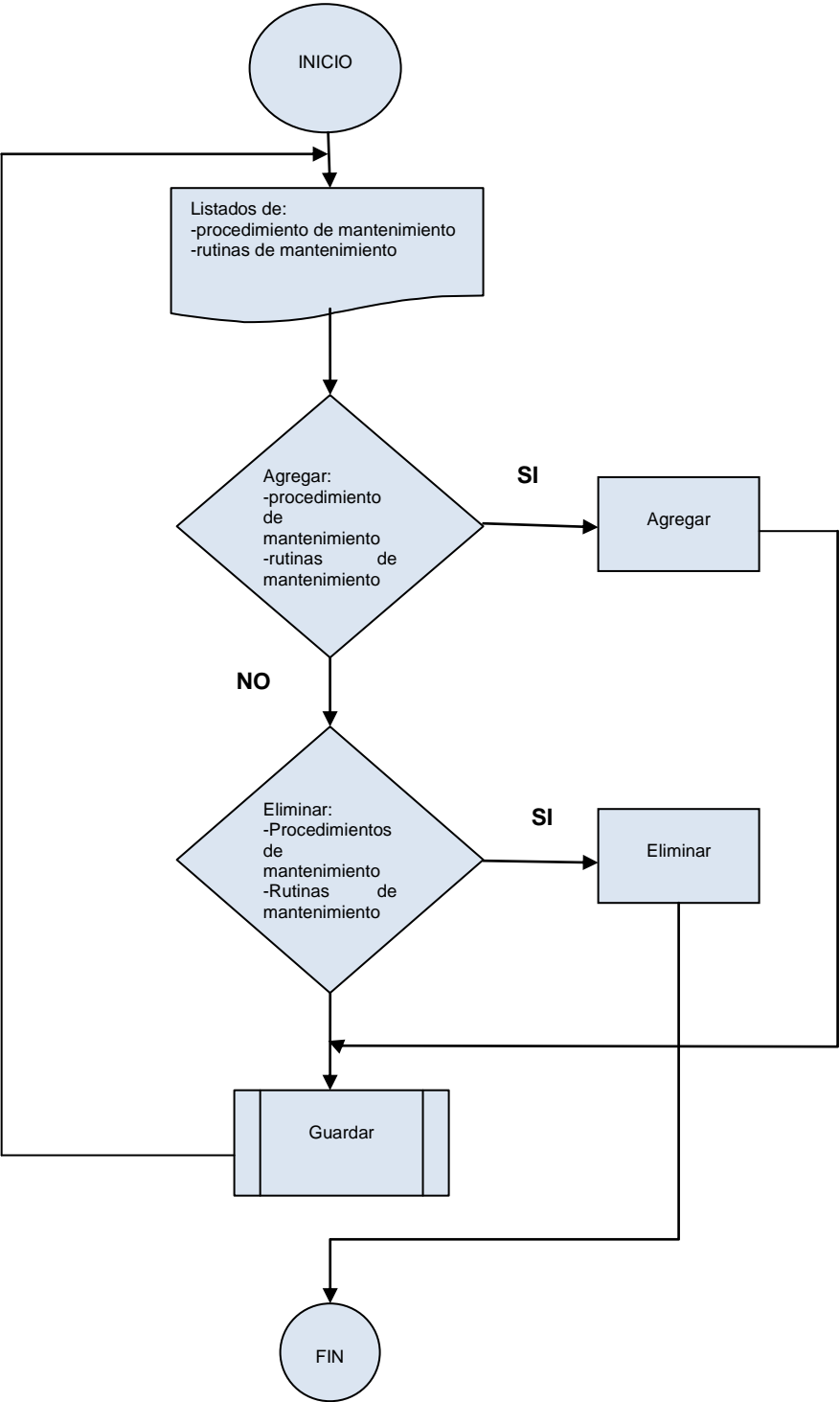
6.1.3 Rutinas de mantenimiento.

Contiene información acerca de las actividades que se contemplaron dentro del plan de mantenimiento.

Ofrece un listado de actividades a realizar según el tiempo específico de trabajo de cada equipo. Ejemplo: diario, semanal, 1200m3, 88 horas etc.

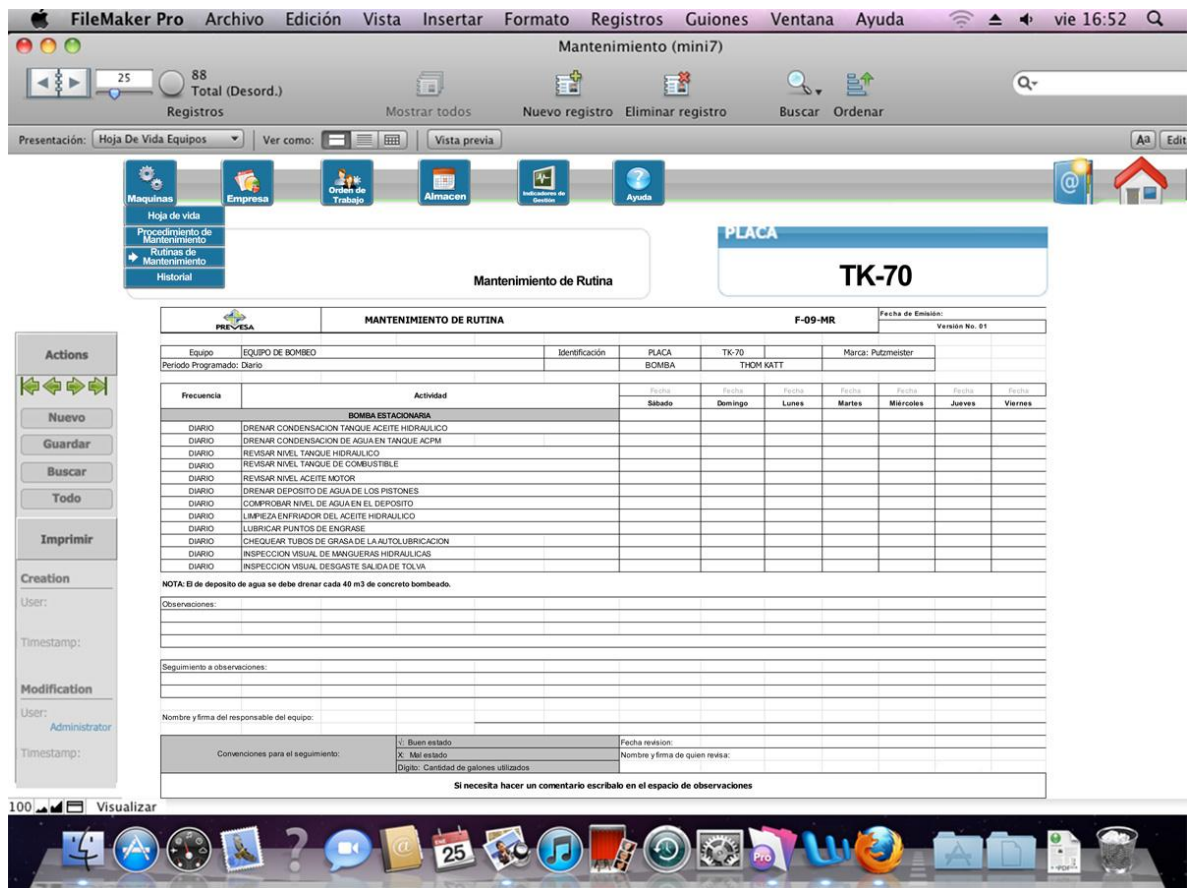
Al igual que los procedimientos de mantenimiento esta ventana es solo de consulta. A través de esta se pueden imprimir las listas de chequeo para el mantenimiento diario y semanal. Ver figura 51.

Figura 50. Diagrama de flujo para procedimientos y rutinas de mantenimiento.



Fuente: Autor

Figura 51. Rutinas de mantenimiento



Fuente: Autor

6.1.4 Historial.

En esta ventana se podrá visualizar el historial de mantenimiento por cada equipo. Este submódulo está compuesto por un resumen de las actividades de mantenimiento preventivo o correctivo realizadas por equipo, además contiene el costo de cada actividad y se puede imprimir un resumen de costos de mantenimiento para un intervalo de tiempo deseado. Ver figura 52.

Figura 52. Historial de mantenimiento

The screenshot shows a FileMaker Pro window titled 'Mantenimiento (mini7)'. The interface includes a menu bar, a toolbar with navigation and action buttons, and a main content area. A sidebar on the left contains an 'Actions' panel with buttons for 'Nuevo', 'Guardar', 'Buscar', 'Todo', 'Imprimir', 'Creation', and 'Modification'. The main content area displays a report for 'Autobomba XVV210' with the following table:

COSTOS SUMINISTROS DE MANTENIMIENTO						
Fecha	Actividad	Repuestos	Factura #	Proveedor	Valor Unitario	Valor Total
28/02/2013	Cambio de los bujes y los o'ring del árbol de rotación (eje de la válvula oscilante)	2 o'ring 170*50	1309587	Carlos Fuentes	\$ 40.000	\$ 80.000
28/02/2013	Cambio de o'ring de conector de salida y entrada	2 o'ring 15*70*80	1388876	Carlos Fuentes	\$ 6.000	\$ 6.000
28/02/2013	Cambio de los conos herméticos del motor agitador (ambos lados)	2 Conos herméticos	3764800	INGECOL	\$ 18.000	\$ 36.000
28/02/2013	Cambio de los bujes de bronce del motor agitador (ambos lados)	2 bujes de bronce	5557890	IMOCOM	\$ 250.000	\$ 500.000

Fuente: Autores

4.10 MÓDULO EMPRESA.

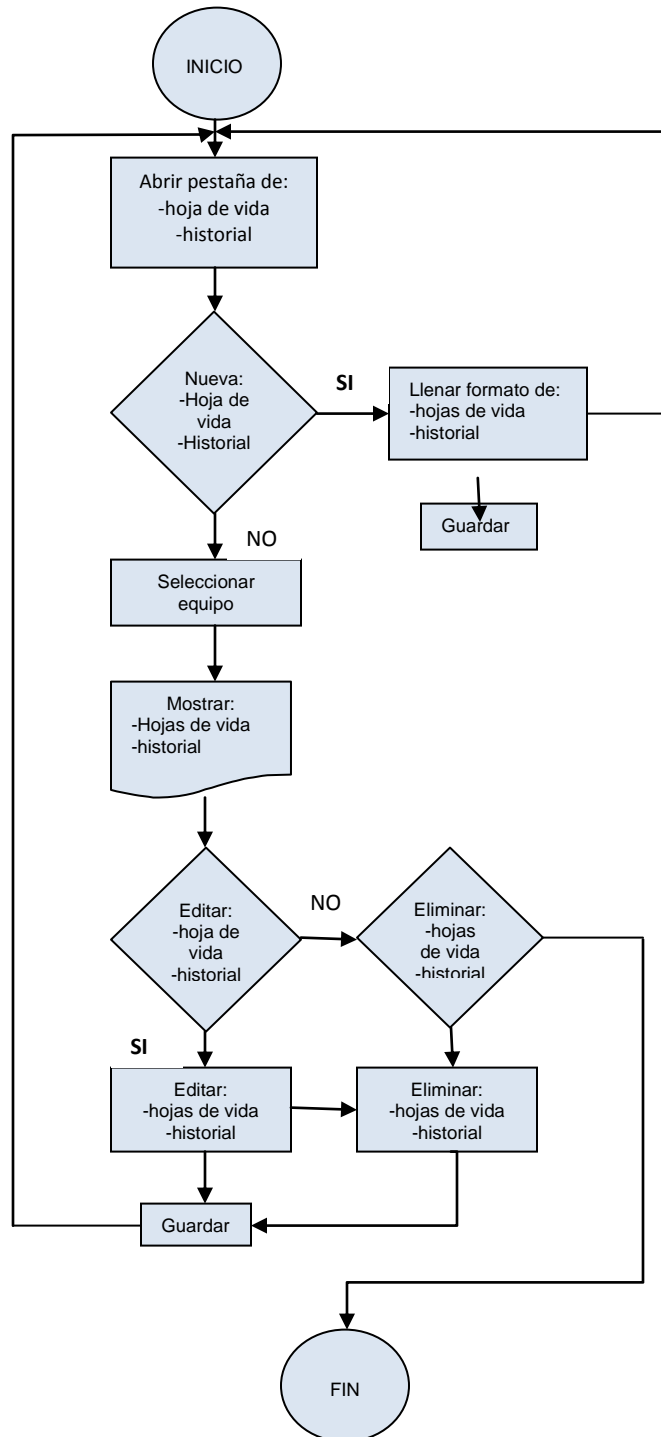
En este módulo se encuentra la información sobre los empleados, proveedores, producción y datos generales de la empresa.

6.1.5 Empleados.

En esta sección se almacena la información correspondiente al personal del área de mantenimiento, o personal que pueda servir de soporte a la misma. Ver figura 54.

Los datos de los empleados se encuentran divididos en dos secciones: Datos generales y datos auxiliares.

Figura 53. Diagrama de flujo de los submódulos hojas de vida y historial



Fuente: Autores

- Datos generales: contiene la información primordial del empleado como: foto, nombre, teléfono, No de identificación, dirección y seguridad social.
- Datos auxiliares: contiene información como: nivel de formación, datos de referencia personal y laboral.

Figura 54. Ventana de empleados

Terceros - P06

Terceros Empleados

13 37550611

Tipo Cedula de ciudadanía DV Expedida

ID Tercero Tercero

Nombre 1 Nombre 2

Apellido 1 Apellido 2

Razon Social

Direccion

ID Municipio Municipio Telefono

eMail

E.P.S.-----SALUDCOOP
PENSION-----HORIZONTE

FECHA DE INICIO 5 DE MARZO 2008

Dependencia

- Administracion
- Mantenimiento
- Sistemas
- Ambiental
- Comercial
- Produccion
- Colocacion
- Recurso Humano
- Transporte
- Suministros

Categoria

- Cliente
- Empleado
- Banco
- Proveedor
- Socio
- Vendedor
- Prospecto
- Otro...

Foto

Activo S O N

10.00

5 de mar de 2008 Fecha Ingreso

<Sin acceso> Fecha Retiro

Salario Basico

Auxiliar Seguridad

Empleado	% Prevesa	% Empleado	Tipo Entidad
SALUDC SALUDCOOP eps	8,5	4%	1
PROTEC PROTECCION	12	4%	2
SUSALU suramericana	4,35		3
CAJ001 CAJA SANTANDEREANA DE SUBSIDIO FAMILIAR	4		4
SENA SENA	2		5
ICRF ICBF	1		6

Fuente: Autores

6.1.5.1 Creación de un empleado o un proveedor.

Para crear un nuevo empleado o un nuevo proveedor se utiliza el formato mostrado en la figura 55. En el caso de los proveedores, se usa la información de la persona con quien la empresa hace contacto y se agrega en NIT y el nombre de la empresa.

En la parte superior derecha se encuentran diferentes categorías donde se selecciona la opción “proveedor”.

Figura 55. Ficha para la creación de empleados y proveedores

The screenshot shows a web application window titled "prevesa (mini7)". It features a navigation bar with "Terceros" and "Empleados" tabs. The main content area is a form for creating a record. On the right side, there are two lists: "Dependencia" (Administration, Maintenance, Systems, etc.) and "Categoria" (Client, Employee, Bank, etc.). The "Categoria" list is circled in red. Below these are fields for "Activo" status, "Fecha Ingreso", "Fecha Retiro", and "Salario Basico". At the bottom, there is a table with columns "Empleado", "% Prevesa", "% Empleado", and "Tipo Entidad".

Fuente: Autores

6.1.6 Producción.

Este módulo es de suma importancia para el buen funcionamiento sistema en general, ya que en él se indican las labores de producción las cuales están relacionadas con las actividades de mantenimiento. En la opción de despachos se puede visualizar la ficha que muestra la producción total del día por cada planta, a su vez la cantidad de concreto bombeado por máquina, el equipo de transporte, el tipo de edificación y el costo de cada despacho. Ver figura 56.

Figura 56. Ficha de despachos

The screenshot shows a web application window titled 'prevesa (mini7)'. The main heading is 'Despachos'. The interface is divided into several sections:

- Form Fields:**
 - Fecha: Febr 4, 2013 (with a calendar icon and a date picker showing 2/4/2013)
 - Código Obra: 4624
 - Obra: Vivienda
 - Dirección: Cl. 8 N No. 6 B- 91 Brr. Paraiso 2 Puesta
 - Cliente: Sepulveda Rey Desiderio
 - Anulada: SI
 - Facturado:
 - Ficticio:
 - DESPACHO NO.: 59870
 - SUCURSAL: BGA
 - Hora De Cargue: 16:38
 - Hora Llegada Camión: [empty]
 - Hora Descargue: [empty]
 - Hora Salida Obra: [empty]
 - Placa: CAW083
 - Conductor: 91177747 Rueda Rivera Miguel Angel
 - Vendedor: 63504357 Diaz Muñoz Nubia
 - Sello: 68669
 - Despachado Por: Alvaro Murillo
 - Planta: Altron
- Especificaciones de la Mezcla (Concrete Specifications):**

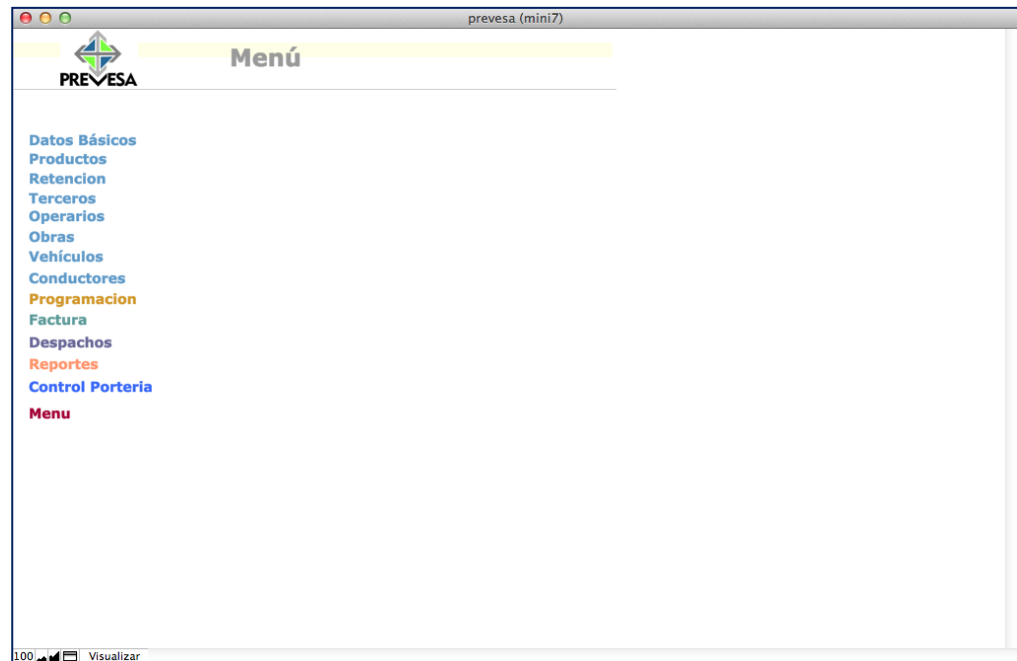
Producto	Cantidad	Precio	Bomba	Vibrador	Asentamiento
C3034NO000000	6.5	\$250,000	\$1,885,000		
Bombeado	6.5	\$30,172	\$227,497	WP 1000X	5-7
- BOMBEADO (Pumping) List:**

No.	Nombre	Estado	Nombre	Estado
2	Jorge Fernandez	✓	Bernardo Palomino	✗
3	Wilson Niño	✓	Emiliano Zabala	✗
1	German Rueda	✓		
6	Bernardo Palomino	✓		

Fuente: Autor

La ventana de producción contiene un menú propio de este segmento como se muestra en la figura 57. De éste módulo solo tomamos la parte de despachos la cual contiene información valiosa para la coordinación del mantenimiento. El resto del menú es irrelevante para el área de mantenimiento.

Figura 57. Menú de producción

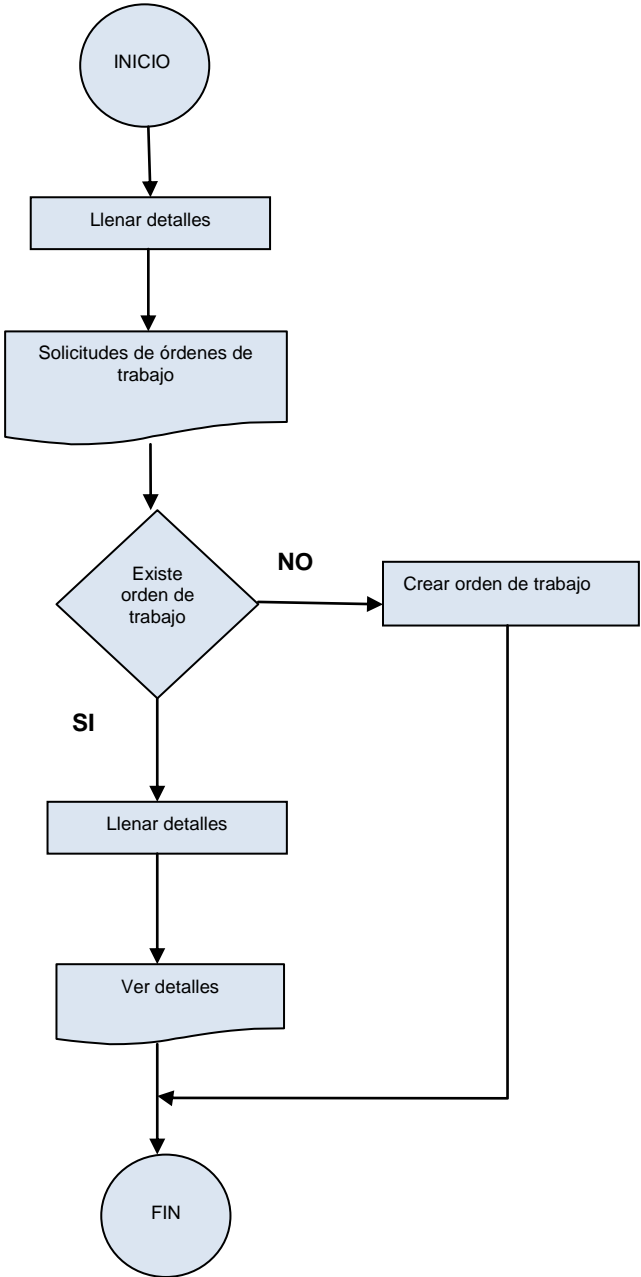


Fuente: Autor

4.11 MÓDULO ÓRDENES DE TRABAJO.

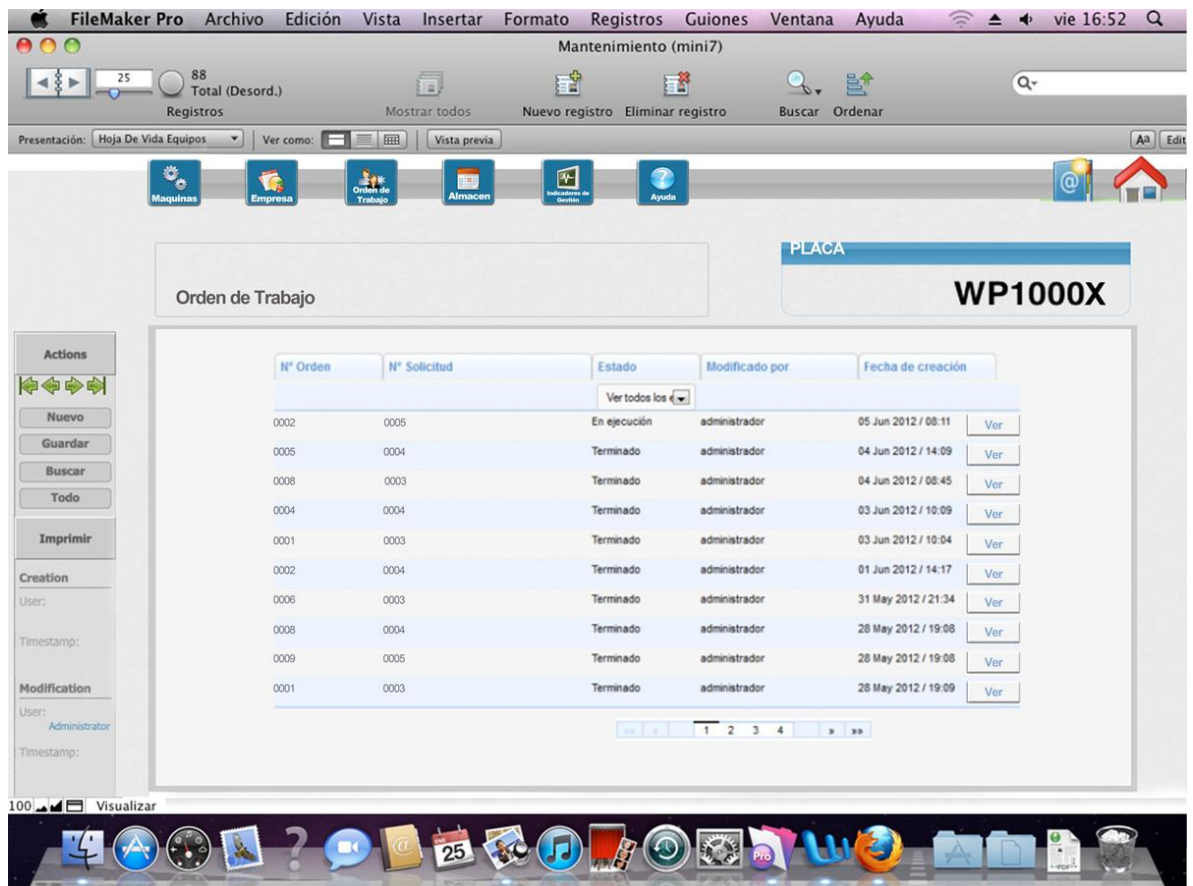
En este módulo se generan las órdenes de trabajo provenientes de la programación sistemática del mantenimiento dentro de la planta, además de las órdenes de trabajo emanadas de situaciones imprevistas que requieran atención urgente. Tiene la capacidad de alimentar información al historial de mantenimiento de los equipos, sobre las actividades efectuadas, fechas de solicitud y realización de las labores, responsables y repuestos. Ver figura 59.

Figura 58. Diagrama de flujo de órdenes de trabajo



Fuente: Autor

Figura 59. Módulo orden de trabajo.



Fuente: Autores

El Módulo de Orden de trabajo relaciona la información a través de las secciones: Orden de trabajo y Alarmas.

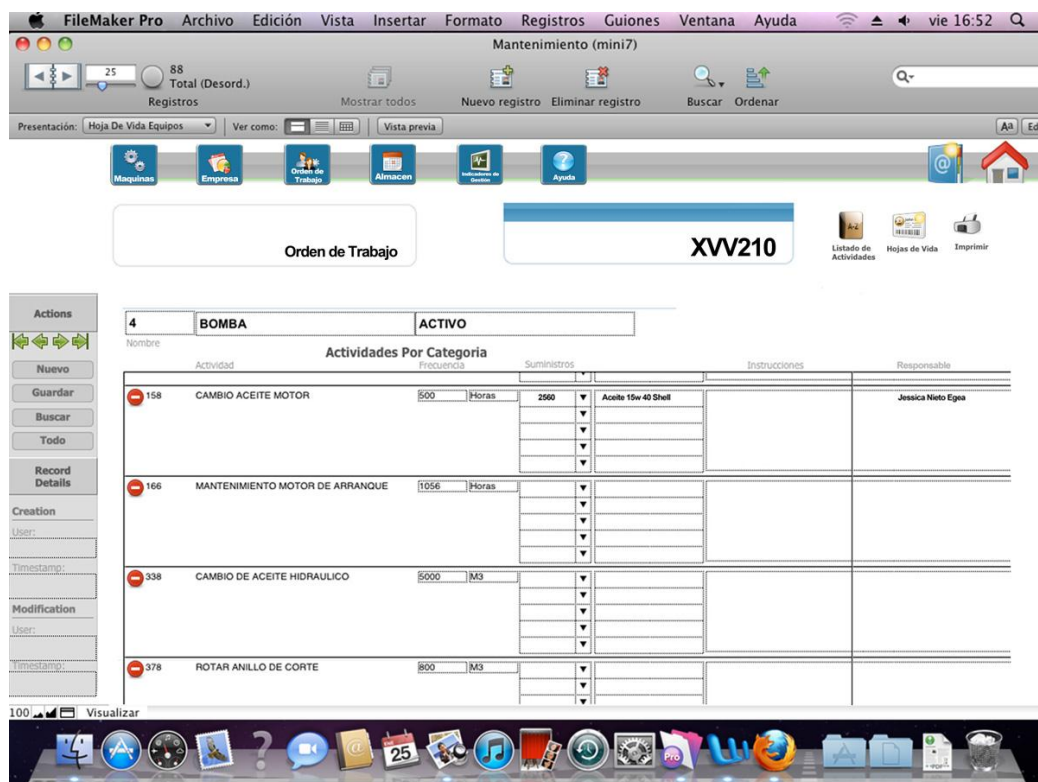
6.1.7 Creación de una orden de trabajo.

Existen dos formas por las cuales se crea una orden de trabajo: La primera es debido a que la programación del plan de mantenimiento nos muestre a través de las alarmas que es necesario realizar una labor y la segunda es debido a que haya ocurrido alguna falla imprevista que requiera que se genere una acción inmediata.

Para cualquiera de los dos casos el procedimiento para la creación de la orden de trabajo es similar, la única diferencia es que cuando ocurra la primera situación, el sistema asumirá este trabajo como una actividad de mantenimiento preventivo y cuando ocurra el segundo caso de mantenimiento correctivo lo cual ayudará a alimentar el módulo de gestión del cual hablaremos más adelante.

Cuando se ingresa al módulo de orden de trabajo aparecerá una ventana con las actividades de mantenimiento a realizar. Ver figura 60.

Figura 60. Formato de creación de una orden de trabajo



Fuente: Autores

El formato de orden de trabajo organiza la información de la siguiente forma:

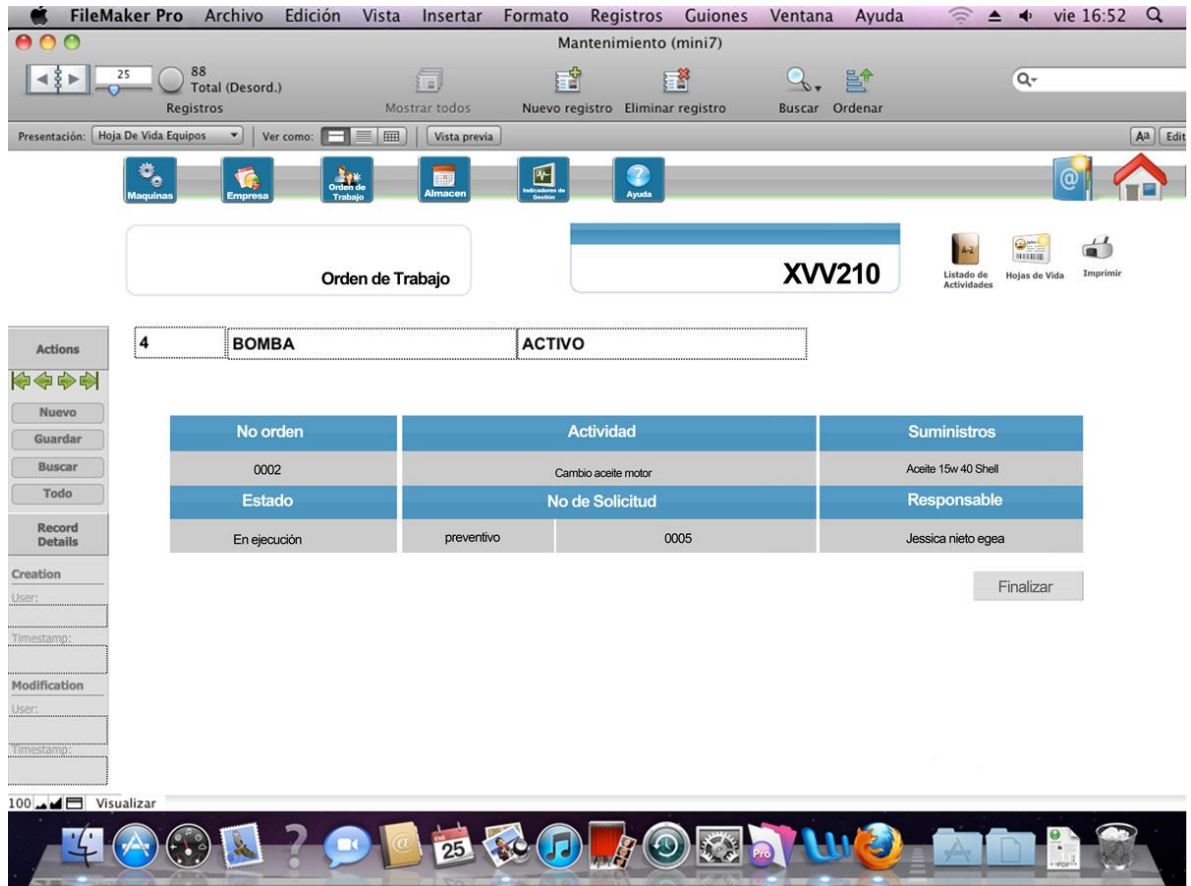
- Número de la actividad: Número que se le asignó a cada actividad de mantenimiento en el momento de alimentar el software.

- Actividad: Hace referencia a la descripción de la actividad de la Orden de Trabajo que se va a realizar.
- Frecuencia: hace referencia a la frecuencia para la cual fue programada esta actividad. Esta frecuencia puede ser en horas o m³.
- Suministros: esta ventana muestra en inventario actual del almacén y permite escoger los repuestos y suministros que se necesiten.
- Instrucciones: en esta casilla el usuario podrá escribir alguna observación relevante que se quiera transmitir al responsable acerca de la actividad a realizar.
- Responsable: es la persona encargada de la supervisión o realización de la actividad.

Después de haber suministrado la información necesaria para la creación de la orden de trabajo y hacer clic en guardar, aparecerá una nueva ventana mostrando el formato preliminar de la actividad que se está ejecutando. Ver figura 61.

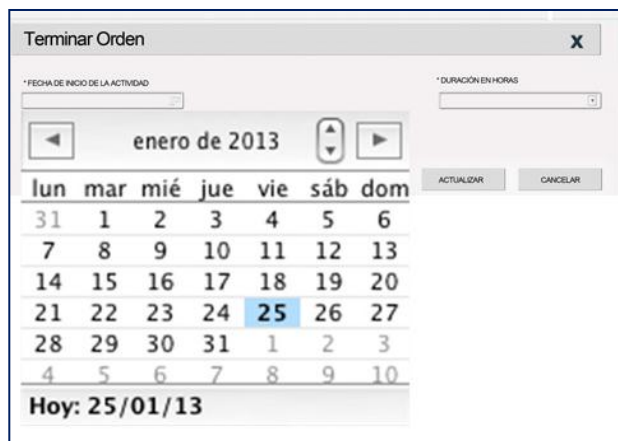
Todas las ordenes de trabajo serán guardadas en estado ejecución hasta que el administrador de la orden de finalizar. Inmediatamente después de dada la orden de finalizar se abrirá una ventana donde se digitará la fecha y el tiempo que tardó la actividad en realizarse y así tener un registro que posteriormente se verá reflejado en el módulo de gestión. Ver figura 62.

Figura 61. Formato de orden de trabajo en ejecución



Fuente: Autores

Figura 62. Finalización de orden de trabajo

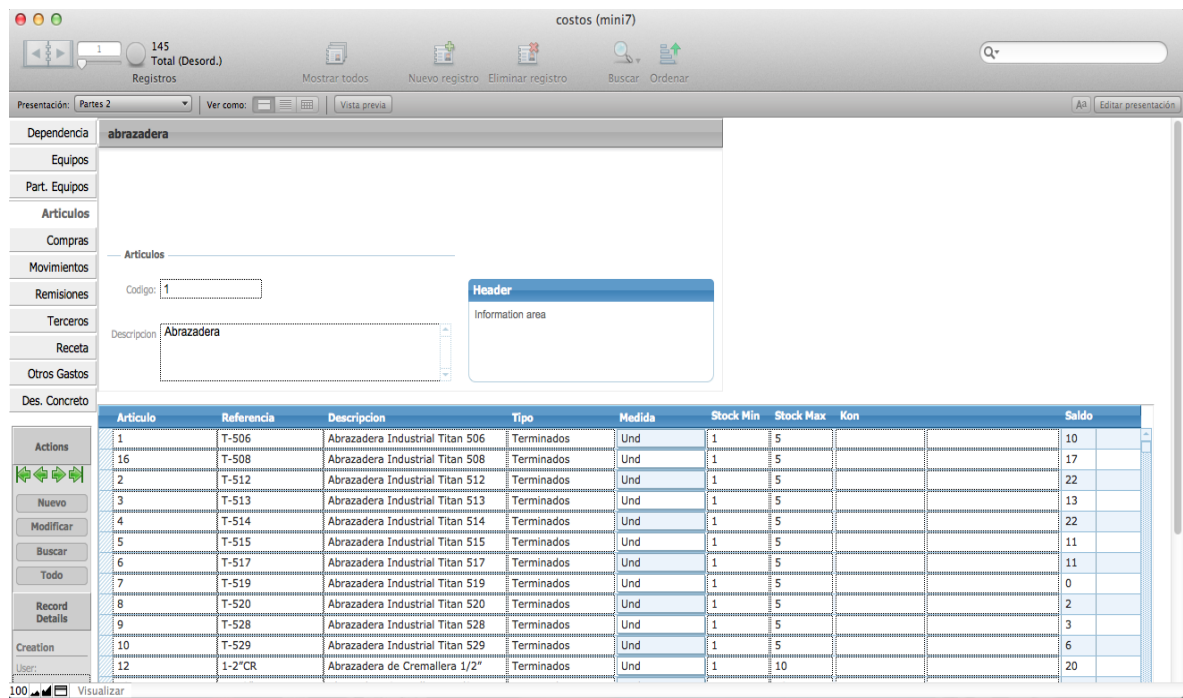


Fuente: autores

4.12 ALMACEN.

Contiene la información sobre los inventarios de repuestos, suministros y lubricantes del área de mantenimiento, así como la opción de manejo y control de estos inventarios Ver figura 63.

Figura 63. Visualización de la ventana de artículos.



Articulo	Referencia	Descripcion	Tipo	Medida	Stock Min	Stock Max	Kon	Saldo
1	T-506	Abrazadera Industrial Titan 506	Terminados	Und	1	5		10
16	T-508	Abrazadera Industrial Titan 508	Terminados	Und	1	5		17
2	T-512	Abrazadera Industrial Titan 512	Terminados	Und	1	5		22
3	T-513	Abrazadera Industrial Titan 513	Terminados	Und	1	5		13
4	T-514	Abrazadera Industrial Titan 514	Terminados	Und	1	5		22
5	T-515	Abrazadera Industrial Titan 515	Terminados	Und	1	5		11
6	T-517	Abrazadera Industrial Titan 517	Terminados	Und	1	5		11
7	T-519	Abrazadera Industrial Titan 519	Terminados	Und	1	5		0
8	T-520	Abrazadera Industrial Titan 520	Terminados	Und	1	5		2
9	T-528	Abrazadera Industrial Titan 528	Terminados	Und	1	5		3
10	T-529	Abrazadera Industrial Titan 529	Terminados	Und	1	5		6
12	1-2"CR	Abrazadera de Cremallera 1/2"	Terminados	Und	1	10		20

Fuente: Autor

6.1.8 Artículos

Como se muestra en la figura 63. Este formato incluye información detallada sobre cada uno de los elementos existentes en el almacén. También contiene un indicador de stock máximos y mínimos a través del cual se alimenta el sistema de alarmas por inventarios.

Para ingresar un nuevo artículo se hace a través de la opción compras, a través de una factura se especifica qué tipo de artículo es para qué vehículo se hace el ingreso y el costo del artículo. Ver figura 64.

Figura 64. Visualización de ingreso de artículo.

The screenshot shows a software window titled 'costos (mini7)'. The top bar includes navigation icons and a search field. Below the title bar, there are tabs for 'Dependencia', 'Equipos', 'Part. Equipos', 'Articulos', 'Compras', 'Movimientos', 'Remisiones', 'Terceros', 'Receta', 'Otros Gastos', and 'Des. Concreto'. The 'Compras' tab is active, displaying invoice information:

- Fecha: 09 De Dic De 2011
- Señor: PIRA936 Prada Nelson
- Dirección: Cll 1a 3 10 Chimita
- Anulada: S
- Documento: 6583
- Receta
- FACTURA NO.: 6583
- SUCURSAL: BGA
- Nit O C.c.: 91251936
- Ciudad:
- Telefono: 6761838
- Tipo Retención
- ConFac Factura: 7
- Kardex: 7
- Comprobante

Below the invoice details is a table with the following columns: Artículo, Dependencia, Clasificación 1 Equipo, Partes Equipo, Cant., Vir Unitario, and Vir Total.

Artículo	Dependencia	Clasificación 1 Equipo	Partes Equipo	Cant.	Vir Unitario	Vir Total			
666	Mant. Electrico General Man_Electrico	Desmontar Sensores Para Mantenimiento, Desmontar Modulo Para Mtn. Y Hacer	Produccion y Calidad	Vehiculos	XVK469	Electrico	1	625,000.00	625,000.00
800	Implem. Mant. Electrico Imple_Elect	2m De Cable #16, 2- Master Pollak,	Produccion y Calidad	Vehiculos	XVK469	Electrico	1	173,200.00	173,200.00

At the bottom left, there are 'Actions' buttons: Nuevo, Modificar, Buscar, Todo, Record Details, and Creation. The user is identified as 'User: Deisi'.

Figura: Autores

6.1.9 Movimientos

En la opción movimientos podemos encontrar registros de las entradas y salidas de los repuestos y suministros. Además muestra el precio del artículo y que equipo lo requirió. Ver figura 65.

Figura 65. Visualización de movimiento de artículos

Fecha	Tercero	Factura	Cantidad	V. Unitario	Saldo	Total	Destino '3'	Destino '4'
18/03/09			S	\$250.000,00	0	-\$250.000,00	XVV210	MEZCLADOR
21/04/09		M2191	E	1 \$250.000,00	1	\$250.000,00	XVV210	
10/09/09		M4558	S	-1 \$250.000,00	0	-\$250.000,00	XVV210	MEZCLADOR
19/11/09	REDONDO FUENTES GIOVANNI	157	E	1 \$250.000,00	1	\$250.000,00		
04/12/09		M4915	S	-1 \$125.000,00	0	-\$125.000,00	XVV210	MEZCLADOR
31/12/09		214	E	1 \$250.000,00	1	\$250.000,00		
04/01/10		M4915	S	0 \$125.000,00	1	-\$125.000,00	XVV210	MEZCLADOR
01/03/10	REDONDO FUENTES GIOVANNI	203	E	1 \$250.000,00	2	\$250.000,00		
06/04/10		M5472	S	-1 \$250.000,00	1	-\$250.000,00	XVV210	MEZCLADOR
30/04/10		235	E	1 \$250.000,00	2	\$250.000,00		
22/05/10		M5589	S	-1 \$125.000,00	1	-\$125.000,00	XVV210	MEZCLADOR

Fuente: Autores

4.13 MODULO DE GESTIÓN.

El módulo de gestión presenta la información sobre el comportamiento del mantenimiento, a través de variables como la disponibilidad, efectividad, mantenibilidad y confiabilidad, que ayudan a analizar en forma de estadísticas la administración del mantenimiento.

Los indicadores de gestión sirven para dar una medida cuantitativa de que tan efectivas son las labores desarrolladas por el departamento de mantenimiento de la empresa.

Por lo general en estos procesos, esta medida se evalúa a partir de 3 indicadores principales de gestión, la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, que arrojan ciertos valores a partir de un estudio de tiempos previstos. En muchas ocasiones realizar este estudio de tiempos se torna tedioso en algunas empresas, por lo que se hace necesario plantear una serie de indicadores que llenen y cumplan las expectativas de la empresa y que sean en alguna medida mucho más manejables.

6.1.10 Indicador de efectividad.

Mide la capacidad de lograr el efecto deseado de reducir a cero la presencia de mantenimientos no planeados o correctivos, efectuando solo mantenimientos planeados o preventivos. Ver figura 67.

El indicador de efectividad se mide mediante la ecuación:

$$\text{Indice de efectividad} = \frac{\text{numero de mantenimientos planeados}}{\text{numero de mantenimineto ejecutados}}$$

- *Número de mantenimientos planeados*: Son el número de actividades de mantenimiento realizadas de acuerdo al plan de mantenimiento desarrollado para cada equipo (mantenimientos preventivos).
- *Numero de mantenimientos ejecutados*: Es la suma de los mantenimientos preventivos y los mantenimiento correctivos que se realizaron.

6.1.11 Indicador de Disponibilidad²⁸.

Es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, mas el tiempo que está en receso. Ver figura 68.

La disponibilidad se define en términos matemáticos, mediante el índice de disponibilidad, como la probabilidad de que un equipo o sistema sea operable satisfactoriamente a lo largo de un período de tiempo dado.

$$\text{Indice de disponibilidad} = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

TPEF: Tiempo promedio entre fallas

TPPR: Tiempo promedio para reparar

²⁸ González, Calos Ramón. Ingeniería de mantenimiento. Cap. VI. Indicadores de Gestión. UIS, Colombia.

6.1.12 Índice de mantenibilidad.

La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con unos procedimientos preestablecidos. Significa también la probabilidad de que un equipo que ha fallado, pueda ser reparado en un período de tiempo dado, este tiempo no es otro que el TPPR.

$$\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{sumatoria de tiempo fuera de servicio}}{\text{No de falla intervenivas o paradas no programadas}}$$

En general, el índice de mantenibilidad establece el tiempo promedio requerido para reparar un equipo.

6.1.13 Índice de confiabilidad.

Presenta estadísticamente el tiempo entre fallas de un equipo. El concepto más correcto es “la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin fallas durante un tiempo determinado, en unas condiciones ambientales dadas”²⁹.

$$TPEF = \frac{\text{Número de unidades por hora del tiempo de operación}}{\text{Número de fallas}}$$

²⁹Jay Heizer, Barry Render. Dirección de la producción, decisiones tácticas. 6ª Edición. Iberia Prentice Hall, 2001. P 132.

Figura 66. Diagrama de flujo del módulo de gestión

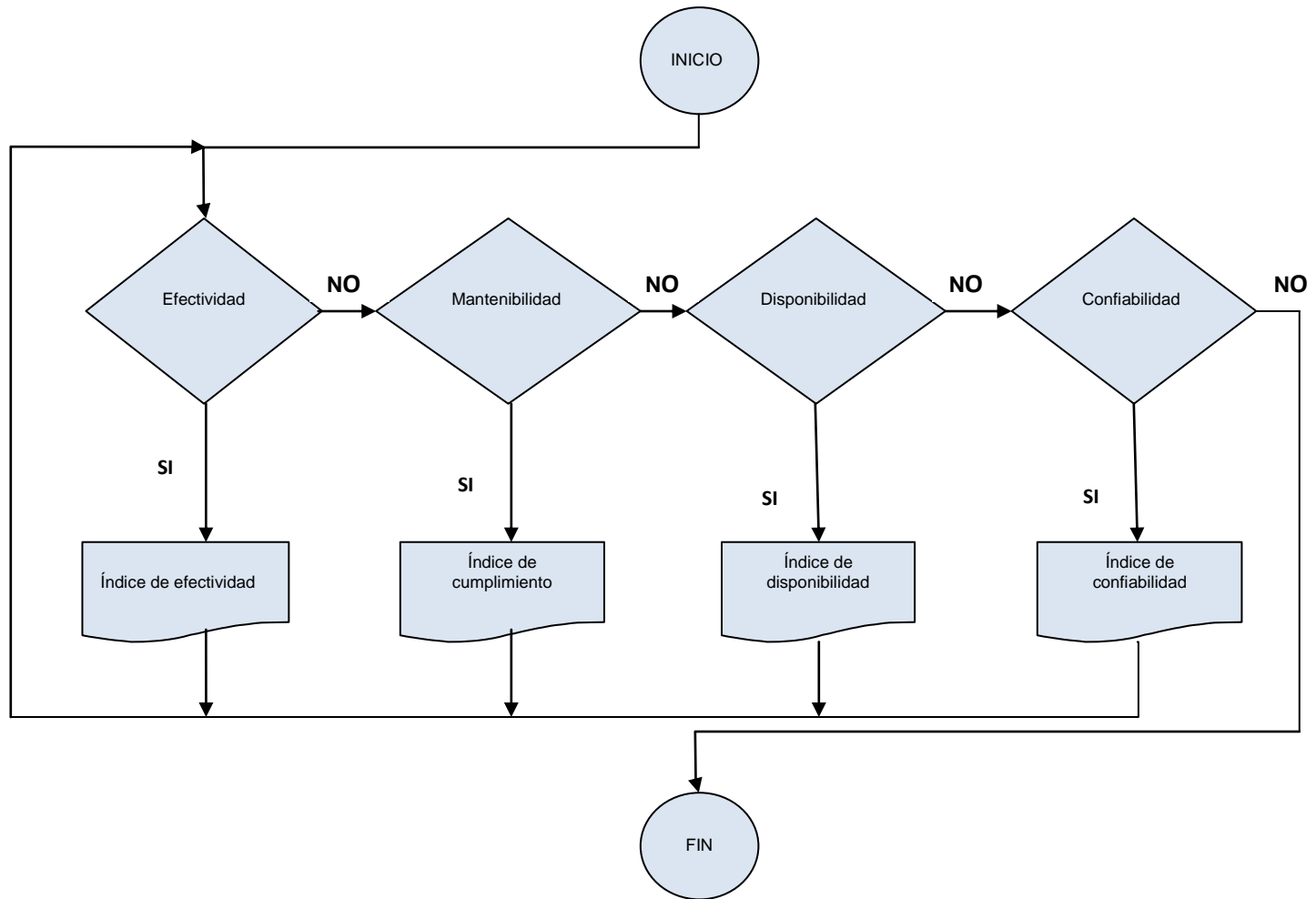
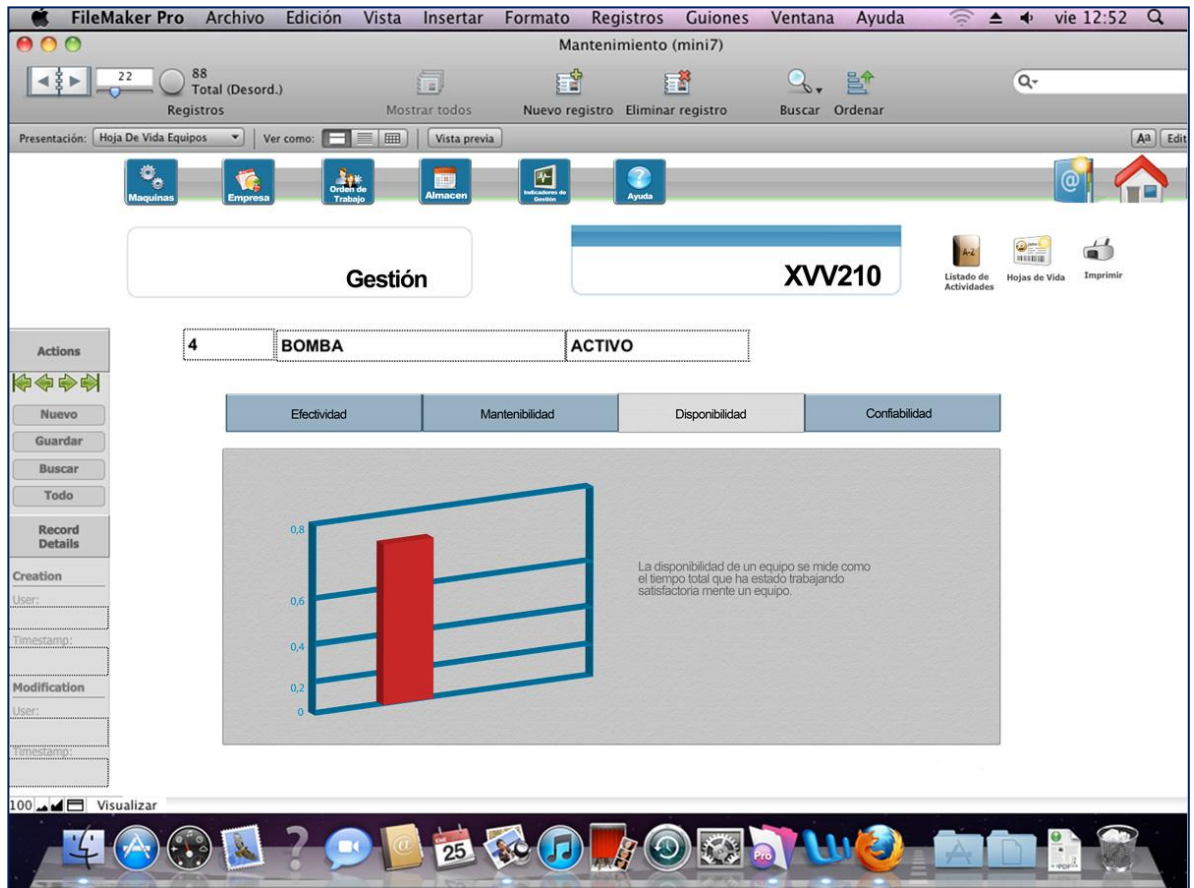


Figura 67. Visualización índice de efectividad

The screenshot shows a FileMaker Pro window titled "Mantenimiento (mini7)". The interface includes a menu bar (Archivo, Edición, Vista, Insertar, Formato, Registros, Guiones, Ventana, Ayuda) and a toolbar with buttons for "Mostrar todos", "Nuevo registro", "Eliminar registro", "Buscar", and "Ordenar". The main content area displays a record for "BOMBA" (ID 4) with status "ACTIVO" and start date "DESDE: 24/12/12". Below this is a table with columns for "Efectividad", "Mantenibilidad", "Disponibilidad", and "Confiabilidad". A formula for "Efectividad" is shown: $Efectividad = \frac{\text{mantenimientos preventivos}}{\text{mantenimiento preventivo} + \text{mantenimiento correctivo}}$. The result is "Efectividad = 0". A calendar for January 2013 is visible on the right, with the 25th highlighted. The bottom of the screen shows the Mac OS X dock with various application icons.

Fuente: Autores

Figura 68. Visualización índice de disponibilidad

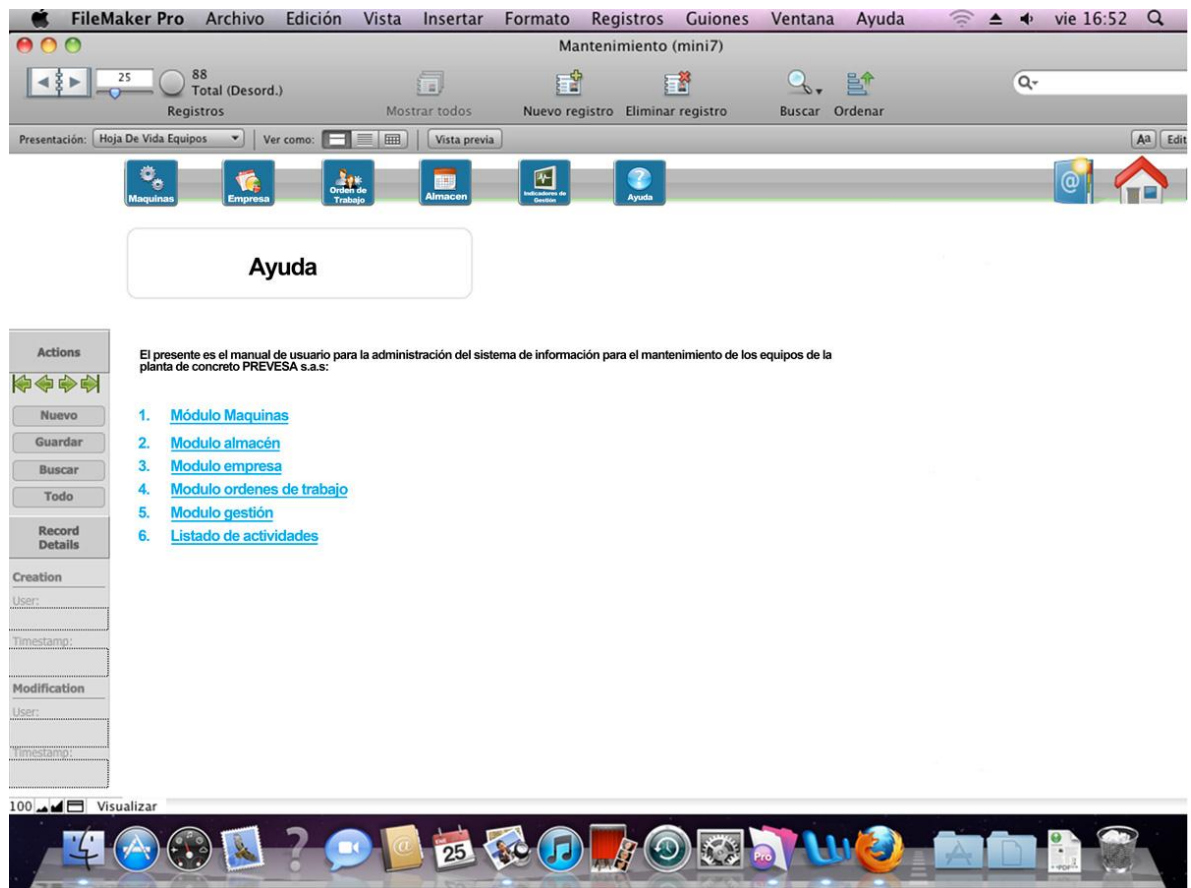


Fuente: Autores

4.14 MÓDULO AYUDA.

En este módulo se evidencia el manual descrito en el sistema de información, para hacer fácil su manejo, además tendrá datos acerca de los creadores del programa y de la empresa.

Figura 69. Visualización módulo ayuda



Fuente: Autores

CONCLUSIONES

- Se diseñó y desarrolló un sistema de información para la gestión del mantenimiento de los equipos hidráulicos de la empresa PREVESA S.A.S. Con la implementación de un sistema de información en la empresa PREVESA S.A.S se puede administrar de manera más eficiente las actividades de mantenimiento que se realizan a los equipos. Este sistema permite tener mayor control sobre los costos de mantenimiento y el tiempo de operación de los equipos.
- Se realizó un análisis acerca de las condiciones del mantenimiento que se que se estaba ejecutando, con el fin de determinar el estado de gestión del mantenimiento en la empresa.
- Se recopilación y organizaron los formatos preestablecidos por la empresa y las hojas de vida de los equipos con el fin de ayudar a tener un mejor acceso de consulta a esta información y poder integrar los diferentes formatos con las actividades del mantenimiento.
- Se efectuó un análisis de criticidad al 95% de un total de 30 equipos hidráulicos de la empresa, permitiendo reconocer cuales son los equipos que requieren mayor atención en términos de mantenimiento y así poder desarrollar un buen plan de mantenimiento.
- Se estableció el plan de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos más críticos basado en las recomendaciones del fabricante y en la experiencia de los encargados del mantenimiento de la empresa.
- Contar con una herramienta que informe acerca de los procesos de mantenimiento que se deben realizar es muy importante dado que las

ocupaciones o situaciones que se deben resolver día a día en una empresa se pueden adaptar más al trabajo humano permitiendo mayor control en la gestión de las actividades.

- Se elaboró un manual con una descripción detallada de la operación y funcionamiento del sistema de información, con la finalidad de capacitar al personal en el manejo de esta herramienta de gestión y facilitar el entendimiento y el correcto uso de esta herramienta en las labores de mantenimiento, este manual se incluye en el sistema de información para una visualización en el momento deseado.
- Se capacitó a la persona encargada de la gestión del mantenimiento con una demostración del funcionamiento del sistema de información, con el fin de dar a conocer el funcionamiento del sistema y facilitar su correcta utilización.

RECOMENDACIONES

- Las documentaciones como son hojas de vida antiguas y manuales de usuarios, deben dársele un buen cuidado y evitar su deterioro ya que en esta se encuentra información importante que más adelante puede ser requerida.
- Es importante consolidar la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa y pensar en un futuro implementar otros tipos de mantenimiento como es el predictivo o TPM.
- En lo que se refiere al sistema de información es importante estar con la retroalimentación contante de las órdenes de trabajo y estar atento a las alertas para que el sistema pueda realizar programación de las actividades que se rigen por horas de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

CONSUEGRA T, Juan Pablo y SANTAMARÍA T, Javier A. Diseño e implementación de in sistema de información para la administración del mantenimiento de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2009. 185p.

DUARTE P, David y GONZALES G, Luis Rafael. Diseño e implementación de in sistema de información para la administración del mantenimiento de la empresa INYESA Ltda. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2012. 205p.

DUFFUAA, Salih O.; RAOUF, A. y CAMPBELL, Jhon Dixon. Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control. México: Limusa Wiley, 2000. 419 p.

GOMES DE LEÓN, Félix Cesáreo: Tecnología del mantenimiento industrial. Madrid: Universidad de Murcia, 1998. P22.

GOMEZ VIEITES, Álvaro y SUAREZ REY, Carlos. Sistemas de información, Herramientas prácticas para la gestión. México: Alfaomega grupo editorial, 3ª. Ed. 2009.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. En: Asignatura de mantenimiento y montajes. (2007: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2007.

Jay Heizer, Barry Render. Dirección de la producción, decisiones tácticas. 6ª Edición. Iberia Prentice Hall, 2001. P 132.

ROYS P, Luis Carlos y REY REY, Vladimir. Implementación de un sistema de información en la empresa PRETECOR Ltda. para la gestión del mantenimiento. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2011. 268p.

S.I: Técnicas del mantenimiento industrial. 2004. P. 1-2.

Solares zarceños, Byron Eleazar. Mejora del programa de mantenimiento preventivo de las bombas impulsadoras. Trabajo de grado mantenimiento industrial. Santa Rosa: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, 2006, 179 p.

ANEXOS

ANEXO A. Diseño previo del software.

Ingreso al sistema

Usuario
administrador

Contraseña
XXXXXX

INGRESAR

Pantalla inicial

INFORMACION DEL USUARIO

- nombre del empleado
- nombre del usuario
- fecha y hora del ultimo acceso

SISTEMA DE INFORMACION PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO

- Nombre de la empresa
- nit
- dirección
- teléfono
- Misión y Visión del departamento de mantenimiento

EMPRESA

MAQUINAS

ALMACEN

INDICADORES DE GESTION

ORDENES DE TRABAJO

AYUDA

Alertas: partes requieren de mantenimiento preventivo

- Rodamiento 1; mixer HJK23 desgaste 50h, vida útil 650h **Generar orden**
- Lubricante; bomba HJ12 desgaste 600h, vida útil 0h **Generar orden**

Alertas: inventarios

- Rodamiento; utilidad por debajo de lo requerido
- Correas; utilidad por debajo de lo requerido

HOY	Resumen de actividades realizadas en el transcurso de día
AYER	Resumen de actividades realizadas en el transcurso de día

Módulo empresa



Módulo Empresa-empleados




Módulo producción

EMPRESA-PRODUCCION


INFORMACION DEL USUARIO


- nombre del empleado
- nombre del usuario
- fecha y hora del ultimo acceso





Buscar


elemento	Fecha inicio	Fecha fin	modificado	ultima actualización	
Silo 1	12/08/12		administrador		▶ ◻
Silo 2	25/09/12		administrador		▶ ◻


 EMPRESA

 MAQUINAS

 ALMACEN

 INDICADORES DE GESTION

 ORDENES DE TRABAJO

 AYUDA

ANEXO B. Plan de Mantenimiento Preventivo

Plan de mantenimiento preventivo según el Horómetro para la bomba TK-70

-Diario:

DRENAR CONDENSACION TANQUE ACEITE HIDRAULICO
DRENAR CONDENSACION DE AGUA EN TANQUE ACPM
REVISAR NIVEL TANQUE HIDRAULICO
REVISAR NIVEL TANQUE DE COMBUSTIBLE
REVISAR NIVEL ACEITE MOTOR
DRENAR DEPOSITO DE AGUA DE LOS PISTONES
COMPROBAR NIVEL DE AGUA EN EL DEPOSITO
LIMPIEZA ENFRIADOR DEL ACEITE HIDRAULICO
LUBRICAR PUNTOS DE ENGRASE
CHEQUEAR TUBOS DE GRASA DE LA AUTOLUBRICACION
INSPECCION VISUAL DE MANGUERAS HIDRAULICAS
INSPECCION VISUAL DESGASTE SALIDA DE TOLVA

-26 horas:

VERIFICAR DISPOSITIVO SEGURIDAD CORREAS VENTILADOR
INSPECCION VISUAL MUELLES
VERIFICAR DESGASTE DE TOLVA Y CARACOL
REVISAR JUEGO DE LOS TORNILLOS DE AJUSTE DE TAPA FRONTAL
REVISAR ESTADO Y CALIBRACION DE LLANTAS
REVISION FILTROS DE AIRE
LUBRICAR PIEZAS DE MOVIMIENTO MECANICO
DRENAR FILTROS DE ACPM
INSPECCION DE LA TUERCA DE TENSION DE LA VÁLVULA OSCILANTE
INSPECCION DEL ANILLO DE CORTE, GIRELO SI ES NECESARIO
INSPECCION DE LOS FILTROS DE AIRE

-104 horas:

MEDIR LAS PRESIONES HIDRAULICAS DEL EQUIPO
REVISE LOS HERRAJES DE MONTAJE DE LA UNIDAD
LIMPIE LAS ALETAS DEL ENFRIADOR DEL ACEITE HIDRAULICO
INSPECCIONAR EL MONTAJE DE LA BOMBA
INSPECCIONAR LAS TOLERANCIAS EN LOS TORNILLOS
INSPECCIONAR LAS FISURAS DE LAS PARTES
CHEQUEAR O AJUSTAR LA PRESIÓN DE LA BOMBA DE CONCRETO
CHEQUEAR O AJUSTAR LA PRESIÓN DEL AGITADOR

-500 horas:

Cambio del aceite de lubricación del motor diesel

-624 horas:

CAMBIO DEL FILTRO DE AIRE
CAMBIO DEL FILTRO HIDRÁULICO
COMPROBAR LA PRECARGA DEL ACUMULADOR

-1248 horas:

CAMBIO DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR
MANTENIMIENTO DEL ARRANQUE

-1500 horas:

Cambio del aceite hidráulico.

- PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA AUTOBOMBA XVV210 SEGÚN EL HOROMETRO

-Diario:

Actividad
VEHICULO
REVISAR NIVEL ACEITE MOTOR
INSPECCIONAR FUNCIONAMIENTO LUCES DIRECCIONALES, FRENOS, PARQUEO, FAROLAS DELANTERAS, LUCES LATERALES, INDICADORES TABLERO
FUNCIONAMIENTO MOTOR LIMPIABRISAS
CHEQUEAR FUGAS DE AIRE, ACEITE, VALVULINAS, ACPM Y AGUA
DRENAR CONDENSACION DE AGUA EN TANQUES Y TRAMPAS ACPM
REVISAR NIVEL HIDRAULICO BOTELLA DIRECCION
INSPECCION VISUAL MUELLES DELANTEROS Y TRASEROS
REVISAR ESTADO DE ESPEJOS Y VIDRIOS CABINA
REVISAR NIVEL LIQUIDO BATERIAS
REVISAR NIVEL TANQUE COMBUSTIBLE
REVISAR NIVEL REFRIGERANTE RADIADOR
DRENAR CONDENSACION DE AGUA EN TANQUES Y TRAMPAS ACPM
VERIFICAR DOCUMENTOS (SOAT, CERTIFICADO TECNICO-MECANICO, REGISTRO NACIONAL DE CARGA)
VERIFICAR ESTADO DE LLANTAS
BRAZO AUTOBOMBA
DRENAR TANQUE ACEITE HIDRAULICO
DRENAR DEPOSITO DE AGUA PISTONES
VERIFICAR NIVEL DEPOSITO DE AGUA PISTONES
REVISAR NIVEL TANQUE HIDRAULICO
INSPECCION VISUAL DE TORNILLOS DE LA VALVULA ROCK Y LOS PISTONES DE GOMA
CHEQUEAR EL VASTAGOS DE LA PLUMA
LUBRICAR PUNTOS DE VALVULA ROCK Y AGITADOR

-60 horas:

Actividad				
VEHICULO				
REVISAR CALIBRACION DE LLANTAS				
REVISAR FILTROS DE AIRE				
VERIFICAR NIVEL VALVULINA TRANSMISIONES				
VERIFICAR NIVEL VALVULINA CAJA				
LIMPIEZA BORNES BATERIA				
REVISION ESTADO EQUIPO DE CARRETERA (BOTIQUIN, CONOS DE SEÑALIZACION, EXTINTOR)				
BRAZO AUTOBOMBA				
INSPECCIONAR ANILLO CORTE Y ROTAR SI ES NECESARIO				
LUBRICAR LOS PINOS DE LA PLUMA				
CHEQUEAR TUERCA DE TENSION VALVULA ROCK				
LUBRICAR PIEZAS DE MOVIMIENTO MECANICO				
CHEQUEAR CUÑA DEL CODO DE SALIDA				
CHEQUEAR EL ESPESOR DE LA TUBERIA				

-250 horas:

chequear el nivel de la caja de engranajes del giro de la pluma				
limpiar el respiro de la caja de engranaje del giro				
chequear el mecanismo de freno de la pluma				
Limpie y lubrique el engranaje y el piñón de la torre y chequee los tornillos				
inspeccionar el aprete de los tornillos de la torre				
chequear el fluido de la caja de engranaje de distribución				
chequear la estructura de montaje de la unidad				
Chequear las presiones hidráulicas.				
Ajuste de la válvula de alivio principal				
Ajuste el circuito de alivio de presión del soft switch				
Ajuste presiones de la pluma				
Ajuste las presiones de los pies de apoyo				
Ajuste de la pre-tensión de 15 bar				
Ajuste la presión de circuito del agitador				

-500 horas:

Cambio de aceite del motor

-750 horas:

Chequear el accionamiento del piñón y la junta de movimiento del sistema de giro de la pluma.

-1500 horas:

Cambiar el aceite hidráulico.