UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables.

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

"DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE LÁCTEOS Y EL CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA QUINTA EXPERIMENTAL PUNZARA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE MP"

Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico.

AUTOR:

Diego Orlando Díaz Chamba.

DIRECTOR:

Ing. José Fabricio Cuenca Granda, Mg. Sc.

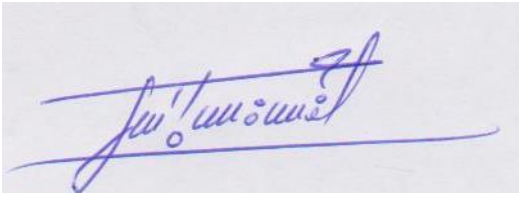
Loja, Abril 2015.

CERTIFICACIÓN

Ing. JOSÉ FABRICIO CUENCA GRANDA, Director del proyecto de Tesis denominado *"Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Planta de Lácteos y el Centro de Biotecnología de la Quinta Experimental Punzara en la Universidad Nacional de Loja mediante la aplicación del Software MP"*, de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Nacional de Loja, a petición de la parte interesada;

CERTIFICO:

Que el presente Proyecto de Investigación fue elaborado bajo mi dirección, y una vez que ha sido culminado, autorizo la presentación del mismo para los fines legales pertinentes.



…….

Ing. José Fabricio Cuenca Granda, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS.

AUTORÍA

Yo **DIEGO ORLANDO DÍAZ CHAMBA** declaro ser autor del presente trabajo de tesis, y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autor: Diego Orlando Díaz Chamba.

Firma:……..

Cédula: 2100671649

Fecha: 27/04/2015

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo **DIEGO ORLANDO DÍAZ CHAMBA,** declaro ser autor de la tesis titulada: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE LÁCTEOS Y EL CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA QUINTA EXPERIMENTAL PUNZARA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE MP**, como requisito para optar al grado de: **INGENIERO ELECTROMECÁNICO**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte y siete días del mes de abril del dos mil quince.

Firma:…….
Autor: Diego Orlando Díaz Chamba.
Cédula: 2100671649
Dirección: Loja (IV Centenario: Nicolás García y Miguel Riofrío)
Correo Electrónico: equnl@hotmail.es
Teléfono: 062 358 106 **Celular:** 0997530346

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. José Fabricio Cuenca Granda, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Gonzalo Ramiro Riofrío Cruz, Mg. Sc.
Ing. Byron Agustín Solórzano Castillo, Mg. Sc.
Ing. José Leonardo Benavides Maldonado, Mg. Sc.

DEDICATORIA

Sin dudarlo este trabajo lo dedico a toda mi familia, gracias por su apoyo, por estar siempre conmigo y por brindarme la gran oportunidad de formarme profesionalmente.

A mi padre, Walter Eugenio Díaz Condoy, por sus sabios consejos, por siempre tener las palabras adecuadas y brindarme su apoyo incondicional.

A mi madre, Digna Emérita Chamba Eras, por su abnegación y esfuerzo constante, por ser mi refugio en momentos difíciles.

A mi hermana, Andrea, por ser mi compañía en este largo camino, por regalarme su tiempo y paciencia.

A mi hermano, Iván, gracias por estar siempre pendiente de mis cosas, por tenerme paciencia y por regalarme la oportunidad de reír contigo.

AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, al Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables y en especial a la carrera de Ingeniería Electromecánica por ser parte de mi proceso de formación profesional.

Así mismo, mi gratitud a la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Loja en la persona del coordinador Dr. Dubal Antonio Jumbo Jimbo por la apertura y apoyo en la realización del presente trabajo de tesis.

Un agradecimiento muy especial a mi director de tesis Ingeniero José Cuenca por la paciencia y apoyo en la realización del presente trabajo de tesis.

Mi gratitud y agradecimiento eterno para mi familia, mis padres y mis hermanos por el apoyo constante, por ser el soporte y guía a lo largo de toda mi vida universitaria, no tengo palabras con las que pueda expresar toda mi gratitud por lo que solo diré, gracias.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN _____ I

AUTORÍA _____ II

CARTA DE AUTORIZACIÓN _____ III

DEDICATORIA _____ IV

AGRADECIMIENTOS _____ V

ÍNDICE _____ VI

ÍNDICE DE TABLAS _____ X

ÍNDICE DE FIGURAS _____ XI

1. TÍTULO. _____ 1

2. RESUMEN. _____ 2

3. INTRODUCCIÓN. _____ 4

4. REVISIÓN DE LITERATURA. _____ 5

4.1. EL MANTENIMIENTO, GENERALIDADES Y DEFINICIONES. _____ 5

4.1.1. El mantenimiento. 5

4.1.1.1.Historia y evolución del mantenimiento. _____ 5

4.1.1.2.Definición de mantenimiento. _____ 6

4.1.1.3.Variables del mantenimiento. _____ 6

4.1.1.4.Objetivos del mantenimiento. _____ 7

4.1.2.Clasificación del mantenimiento. 8

4.1.3.Estrategias organizativas del mantenimiento. 9

4.1.3.1.Mantenimiento productivo total (TPM). _____ 9

4.1.3.2.Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM). _____ 10

4.1.4.Herramientas y técnicas de análisis en mantenimiento. 11

4.1.4.1.Análisis modal de fallas y efectos (AMFE). _____ 11

4.1.4.2.Diagrama causa efecto o diagrama de Ishikawa. _____ 12

4.1.4.3.Análisis ABC o principio de Pareto. _____ 13

4.1.4.4.Matriz de selección. _____ 14

4.2. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO. _____ 15

4.2.1.Planificación y programación del mantenimiento. 16

4.2.1.1.Recolección de información. _____ 16

4.2.1.2.Análisis de los equipos. _____ 16

4.2.1.3.Asignación de recursos. _____ 17

4.2.1.4.Determinación de los tiempos estándar de mantenimiento. _____ 17

4.2.2.Organización y administración del mantenimiento. *20*
4.2.2.1.Indicadores de control del mantenimiento. _____ 20
4.2.2.2.Documentos de operación y control del mantenimiento. _____ 22
4.2.2.3.Costos del mantenimiento. _____ 25
4.2.3.Sistema computarizado de gestión de mantenimiento CMMS. *25*

5. MATERIALES Y MÉTODOS. _____ 27

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL. _____ 27

5.2. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO. 28

5.2.1.Introducción. *28*
5.2.2.Estudio general de la instalación. *30*
5.2.3.Establecer los lineamientos generales del plan de mantenimiento. *30*
5.2.4.Planificación y programación del mantenimiento. *31*
5.2.4.1.Elaborar los formatos de los documentos a utilizar. _____ 31
5.2.4.2.Levantamiento de información técnica de los equipos. _____ 32
5.2.4.3.Registro y codificación de equipos. _____ 33
5.2.4.4.Priorización y jerarquización de los equipos. _____ 34
5.2.4.5.Recopilar, revisar y clasificar la información. _____ 36
5.2.4.6.Análisis de los equipos. _____ 37
5.2.4.7.Elaborar el programa específico de mantenimiento. _____ 38
5.2.4.8.Generar los procedimientos de mantenimiento. _____ 39
5.2.4.9.Organización y administración de los recursos de mantenimiento. _____ 39

6. RESULTADOS. _____ 41

6.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES. _____ 41

6.1.1.Introducción. *41*
6.1.2.Generalidades de la planta de lácteos. *42*
6.1.2.1.Descripción de la planta de lácteos. _____ 42
6.1.2.2.Infraestructura y distribución de planta. _____ 43
6.1.2.3.Servicios y productos. _____ 45
6.1.2.4.Evaluación general de la Planta de Lácteos. _____ 47
6.1.3.Generalidades del centro de biotecnología. *48*
6.1.3.1.Descripciones generales. _____ 48
6.1.3.2.Infraestructura y distribución de la planta. _____ 49
6.1.3.3.Servicios y productos. _____ 51
6.1.3.4.Evaluación general del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal. ___ 51

6.2. LINEAMIENTOS GENERALES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO. ___ 52

6.2.1.Políticas. *52*
6.2.2.Objetivos. *52*
6.2.3.Alcance. *52*

6.3. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO. 53

6.3.1.Documentos de operación y control del mantenimiento. 53
6.3.2.Registro y codificación de equipos. 53
6.3.3.Priorización y clasificación de equipos. 56
6.3.4.Codificación de la información. 60
6.3.5.Análisis de los equipos. 61
6.3.6.Programa específico de mantenimiento. 67
6.3.7.Procedimiento de mantenimiento. 69
6.3.8.Organización y administración del mantenimiento. 71
6.3.8.1.Gestión de recursos humanos. 72
6.3.8.2.Gestión de herramientas. 72
6.3.8.3.Gestión de repuestos. 74

6.4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA. 75

6.4.1.Introducción. 75
6.4.2.Gestión del mantenimiento aplicando el MP v9 Software. 76
6.4.2.1.Introducción. 76
6.4.2.2.Requerimientos del software. 77
6.4.2.3.Descripción de características funcionales del MP Software. 77
6.4.2.4.Ingreso de información al MP v9 Software. 77
6.4.3.Gestión del mantenimiento aplicando Renovefree 2.0. 84
6.4.3.1.Introducción. 84
6.4.3.2.Requerimientos. 84
6.4.3.3.Características técnicas. 84
6.4.3.4.Ingreso de información a Renovefree 2.0. 84

6.5. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA. 90

6.5.1.Costos directos del mantenimiento. 90
6.5.2.Costos por adquisición de materiales de oficina. 90
6.5.3.Costos por adquisición de herramientas. 91
6.5.4.Presupuesto general del plan de mantenimiento. 92

7. DISCUSIÓN. 95

8. CONCLUSIONES. 97

9. RECOMENDACIONES. 98

10. BIBLIOGRAFÍA. 99

11. ANEXOS. 101

ANEXO A. FOTOGRAFÍA DE LA QUINTA EXPERIMENTAL PUNZARA. 101

ANEXO B. FOTOGRAFÍA EXTERIOR DE LA PLANTA DE LÁCTEOS. 101

ANEXO C. FOTOGRAFÍA INTERIOR DE LA PLANTA DE LÁCTEOS. 102

ANEXO D. FOTOGRAFÍA INTERIOR DEL CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN ANIMAL. 102

ANEXO E. INSPECCIÓN DEL CALDERO. EXTERIOR DE LA PLANTA DE LÁCTEOS. 103

ANEXO F. TOMA DE DATOS (PASTEURIZADOR). INTERIOR DE LA PLANTA DE LÁCTEOS. 103

ANEXO G. INSPECCIÓN (PICADORA DE FORRAJE). SALA DE FORRAJES. 104

ANEXO H. INSPECCIÓN (CABINA DE FLUJO LAMINAR). CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN ANIMAL. 104

ANEXO I. INSPECCIÓN (ESTUFA). CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN ANIMAL. 105

ANEXO J. TABLA PARA LA DETERMINACIÓN DE SUPLEMENTOS EN EL ESTUDIO DE TIEMPOS. 108

ANEXO K. FICHA TÉCNICA PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN. 109

ANEXO L. FORMATOS DE DOCUMENTOS DE OPERACIÓN Y CONTROL. 112

ANEXO M. FICHA DE EVALUACIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES. 118

ANEXO N. INVENTARIO GENERAL DE EQUIPOS. 121

ANEXO O. ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y DIAGRAMA DE PARETO DEL CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN ANIMAL. 125

ANEXO P. DIAGRAMA DE ISHIKAWA. 128

ANEXO Q. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS. 136

ANEXO R. PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE MANTENIMIENTO. 145

ANEXO S. ESTUDIO DE TIEMPOS PREDETERMINADOS. SISTEMA MOST. 150

ANEXO T. CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO. 155

ANEXO U. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO. 165

ANEXO V. ORDEN DE TRABAJO GENERADA POR EL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO MP. 175

ANEXO W. ORDEN DE TRABAJO GENERADA POR EL SOFTWARE RENOVEFREE 2.0 179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios y categorías para la selección de equipos. _____ 35
Tabla 2. Descripción general de las instalaciones de la Quinta Experimental Punzara. 42
Tabla 3. Cronograma de actividades productivas. _____ 47
Tabla 4. Ubicación de los equipos del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal. _____ 49
Tabla 5. Codificación de equipos de la Planta de Lácteos e instalaciones anexas.____ 54
Tabla 6. Codificación de los equipos del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal. _____ 55
Tabla 7. Codificación de la información. _____ 60
Tabla 8. Matriz de evaluación para la selección del sistema computarizado de gestión del mantenimiento (CMMS). _____ 76
Tabla 9. Costos directos del mantenimiento. _____ 90
Tabla 10. Costo de adquisición de materiales de oficina. _____ 90
Tabla 11. Costos de adquisición de herramientas. _____ 91
Tabla 12. Presupuesto anual del mantenimiento. Utilización del Software Renovefree 2.0 _____ 92
Tabla 13. Presupuesto anual del mantenimiento. Utilización del Software MP v9. __ 92
Tabla 14. Distribución mensual de los costos directos de mantenimiento. _____ 94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación de las variables en la vida de un material. 7
Figura 2. Clasificación del mantenimiento según la norma UNE: EN-13306:2011. 8
Figura 3. Fases de un plan de mantenimiento basado en RCM. 11
Figura 4. Esquema del diagrama Causa-efecto. 12
Figura 5. Gráfica resultante de la aplicación del principio de Pareto. 13
Figura 6. Matriz de selección. 14
Figura 7. Circulo de Deming. 15
Figura 8. Conversiones para calcular tiempos estándar. 18
Figura 9. Fases de la secuencia de movimiento general. 18
Figura 10. Fases de la secuencia de movimiento controlado. 19
Figura 11. Fases de la secuencia para uso de herramientas I. 19
Figura 12. Fases de la secuencia para uso de herramientas II. 20
Figura 13. Ciclo de control del mantenimiento. 22
Figura 14. Proceso para la ejecución de la orden de trabajo. 24
Figura 15. Estructura del sistema informático para la gestión del mantenimiento. 26
Figura 16. Metodología para la elaboración del Plan de Mantenimiento. 29
Figura 17. Estructura para la definición de los lineamientos del Plan de Mantenimiento. 30
Figura 18. Árbol jerárquico para la codificación de los equipos. 33
Figura 19. Estructura del código del equipo. 34
Figura 20. Estructura del código de la documentación. 36
Figura 21. Estructura jerárquica para el análisis de equipos. 37
Figura 22. Estructura de codificación para los componentes del equipo. 37
Figura 23. Organigrama estructural – funcional de la Quinta Experimental Punzara. 41
Figura 24. Proceso para la obtención de productos lácteos. 43
Figura 25. Distribución de la Planta de Lácteos. 44
Figura 26. Distribución de planta de las instalaciones anexas a la Planta de lácteos. 45
Figura 27. Diagrama de flujo para el procesamiento de lácteos. 46
Figura 28. Organigrama estructural – funcional del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal. 48
Figura 29. Distribución de planta del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal. 50
Figura 30. Sistemas y secciones de la Planta de Lácteos. 56
Figura 31. Priorización de equipos de la Planta de Lácteos e instalaciones anexas. 57
Figura 32. Diagrama de Pareto de la planta de lácteos e instalaciones anexas. 58
Figura 33. Distribución porcentual de los equipos por categoría. 59

Figura 34. Detalle de los componentes de los equipos. 62
Figura 35. Ficha técnica del caldero. 63
Figura 36. Ficha técnica. Plano general del equipo e identificación de partes. 64
Figura 37. Ficha técnica. Listado general de componentes del caldero. 65
Figura 38. Diagrama causa – efecto (Ishikawa) del caldero. 66
Figura 39. Cálculo del tiempo estándar para las actividades de mantenimiento. 67
Figura 40. Programa de mantenimiento de la caldera. 68
Figura 41. Procedimiento de mantenimiento para el caldero. 69
Figura 42. Procedimiento de mantenimiento para el caldero. Continuación. 70
Figura 43. Estructura organizacional del departamento de mantenimiento. 71
Figura 44. Listado general de herramientas. 73
Figura 45. Listado general de repuestos y consumibles. 74
Figura 46. Configuración inicial de la base de datos en MP Software. 78
Figura 47. Pantalla de inicio del MP Software. 78
Figura 48. Pantalla de ingreso del “catalogo” localizaciones. 79
Figura 49. Pantalla de opciones de configuración del catálogo de equipos. 80
Figura 50. Ventana de ingreso de equipos. 80
Figura 51. Ventana de ingreso de información del catálogo “auxiliares”. Continuación. 81
Figura 52. Ventana de ingreso de actividades del plan de mantenimiento. 82
Figura 53. Ventana de asociación de planes de mantenimiento. 82
Figura 54. Ventana de asociación de recursos. 83
Figura 55. Ventana de configuración inicial en Renovefree 2.0 85
Figura 56. Ventana de ingreso de personal en Renovefree 2.0 85
Figura 57. Estructura jerárquica empleada en Renovefree 2.0 86
Figura 58. Ventana de ingreso de equipos en Renovefree 2.0 86
Figura 59. Registro general del módulo equipos en Renovefree 2.0. 87
Figura 60. Ventana de ingreso de Protocolos de Mantenimiento en Renovefree 2.0 87
Figura 61. Ventana de generación del plan de mantenimiento en Renovefree 2.0 88
Figura 62. Ventana de planificación de Orden de Trabajo en Renovefree 2.0 89
Figura 63. Distribución porcentual del presupuesto para el primer año de gestión (Aplicando Renovefree 2.0). 93
Figura 64. Distribución porcentual del presupuesto para el primer año de gestión (Aplicando MP v9 Software). 93
Figura 65. Distribución mensual de los costos de mantenimiento. 94

1. TÍTULO.

“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE LÁCTEOS Y EL CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA QUINTA EXPERIMENTAL PUNZARA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE MP”

2. RESUMEN.

El siguiente trabajo de tesis se plantea como objetivo principal la elaboración de un plan de mantenimiento para la Planta de Lácteos y el Centro de Biotecnología de la Quinta Experimental Punzara, el mismo tiene como propósito servir de instrumento en la preservación de los equipos que se ubican en las instalaciones indicadas anteriormente.

Actualmente las instalaciones no cuentan con un plan de mantenimiento en ejecución que permita tener una vasta información sobre las intervenciones de mantenimiento realizadas en los equipos y la información técnica de los mismos.

En base a los antecedentes expuestos, el proyecto plantea una metodología que se fundamenta en el desarrollo de tres etapas, estas son: el análisis de las instalaciones, la determinación de los lineamientos del plan de mantenimiento y la planificación del mantenimiento. La metodología abarca diferentes temáticas y conceptos relevantes en el desarrollo del plan de mantenimiento tales como análisis de criticidad, análisis de Pareto, análisis causa-efecto, entre otros.

Todos los aspectos analizados permitieron obtener como resultado una base de datos técnicamente realizada, con una adecuada planificación de las actividades de mantenimiento correspondiente a cada equipo, además de la asignación de los recursos necesarios para el cumplimiento de las actividades. La información resultante servirá de base para la realización de futuros estudios.

El proyecto finalmente considera la elaboración de una propuesta alternativa a la gestión mediante la aplicación de un Sistema Computarizado de Gestión de Mantenimiento (CMMS) que permita facilitar las actividades de administración, ejecución y control contempladas en la planificación.

SUMMARY

The following tesis work arises like principal objective the elaboration of a maintenance plan for the Planta de Lácteos and the Centro de Biotecnología of the Quinta Experimental Punzara, this Project have the purpose to be an instrument for the conservation of the equipment that are located in the installations listed above.

Actually the installations don´t have a function maintenance plan which allows to have information about maintenance interventions in equipment and technical information from them.

In base above background, the project plans a methodology which is based in three stages: analysis of the installations, determining the guidelines of the maintenance plan and maintenance planning. The methodology have diferents themes and relevant concepts in the development of the maintenance plan such as criticality analysis, Pareto analysis, cause-effect analysis, among others.

All the analized aspescts allows for result a data base analized technically, with proper planning of maintenance activities relevant to each equipment, and the asignation of nescesary resources for the activities realization. The information will be the basis for future studies.

The project finally considers the development of an alternative approach to management through the implementation of a Computerized Maintenance Management System (CMMS) allowing easy management activities, execution and supervision under planning.

3. INTRODUCCIÓN.

Todo proceso productivo, sea con fines comerciales o con fines experimentales requiere de la utilización de equipos y maquinaria que satisfaga las exigencias propias del trabajo, naturalmente esto conlleva el desgate y deterioro paulatino de los mismos, de ahí nace la importancia de la elaboración de un plan de mantenimiento que se ajuste a la realidad de cada una de las instalaciones. El plan de mantenimiento elaborado en el presente documento se enfoca en los equipos y maquinarias que se encuentran en la Planta de Lácteos y el Centro de Biotecnología y Reproducción Animal, las instalaciones están ubicadas dentro de la Quinta Experimental Punzara la misma que forma parte de la infraestructura de la Universidad Nacional de Loja.

La Planta de Lácteos y el Centro de Biotecnología y Reproducción Animal tienen como función servir de centros de práctica y experimentación en la formación integral del estudiante universitario. Actualmente, la planificación en torno al mantenimiento en las instalaciones objeto de estudio es nula, por lo que el proyecto mostrado en este documento se plantea como objetivo principal elaborar un plan de mantenimiento que nos permita preservar la vida útil de los equipos en las condiciones óptimas de funcionamiento, lo cual se reflejará en una mejor disposición de los mismos al servicio de los usuarios. Además, como parte del trabajo es necesario cumplir con los siguientes objetivos:

- Recopilar información técnica y realizar el levantamiento de los equipos instalados en la Planta de Lácteos y el Centro de Biotecnología de la Quinta Experimental Punzara.
- Elaborar las rutinas y planes de mantenimiento de los equipos instalados en la Planta de Lácteos y el Centro de Biotecnología de la Quinta Experimental Punzara.
- Elaborar una propuesta alternativa que permita la gestión, administración y control del mantenimiento mediante la aplicación de un software.

El plan de mantenimiento presentado es el resultado de un arduo trabajo de investigación, el mismo que pretende guiar al lector en las diferentes etapas que contiene su elaboración, sin pretender generar una metodología rígida, sino todo lo contrario, se espera crear un pensamiento crítico que permita mejorar la versión mostrada en el presente documento.

4. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1. EL MANTENIMIENTO, GENERALIDADES Y DEFINICIONES.

4.1.1. El mantenimiento.

En todo proceso productivo el mantenimiento tiene un rol muy importante, su adecuada implementación y gestión permite garantizar una producción continua, logrando mejorar la seguridad, eficiencia y rentabilidad de las instalaciones industriales, lo que a su vez se refleja en una mejor calidad del producto. Naturalmente que esto conlleva gastos, y por eso la necesidad de realizar una planificación adecuada a fin de lograr aprovechar y cuidar la vida útil de las instalaciones y equipos, mejorando la disponibilidad de los mismos y reduciendo los costos de su mantenimiento y operación.

Para comprender de mejor manera su importancia es preciso desarrollar una cronología del mismo, que nos permita entender cada uno de sus preceptos y los alcances que tiene en los procesos de producción.

4.1.1.1. Historia y evolución del mantenimiento.

El mantenimiento a lo largo de la historia ha incidido en el desarrollo de la industria y la optimización de los procesos de producción. Desde sus inicios hasta la actualidad el mantenimiento ha tenido un proceso evolutivo, en él se puede observar un crecimiento e implementación de nuevos conceptos que nutren y fundamentan las nuevas tendencias en la gestión del mantenimiento, estas sucesiones o generaciones del mantenimiento se las pueden resumir de acuerdo a la época en la que se desarrollaron.

La primera generación tuvo lugar hasta el año 1950, en ella las actividades se enfocaban al Mantenimiento correctivo. Posteriormente, en la segunda generación se integraron más conceptos, por lo que además del mantenimiento correctivo también se iniciaron actividades de mantenimiento preventivo fijo y la implementación de sistemas de planificación y control, su incidencia duró hasta 1980, año en que surge la tercera generación, es aquí, donde las técnicas predictivas de fallos y el seguimiento y monitoreo del comportamiento de los equipos toma fuerza, se introducen conceptos como el análisis modal de fallos y efectos (AMFE), el análisis de costos de ciclos de vida (LCC), la inclusión de sistemas expertos y la contratación externa.

Todos estos procesos de evolución son los que nutren la concepción del mantenimiento moderno, y es a partir de 1995, que surgen nuevas estrategias y filosofías que mejoran la gestión del mantenimiento, en ella podemos encontrar conceptos como el RCM[1], el TPM[2], la gestión orientada a resultados y clientes, el análisis de riesgos y la elaboración de nuevas consistencias (MOC), además, se incorpora una reingeniería permanente para la mejora de disponibilidad, fiabilidad y costes (González Fernandez, 2011).

Cada uno de estos cambios en la gestión del mantenimiento va en procura de mejorar la competitividad, incrementando las utilidades de la empresa, disminuyendo los costos y aumentando la producción.

4.1.1.2. Definición de mantenimiento.

"El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas" (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2007, pág. 29).

El mantenimiento puede considerarse como un sistema que ejecuta un conjunto de tareas y que va de la mano con los sistemas de producción, por lo que es un factor importante en la calidad de los productos y la competitividad (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2007).

4.1.1.3. Variables del mantenimiento.

Dentro de las variables del mantenimiento que repercuten en el desempeño de los sistemas se puede nombrar las siguientes:

Fiabilidad:

Es la probabilidad de que las instalaciones o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado. La probabilidad puede variar de 0 (indica la certeza de falla) y 1 (indica la certeza de buen desempeño).

Mantenibilidad:

Es la probabilidad de que un equipo o sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un período de tiempo dado. La Mantenibilidad es una cualidad del equipo o sistema que nos indica la facilidad que brinda para realizarle mantenimiento y puede expresarse en términos de frecuencia, duración y costo.

[1] RCM: Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento basado en confiabilidad).
[2] TPM: Productive total Maintenance (Mantenimiento Productivo Total).

Disponibilidad:

Es la proporción de tiempo durante la cual un sistema, equipo o planta estuvo en condiciones de ser usado. Por lo que esta depende de la frecuencia de las fallas y del tiempo requerido para reanudar el servicio.

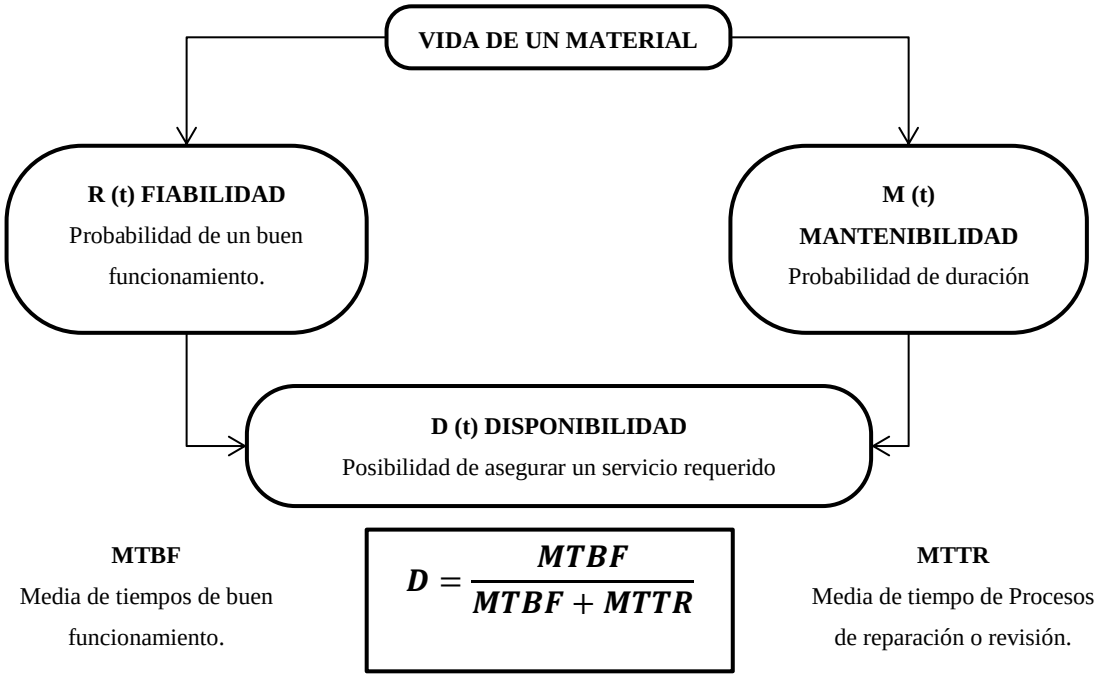


Figura 1. Relación de las variables en la vida de un material.
Fuente: (González Fernandez, 2011).

La relación entre variables mostrada en la Figura 1 nos permite apreciar el grado de influencia que tiene cada una de ellas en el desarrollo de la vida útil de un material (Torres, 2005).

4.1.1.4. Objetivos del mantenimiento.

Entre los objetivos que se pueden considerar dentro del mantenimiento están los siguientes:

- Asegurar la óptima disponibilidad y mantener la fiabilidad de los equipos.
- Reparar las averías y reducción de las mismas en el menor tiempo posible.
- Manejo óptimo de stock de repuestos.
- Manejarse dentro de costos anuales regulares (repuestos, mano de obra, etc).

El establecimiento de los objetivos del mantenimiento en una planta o industria deben ser específicos y estar alineados a los propósitos de la empresa (Torres, 2005).

4.1.2. Clasificación del mantenimiento.

La clasificación del mantenimiento se basa en el tipo de tareas que predominan, según la norma UNE: EN- 13306:2011 el mantenimiento tiene la estructura mostrada en la Figura 2.

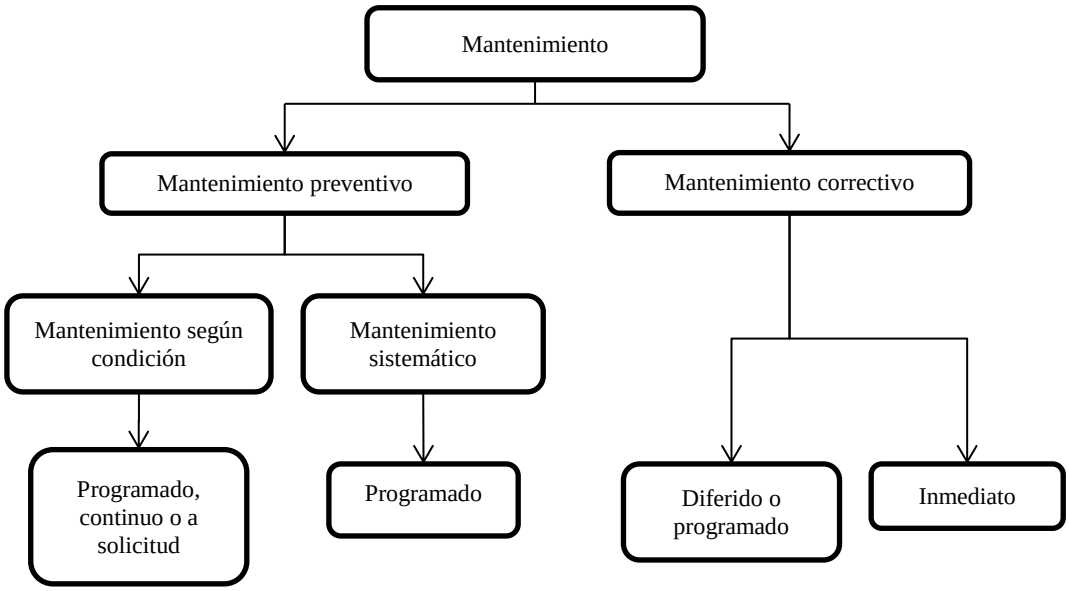


Figura 2. Clasificación del mantenimiento según la norma UNE: EN-13306:2011.

Fuente: (González Fernandez, 2011).

Mantenimiento correctivo: Consiste en una intervención pos-falla, su utilización se justifica cuando el equipo o componente afectado tienen un bajo costo o no influye directamente en la producción. Este tipo de mantenimiento puede, o no, ser planificado.

Mantenimiento preventivo: Se puede definir como un conjunto de acciones planificadas con antelación que tienen como propósito minimizar la probabilidad de fallo o la degradación del funcionamiento del equipo. El mantenimiento preventivo siempre se planifica.

- **Mantenimiento programado o sistemático:** Es el mantenimiento preventivo que se efectúa a intervalos predeterminados de tiempo, número de operaciones, recorrido, etc.
- **Mantenimiento según condición o predictivo:** Mantenimiento preventivo que consiste en el análisis de parámetros de funcionamientos cuya evolución permite detectar un fallo antes de que este tenga consecuencias más graves. El mantenimiento predictivo se apoya enormemente en el uso de la tecnología y medios técnicos para el análisis, detección y diagnóstico de fallos.

Actualmente es difícil concebir la aplicación exclusiva de un solo tipo de mantenimiento, por lo que para obtener un adecuado plan de mantenimiento es preciso combinar de forma adecuada los diferentes tipos de mantenimiento (González Fernandez, 2011).

4.1.3. Estrategias organizativas del mantenimiento.

4.1.3.1. Mantenimiento productivo total (TPM).

El TPM es una filosofía que se originó en Japón gracias al esfuerzo del Japan Institude of Plant Maintenance (JIPM), su enfoque es mejorar la competitividad mediante la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias en los sistemas operativos, para esto se deben ejecutar un conjunto de tareas que permitan lograr cero accidentes, cero defectos, cero perdidas. Los pilares sobre los cuales se edifica la metología del TPM son los siguientes:

Mejora focalizada: Eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas.

Mantenimiento autónomo: El operario puede prevenir fallas eventuales de su equipo.

Mantenimiento planeado: El operario está en capacidad de diagnosticar la falla, además, debe indicar mediante etiquetas las fallas observadas, de forma tal que, cuando el personal de mantenimiento llegue pueda ir directo a la falla.

Capacitación: Pretende aumentar las capacidades y habilidades de los empleados.

Control inicial: Su objetivo es reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento.

Mejoramiento para la calidad: Continua búsqueda de mejoras y optimización del equipo.

Seguridad, higiene y medio ambiente: Garantizar un ambiente de trabajo confortable y seguro.

TPM en los departamentos de apoyo:

Su objetivo es eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar su eficiencia.

Estrategia de las "Cinco S" en el TPM.

El mantenimiento autónomo se basa según las definiciones acuñadas en Japón, en los principios de las "cinco S", palabras que están asociadas a requerimientos y conceptos que se dan en el trabajo y cuyo significado es el siguiente:

Organización y clasificación (Seiri):

Eliminar todo lo innecesario para mejorar la organización. Se etiqueta con tarjetas rojas los elementos de uso poco frecuente, posteriormente si no se usan se retiran o eliminan.

Orden (Seiton):

Consiste en ordenar los elementos que se han clasificado como necesarios. Asignar un lugar adecuado para cada cosa.

Limpieza e inspección (Seiso):

El automantenimiento es muy importante, por lo que las labores de limpieza deben ser realizadas por los operarios de producción al finalizar su jornada.

Estandarización o normalización (Seiketsu):

Los estándares, etiquetas, la delimitación de zona por colores, la fácil interpretación visual de herramientas y medios tienen una importancia crucial en el TPM.

Cumplimiento o disciplina (Shitsuke):

Las rutinas de limpieza e inspección que se define conjuntamente con producción, esto se logra creando un ambiente de respeto a las normas (González Fernandez, 2011).

4.1.3.2. Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM).

El RCM (Reliability Centered Maintenance) es una estrategia utilizada en la elaboración de planes de mantenimiento en instalaciones industriales en las que la fiabilidad de los equipos juega un papel importante en la producción. Inicialmente el RCM fue desarrollado para el sector de la aviación, posteriormente se fue extendiendo en el mundo de la industria debido a los grandes resultados. El mantenimiento centrado en fiabilidad se basa en el análisis de fallos, tanto aquellos que ya han ocurrido, como los que se están tratando de evitar. Para establecer un proceso RCM es necesario seguir los lineamientos propuestos en la norma SAE JA 1011, en la cual se plantea asegurar que las siete preguntas son respondidas satisfactoriamente y en la secuencia mostrada:

a) ¿Cuáles son las funciones y estándares de funcionamiento (funciones)?
b) ¿De qué forma puede fallar o no cumplir sus funciones (fallas funcionales)?
c) ¿Qué causa cada fallo funcional (modos de fallo)?
d) ¿Qué sucede cuando cada fallo ocurre (efectos del fallo)?
e) ¿De qué manera afecta cada falla (consecuencias de las fallas)?
f) ¿Qué debería hacerse para predecir o prevenir cada falla (tareas e intervalos)
g) ¿Qué debe hacerse si no se puede prevenir el fallo?

Al aplicar la metodología en la que se basa RCM se debe ir completando una serie de fases de análisis (Ingeniería del mantenimiento, 2013). Las fases para la elaboración de un plan de mantenimiento basado en RCM se indican en la Figura 3.

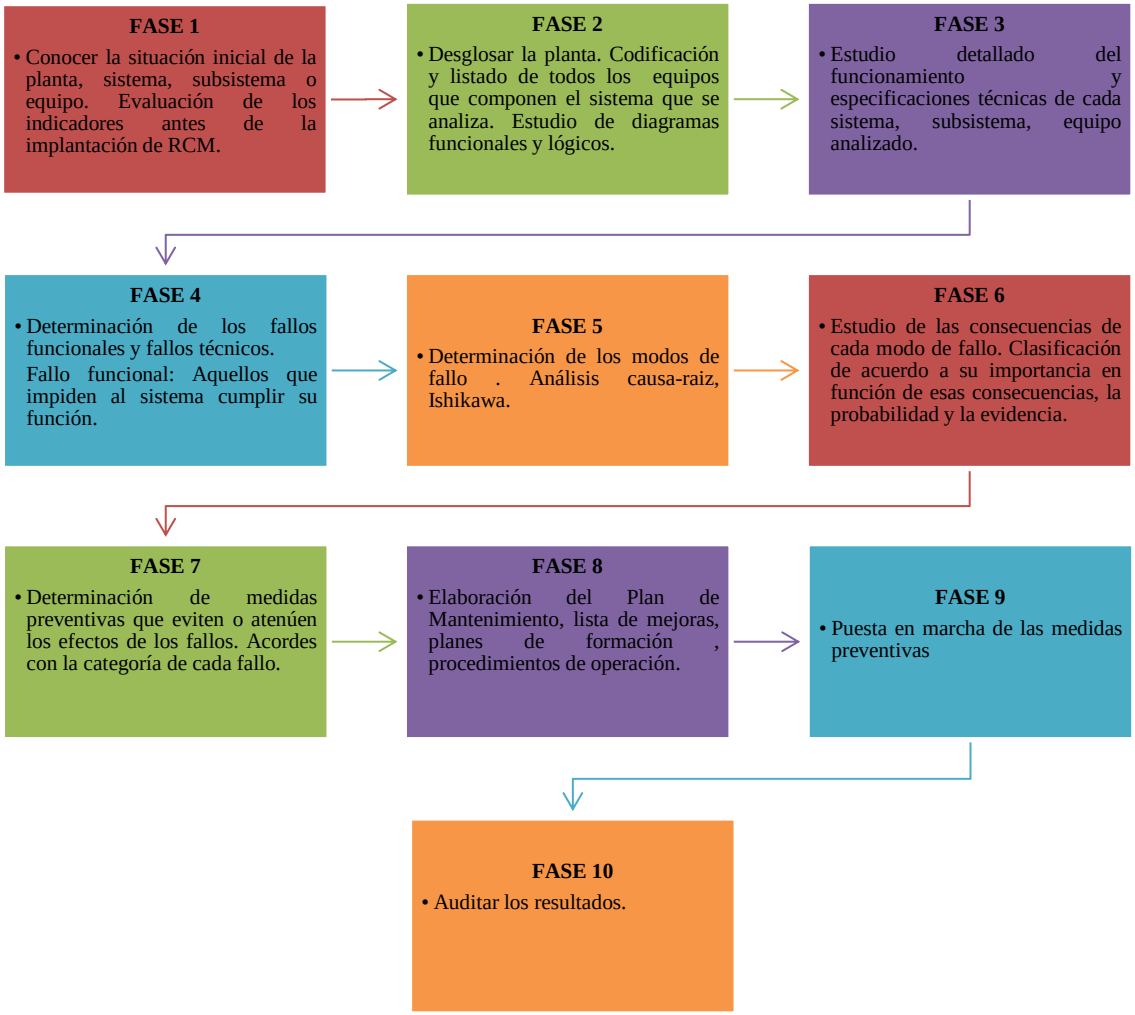


Figura 3. Fases de un plan de mantenimiento basado en RCM.

Fuente: (García Garrido, Elaboración de planes de mantenimiento basado en RCM, 2014).

4.1.4. Herramientas y técnicas de análisis en mantenimiento.

4.1.4.1. Análisis modal de fallas y efectos (AMFE).

El AMFE se ha introducido en las actividades de mantenimiento industrial gracias al desarrollo del Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad o RCM que lo utiliza como una de sus herramientas básicas. La metodología que se basa en diseccionar un producto/proceso hasta el nivel de componente y estudiar cada uno de los órganos de un sistema o equipo.

En el análisis modal de fallos y efectos (AMFE) es necesario tener claro algunas terminologías muy usuales, como las siguientes:

- **Funciones:** Describen las características y especificaciones de funcionamiento que se le exigen a un activo.
- **Fallo funcional:** Se refiere a la incapacidad de un activo para cumplir con los parámetros de funcionamiento.
- **Modo de fallo:** Forma en la que un activo puede dejar de funcionar.
- **Causa raíz:** Anomalía inicial que puede conducir al fallo.
- **Consecuencia/Efecto:** Efecto del fallo sobre el activo, producción o entorno.

4.1.4.2. Diagrama causa efecto o diagrama de Ishikawa.

El diagrama consiste en una representación gráfica en la que se puede ver de manera rápida y clara, las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. El diagrama está compuesto por una línea principal, en cuyo extremo derecho se cita el problema que se requiere estudiar, sobre ella se desprenden otras líneas, éstas tiene una leve inclinación y acogen a las denominadas categorías principales del problema, a su vez, sobre ellas se van ramificando las causas y subcausas que afectan a las categorías principales y por ende al problema analizado (Díaz Palacios, 2012).

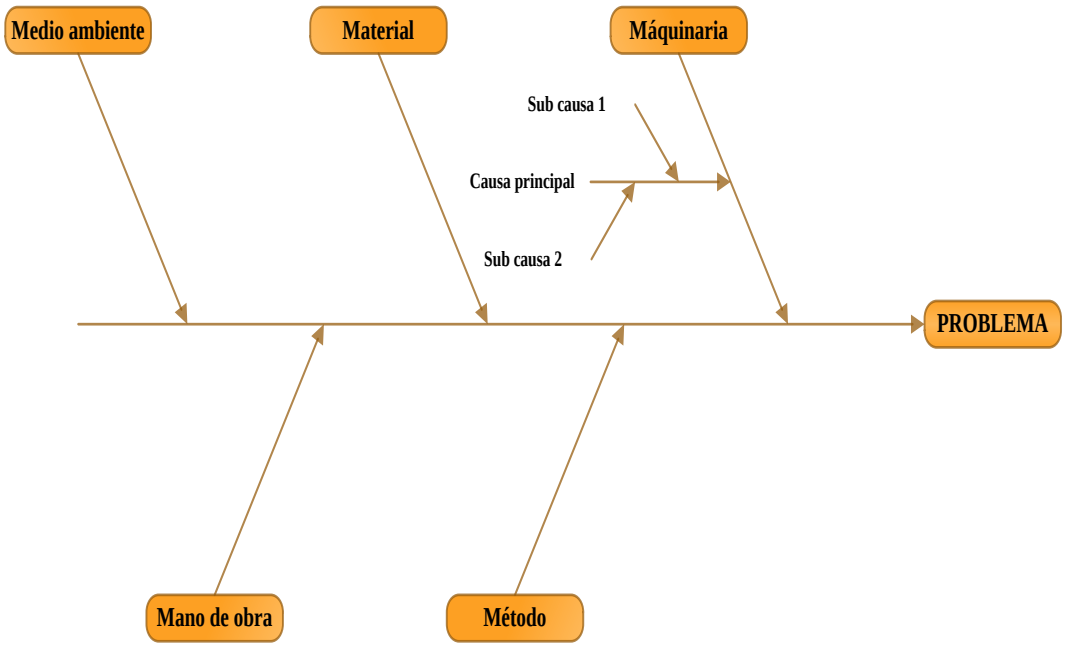


Figura 4. Esquema del diagrama Causa-efecto.

Fuente: (Eduteka, 2007).

Los procedimientos para la construcción de un diagrama causa – efecto son los siguientes:

a) Identificar y definir el problema, fenómeno o situación que se requiere analizar.
b) Establecer las principales categorías: Éstas se puede derivar en base a las 5 "M", las categorías son Método, Máquina, Mano de obra, Materiales y Medio ambiente, éstas se pueden usar en su totalidad o algunas de ellas.
c) Identificar las causas del problema.

Finalmente se debe analizar y discutir sobre los resultados plasmados en el diagrama. Corregirlo de ser necesario (Grupo de ingeniería de organización., 2010).

4.1.4.3. Análisis ABC o principio de Pareto.

El Diagrama de Pareto constituye un método de análisis gráfico, éste permite determinar el impacto, influencia o efecto que tienen determinados elementos sobre un aspecto, a fin de establecer un orden de prioridades para la toma de decisiones. El principio de Pareto se fundamenta en la proporción del 80/20 (muchos "triviales", pocos "vitales"), es decir, se considera que en cualquier industria o proceso pocos elementos son vitales para su funcionamiento, permitiendo así, que el equipo de trabajo pueda priorizar y focalizar los esfuerzos en los aspectos más significativos. En la Figura 5 se muestra la gráfica resultante del principio de Pareto, la misma que está dividida en tres zonas:

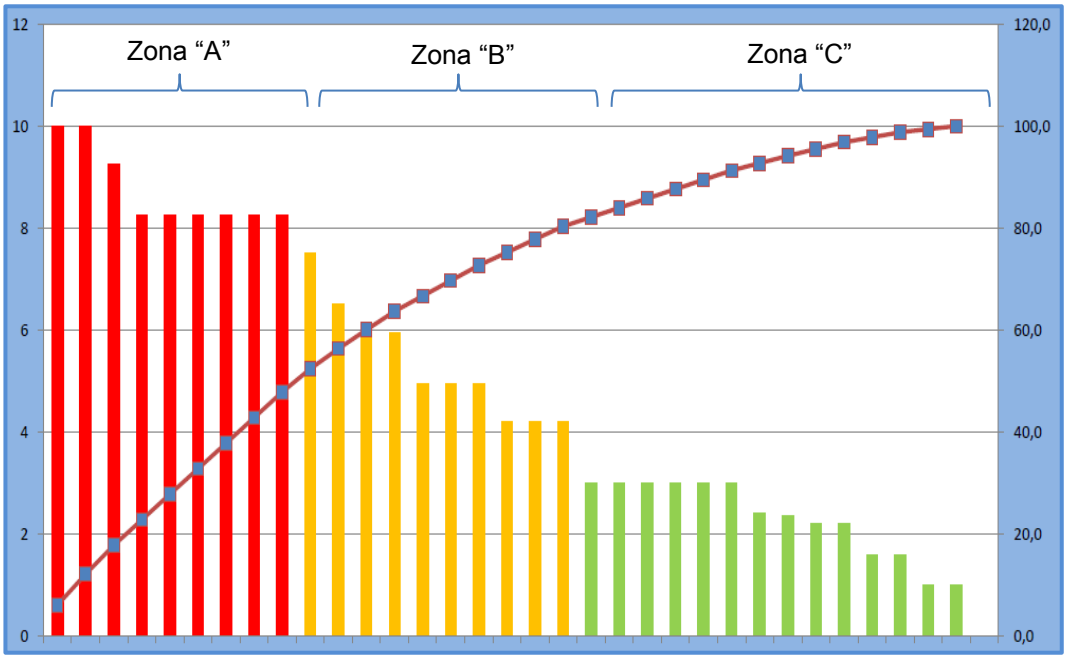


Figura 5. Gráfica resultante de la aplicación del principio de Pareto.

Fuente: El autor.

Zona A: La constituyen los elementos más importantes, además de ser los menos numerosos (más o menos el 20 %) pero con un alto valor (del 65 – 80 % del total).

Los elementos de la zona A deben recibir los mayores esfuerzos de mantenimiento.

Zona B: Es una cantidad de elementos que puede ser numeroso (entre el 30– 40 %) y con valores medios de importancia sobre el total del problema analizado (aproximadamente un 20 %). Sobre estos elementos se realizarán esfuerzos menores.

Zona C: La componen un número elevado de elementos o problemas (aproximadamente el 50 %) cuyo valor total es bajo (oscila de 5 – 10 % del valor total analizado). Estos elementos no requieren mantenimiento preventivo hasta una nueva evaluación (Jiménez, 2002).

4.1.4.4. Matriz de selección.

La matriz es una herramienta que permite la selección de opciones sobre la base de ponderación y aplicación de criterios, estableciendo prioridades entre el conjunto de elementos que facilite la toma de decisiones (Aiteco, 2014). Para elaborar una matriz de prioridades se debe realizar el siguiente proceso:

a) Definir el objetivo.
b) Identificar las opciones.
c) Determinar los criterios de evaluación.
d) Ponderar los criterios.
e) Analizar los resultados de la matriz.

Para la ejecución del análisis es preciso desarrollar un formato de matriz, ésta puede tener diferentes formas. En la Figura 6 se muestra a modo de ejemplo el formato de un matriz de selección.

OPCIONES	CRITERIOS			RESULTADO
	A	B	C	

Figura 6. Matriz de selección.

Fuente: El autor.

4.2. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.

La gestión del mantenimiento se enfoca en la formación de una directriz por la que debe transitar cada una de las acciones a desarrollarse, esto implica el desarrollo de una adecuada planificación, organización y control de todo el proceso que abarca el mantenimiento. La gestión del mantenimiento además de la ejecución de las tareas contempladas en el plan de mantenimiento también se enfoca en la administración de los recursos, los costos y el cumplimiento de los objetivos previstos. Para comprender mejor su dinámica es conveniente asociarlo con el círculo de Deming o ciclo de mejora continua. Este proceso consta de cuatro etapas, su estructura se muestra en la Figura 7.

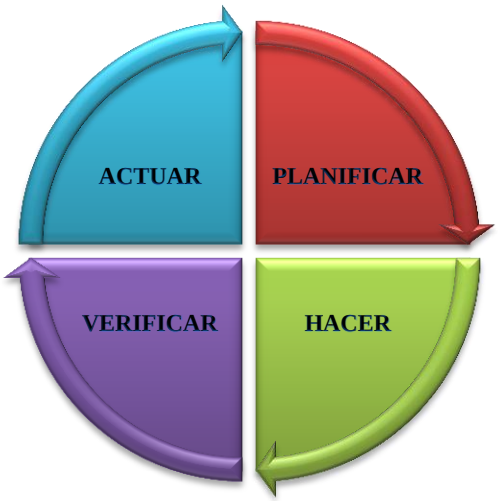


Figura 7. Circulo de Deming.
Fuente: (Torres, 2005).

Planificar (Plan): Comprende la definición de los objetivos, metas y políticas, además de la elaboración del plan de mantenimiento.

Hacer /Ejecutar (Do): Puesta en marcha del plan de mantenimiento, aplicando los procedimientos establecidos en el mismo.

Verificar (Check): Consiste en la realización de evaluaciones y controles del grado de cumplimiento de los objetivos propuestos.

Actuar (Act): Una vez que se han cumplido las etapas anteriores tendremos una idea clara del funcionamiento, si existieran desviaciones de los propósitos iniciales, lo que sigue es retroalimentar el sistema, esto es, volver a la etapa de planificación, ejecución y control, a fin de corregir los aspectos que no se están cumpliendo. Este ciclo es continuo, por lo que siempre tendremos la oportunidad de mejorar (Torres, 2005).

4.2.1. Planificación y programación del mantenimiento.

La planificación del mantenimiento es la fase inicial en la gestión, consiste en la elaboración del plan de mantenimiento, para ello es necesario realizar un análisis previo de las características de la planta o instalación, considerando cada una de las particularidades y las condiciones de trabajo, esto nos permitirá determinar una metodología y estrategia que se ajuste a las necesidades del objeto de estudio, asignando las tareas correspondientes junto a recursos necesarios para su cumplimiento.

4.2.1.1. Recolección de información.

El punto de partida en la estructuración de un plan de mantenimiento es la obtención de información sobre la instalación y los equipos. La información que se requiere es abundante, entre los documentos más importantes están los siguientes:

Información relativa a la instalación:

- Distribución de planta y sectorización (áreas, zonas, salas, etc.).
- Organigrama de funcionamiento.
- Los productos o servicios con su respectivo diagrama de flujo.
- Información técnica de la instalación. (Diagramas, planos, manuales, etc).

Información relativa a los Equipos:

- Características de funcionamiento de equipo.
- Documentos técnicos suministrados por el fabricante (manual de operación, montaje, seguridad, mantenimiento, refacciones, entre otros).
- Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, etc.

4.2.1.2. Análisis de los equipos.

El análisis consiste en el estudio detallado de las características de funcionamiento del equipo, con el propósito de determinar las acciones que se requieren realizar para lograr el funcionamiento óptimo del mismo.

Para realizar el análisis es preciso tomar en cuenta el desarrollo de las siguientes etapas:

- Registrar cada uno de los equipos.
- Asignar un código de equipo.
- Priorización de los equipos.
- Determinar las situaciones de fallo en los equipos.
- Determinar las actividades necesarias para evitar o disminuir los fallos.

4.2.1.3. Asignación de recursos.

Cada una de las actividades que se realicen en los equipos requieren de recursos para su ejecución, estos pueden ser humanos o materiales. Para el cumplimiento de la planificación del mantenimiento se debe determinar los siguientes aspectos:

- Especialidad de la operación de mantenimiento.
- Encargado de la operación de mantenimiento.
- Tiempo que durará la ejecución de la tarea de mantenimiento.
- Costo que tendrá la ejecución de la tarea.
- Herramientas que se utilizarán en la ejecución de la tarea.
- Repuestos que se requieren en la operación.

4.2.1.4. Determinación de los tiempos estándar de mantenimiento.

La determinación de los tiempos estándar se basa en los denominados tiempos predeterminados o tiempos sintéticos, consiste en el uso de tablas de movimiento o agrupación de movimientos, a los cuales se les asigna un tiempo estándar de realización. Entre los sistemas más reconocidos en la determinación de tiempos predeterminados tenemos los siguientes:

- **MTM (Methods Time Measurement):** Pionero en la clasificación de los sistemas de movimiento promedio.
- **MTM-2:** Subsistema del anterior. Ofrece mayor rapidez en el cálculo.
- **MOST (Maynard Operation Secuence Technique):** Es una técnica secuencial derivada del MTM, es 5 veces más rápido que MTM.
- **WORK – FACTOR:** Sistema desarrollado sobre la base de un concepto diferente de desempeño normal.
- **MACRO Motion Analyses:** Utiliza datos de work - factor. Es un sistema de MTM.

De todos los sistemas mencionados podemos resaltar el sistema MOST como uno de los que ofrecen mayor celeridad en el cálculo gracias a sus grandes bloques de movimiento. La metodología se basa en la descomposición de las actividades en micromovimientos, los mismos que posteriormente serán valorados de acuerdo a las tablas correspondientes. Los valores tabulados no incluyen tiempos de suplemento, por lo tanto, al resumen de los tiempos calculados será necesario incorporar los suplementos apropiados.

El método de medición de tiempos tiene su propia valoración, esta se mide en UMT[3] y son el resultado de sumar cada índice de la actividad y multiplicarlo por la constante 10. Para transformar a tiempo real las UMT obtenidas se requiere utilizar las equivalencias mostradas en la Figura 8.

CONVERSIONES PARA CALCULAR TIEMPOS ESTÁNDAR.	
1 UMT=	0.00001 hora
1 UMT=	0.0006 minutos
1 UMT=	0.036 segundos

Figura 8. Conversiones para calcular tiempos estándar.

Fuente: (García Criollo, 2005)

Método de medición de tiempo MOST.

Este sistema permite establecer estándares de tiempo con una exactitud aproximada al 90%. El método MOST identifica tres modelos de secuencias básicos:

- Movimiento general.
- Movimiento controlado.
- Uso de herramienta.

Modelo de secuencia para movimiento general.

Obtener: Describe acciones usadas para llegar al objeto (Con movimiento del cuerpo si lo requiere).

Poner: Describe las acciones que se requieren para mover un objeto de un lugar a otro.

Volver: Indica la distancia que recorre el operador para retornar al punto de partida.

Obtener	Poner	Volver
ABG	ABP	A

Figura 9. Fases de la secuencia de movimiento general.

Fuente: (García Criollo, 2005)

Los parámetros (letras) que constituyen las fases de la secuencia están representados de la siguiente manera:

A: Distancia de la acción.

B: Movimiento del cuerpo.

G: Obtener el control del objeto.

P: Colocar.

[3] UMT: Unidad de Medida de Tiempo.

Modelo de secuencia para movimiento controlado.

La secuencia para el movimiento controlado está compuesta por las siguientes fases:

Obtener: Describe acciones para llegar al objeto (Con movimiento o no del cuerpo).

Mover/Actuar: Describe las acciones que se requieren para mover o actuar sobre un objeto, dependen del tiempo del proceso y de la alineación que necesita el objeto.

Volver: Indica la distancia que recorre el operador para retornar al punto de partida.

Obtener	Mover/Actuar	Volver
ABG	MXI	A

Figura 10. Fases de la secuencia de movimiento controlado.

Fuente: (García Criollo, 2005)

Los parámetros (letras) que constituyen las fases de la secuencia están representados de la siguiente manera:

A: Distancia de la acción.

B: Movimiento del cuerpo.

G: Obtener el control del objeto.

M: Movimiento controlado.

X: Tiempo de proceso (Proceso del equipo o máquina) no incluye acciones manuales.

I: Alineación del objeto.

Modelo de secuencia para uso de herramientas.

El modelo es una combinación de los dos anteriores, además de incorporar el uso de herramientas manuales. Las fases en las que se divide la secuencia son:

Obtener herramienta: Alcanzar y controlar manualmente la herramienta requerida.

Colocar la herramienta: Mover la herramienta al espacio de trabajo y colocarla en posición de uso.

Utilizar la herramienta: Acción o trabajo que se requiere realizar con la herramienta.

Poner la herramienta: Ubicar la herramienta en un lugar adecuado.

Volver: Transitar por el lugar de trabajo o dirigirse a otro lugar.

Obtener herramienta	Colocar herramienta	Utilizar herramienta	Poner herramienta	Volver
ABG	ABP	…….	ABP	A

Figura 11. Fases de la secuencia para uso de herramientas I.

Fuente: (García Criollo, 2005)

Los parámetros (letras) que constituyen las fases de la secuencia están representados de la siguiente manera:

A: Distancia de la acción.

B: Movimiento del cuerpo.

G: Obtener el control del objeto.

P: Colocar.

La actividad relacionada con la utilización de la herramienta se establece a partir de herramientas específicas:

Apretar	Soltar	Cortar	Preparar superficies	Medir	Registrar	Pensar
F	L	C	S	M	R	T

Figura 12. Fases de la secuencia para uso de herramientas II.

Fuente: (García Criollo, 2005)

Las tablas de valores movimiento – tiempo correspondientes al sistema MOST de tiempos predeterminados se puede consultar en el Anexo Q.

4.2.2. Organización y administración del mantenimiento.

La asignación de responsabilidades dentro del mantenimiento es de vital importancia, del grado de compromiso y vinculación del personal dependerá el cumplimiento de la planificación y programación del mantenimiento. Por lo tanto, es necesario elaborar un organigrama de mantenimiento que procure abarcar las siguientes acciones:

- Facilitar el flujo frecuente de información.
- Fijar el número de efectivos necesarios para solventar los requerimientos.
- Establecer las responsabilidades del personal administrativo y de operación.

La estructura que se adopte depende del tipo de instalación, del plan de mantenimiento y de los recursos con los que se dispone (Díaz Navarro, 2007).

4.2.2.1. Indicadores de control del mantenimiento.

Los indicadores están relacionados con los objetivos que perseguimos, es decir, se debe medir aquello que nos brinde información útil y que nos permita evaluar el desempeño del mantenimiento. El número de indicadores aplicables dependerá de los requerimientos y grado de control que se desee, a continuación se describen los indicadores más usuales, su expresión y cálculo se define a continuación:

Disponibilidad: Representa el porcentaje del tiempo en que el equipo puede ser usado en sus condiciones óptimas de operación.

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ total - Tiempo\ fuera\ de\ servicio.}{Tiempo\ total.}$$

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} x100 \qquad (1)$$

Tiempo medio entre fallos (MTBF): Es la medida del tiempo de buen funcionamiento, indica el intervalo de tiempo a partir del arranque del equipo y la aparición del fallo. Se utiliza en ítems[4] que son reparados después de la ocurrencia de la falla.

$$MTBF = \frac{Tiempo\ total\ de\ buen\ funcionamiento}{Número\ total\ de\ fallos}$$

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^{n} TBF}{n} \qquad (2)$$

Tiempo medio de reparación (MTTR):

$$MTTR = \frac{Tiempo\ total\ de\ intervención\ correctiva}{Número\ total\ de\ fallos}$$

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^{n} TTR}{n} \qquad (3)$$

Se utiliza en ítems en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación (González Fernández , 2004).

Tiempo medio para falla (TMPF): Éste debe ser usado en ítems que son remplazados después de una falla, en consecuencia, su tiempo de reparación es cero. No influye en el cálculo de MTBF.

$$TTPF = \frac{Tiempo\ total\ de\ operación}{Número\ de\ fallos}$$

$$TTPF = \frac{\sum_{i=1}^{n} TTO}{n}$$

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^{n} TTO}{n} \qquad (4)$$

Costo de mantenimiento por el valor de reposición (CMRP):

$$CMRP = \frac{Costo\ total\ de\ mantenimiento\ acumulado\ de\ un\ equipo}{Valor\ de\ compra\ de\ un\ equipo\ nuevo}$$

$$CMPF = \frac{\Sigma CTME}{VCEN}\ x\ 100 \qquad (5)$$

Este indicador de preferencia debe calcularse para los ítems más importantes. La inclusión de muchos ítems hará que el tiempo para procesar la información sea mucho mayor (Tavares).

[4] Ítem: equipo, sistema o instalación.

Índice de cumplimiento de la planificación (ICP):

$$IP = \frac{OT\ totales\ ejecutadas}{OT\ totales\ generadas} x\ 100 \qquad (6)$$

Índice de mantenimiento programado (IMP):

$$IMP = \frac{Horas\ totales\ de\ intervenciones\ de\ mantenimiento\ programado}{Horas\ totales\ de\ intervenciones\ de\ mantenimiento} \qquad (7)$$

El total de horas de intervenciones de mantenimiento abarca las operaciones correctivas (no programadas) y preventivas (programadas).

4.2.2.2. Documentos de operación y control del mantenimiento.

Las acciones de control se orientan a coordinar la demanda de mantenimiento, la administración de los recursos y el análisis de los resultados, estableciendo una retroalimentación efectiva que permita corregir las desviaciones existentes.

La ejecución correcta del mantenimiento permitirá a la administración evaluar el cumplimiento de los objetivos previstos, valiéndose de la información recogida por los diferentes medios destinados a la operación y control del mantenimiento.

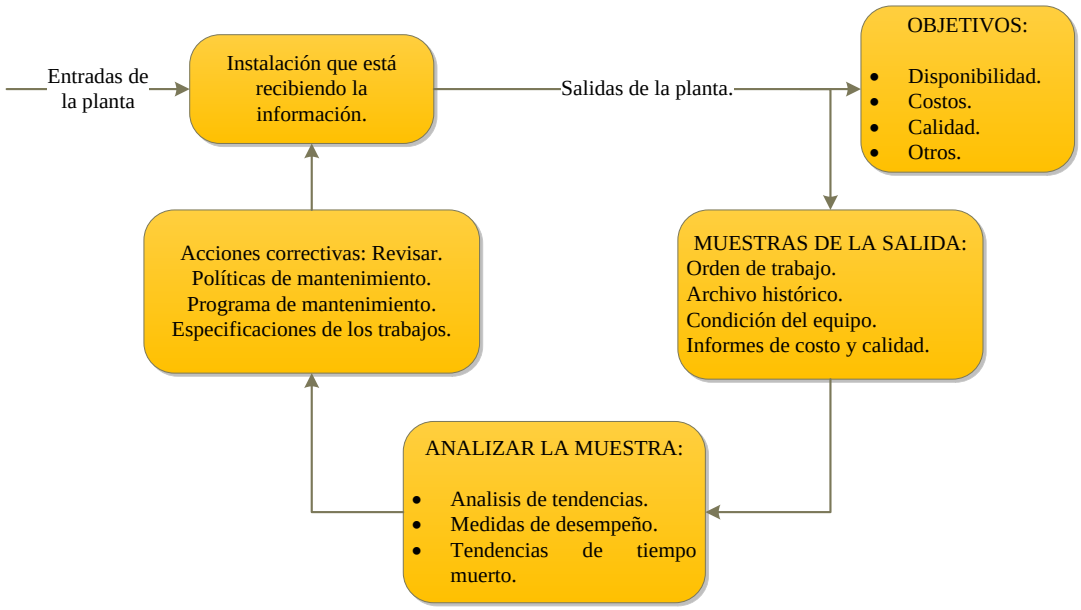


Figura 13. Ciclo de control del mantenimiento.

Fuente: (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2007).

El ciclo de control del mantenimiento mostrado en la Figura 13 se formaliza mediante el establecimiento de procedimientos y formas para administrar el trabajo, a continuación se describen las características que deben tener los documentos y su funcionalidad.

Documentos de operación: Éste tipo de documento es aquel que permite o apoya la realización de las operaciones de mantenimiento, entre ellos están los siguientes: inventario técnico de equipos, ficha técnica del equipo, programa específico de mantenimiento y el cronograma de mantenimiento.

Documentos de control: Éstos documentos sirven para evaluar y verificar el cumplimiento de la planificación, entre los más usuales esta: el informe de mantenimiento, el historial del equipo, el historial de materiales y repuestos, el reporte de avería, la solicitud de trabajo y la orden de trabajo (OT).

Es preciso denotar que el instrumento más importante en la operación y control del mantenimiento es la orden de trabajo, éste es el medio que nos permite poner en marcha la planificación y programación del mantenimiento. En ella se detallan los procedimientos, recursos y habilidades que se requieren en la ejecución de la tarea.

La elaboración del formato de la orden de trabajo debe ser clara y detallada de forma precisa, por lo que es importante tener en cuenta al menos los siguientes parámetros:

- Código del equipo, descripción del equipo, ubicación del equipo.
- Persona o departamento que solicita el trabajo
- Descripción del trabajo y estándares de tiempo.
- Especificación del trabajo y código
- Prioridad del trabajo y fecha.
- Habilidades y conocimientos que requiere el procedimiento.
- Refacciones, repuestos y herramientas utilizadas.

Las órdenes de trabajo se pueden generar por dos escenarios, el primero es mediante el plan de mantenimiento, es decir son actividades planificadas y programadas. El segundo escenario se presenta cuando se identifica una avería o fallo, y éste es reportado al personal de planificación.

Para el segundo caso es preciso utilizar medios complementarios a la orden de trabajo, si se logran encontrar problemas, estos se reflejan en el reporte de averías o fallos, del reporte se generará una solicitud de trabajo que a su vez es analizado por el personal de planificación que emite la orden de trabajo. Por lo tanto, la orden de trabajo puede ser el producto de una actividad planificada y programada o de una solicitud de trabajo.

Al finalizar el proceso, la orden de trabajo quedará registrada en el historial del equipo y en el registro de mantenimientos. En la Figura 14 se muestra el recorrido que tiene la orden de trabajo, desde su generación hasta su ejecución.

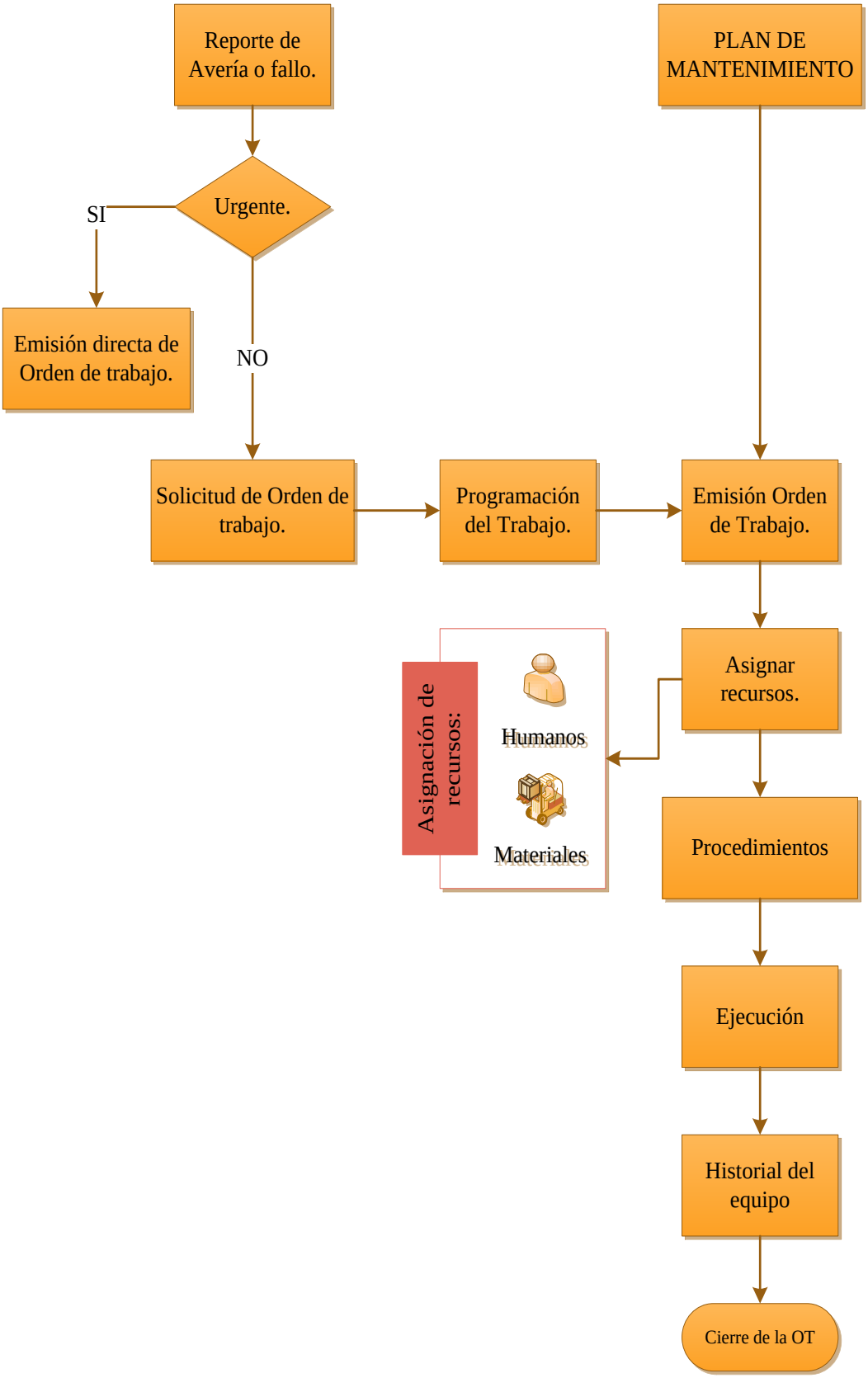


Figura 14. Proceso para la ejecución de la orden de trabajo.

Fuente: El autor.

4.2.2.3. Costos del mantenimiento.

Para el cálculo de los costos de mantenimiento se debe valorar dos componentes, los costos directos y los costos indirectos. La expresión de cálculo se muestra a continuación:

$$C_m = C_{dm} + C_{im} \quad (8)$$

Costos directos del mantenimiento.

Están relacionados con los gastos fijos y variables, a continuación se mencionan los aspectos más relevantes:

$$C_{dm} = C_{mo} + C_{sm} + C_{rc} + C_{ce} \quad (9)$$

Cmo: Costos de mano de obra (tiempo invertido por costo horario de mano de obra).

Csm: Costos fijos del servicio de mantenimiento (Salarios, alquiler, servicios básicos).

Crc: Costos por repuestos y consumibles.

Cce: Costos por contratación externa.

Costos indirectos del mantenimiento.

Los costos indirectos están relacionados con las pérdidas producidas en la producción ya sea por intervenciones programadas de mantenimiento o averías.

$$C_{dm} = TxT_{pt} \quad (10)$$

Dónde:

T: Costo horario de parada (USD/hora).

Tpm: Tiempo de parada de la producción por causa del mantenimiento.

Los costos indirectos pueden ser calculados cuando se disponga de un historial de eventos, donde esté detallado las consecuencias económicas que han producido las paradas imprevistas por la presencia de fallos.

Por tal motivo, es muy importante que el plan de mantenimiento contemple la acción de registrar todos estos sucesos, a fin de determinar el costo indirecto luego de la aplicación del mantenimiento.

4.2.3. Sistema computarizado de gestión de mantenimiento CMMS.

La gestión del mantenimiento asistido por ordenador nos permite apoyar automatizar las principales actividades del proceso de mantenimiento, es decir, la planificación, programación y control. Entre los beneficios más notables que se considera en su implementación están la reducción de los costos en aproximadamente un 6% y el aumento de la eficiencia en un 15%.

Un CMMS puede tener diferentes características incorporadas, éste debe tener una concepción modular, que permita la implantación progresiva del mismo en una interfaz amigable con el usuario. Los principales módulos que debe contener el sistema se muestran en la Figura 15.

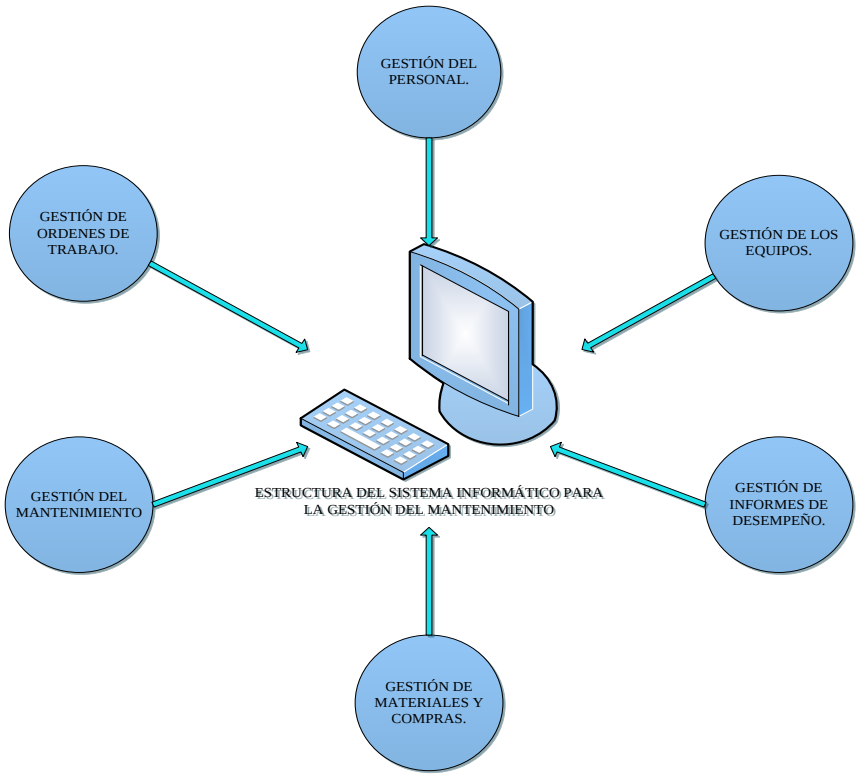


Figura 15. Estructura del sistema informático para la gestión del mantenimiento.

Fuente: El autor.

Módulo de gestión de personal: Personal de operación y administración. Información detallada de los miembros y sus especialidades.

Módulo de gestión de equipos: Descripción detallada de cada equipo, ficha técnica y características de sus componentes.

Módulo de gestión de informes: Informe de costos, órdenes de trabajo ejecutadas y pendientes, desempeño del mantenimiento.

Módulo para la gestión de materiales y compras: Salida de material, salida de herramientas, control de stocks.

Módulo de gestión de mantenimiento: Planificación y programación de las intervenciones, histórico de equipos.

Módulo de gestión de órdenes de trabajo: Generación de órdenes de trabajo, ejecución y cierre de órdenes de trabajo, detalle de operación y asignación de recursos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.

A. Entorno.

El plan de mantenimiento se realizó para la Planta de Lácteos y el Centro de Biotecnología y Reproducción Animal (CEBIREA), las instalaciones antes mencionadas están ubicadas en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja.

B. Población de estudio.

El plan de mantenimiento está enfocado a preservar la vida útil de los equipos existentes en cada una de las instalaciones correspondientes al presente estudio.

Planta de Lácteos: La planta de lácteos e instalaciones adjuntas abarca un total de 35 equipos, su función está orientada hacia actividades productivas.

Centro de Biotecnología y Reproducción Animal: La instalación tiene como propósito servir como ente de investigación y desarrollo experimental. La instalación cuenta con un total de 21 equipos.

C. Técnicas e instrumentos de investigación.

Las técnicas e instrumentos utilizados en la elaboración del plan de mantenimiento son las siguientes:

Ficha técnica de recolección de información: Éste instrumento permitió recabar información de cada uno de los equipos.

La información se obtuvo de la placa del equipo y de la experiencia del operario. El formato y su elaboración se pueden consultar en la sección de resultados.

Entrevistas: Se utilizó para interactuar con los operarios y personal administrativo a fin de recabar información relacionada con las instalaciones y los equipos.

Documental: se aprovechó en la recolección de información relacionada con los equipos y características de la instalación.

Observación de campo: Permitió entrar en contacto directo con el objeto de estudio, es decir, los diferentes equipos e instalaciones, permitiendo obtener información sobre su funcionamiento y estado de operación.

D. Instrumentos técnicos.

Las técnicas utilizadas para la elaboración del plan de mantenimiento son las siguientes:

Codificación de información: Se utilizó en la determinación de un código único para cada tipo de información que abarca el plan de mantenimiento.

Codificación de los equipos: Con esto se estructuró un código único que permite relacionar cada equipo y su ubicación dentro de la instalación.

Matriz de priorización de equipos: Permitió valorar la importancia de cada uno de los equipos que constituyen la instalación, permitiendo direccionar esfuerzos hacia los elementos más críticos.

Diagrama de Pareto: Se utilizó para establecer las categorías en que se dividen los equipos que forman parte de la instalación, de tal manera que se agrupen los equipos en grupos vitales, importantes y triviales.

Diagrama causa – efecto (Diagrama de Ishikawa): El diagrama facilitó el estudio de cada equipo (categoría vital), permitiendo estudiar con detenimiento situaciones anormales que se pueden presentar en el funcionamiento del equipo.

Método de tiempos predeterminados MOST: Su utilidad se reflejó en la determinación de los tiempos requeridos para la ejecución de cada una de las actividades de mantenimiento.

Renovefree 2.0 Software de mantenimiento: Se utilizó en la elaboración de la propuesta alternativa, su función es mostrar las ventajas del uso del software en la gestión del mantenimiento. Programa informático gratuito.

Software de mantenimiento MP V.9: Se utilizó en la elaboración de la propuesta alternativa, su función es mostrar las ventajas del uso del software en la gestión del mantenimiento. Programa informático con costo.

5.2. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

5.2.1. Introducción.

La metodología que se muestra en esta sección pretende abarcar procedimientos generales que se deben seguir para poder obtener un Plan de mantenimiento que satisfaga los requerimientos del objeto de estudio.

La metodología se desarrolló en tres etapas, cada una de ellas se compone por una serie de procedimientos que se fueron desarrollando conforme se avanzó en la elaboración del plan de mantenimiento.

En la Figura 16 se esboza el desarrollo de la metodología y sus diferentes etapas.

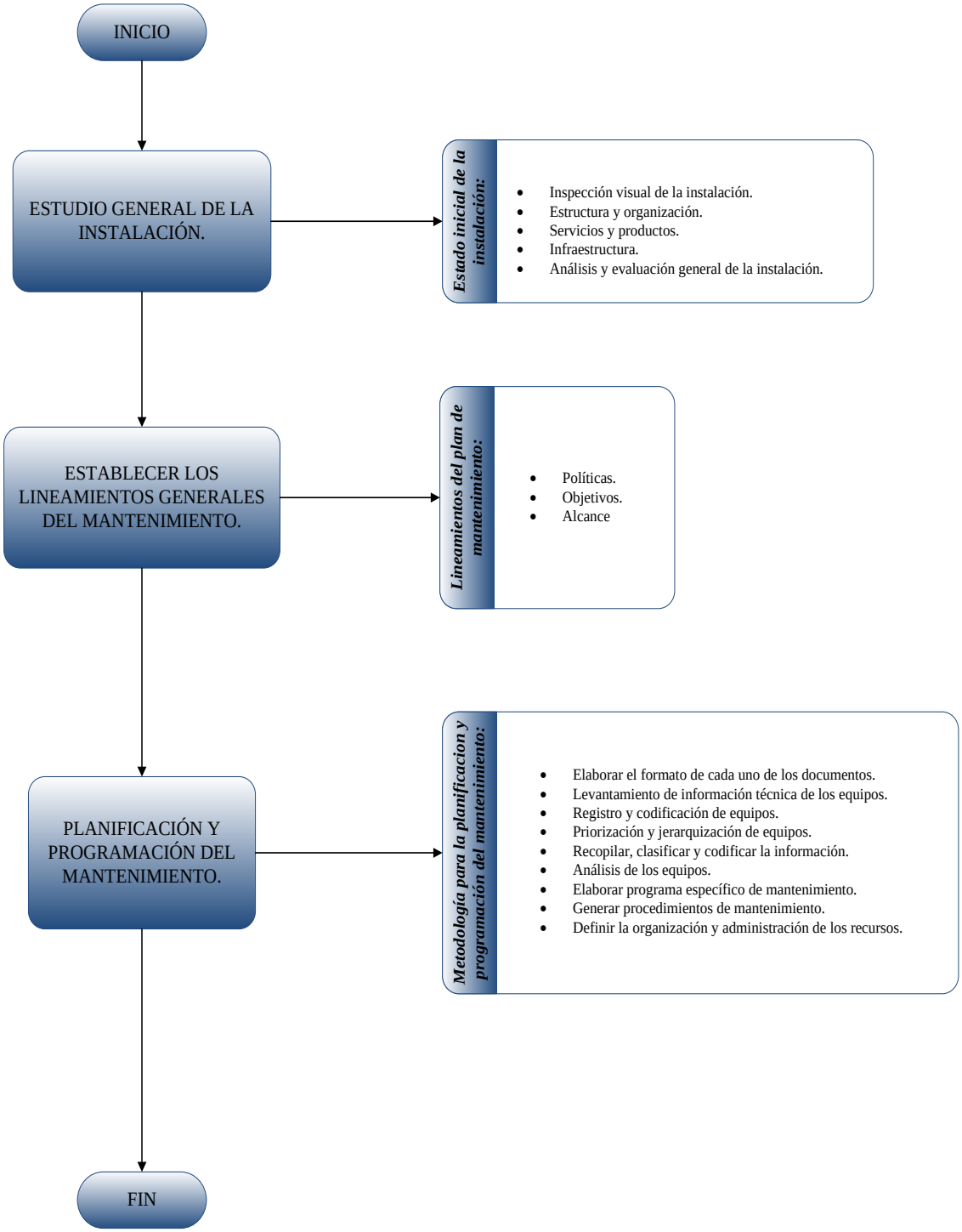


Figura 16. Metodología para la elaboración del Plan de Mantenimiento.

Fuente: El autor.

5.2.2. Estudio general de la instalación.

El primer paso consistió en realizar una inspección visual de toda la instalación, es importante familiarizarse con el entorno de trabajo, conocer sus características de funcionamiento, los procesos y su organización. En este primer momento se consideraron las siguientes actividades:

- Visitar las instalaciones.
- Intercambiar información con el personal de operación y administración.
- Observar los procesos de producción.
- Inspección de las instalaciones interiores y exteriores.

Como resultado, al finalizar se realizó una descripción general de la instalación en la que se detalló los siguientes aspectos:

- Estructura y organización de la instalación.
- Los servicios y productos que se ofrecen.
- Los diagramas de procesos.

5.2.3. Establecer los lineamientos generales del plan de mantenimiento.

Los lineamientos establecidos son las directrices que rigen la gestión de un plan de mantenimiento en una instalación. Las políticas, objetivos y alcance se forman sobre la base de los lineamientos de la organización (visión y misión), los mismos servirán posteriormente de base para la evaluación sobre el grado de cumplimiento del mantenimiento. La definición de cada uno de los conceptos se muestra en la Figura 17.

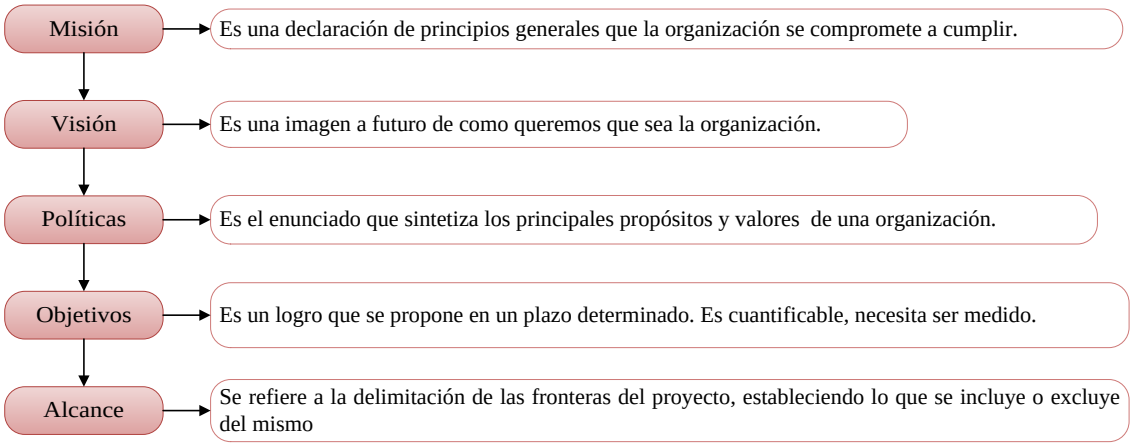


Figura 17. Estructura para la definición de los lineamientos del Plan de Mantenimiento.

Fuente: (Vázquez, 2000)

5.2.4. Planificación y programación del mantenimiento.

5.2.4.1. Elaborar los formatos de los documentos a utilizar.

La elaboración de los formatos que tienen los documentos requiere de un análisis previo de las instalaciones y del tipo de equipos con los que se cuenta en la instalación.

El formato de los documentos se realizó teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Características técnicas de los equipos (motores, bombas, ventiladores, unidades condensadoras)
- Características constructivas (material de construcción, fuente de alimentación, tipo de servicio).
- Tipo de formato utilizado en el software de mantenimiento. Módulo de ingreso de información de equipos del software de mantenimiento sobre el cual se realiza el estudio (Renovefree 2.0 – MP v.9 Software).

A continuación se describen las características que poseen los documentos elaborados.

Ficha técnica para la recolección de información: Contiene información técnica, datos de placa, además describe las características del equipo, datos del proveedor y constructor.

Ficha técnica del equipo: Contiene la información estructurada en la ficha técnica, como complemento, la ficha contiene dos hojas adicionales, en las mismas se realizó una identificación de partes y su descripción.

Ficha técnica de evaluación de la instalación: Contiene información sobre la evaluación visual realizada a la instalación.

Inventario técnico de equipos: El registro contiene la información general del equipo (marca, modelo, serie), además, se muestra la importancia del equipo mediante el uso de colores (Rojo: Vital; Naranja: Importante; Verde: Trivial), la condición del equipo (bueno, malo o regular), el código institucional y código del plan de mantenimiento.

Registro de repuestos: El registro muestra las características de cada repuesto, además, el número de unidades presentes en el almacén.

Historial del equipo: El documento se refiere a las intervenciones de mantenimiento realizadas en el equipo, en el mismo se debe anotar la duración de la actividad, el tipo, el costo y recursos utilizados.

Orden de trabajo: La orden de trabajo se realizó considerando el tipo de equipos que se tienen, además de las características de las intervenciones (mantenimiento preventivo) que se tiene previsto ejecutar.

Solicitud de trabajo: La solicitud es un documento por llenar, tiene la sección de características del equipo (nombre, código, planta o instalación), las características de la anomalía observada (mecánica, eléctrica, neumática, etc.) y observaciones adicionales a llenar por el operador.

Reporte de avería: Es el documento a llenar por el personal, en el mismo se detallan las anomalías observadas en las inspecciones, detallando las características del fallo.

Registro de herramientas: Muestra información sobre la utilización de herramientas. Las herramientas requeridas en cada actividad son registradas a la iniciar y finalizar la actividad.

Registro del personal: Posee información sobre el personal con el que cuenta la planta o instalación, sus datos personales, información sobre formación técnica y características de las labores que desempeña.

Programa específico de mantenimiento: La información se divide en dos partes, la informativa sobre el equipo, y la información sobre las actividades, las mismas están detalladas por sistemas. El documento además contiene información sobre los repuestos, herramientas, tiempo de operación, especialidad, costos, encargado de la operación y código del procedimiento de mantenimiento.

Procedimiento de mantenimiento: El documento indica los detalles sobre la realización de las actividades de mantenimiento, los recursos y precauciones que se deben tener al momento de ejecutar las tareas de mantenimiento.

Cronograma de mantenimiento: El cronograma de mantenimiento es la representación gráfica de las intervenciones a realizar en el equipo en un año calendario. El calendario indica cada una de las actividades con la fecha de inicio y finalización.

5.2.4.2. Levantamiento de información técnica de los equipos.

Para realizar el levantamiento se utilizó la ficha técnica de levantamiento de información (Ver Anexo K), en ella se anotaron las características del equipo y las observaciones registradas en la visita a las instalaciones. La información que se obtuvo se contrastó con el inventario proporcionado por la institución. La colaboración del

personal de operación fue importante, ya que facilito la comprensión de las instalaciones y el estado funcional de los equipos instalados.

5.2.4.3. Registro y codificación de equipos.

El código generado se enmarca en un sistema de codificación significativa, el código es único y relaciona el equipo con el entorno de trabajo (instalaciones).

La codificación es importante al momento de localizar un equipo en las diferentes instalaciones que posee una empresa, cabe destacar que existe una diferencia sustancial entre el código institucional y el código del plan de mantenimiento, ya que este último, presenta información relacionada exclusivamente al plan de mantenimiento.

Para la elaboración del código del equipo se estableció un árbol jerárquico que considere los diferentes niveles presentes en la instalación o planta. La estructura arbórea se muestra en la Figura 18.

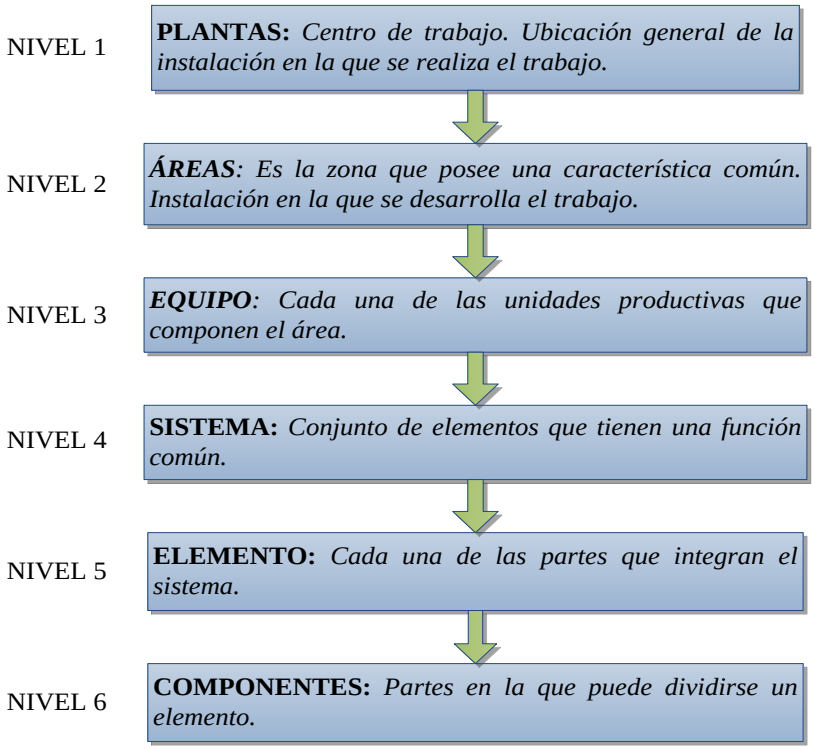


Figura 18. Árbol jerárquico para la codificación de los equipos.
Fuente: (García Garrido, Organización y gestión integral del mantenimiento, 2010)

El código generado para los equipos está constituido por números y letras de forma tal que permita al lector identificar rápidamente el lugar o equipo al que se refiere. Es importante indicar que la determinación de las abreviaturas significativas de la

ubicación, instalación y del equipo que se codifique debe estudiarse con detenimiento, las abreviaturas deben ser representativas, permitiendo al lector colegir fácilmente el nombre de la ubicación, instalación o equipo.

Como se indica en la Figura 19, la abreviatura de ubicación está definida por dos caracteres alfabéticos, así mismo la abreviatura de localización y equipo, el número de equipos está formado por dos caracteres numéricos.

Las abreviaturas están formadas por dos letras, las mismas que se obtienen de las dos iniciales de la palabra o palabras que forman el nombre.

El número de equipo se refiere a la cantidad de unidades existentes del mismo tipo, cuanto mayor sea la cantidad de equipos, mayor será el rango de valores que tome este número.

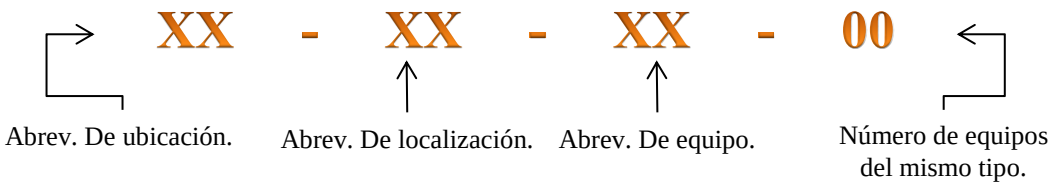


Figura 19. Estructura del código del equipo.

Fuente: El autor.

5.2.4.4. Priorización y jerarquización de los equipos.

En un plan de mantenimiento debemos tener en cuenta que todos los equipos no pueden y deben ser sujetos de mantenimiento, las actividades deben enfocarse en aquellos equipos que representan mayor importancia, de otra forma, el mantenimiento sería exageradamente costoso, por lo tanto debemos seleccionar qué equipos son prioritarios y deben ser incluidos en el plan de mantenimiento.

La selección y clasificación de los equipos se realizó en base al uso de criterios de selección, para ellos se estableció tres categorías:

Categoría A:

Las actividades que tienen mayor utilización en los equipos pertenecientes a ésta categoría son las siguientes:

- Máxima utilización del mantenimiento preventivo sistemático.
- Utilización del mantenimiento según condición siempre que se cuente con los recursos necesarios (equipos y personal).
- Actividades de inspección visual, lubricación y limpieza.

Categoría B:

Las actividades que tienen mayor utilización en los equipos pertenecientes a ésta categoría son las siguientes:

- Utilización del mantenimiento preventivo sistemático.
- Actividades de inspección visual, lubricación y limpieza.
- Mantenimiento correctivo programado.

Categoría C:

Las actividades que tienen mayor utilización en los equipos pertenecientes a ésta categoría son las siguientes:

- Mantenimiento preventivo que indica el fabricante.
- Mantenimiento correctivo.

Para la evaluación es necesario establecer el valor con el que se califica cada criterio y el peso (porcentaje) que tiene cada uno de ellos. Cada uno de los criterios considera valores de 1, bajo; 5, medio; 10, alto.

En la Tabla 1 se describen las características de cada factor, así también, el valor que toma el criterio en cada categoría.

Tabla 1. Criterios y categorías para la selección de equipos.

CRITERIOS	CATEGORÍAS			
	PESO (%)	A (10)	B (5)	C (1)
Nivel de utilización	0.15	Alto	Medio	Bajo
Incidencia en el proceso de producción.	0.35	Imprescindible	Limitante	Convencional
Complejidad del mantenimiento.	0.20	Alta complejidad	Media complejidad	Baja complejidad
Costo del equipo	0.15	Alto	Medio	Bajo
Seguridad	0.15	Peligroso	Medio peligroso	Sin peligro

Nota: Los criterios de evaluación adoptados son aquellos que se consideran los más adecuados para el tipo de instalación objeto de estudio. Fuente: **(González, 2002)**. El peso de cada criterio corresponde al criterio técnico del analista.

La evaluación de los equipos se la realizó mediante la utilización de una matriz de selección como la mostrada en la Figura 6, el resultado se lo obtiene mediante la suma de los parciales.

Para determinar la criticidad de los equipos se analizó la información de acuerdo al principio de Pareto, los rangos establecidos para la selección son los siguientes:

Categoría A: Se consideran vitales a los equipos cuyo valor esté entre 8 - 10 puntos.

Categoría B: Se consideran importantes a los equipos cuyo valor esté entre 4 - 8 puntos.

Categoría C: Se consideran triviales a los equipos cuyo valor esté entre 1 - 4 puntos.

Los datos mostrados en la tabla de valores de la matriz de selección se representaron gráficamente en un diagrama de Pareto, lo cual permitió observar el comportamiento de cada uno de los equipos respecto a los diferentes criterios de evaluación.

5.2.4.5. Recopilar, revisar y clasificar la información.

La recopilación de la información se llevó a cabo mediante la ayuda del personal administrativo de la Quinta experimental Punzara. La documentación más importante que se requiere de un equipo es la siguiente:

- Manuales de operación del equipo.
- Manuales de mantenimiento.
- Manuales de partes y repuestos.
- Planos y diagramas del equipo e instalación.
- Registros históricos de mantenimiento.
- Información del fabricante del equipo.
- Información del proveedor del equipo.

La información debe de ser ordenada, clasificada y codificada, para ello es preciso establecer una codificación apropiada que nos permite reconocer el tipo de documento y el equipo/instalación al que se pertenece. Para ello, es preciso elaborar un código que nos permita acceder a la información con claridad y celeridad, la estructura del código generado se muestra en la Figura 20.

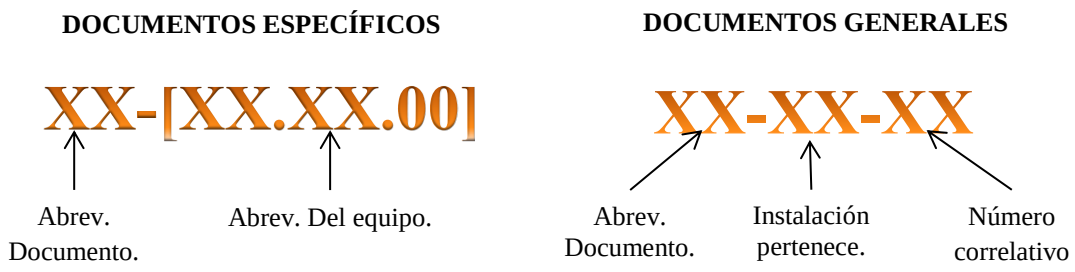


Figura 20. Estructura del código de la documentación.

Fuente: El autor.

5.2.4.6. Análisis de los equipos.

Análisis e identificación de los sistemas, elementos y componentes.

Para analizar e identificar las partes del equipo fue necesario estudiar con detenimiento las funciones, especificaciones y características contenidas en los documentos técnicos proporcionados por el fabricante. Además, se necesitó considerar las características de la instalación y las condiciones de trabajo.

El análisis tiene como propósito estudiar e identificar cada uno de los sistemas, elementos y componentes que forman parte del equipo, de tal manera que se pueda determinar la ubicación exacta de cada elemento dentro mismo. El procedimiento utilizado en el análisis siguió la estructura mostrada en la Figura 21.

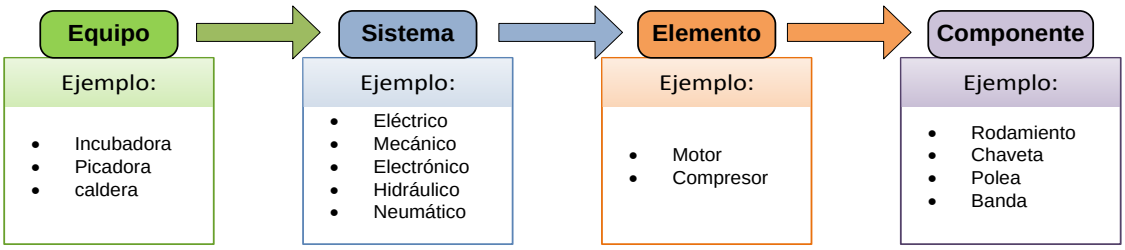


Figura 21. Estructura jerárquica para el análisis de equipos.

Fuente: El autor.

Codificación de los componentes del equipo.

La codificación de los componentes posee una estructura arbórea similar a la que se utilizó en la codificación de los equipos, esto nos permite evitar confusiones al momento de interpretar el código generado. El código está compuesto por dos caracteres alfabéticos como abreviatura del equipo, y utiliza dos caracteres numéricos para nombrar cada sistema, elemento y componente del equipo. La estructura del código generado se muestra en la Figura 22.

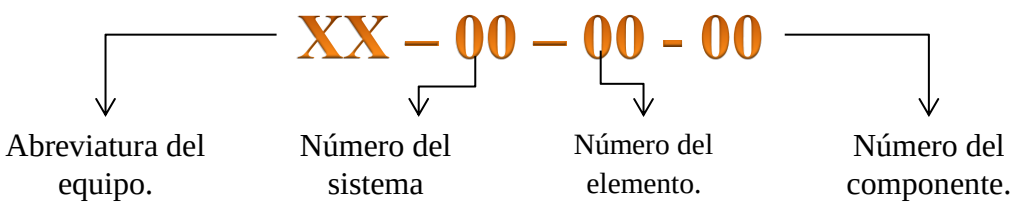


Figura 22. Estructura de codificación para los componentes del equipo.

Fuente: El autor.

Análisis causa – efecto.

El análisis causa efecto consiste en el estudio pormenorizado de las partes o componentes de los equipos, permitiendo comprender las causas que puedan originar un problema o fallo en el equipo.

Para el análisis se utilizó como herramienta el diagrama de Ishikawa, el desarrollo de la metodología se basa en la siguiente secuencia:

- Identificar los equipos sobre los cuales se realiza el estudio (Equipos categoría "A").
- Determinar las categorías principales del diagrama de Ishikawa. Para el presente trabajo se utilizó los sistemas del equipo como las categorías de estudio.
- Describir las causas correspondientes para cada sistema. Se debe precisar las causas principales y secundarias.
- Analizar los efectos y sus posibles soluciones.

5.2.4.7. Elaborar el programa específico de mantenimiento.

La elaboración del programa de mantenimiento se realizó a partir de tres fuentes, estas son:

- Recomendaciones del fabricante.
- Programas de mantenimiento de equipos similares.
- Análisis de causas y efectos mediante la aplicación del diagrama de Ishikawa. Se puede utilizar cualquier herramienta que cumpla con este fin como por ejemplo el análisis modal de fallos y efectos, árbol de fallos, entre otros.

El programa de mantenimiento específico de cada equipo se realizó incorporando cada una de las tres fuentes anteriormente mencionadas, la rigurosidad del análisis está determinado por la categoría a la que corresponde el equipo, por lo tanto, para equipos considerados vitales, el análisis de Ishikawa es indispensable, entre tanto, para aquellos equipos considerados importantes se toma como referencia las recomendaciones del fabricante y programas de mantenimiento de equipos similares.

Es importante recalcar que no todos los equipos deben ser incluidos en un plan de mantenimiento, todo depende del grado de importancia que éste tenga, por lo que, para este estudio se tomó en cuenta aquellos equipos considerados vitales e importantes (Categoría A y B).

Un programa de mantenimiento establece un conjunto de actividades, para su realización de requirió de la ejecución de las siguientes actividades:

a) Seleccionar los equipos que serán sujetos de mantenimiento (Basado en la prioridad y jerarquía de los equipos).
b) Determinar las situaciones de fallos en los equipos mediante el análisis causa – efecto.
c) Definir las acciones o tareas que permitan disminuir o eliminar los efectos de los fallos.
d) Calcular la duración de las actividades o tareas de mantenimiento utilizando el Sistema de tiempos predeterminados MOST.
e) Asignar los recursos que se requieren para la ejecución del mantenimiento (Recursos materiales y humanos).
f) Redactar y codificar los procedimientos de mantenimiento.
g) Establecer las gamas de mantenimiento. Clasificación por tiempo, mediciones, especialidades.

5.2.4.8. Generar los procedimientos de mantenimiento.

Los procedimientos se elaboraron a partir de las tareas contenidas en el programa específico de mantenimiento, su función es servir de guía al momento de ejecutar las actividades. Cada procedimiento fue debidamente codificado, en él se detallan cada una de las actividades y su forma de ejecución, además, contiene información sobre los materiales que se necesitan, las recomendaciones de seguridad y el equipo de protección personal que debe llevar el operador.

Es importante mencionar que un procedimiento puede servir para tareas similares en equipos diferentes, por lo tanto, en el programa específico del equipo solo se requiere nombrar el código del procedimiento para la tarea correspondiente.

5.2.4.9. Organización y administración de los recursos de mantenimiento.

Las actividades contempladas en los programas específicos de mantenimiento requieren de la utilización de recursos humanos, materiales y económicos. Por lo tanto, la organización y administración correcta de los mismos permitirá ejecutar las tareas de forma óptima, disminuyendo los costos y contra tiempos en la gestión del mantenimiento.

El análisis que se realizó en esta sección consideró tres aspectos que se necesita organizar y administrar, estos son: recursos humanos, materiales y económicos.

Recursos humanos.

El personal se estableció a partir de las especialidades que se consideran en la totalidad de los programas específicos de mantenimiento, la cantidad del personal se evaluó a partir del análisis de las cargas de trabajo durante un año calendario. Las actividades que se llevaron a cabo en el análisis son las siguientes:

- Clasificar las especialidades de las actividades de mantenimiento de cada programa.
- Personal con el que se cuenta actualmente.
- Distribución de cargas de trabajo.

Recursos materiales.

Los materiales están compuestos por repuestos, consumibles y herramientas. El estudio considera los repuestos y consumibles en base a la gama de mayor duración (Gama 3A) que consta en el programa de mantenimiento, es decir, se evaluó el impacto económico en la gestión del mantenimiento para el primero, segundo y tercer año. El procedimiento se determinó por las siguientes actividades:

- Clasificar los repuestos y consumibles que requiere cada equipo.
- Determinar las herramientas que se requiere en la ejecución de las tareas de mantenimiento.
- Determinar los consumibles de oficina.
- Determinar los bienes de oficina necesarios.

Recursos económicos.

El presupuesto del plan de mantenimiento se calculó a partir de los requerimientos del plan de mantenimiento, es decir, en el constan los recursos humanos y materiales necesarios para la gestión del mantenimiento. Es importante notar que los costos se establecerán para un periodo de tres años (considerando la gama de mayor duración), diferenciando los gastos que se presentan en el primer año por implementación y adquisición de bienes de oficina.

- Calcular los costos directos e indirectos de mantenimiento.
- Determinar los costos de implementación del mantenimiento (Costo que influye en el primer año de gestión del mantenimiento).
- Elaborar el presupuesto para el primero, segundo y tercer año.

6. RESULTADOS.

6.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES.

6.1.1. Introducción.

La Quinta experimental Punzara es un ente de investigación y desarrollo de prácticas estudiantiles anexa a la carrera de medicina veterinaria y zootecnia, cada uno de los laboratorios e instalaciones que funcionan dentro de sus límites están sujetos a la coordinación general del docente encargado de la quinta.

La organización y administración de la Quinta experimental Punzara se rige de acuerdo al organigrama estructural – funcional mostrado en la Figura 23.

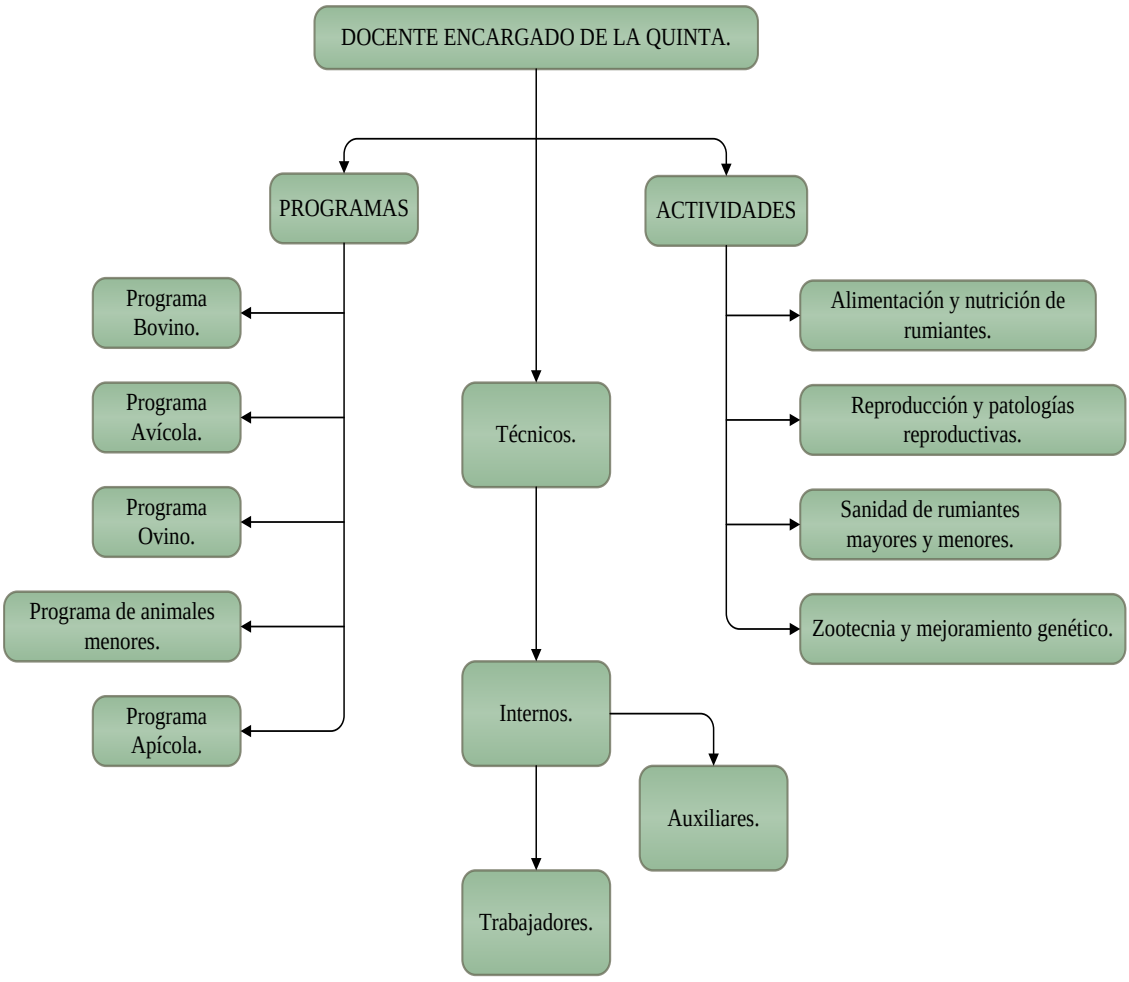


Figura 23. Organigrama estructural – funcional de la Quinta Experimental Punzara.

Fuente: Manual de manejo de la Quinta experimental Punzara.

La estructura de la Quinta Experimental Punzara contiene programas específicos de formación e investigación, los mismos están a cargo de instalaciones en las cuales se ejecutan las actividades prácticas.

Las abreviaturas que se indican fueron requeridas y utilizadas en la codificación de los equipos de las instalaciones que son objeto de estudio del plan de mantenimiento. Las instalaciones y los programas se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción general de las instalaciones de la Quinta Experimental Punzara.

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.					
Ubicación	**Abrev. Ubicación.**	**Programa de estudio.**	**Abrev. Programa.**	**Instalacion**	**Abrev. Instalación**
Quinta Experimental Punzara	*QP*	*Animales Menores*	*PAM*	*Sala de cobayos y conejos*	*SCC*
		Avicola	*PA*	*Área de producción 1*	*AP1*
				Área de producción 2	*AP2*
				Sala de incubación	*SI*
		Bovino	*PB*	*Sala de Ordeño*	*SO*
				Sala de Pesaje	*SP*
				Sala de Forrajes	*SF*
				Planta de Balanceados	*PB*
				Planta de Lácteos	*PL*
		Investigación	*PI*	*Centro de Biotecnología*	*CB*
		Ovino	*PO*	*Sala de esquilaje y pesaje*	*SEP*

Fuente: Manual de manejo de la Quinta experimental Punzara.

6.1.2. Generalidades de la planta de lácteos.

6.1.2.1. Descripción de la planta de lácteos.

La planta de lácteos es una instalación que presta sus servicios dentro de la Quinta experimental Punzara, su funcionamiento está enmarcado dentro del programa bovino y su función es servir de apoyo a las labores prácticas de los estudiantes en el procesamiento de la leche y sus derivados.

El procesamiento de lácteos requiere la suma de varios factores, al ser una organización que tiene fines educativos es preciso que las actividades se realicen de forma integral, es decir, el estudiante debe estar presente en todas las fases de producción, esto es, desde la alimentación, cuidado y ordeño de los bovinos hasta la elaboración de los productos lácteos.

Para un análisis completo de la planta de lácteos es necesario estudiar las actividades complementarias que se requieren realizar previo a la elaboración de productos lácteos, para ello es fundamental guiarse en el flujograma de la Figura 24.

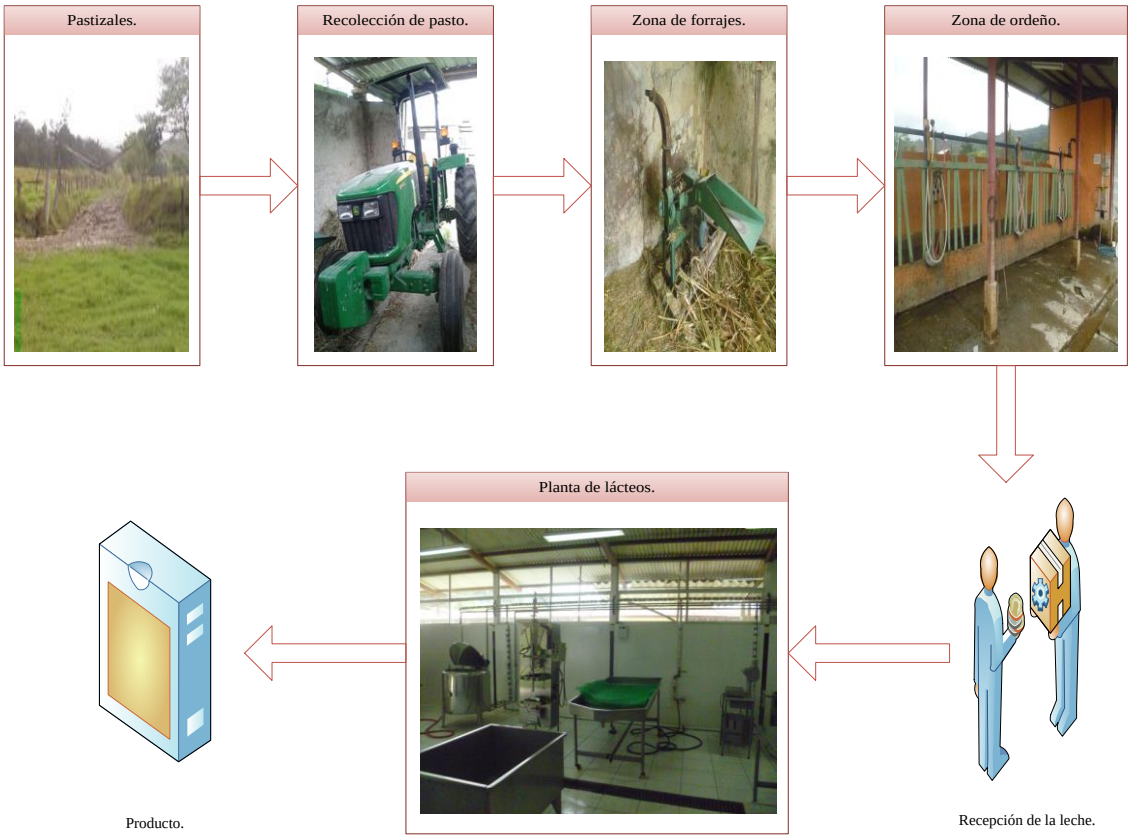


Figura 24. Proceso para la obtención de productos lácteos.

Fuente: Manual de manejo de la Quinta experimental Punzara.

6.1.2.2. Infraestructura y distribución de planta.

La planta de lácteos cuenta con una infraestructura adecuada para el procesamiento y producción de leche y sus derivados, además, tiene el apoyo de instalaciones complementarias al proceso productivo, estas instalaciones tienen como propósito la alimentación, cuidado y ordeño de los bovinos.

La planta de lácteos está dotada con los equipos apropiados para el proceso, su instalación cuenta con todos los servicios básicos, con una infraestructura en buen estado y un ambiente seguro. En Figura 25 se puede apreciar la distribución de planta de la instalación, en la misma que está integrada por las siguientes secciones: bodega 1, bodega 2, bodega 3, baños, área de proceso, área de conservación, área exterior.

Adicionalmente, como parte del proceso se utilizan instalaciones anexas a la planta de lácteos, están compuestas por las siguientes salas: sala de forrajes, sala de pesaje, sala de ordeño. En la Figura 26 se muestra la distribución de planta de las instalaciones anteriormente mencionadas.

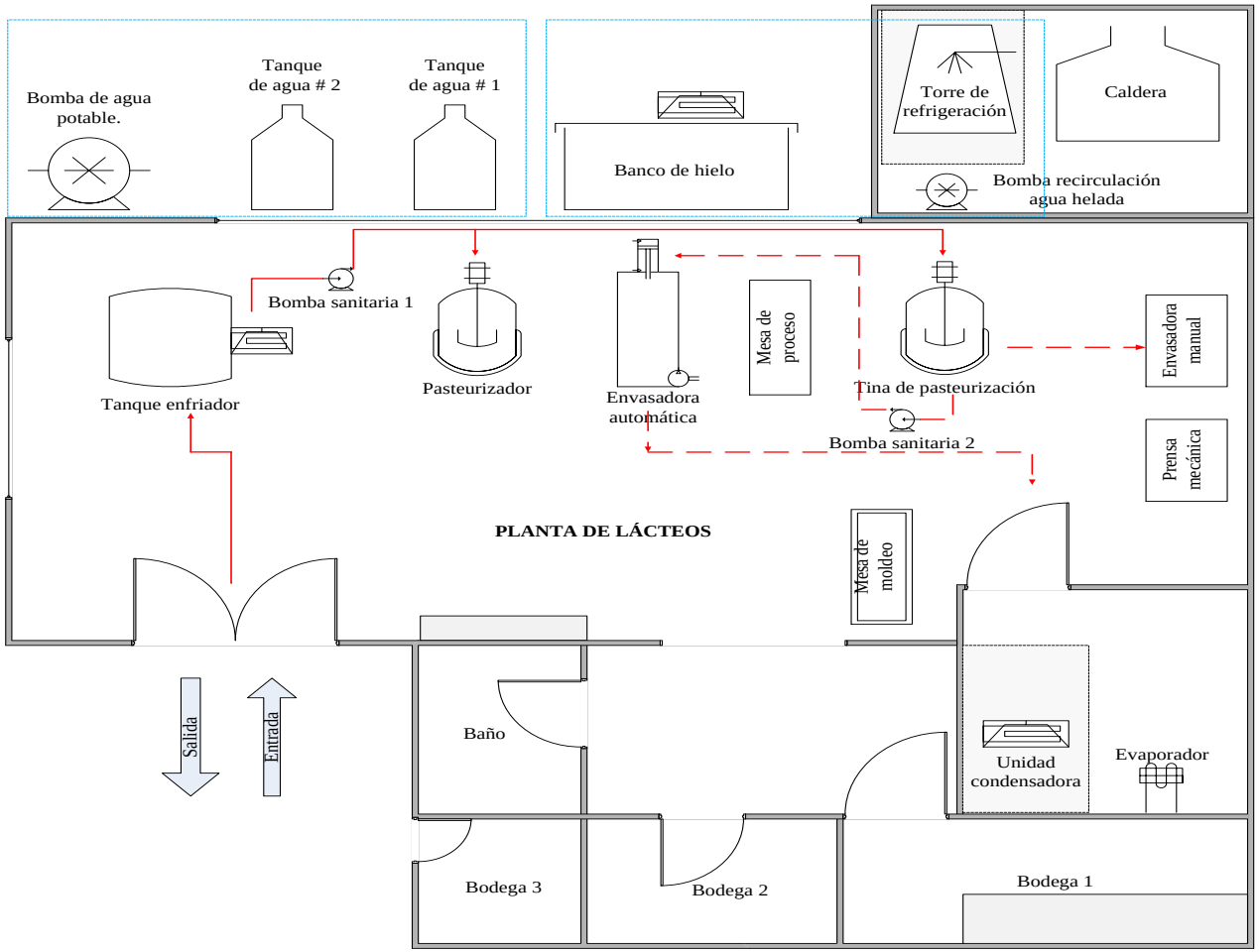


Figura 25. Distribución de la Planta de Lácteos.

Fuente: El autor.

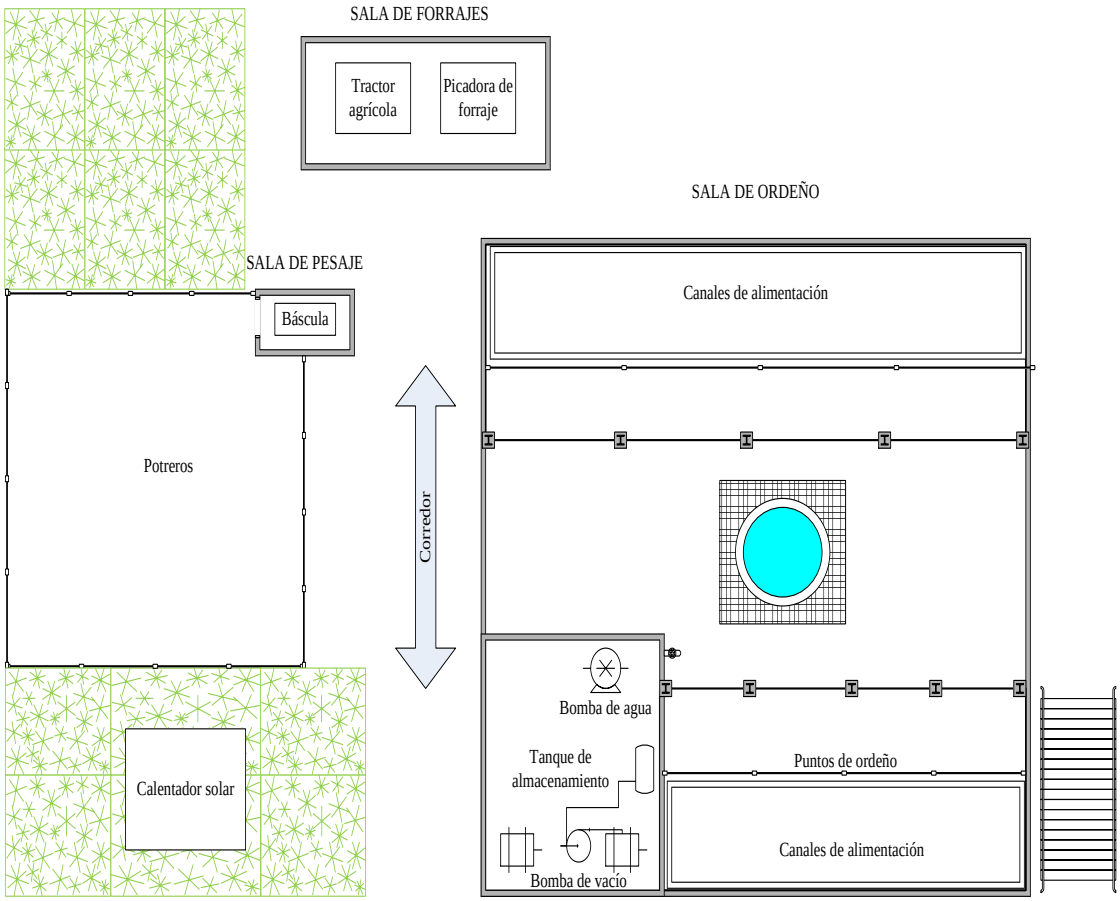


Figura 26. Distribución de planta de las instalaciones anexas a la Planta de lácteos.

Fuente: El autor.

6.1.2.3. Servicios y productos.

La materia prima que se utiliza en la elaboración de productos lácteos es la leche, este producto es indispensable en la alimentación diaria del ser humano y es a partir de la misma que se pueden elaborar una diversidad de productos complementarios como queso, mantequilla, yogurt, conservas, entre otros.

En la Planta de Lácteos se elaboran algunos derivados de la leche, principalmente se fomenta la producción de leche pasteurizada, la elaboración de queso y yogurt, en menor volumen se obtiene productos como mermeladas, mantequilla y conservas. Los productos se elaboran de acuerdo a la planificación contemplada en la malla curricular como parte de la formación práctica de los estudiantes. El proceso de producción de cada producto se muestra en el diagrama de flujo de la Figura 27.

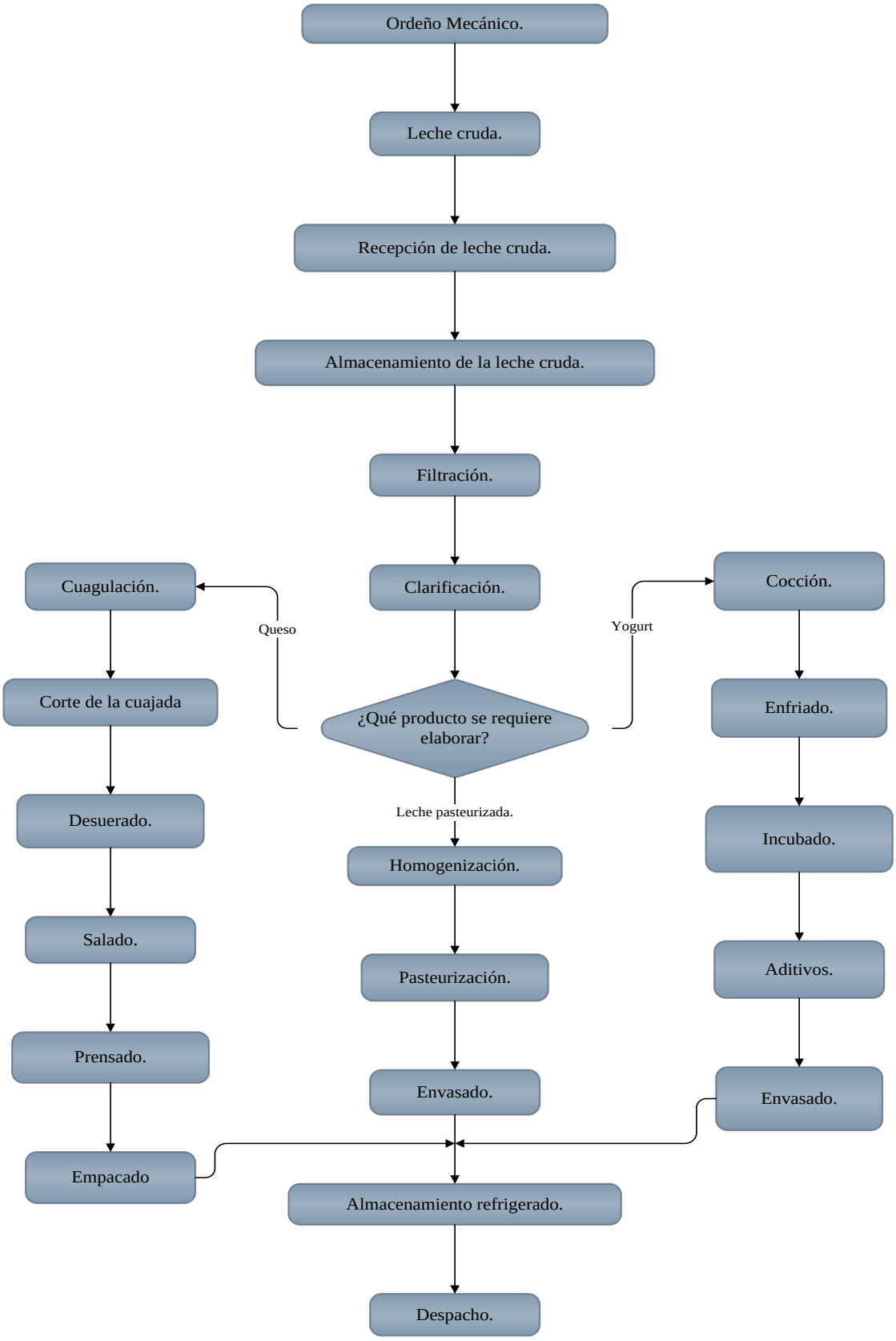


Figura 27. Diagrama de flujo para el procesamiento de lácteos.

Fuente: El autor.

6.1.2.4. Evaluación general de la Planta de Lácteos.

Actualmente la Planta de lácteos e instalaciones anexas están cumpliendo con las practicas comprendidas en la malla curricular de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Las actividades de producción de lácteos se rige de acuerdo a una planificación, para ello se debe enmarcar al cronograma mostrado en la Tabla 3.

Tabla 3. Cronograma de actividades productivas.

Ordeño de bovinos.	Lunes a domingo.
Alimentación de bovinos.	Lunes a domingo.
Procesamiento de la leche.	Lunes, martes y miércoles.
Producción de leche por día.	75 litros
Horas de prácticas estudiantiles.	90 horas semestrales.

Fuente: El autor.

La evaluación del estado inicial de la instalación se realizó mediante la ficha mostrada en el Anexo M, en ella se consideraron una serie de factores, los mismos que se evaluó de acuerdo a criterios cualitativos (bueno, regular y malo). Como resultado de la evaluación se obtuvo que la Planta de Lácteos cumple satisfactoriamente tan solo con el 33, 3% de los criterios, lo que representa una calificación de “mala”. A continuación se describen las problemáticas evidenciadas.

Organización.

La organización en torno al mantenimiento es prácticamente nula, no existe una adecuada planificación de las tareas de mantenimiento que se ejecutan en la planta.

Instalaciones.

Las instalaciones poseen una infraestructura en buen estado, aunque se requieren realizar algunas adecuaciones para la implementación de nuevos equipos.

Mantenimiento.

Falta información relacionada al mantenimiento de los equipos, no existe una bitácora en la cual se tenga un registro y orden de la información relativa a los equipos.

Personal.

El personal de operación mantiene procedimientos acorde a la actividad, cada operación siempre es acompañada por el técnico encargado, utilizando el EPP adecuado.

6.1.3. Generalidades del centro de biotecnología.

6.1.3.1. Descripciones generales.

El Centro de Biotecnología y Reproducción Animal (CEBIREA) es un ente de investigación, su función es la de servir de apoyo a las actividades de investigación de la Quinta Experimental Punzara. La administración del CEBIREA va de la mano con el Centro de Investigaciones de la Universidad Nacional de Loja, el modelo de administración orgánico – funcional se muestra en la Figura 28.

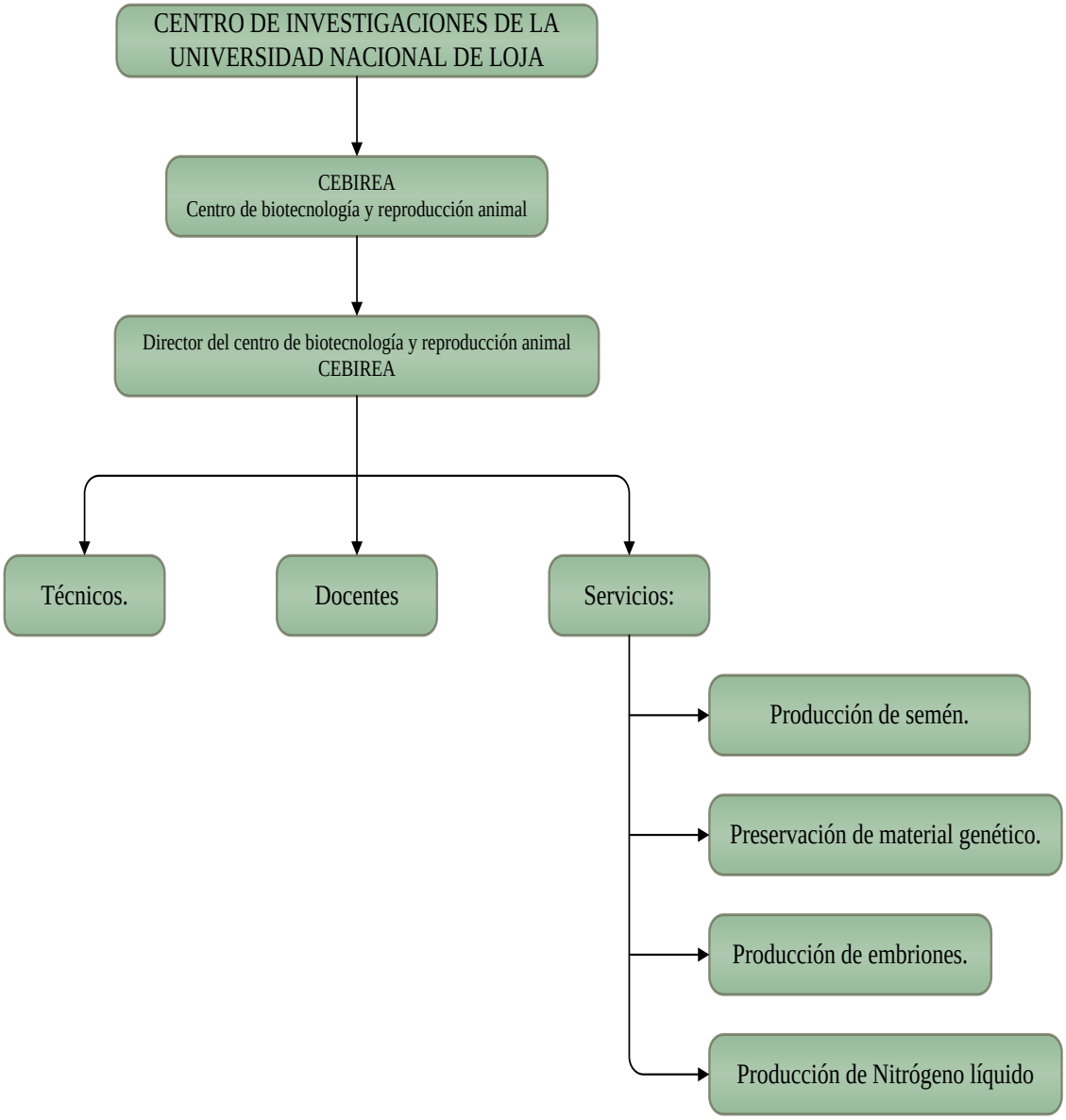


Figura 28. Organigrama estructural – funcional del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal.

Fuente: El autor.

6.1.3.2. Infraestructura y distribución de la planta.

El centro de biotecnología y reproducción animal está encargado de las actividades experimentales, su función es muy importante y requiere el uso de instalaciones con el equipamiento necesario y la infraestructura adecuada para un desarrollo óptimo de las actividades prácticas.

Los equipos de laboratorio al igual que la infraestructura son de construcción reciente, por lo que se mantiene en muy buenas condiciones, además, tienen todos los servicios básicos y cuenta con los espacios necesarios para un buen ambiente de trabajo. Las secciones con las que se cuenta son las siguientes:

- Sala de capacitación.
- Laboratorio in vivo
- Laboratorio in vitro
- Planta de nitrógeno
- Área de prácticas
- Banco de semen y embriones
- Vestíbulo

Las secciones de la instalación se muestran en la distribución de planta de la Figura 29. Los equipos están distribuidos por laboratorios, el acceso a los mismos se realiza previa autorización. El orden de los equipos y su ubicación en el espacio se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Ubicación de los equipos del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal.

Lista de equipos del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal.			
01	Agitador magnético	12	Unidad de calefacción
02	Agitador vórtex	13	Almacenamiento criogénico
03	Baño maría	14	Cabina de flujo laminar
04	Baño maría	15	Incubador
05	Centrífuga	16	Refrigerador
06	Esterilizador	17	Balanza mecánica
07	Estufa	18	Generador de nitrógeno
08	Microscopio	19	Sistema hidroneumático
09	Microscopio	20	Tanque criogénico
10	Microscopio Binocular	21	Unidad de compresión
11	Osmómetro crioscópico		

Fuente: El autor.

Figura 29. Distribución de planta del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal.

Fuente: El autor.

6.1.3.3. Servicios y productos.

Los servicios prestados por el Centro de Biotecnología y Reproducción Animal se enfocan a la experimentación y desarrollo de investigación formativa para los miembros de la comunidad universitaria. Los servicios y productos que se ofrecen son:

- Producción de embriones.
- Producción de semen.
- Producción de Nitrógeno Líquido.

6.1.3.4. Evaluación general del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal.

La evaluación del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal considera cuatro categorías, las mismas que incluyen diferentes factores los cuales se evalúan de forma cualitativa en bueno, regular y malo. A continuación se describen las categorías analizadas y los problemas evidenciados.

Organización.

La organización administrativa del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal posee una estructura bien delineada. El mantenimiento es planificado directamente por el Centro de Investigaciones de la Universidad Nacional de Loja.

Instalaciones.

Las instalaciones fueron recientemente construidas, por lo que sus servicios y estructuras se mantienen en buen estado.

Mantenimiento.

Los equipos y su mantenimiento se coordinan directamente con el Centro de Investigaciones. Para el caso de los equipos considerados especiales se faculta su mantenimiento por medio de contratación externa.

Personal.

El personal operativo está compuesto por técnicos especialistas, los mismos se encargan de ejecutar o supervisar todas las actividades que se realizan en el lugar. La evaluación general de la instalación se realizó mediante el uso de la ficha que se muestra en el Anexo M.

El resultado de la evaluación indica que el Centro de Biotecnología y Reproducción Animal (CEBIREA) responde satisfactoriamente con un 66,7 % de los criterios, lo cual representa una calificación de “Buena” en casi la totalidad de las categorías evaluadas.

6.2. LINEAMIENTOS GENERALES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

6.2.1. Políticas.

El Plan de Mantenimiento servirá de apoyo en las actividades de mantenimiento preventivo a realizarse en los equipos, permitiendo la ejecución de las actividades y el uso de los recursos materiales y humanos correspondientes.

El Plan de Mantenimiento es de cumplimiento obligatorio y será responsabilidad de la administración del Departamento de Mantenimiento velar por su cumplimiento.

6.2.2. Objetivos.

Establecer los procedimientos necesarios para mantener los equipos en condiciones operativas de funcionamiento que permitan la ejecución de las actividades prácticas que se desarrollan en la Planta de Lácteos y el Centro de Biotecnología y Reproducción Animal.

6.2.3. Alcance.

Aplica al personal encargado de la administración, planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento. A los equipos instalados en la Planta de Lácteos, en el Centro de Biotecnología y Reproducción Animal e instalaciones complementarias.

6.3. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

6.3.1. Documentos de operación y control del mantenimiento.

Los documentos que se han elaborado en el presente trabajo son los siguientes:

- Ficha técnica para la recolección de información.
- Ficha técnica del equipo.
- Ficha técnica de evaluación de la instalación.
- Inventario técnico de equipos.
- Registro de repuestos.
- Historial del equipo.
- Orden de trabajo.
- Solicitud de trabajo.
- Reporte de avería.
- Registro de herramientas.
- Registro del personal.
- Programa específico de mantenimiento.
- Procedimiento de mantenimiento.
- Calendario de mantenimiento.

El formato de los documentos se puede observar en la sección de anexos y en el transcurso del desarrollo del proyecto.

6.3.2. Registro y codificación de equipos.

El registro técnico de equipos es el resultado del levantamiento realizado anteriormente mediante la ficha de recolección de información. El registro se realizó sobre un universo de 56 equipos (35 pertenecen a la Planta de Lácteos y 21 al Centro de Biotecnología y Reproducción Animal), posteriormente se identificó aquellos que están en funcionamiento y debieron incluirse en el plan de mantenimiento.

Para la codificación de los equipos se elaboró una tabla de análisis, la misma que contiene información sobre la instalación en la que se encuentra instalado el equipo, la abreviatura de la instalación (Ver Tabla 2), el nombre del equipo y su abreviatura, el número de unidades de equipos similares y finalmente, se indica el código que resulta del análisis anteriormente establecido.

Los detalles de la codificación de los equipos se muestran en la Tabla 5 y Tabla 6.

Tabla 5. Codificación de equipos de la Planta de Lácteos e instalaciones anexas.

CODIFICACIÓN DE EQUIPOS					
Instalación	**Abrev. I**	**Equipo**	**Abrev. Equipo**	**N° Unidades**	**Código E.**
Planta de Lácteos	PL	Agitador manual	AM	01	QP.PL.AM.01
Planta de Lácteos	PL	Agitador manual	AM	02	QP.PL.AM.02
Planta de Lácteos	PL	Balanza digital	BD	01	QP.PL.BD.01
Planta de Lácteos	PL	Balanza digital	BD	02	QP.PL.BD.02
Planta de Lácteos	PL	Balanza mecánica	BM	01	QP.PL.BM.01
Planta de Lácteos	PL	Banco de hielo	BH	01	QP.PL.BH.01
Planta de Lácteos	PL	Bomba sanitaria	BS	01	QP.PL.BS.01
Planta de Lácteos	PL	Bomba sanitaria	BS	02	QP.PL.BS.02
Planta de Lácteos	PL	Bomba periférica	BP	01	QP.PL.BP.01
Planta de Lácteos	PL	Caldero	CA	01	QP.PL.CA.01
Planta de Lácteos	PL	Compresor	CO	01	QP.PL.CO.01
Planta de Lácteos	PL	Cuarto frío	CF	01	QP.PL.CF.01
Planta de Lácteos	PL	Descremadora	DE	01	QP.PL.DE.01
Planta de Lácteos	PL	Empacadora al vacío	EV	01	QP.PL.EV.01
Planta de Lácteos	PL	Envasadora automática	EA	01	QP.PL.EA.01
Planta de Lácteos	PL	Envasadora manual	EM	01	QP.PL.EM.01
Planta de Lácteos	PL	Etiquetadora	ET	01	QP.PL.ET.01
Planta de Lácteos	PL	Lira horizontal	LH	01	QP.PL.LH.01
Planta de Lácteos	PL	Lira vertical	LV	01	QP.PL.LV.01
Planta de Lácteos	PL	Mesa de moldeo	MM	01	QP.PL.MM.01
Planta de Lácteos	PL	Mesa de proceso	MP	01	QP.PL.MP.01
Planta de Lácteos	PL	Pasteurizador	PA	01	QP.PL.PA.01
Planta de Lácteos	PL	Prensa mecánica	PM	01	QP.PL.PM.01
Planta de Lácteos	PL	Refrigeradora	RE	01	QP.PL.RE.01
Planta de Lácteos	PL	Selladora de pedal	SP	01	QP.PL.SP.01
Planta de Lácteos	PL	Tanque enfriador	TE	01	QP.PL.TE.01
Planta de Lácteos	PL	Tina de pasteurización	TP	01	QP.PL.TP.01
Planta de Lácteos	PL	Torre de refrigeración	TR	01	QP.PL.TR.01
Sala de Pesaje	SP	Báscula	BA	01	QP.SP.BA.01
Sala de Ordeño	SO	Calentador solar	CS	01	QP.SO.CS.01
Sala de Ordeño	SO	Ordeñadora mecánica	OM	01	QP.SO.OM.01
Sala de Forrajes	SF	Picadora de pasto	PP	01	QP.SF.PP.01
Sala de Forrajes	SF	Tractor agrícola	TA	01	QP.SF.TA.01
Planta de Balanceados	PB	Mezcladora de alimentos	MA	01	QP.PB.MA.01
Planta de Balanceados	PB	Molino de granos	MG	01	QP.PB.MG.01

Fuente: El autor.

Tabla 6. Codificación de los equipos del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal.

CODIFICACIÓN DE EQUIPOS					
Instalación	**Abrev. I**	**Equipo**	**Abrev. Equipo**	**N° Unidades**	**Código E.**
Laboratorio in vivo	LVV	Agitador magnético	AM	01	CB.LVV.AM.01
Laboratorio in vivo	LVV	Agitador vórtex	AV	01	CB.LVV.AV.01
Laboratorio in vivo	LVV	Baño maría	BM	01	CB.LVV.BM.01
Laboratorio in vivo	LVV	Baño maría	BM	02	CB.LVV.BM.02
Laboratorio in vivo	LVV	Centrífuga	CT	01	CB.LVV.CT.01
Laboratorio in vivo	LVV	Esterilizador	ES	01	CB.LVV.ES.01
Laboratorio in vivo	LVV	Estufa	ET	01	CB.LVV.ET.01
Laboratorio in vivo	LVV	Microscopio	MC	01	CB.LVV.MC.01
Laboratorio in vivo	LVV	Microscopio	MC	02	CB.LVV.MC.02
Laboratorio in vivo	LVV	Microscopio Binocular	MB	01	CB.LVV.MB.01
Laboratorio in vivo	LVV	Osmómetro crioscópico	OS	01	CB.LVV.OS.01
Laboratorio in vivo	LVV	Unidad de calefacción	UC	01	CB.LVV.UC.01
Laboratorio in vitro	LVT	Almacenamiento criogénico	AC	01	CB.LVT.AC.01
Laboratorio in vitro	LVT	Cabina de flujo laminar	CF	01	CB.LVT.CF.01
Laboratorio in vitro	LVT	Incubador	IC	01	CB.LVT.IC.01
Laboratorio in vitro	LVT	Refrigerador	RF	01	CB.LVT.RF.01
Planta de nitrógeno	PDN	Balanza mecánica	BM	01	CB.PDN.BM.01
Planta de nitrógeno	PDN	Generador de nitrógeno	GN	01	CB.PDN.GN.01
Planta de nitrógeno	PDN	Sistema hidroneumático	SH	01	CB.PDN.SH.01
Planta de nitrógeno	PDN	Tanque criogénico	TC	02	CB.PDN.TC.02
Planta de nitrógeno	PDN	Unidad de compresión	UC	01	CB.PDN.UC.01

Fuente: El autor.

El registro técnico de los equipos se forma a partir de la información obtenida del equipo, en él se indica el número correlativo del equipo, la instalación en la cual se ubica, el código patrimonial del equipo, el código del equipo dentro del plan de mantenimiento, la marca, el modelo, la serie, fecha de recepción del equipo, el estado operativo del equipo y el grado de importancia que tiene. El inventario general de los equipos se puede visualizar en el Anexo N.

El estado operativo del equipo se evalúa de acuerdo a tres criterios estos son, bueno (color verde), regular (color amarillo) y malo (color rojo).

Así mismo, el grado de importancia del equipo se definió de acuerdo al análisis de criticidad, por lo que para cada equipo le corresponde una categoría estas son: Vital (color rojo), Importante (color amarillo) y Trivial (color verde).

6.3.3. Priorización y clasificación de equipos.

La clasificación de los equipos se realizó en función del proceso productivo analizado, el mismo se integró por equipos, y estos a su vez se agruparon en sistemas y/o secciones. En la Figura 30 se presentan los sistemas y secciones que forman parte de los procesos de la Planta de Lácteos.

Figura 30. Sistemas y secciones de la Planta de Lácteos.

Fuente: El autor.

Una vez realizada la clasificación fue necesario priorizar los equipos, para ello se realizó un análisis de criticidad mediante la matriz de criterios y el Diagrama de Pareto, en la Figura 31 y Figura 32 se indica el estudio realizado para los equipos de la Planta de Lácteos y las instalaciones anexas. La información complementaria del análisis de criticidad para los equipos restantes se puede ver en el Anexo O.

La matriz de criterios está formada por el nombre del equipo sobre el cual se realiza el análisis, además, se indican los criterios que se requieren evaluar, los mismos que se describen en la parte superior de la matriz junto a los pesos porcentuales correspondientes. El resultado de la calificación fue fundamental en la jerarquización de los equipos (Vital, Importante, Trivial) y en la obtención del Diagrama de Pareto.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

FASE DE ANÁLISIS

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE EQUIPOS

Programa de estudio:	*Programa Bovino*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca*
Instalación:	*Planta de lácteos*	***Página N°:***	*1 de 1*

Criterios de evaluación:

C1 (0,15)	Nivel de utilización.
C2 (0,35)	Incidencia en el proceso productivo.
C3 (0,15)	Complejidad del mantenimiento.
C4 (0,20)	Costo del equipo.
C5 (0,15)	Seguridad.

Equivalencia:

1	Bajo	Trivial	> 1
5	Medio	Importante	> 4
10	Alto	Vital	> 8

Equipo	Código E.	C1	C2	C3	C4	C5	Resultado	Valoración	%	%A
Banco de hielo	QP.PL.BH.01	10	10	10	10	10	10,0	VITAL	6,0	6,0
Caldero	QP.PL.CA.01	10	10	10	10	10	10,0	VITAL	6,0	12,0
Ordeñadora mecánica	QP.SO.OM.01	10	10	10	10	5	9,3	VITAL	5,6	17,6
Cuarto frío	QP.PL.CF.01	10	10	5	10	5	8,3	VITAL	5,0	22,5
Pasteurizador	QP.PL.PA.01	10	10	5	10	5	8,3	VITAL	5,0	27,5
Tanque enfriador	QP.PL.TE.01	10	10	5	10	5	8,3	VITAL	5,0	32,4
Torre de refrigeración	QP.PL.TR.01	10	10	5	10	5	8,3	VITAL	5,0	37,4
Picadora de pasto	QP.SF.PP.01	10	5	10	10	10	8,3	VITAL	5,0	42,3
Tractor agrícola	QP.SF.TA.01	10	5	10	10	10	8,3	VITAL	5,0	47,3
Envasadora automática	QP.PL.EA.01	5	5	10	10	10	7,5	IMPORTANTE	4,5	51,8
Calentador solar	QP.SO.CS.01	10	5	5	10	5	6,5	IMPORTANTE	3,9	55,7
Descremadora	QP.PL.DE.01	10	10	1	5	1	6,1	IMPORTANTE	3,7	59,3
Tina de pasteurización	QP.PL.TP.01	5	10	1	5	5	6,0	IMPORTANTE	3,6	62,9
Bomba sanitaria	QP.PL.BS.01	10	5	1	5	5	5,0	IMPORTANTE	3,0	65,9
Bomba periférica	QP.PL.BP.01	10	5	1	5	5	5,0	IMPORTANTE	3,0	68,8
Refrigeradora	QP.PL.RE.01	10	5	1	5	5	5,0	IMPORTANTE	3,0	71,8
Bomba sanitaria	QP.PL.BS.02	5	5	1	5	5	4,2	IMPORTANTE	2,5	74,3
Compresor	QP.PL.CO.01	5	5	1	5	5	4,2	IMPORTANTE	2,5	76,9
Empacadora al vacío	QP.PL.EV.01	5	5	1	5	5	4,2	IMPORTANTE	2,5	79,4
Agitador manual	QP.PL.AM.01	5	5	1	1	1	3,0	TRIVIAL	1,8	81,2
Agitador manual	QP.PL.AM.02	5	5	1	1	1	3,0	TRIVIAL	1,8	83,0
Lira horizontal	QP.PL.LH.01	5	5	1	1	1	3,0	TRIVIAL	1,8	84,8
Lira vertical	QP.PL.LV.01	5	5	1	1	1	3,0	TRIVIAL	1,8	86,6
Mesa de moldeo	QP.PL.MM.01	5	5	1	1	1	3,0	TRIVIAL	1,8	88,4
Mesa de proceso	QP.PL.MP.01	5	5	1	1	1	3,0	TRIVIAL	1,8	90,2
Envasadora manual	QP.PL.EM.01	1	5	1	1	1	2,4	TRIVIAL	1,4	91,6
Báscula	QP.SP.BA.01	10	1	1	1	1	2,4	TRIVIAL	1,4	93,0
Balanza digital	QP.PL.BD.01	5	1	1	5	1	2,2	TRIVIAL	1,3	94,4
Balanza mecánica	QP.PL.BM.01	5	1	1	5	1	2,2	TRIVIAL	1,3	95,7
Balanza digital	QP.PL.BD.02	5	1	1	1	1	1,6	TRIVIAL	1,0	96,6
Selladora de pedal	QP.PL.SP.01	5	1	1	1	1	1,6	TRIVIAL	1,0	97,6
Etiquetadora	QP.PL.ET.01	1	1	1	1	1	1,0	TRIVIAL	0,6	98,2
Prensa mecánica	QP.PL.PM.01	1	1	1	1	1	1,0	TRIVIAL	0,6	98,8
Mezcladora de alimentos	QP.PB.MA.01	1	1	1	1	1	1,0	TRIVIAL	0,6	99,4
Molino de granos	QP.PB.MG.01	1	1	1	1	1	1,0	TRIVIAL	0,6	100,0

Figura 31. Priorización de equipos de la Planta de Lácteos e instalaciones anexas.

Fuente: El autor.

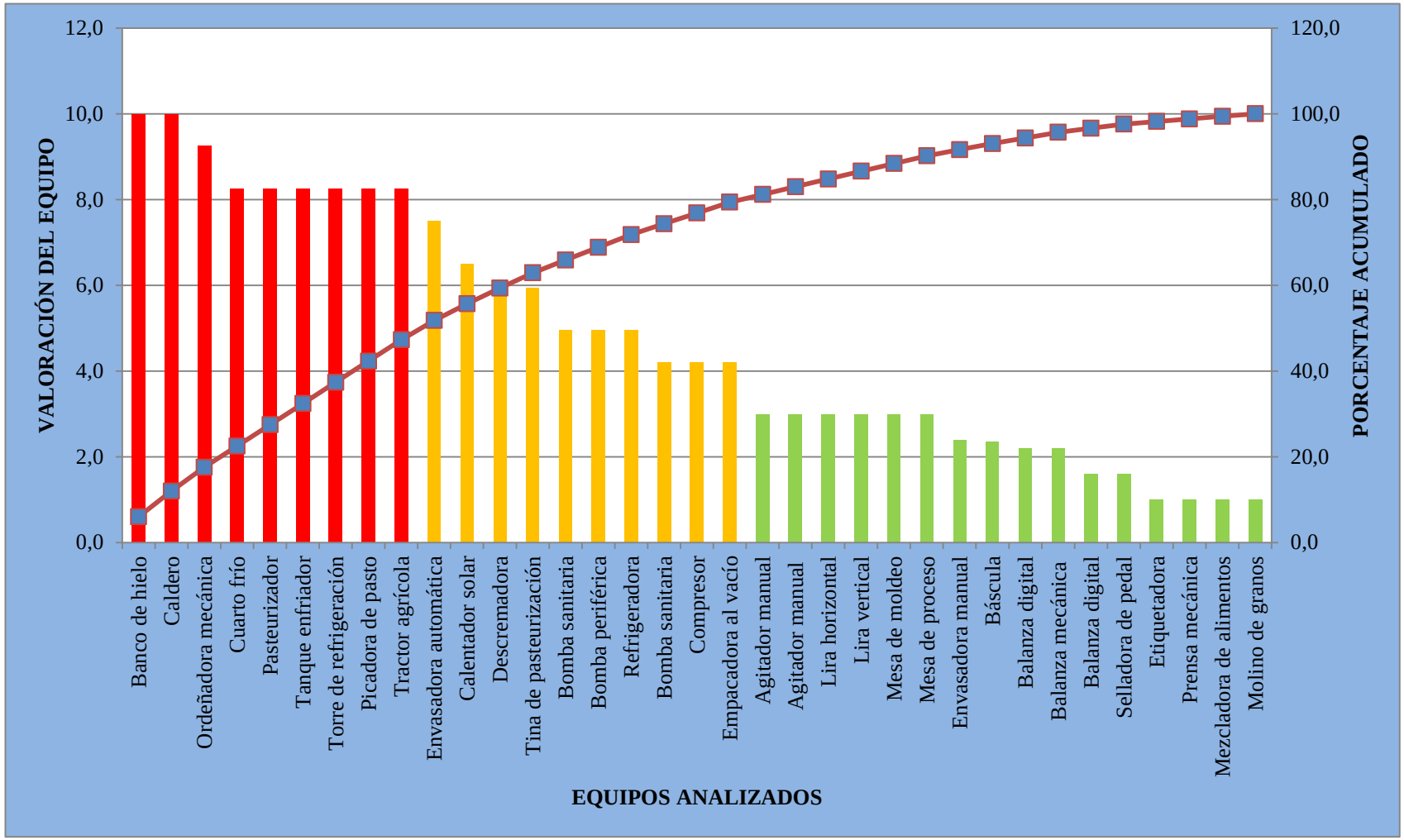


Figura 32. Diagrama de Pareto de la planta de lácteos e instalaciones anexas.

Fuente: El autor.

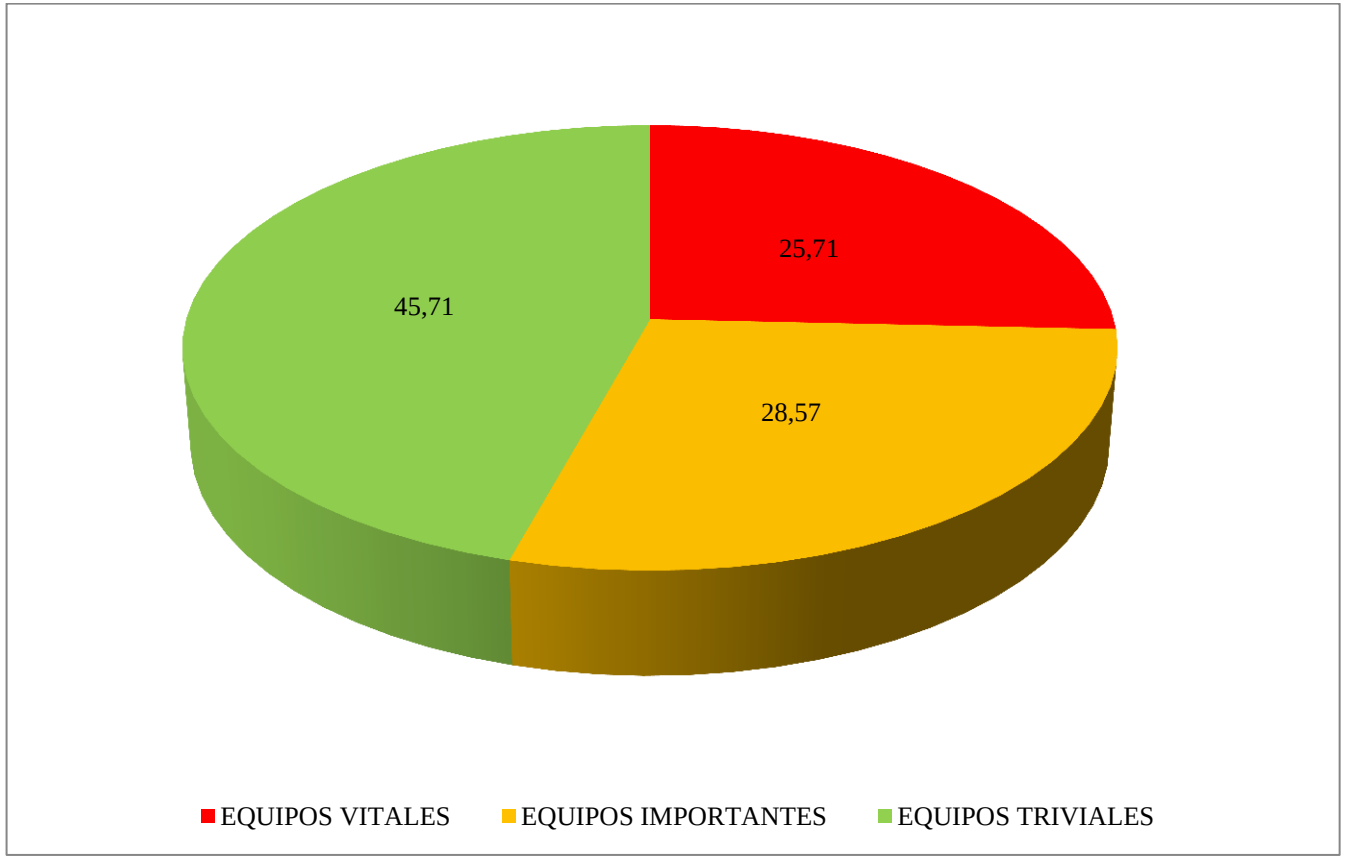


Figura 33. Distribución porcentual de los equipos por categoría.

Fuente: El autor.

6.3.4. Codificación de la información.

La información en mantenimiento es muy importante, por lo tanto, es de gran valía mantener la misma lo más ordenada posible. Una de las formas de organizar la información es mediante el uso de un código único, que permita identificar el tipo de información a la que se está recurriendo y el equipo al que pertenece.

Para realizar la generación del código para la información correspondiente al mantenimiento se estableció dos tipos de documentos, estos son: documentos generales y documentos específicos. Dentro de estas categorías existen varios documentos que se desprenden. Para la codificación se requirió obtener una abreviatura significativa del documento y el equipo al que corresponde la información (depende del código del equipo). La estructura del código generado se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Codificación de la información.

CODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN	
DOCUMENTOS ESPECÍFICOS	ABREVIATURA DEL DOCUMENTO
DOC – EQUIPO AL QUE PERTENECE.	
Ficha técnica del equipo	FT
Calendario del plan de mantenimiento	CM
Programa específico de mantenimiento	PM
Manual de Operación	MO
Manual de Reparaciones	MR
Manual de Accesorios y Partes	MA
Manual de Servicios	MS
Historial del equipo	HE
DOCUMENTOS GENERALES	ABREVIATURA DEL DOCUMENTO
DOC – INSTALACIÓN PERTENECE – NÚMERO CORRELATIVO	
Inventario técnico de equipos	IN
Registro de Repuestos	RP
Registro de Personal	RE
Registro de Herramientas	RH
Informe de mantenimiento	IM
Reporte de Avería	RA
Solicitud de Trabajo	ST
Orden de Trabajo	OT
Procedimiento de mantenimiento	PR

Fuente: El autor.

6.3.5. Análisis de los equipos.

El análisis del equipo corresponde a la parte medular en la elaboración del plan de mantenimiento, para ello se utilizó una serie de procedimientos que permitieron identificar situaciones de fallo en los equipos y sus posibles soluciones para minimizar los efectos de los mismos. El análisis consistió en una serie de etapas, las mismas se indican a continuación:

a) Análisis de la información técnica.

   Abarcó la revisión de la información técnica relativa al equipo, para ello fue preciso analizar los documentos proporcionados por el fabricante y la información recogida previamente.

b) Identificación de partes y componentes.

   Una vez revisada la información se procedió a elaborar un listado de las funciones y características que poseen los componentes del equipo.

c) Codificación de sistemas, elementos y componentes del equipo.

   La codificación se realizó mediante el estudio completo del equipo, para ello fue necesaria la descomposición del mismo en sus partes principales. Ésta actividad se complementó con la generación de un código para cada componente del equipo. El detalle del estudio se muestra en la Figura 34.

d) Elaboración de la ficha técnica del equipo.

   La ficha técnica del equipo es la suma del estudio realizado previamente y la información recogida. La ficha del equipo se compone de tres hojas, en las mismas se indican las características técnicas, el plano e identificación de partes del equipo y el listado general de componentes. La información se muestra en la Figura 35, Figura 36 y Figura 37 respectivamente.

e) Análisis causa – efecto (ISHIKAWA).

   Para finalizar el proceso de estudio se recurrió al análisis causa – efecto de cada uno de los equipos que se consideran críticos (categoría “A”). En la Figura 38 se puede visualizar el desarrollo del diagrama de Ishikawa para uno de los equipos analizados en el presente proyecto.

Como resultado del análisis se obtuvo 56 fichas técnicas, 36 programas específicos que abarcan un total de 243 actividades de mantenimiento. La planificación y programación para su cumplimiento requiere de 1293 horas de intervenciones de mantenimiento, lo que representa 2153 órdenes de trabajo con una carga promedio de trabajo de 6,1 horas.

Con fines demostrativos en esta sección se mostrará el procedimiento de análisis realizado para la caldera teniendo en cuenta que es uno de los equipos considerados en el estudio como categoría “A” (Vital). Para revisar la información completa del estudio realizado al resto de los equipos es necesario dirigirse al Anexo Q.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

FASE DE ANÁLISIS

DETALLE DE SISTEMAS Y ELEMENTOS PRINCIPALES DEL EQUIPO.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Equipo:	*Caldero*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca*
Código del equipo:	*QP.PL.CA.01*	***Página:***	*1 de 1*

DETALLE DE LOS SISTEMAS Y MECANISMOS PRINCIPALES

N°	A. Equipo	Sistema	A. Sistema	Función
1	CA	Eléctrico	EL	Porporciona protección a los elementos instalados y energía al sistema.
2		Combustión.	CB	Esta compuesto por los elementos que hacen posible la generación de los gases de combustión.
3		Bombeo.	BB	Se encarga de alimentar a la caldera de agua para la producción de vapor.
4		Distribución de vapor.	DV	Se encarga de alimentar a los equipos con el vapor proveniente del caldero.
5		Estructural.	ES	Esta compuesto por los elementos extructurales que forman el cuerpo del caldero.
6		Medición y regulación.	MR	Su función es medir y controlar los los parámetros de trabajo del caldero.

DETALLE DE LAS PARTES DEL EQUIPO

N°	Sistema	Elemento	Código	Función
1	CA.EL	Tablero eléctrico	CA.EL.01	Se encarga del control y proteción de los elementos. (Relé, contactor, interruptor, etc)
2	CA.EL	Conductores eléctricos.	CA.EL.02	Conectan los diferentes elementos del equipo al suministro eléctrico.
1	CA.CB	Tanque de combustible.	CA.CB.01	Almacena el combustible que consume el caldero.
2	CA.CB	Medidor de nivel.	CA.CB.02	Muestra el nivel de combustible que tiene el tanque.
3	CA.CB	Válvula tipo bola.	CA.CB.03	Su función es de abrir o cerrar el paso de combustible.
4	CA.CB	Filtro de combustible.	CA.CB.04	Retiene las impurezas que contenga el combustible.
5	CA.CB	Quemador.	CA.CB.05	Su función es producir la combustión del combustible.
1	CA.BB	Bomba de alimentación.	CA.BB.01	Provee de agua a la caldera desde la toma general.
2	CA.BB	Válvula tipo bola 1.	CA.BB.02	Abre y cierra el paso de agua enviada desde la bomba de alimentación.
3	CA.BB	Válvula tipo bola 2.	CA.BB.03	Conduce el agua al caldero desde la toma principal de agua potable.
4	CA.BB	Válvula antirretorno 1.	CA.BB.04	Almacena el líquido condensado proveniente de las líneas de vapor.
5	CA.BB	Válvula antirretorno 2.	CA.BB.05	Permite el paso del vapor desde el caldero hacia los equipos que lo requieren.
6	CA.BB	Tuberías de agua.	CA.BB.06	Conduce el agua al caldero desde la toma principal de agua potable.
7	CA.BB	Tanque de agua.	CA.BB.07	Su función es almacenar el agua que se utiliza en el caldero.
1	CA.DV	Válvula de salida de vapor.	CA.DV.01	Abre o cierra el paso de vapor desde el caldero hacia los equipos.
2	CA.DV	Tuberías de vapor.	CA.DV.02	Conduce el vapor desde el caldero a los equipos que requieren vapor.
3	CA.DV	Válvula regulador de presión.	CA.DV.03	Tiene como función controlar el paso del vapor a los equipos.
4	CA.DV	Válvula de bola 1.	CA.DV.04	Sirve para abrir o cerrar el paso de vapor.
5	CA.DV	Válvula de bola 2.	CA.DV.05	Sirve para abrir o cerrar el paso de vapor.
6	CA.DV	Válvula de bola 3.	CA.DV.06	Sirve para abrir o cerrar el paso de vapor.
7	CA.DV	Válvula de bola 4.	CA.DV.07	Sirve para abrir o cerrar el paso de vapor.
8	CA.DV	Trampa de vapor.	CA.DV.08	Su función es permitir la separación del condensado y el vapor.
9	CA.DV	Tubería de condensados.	CA.DV.09	Conduce el condensado hacia la salida de la planta.
1	CA.ES	Cuerpo de la caldera.	CA.ES.01	Esta compuesto por la envolvente del caldero y su interior.
2	CA.ES	Base de soporte.	CA.ES.02	Se encarga de sostener el caldero.
3	CA.ES	Chimenea.	CA.ES.03	Se encarga de conducir los gases producidos por el caldero hacia el exterior.
1	CA.MR	Válvula de purga.	CA.MR.01	Su función es descargar los residuos depositados en el interior del caldero.
2	CA.MR	Válvula de seguridad.	CA.MR.02	Su función es aliviar el sistema cuando la presión excede los límites de trabajo.
3	CA.MR	Control nivel de agua M&M	CA.MR.03	Se encarga de controlar el nivel de agua de la caldera.
4	CA.MR	Manómetro 1.	CA.MR.04	Mide la presión del vapor en la caldera.
5	CA.MR	Manómetro 2.	CA.MR.05	Mide la presión del vapor de alimentación de los equipos.
6	CA.MR	Control de presión.	CA.MR.06	Controla los niveles de presión de trabajo en el interior de la caldera.

Figura 34. Detalle de los componentes de los equipos.

Fuente: El autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Código de documento:	*FT-PL.CA.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Año actualización:***	*2014*
Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Página N°:***	*1 de 3*

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Nombre del equipo:	*CALDERO*	**Inicio de operaciones:**	*15/06/2010*
Marca:	**********	**Año de fabricación:**	**********
Modelo:	**********	**Procedencia:**	*ECUADOR*
Serie:	**********	**Fabricante:**	**********
Código patrimonial:	*008908*	**Proveedor:**	**********
Código de equipo (PM)	*QP.PL.CA.01*	**Documentos técnicos*:**	☐ MM ☐ MR ☐ MS ☐ P/D ☐ MO ☐ MA/P
Estado del equipo:	☑ Bueno ☐ Regular ☐ Malo		

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO

Voltaje (V)	***Amperaje (A)***	***Potencia***	***Capacidad (Lts)***	***r.p.m****
110	*7,7*	*10 BHP*		

Accionamiento:	*Manual* ☐	*semi Automática* ☑	*Automática* ☐
Fuente de Alimentación	*Electricidad* ☑	*Combustible* ☑	*Renovable* ☐
Prioridad:	*Vital* ☑	*Importante* ☐	*Trivial* ☐

Descripción:

La caldera es una máquina que nos permite producir vapor de agua a elevada temperatura y presion, el equipo instalado es del tipo pirotubular vertical, por lo que en su interior hay un serie de tubos por los que fluira gases calientes, estos a suu vez calientan la superficie del tubo transfiriendo calor al agua circundante qproduciendo el vapor de agua. Los gases calientes se producen por medio del quemador y el elemento combustible, en este caso el combustible utilizado es la gasolin.

Dimensiones (m):

Largo	***Ancho***	***Altura***	***Peso (Kg)***
2,0	*2,0*	*3,0*	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

- La caldera alimenta la planta de lácteos y planta de cárnicos. Tiene una capacidad de salida de 10 BHP (Boiler horse power).
- La caldera es de tipo vertical pirotubular, esta en capacidad de producir continuamente 290 lb/hr de vapor, desde y hasta 212 °F (100°C), a una presión máxima de trabajo de 80 PSI.
- Para la combustión se utiliza un quemador a diesel, con bomba de combustible, sistema de ignición, boquillas, válvulas solenoides para piloto y principal, detector de aire de combustión y sistema de mezcla aire - combustible incorporados.
- El control externo del quemador esta determinado por un control de límite de presión (Presuretrol) HONEYWELL para arrancar o detener la operación del quemador de forma automatica.
- La caldera posee un control de cierre por bajo nivel de agua marca McDONNELL & MILLER, su función es detener automaticamente la operación del quemador cuando el nivel de agua dentro de la caldera descienda a un mínimo seguro.
- Posee un tablero de control general para los elementos instalados en la caldera, con protección térmica y de sobrecarga. Con interuptor y luces piloto incorporados.
- Los accesorios de la caldera son: válvula de purga, válvula de seguridad, válvula reductora de presión, manometros, trampa de vapor termodinámica, bomba de alimentación de alta presión, válvula de servicio o interrupción, válvulas de compuerta, tuberías.

***r.p.m:** Revoluciones por minuto ; * **Cos φ :** Factor de potencia; ***MR:** Manual de reparaciones; ***MO:** Manual de operaciones; ***MS:** Manual de servicios; ***MA/P:** Manual de accesorios y partes; * **MM:** Manual de mantenumiento; * **P/D:** Planos y diagramas de instalación.*

Figura 35. Ficha técnica del caldero.

Fuente: El autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Código de documento:	*FT-PL.CA.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Año de actualización:***	*2014*
Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Página N°:***	*2 de 3*

PLANO GENERAL DEL EQUIPO E IDENTIFICACION DE PARTES

QUEMADOR DE COMBUSTIBLE

Modelo:	*EH*
Amperaje:	*7,7 A*
Voltaje	*120 V*
Frecuencia:	*60 Hz*
Capacidad:	*2 - 6 GPH (Galones hora)*
Bomba Combustible:	3450 rpm de una etapa.
Controles:	Protector térmico incorporado.
Sistema de Ignición:	10000 V/23 MA en el secundario.
Motor:	1/4 Hp, 3450 rpm, 115 V/60 Hz

ELECTROBOMBA

Marca:	Hidros
Modelo:	QB 80
Voltaje:	110/220 V
Potencia:	1 HP
Frecuencia:	60 Hz
rpm:	3450
Altura Máx:	72 m
Altura Suct:	9m
Caudal Máx:	55 l/min.

CONTROL DE NIVEL DE AGUA

Serie:	64
Presión M:	50 PSI
Voltaje:	120 VAC
Plena carga:	7,4 A
Bloqueo:	44,4 A

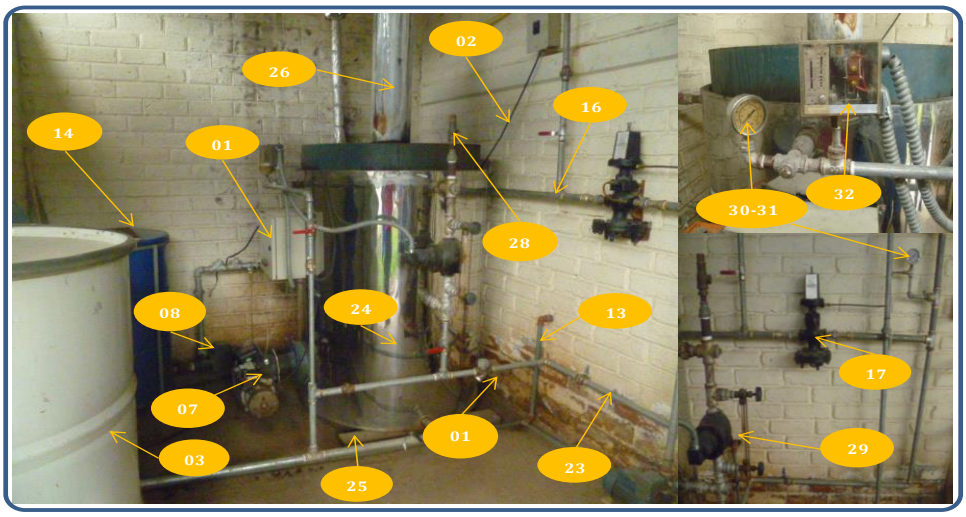


Figura 36. Ficha técnica. Plano general del equipo e identificación de partes.

Fuente: El autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Código de documento:	*FT-PL.CA.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Fecha de realización:***	*2014*
Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Página N°:***	*3 de 3*

LISTADO GENERAL DE COMPONENTES

N°	SISTEMA	COMPONENTE	CÓDIGO	CARACTERISTICAS.
01	Eléctrico	Tablero eléctrico	CA.EL.01	Tablero metalico. Pulsadores y pilotos intalados.
02	Eléctrico	Conductores eléctricos.	CA.EL.02	Alimentación de 120 V. Conductor AWG # 8.
03	Combustión	Tanque de combustible.	CA.CB.01	Tanque metalico. Dimensiones (A: 1m; D: 0,4m)
04	Combustión	Medidor de nivel.	CA.CB.02	McDonnell & Miller. Presión máxima 50 PSI.
05	Combustión	Válvula tipo bola.	CA.CB.03	Válvula de paso Tanque de combustible.
06	Combustión	Filtro de combustible.	CA.CB.04	Retenedor de impurezas.
07	Combustión	Quemador.	CA.CB.05	Caracteristicas indicadas en la lámina anterior.
08	Bombeo	Bomba de alimentación.	CA.BB.01	Caracteristicas indicadas en la lámina anterior.
09	Bombeo	Válvula tipo bola 1.	CA.BB.02	Válvula de paso agua potable - tanque de agua.
10	Bombeo	Válvula tipo bola 2.	CA.BB.03	Válvula de paso tanque de agua - caldera.
11	Bombeo	Válvula antirretorno 1.	CA.BB.04	Válvula antirretorno tanque de agua - caldera.
12	Bombeo	Válvula antirretorno 2.	CA.BB.05	Válvula antirretorno tanque de agua - caldera.
13	Bombeo	Tuberías de agua.	CA.BB.06	Tubería galvanizada.
14	Bombeo	Tanque de agua.	CA.BB.07	Tanque plastico, plastigama.
15	Dist. Vapor.	Válvula de salida de vapor.	CA.DV.01	Válvula de globo, salida de vapor a los equipos.
16	Dist. Vapor.	Tuberías de vapor.	CA.DV.02	Tubería galvanizada. Con aislamiento térmico
17	Dist. Vapor.	Válvula regulador de presión.	CA.DV.03	Spirax Sarco, serie 25, Presión Máx. 250 PSI. Tmáx. 200°C.
18	Dist. Vapor.	Válvula de bola 1.	CA.DV.04	Válvula de paso tubería 1.
19	Dist. Vapor.	Válvula de bola 2.	CA.DV.05	Válvula de paso tubería 2.
20	Dist. Vapor.	Válvula de bola 3.	CA.DV.06	Válvula de descarga para el control de nivel M & M.
21	Dist. Vapor.	Válvula de bola 4.	CA.DV.07	Válvula de descarga linea de control de presión.
22	Dist. Vapor.	Trampa de vapor.	CA.DV.08	Trampa termodinamica. Tubería de condensados.
23	Dist. Vapor.	Tubería de condensados.	CA.DV.09	Tubería galvanizada.
24	Estructural	Cuerpo de la caldera.	CA.ES.01	Envolvente acero inoxidable.
25	Estructural	Base de soporte.	CA.ES.02	Soporte metalico.
26	Estructural	Chimenea.	CA.ES.03	Chimenea fabricado en lámina de tool galvanizada.
27	Medición	Válvula de purga.	CA.ES.01	Válvula tipo bola. Drenaje inferior de la caldera.
28	Medición	Válvula de seguridad.	CA.ES.02	Válvula de seguridad regulada a 80 PSI.
29	Medición	Control nivel de agua M&M	CA.ES.03	Caracteristicas indicadas en la lámina anterior.
30	Medición	Manómetro 1.	CA.ES.04	Medidor de presión en la caldera.
31	Medición	Manómetro 2.	CA.ES.05	Medidor de presion a la salida del regulador de presión.
32	Medición	Control de presión.	CA.ES.06	Control automático de presión HONEYWELL

Figura 37. Ficha técnica. Listado general de componentes del caldero.

Fuente: El autor.

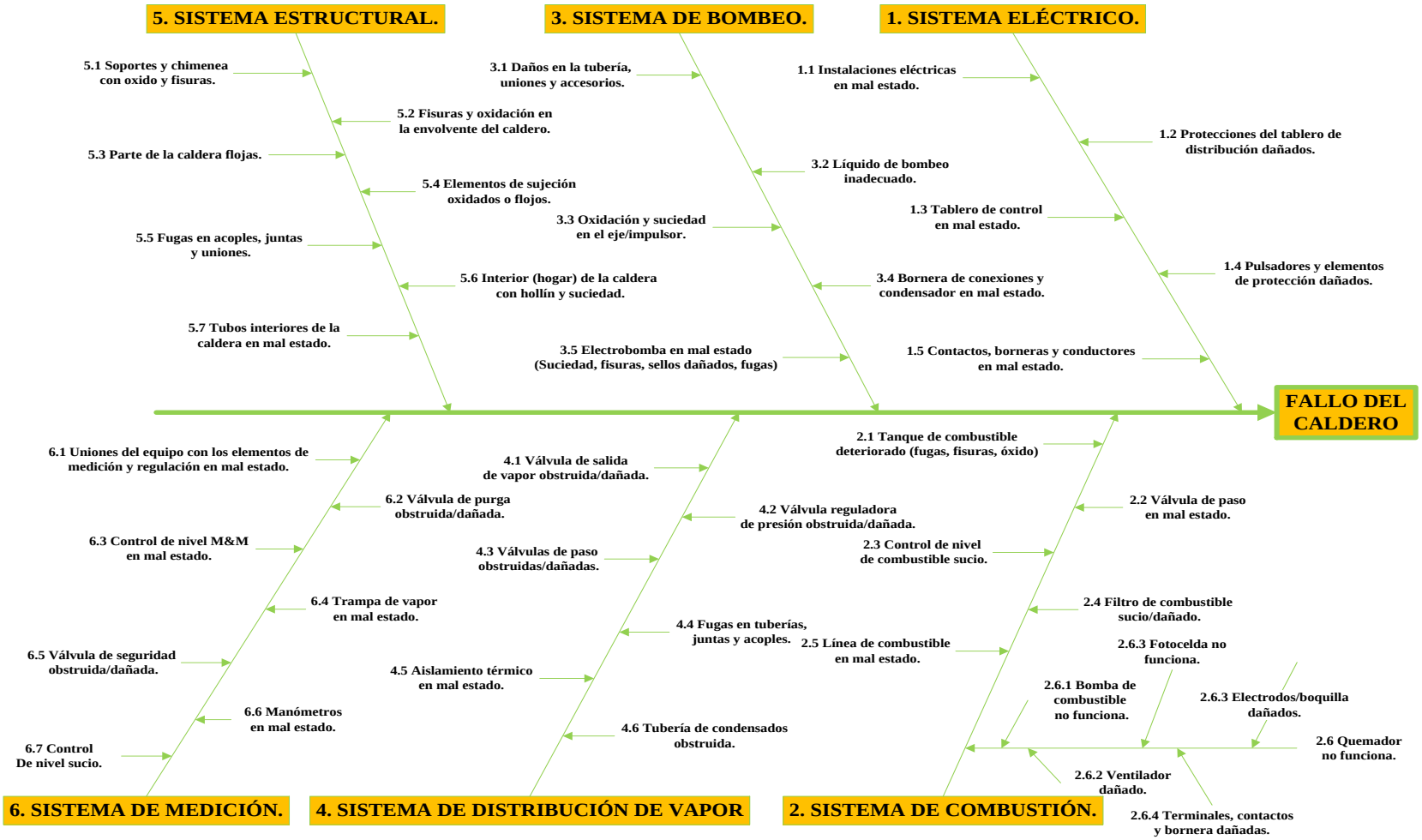


Figura 38. Diagrama causa – efecto (Ishikawa) del caldero.

Fuente: El autor.

6.3.6. Programa específico de mantenimiento.

La programación del mantenimiento consiste en detallar las actividades de mantenimiento y los recursos necesarios para su ejecución. Para ello se necesitó determinar la especialidad del trabajo, el responsable de la operación, la frecuencia, tiempo de duración y costo de la mano de obra.

La determinación del tiempo para las actividades se determinó a partir del estudio de tiempos mostrado en el ejemplo de la Figura 39, el tiempo que se obtuvo sirvió de mucho al momento de calcular el costo de la mano de obra invertida en la ejecución de las tareas de mantenimiento. Para el cálculo del costo se utilizó como referencia el salario básico promedio de un técnico de mantenimiento.

Con fines demostrativos en esta sección se mostrará el programa específico de mantenimiento y el procedimiento de mantenimiento para el caldero, los mismos se pueden visualizar en la Figura 40 y Figura 41 respectivamente. La información completa del resto de equipos se encuentra en los Anexos R, S, T y U.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

TIEMPO ESTÁNDAR: SISTEMA MOST CÁLCULO X 10.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Equipo:	*Caldero*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca.*
Sistema:	*Sistema eléctrico*	***Página:***	*1 de 10*

ACTIVIDAD: Inspección y limpieza de los conductores, contactos eléctricos, borneras y terminales.

Tiempo en TMU:	11070	**K:**	0,73	**Tiempo en minutos:**	7,4

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.											FREC.	TMU
01	Desconectar el interruptor desde el tablero de distribución.	56	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	1	560
			16	16	3	1	3	1	-	-	-	-	16		
02	Abrir la caja de herramientas, tomar la llave y abrir el tablero de control de la caldera.	57	A	B	G	A	B	P	L	A	B	P	A	1	570
			32	6	1	1	3	3	3	1	3	3	1		
03	Revisar el interior del tablero de control, los componentes y la estructura.	33	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	1	330
			1	3	1	1	6	3	10	1	3	3	1		
04	Abrir la caja de herramientas, tomar el destornillador y ajustar los elementos que se encuentren flojos.	67	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	1	670
			3	6	1	3	16	3	24	1	6	3	1		
05	Abrir la caja de herramientas, tomar la escobilla y limpiar el tablero de control al interior y exterior.	67	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	1	670
			3	6	1	3	16	1	24	3	6	1	3		
06	Retirar las herramientas utilizadas y objetos que sean ajenos a la instalación.	100	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	5	5000
			32	16	3	1	16	0	-			-	32		
07	Cerrar la tapa del tablero de control.	13	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	1	130
			1	3	1	1	3	3	-	-	-	-	1		
08	Recorrer los conductores eléctricos y advertir daños en los mismos.	129	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	1	1290
			32	16	3	1	16	1	10	1	16	1	32		
09	Revisar las conexiones eléctricas entre el tablero de control y los diferentes elementos instalados.	129	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	1	1290
			32	16	3	1	16	1	10	1	16	1	32		
10	Conectar el interruptor desde el tablero de distribución.	56	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	1	560
			16	16	3	1	3	1	-	-	-	-	16		

Figura 39. Cálculo del tiempo estándar para las actividades de mantenimiento.

Fuente: El autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

PROGRAMA ESPECÍFICO DE MANTENIMIENTO.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Código del documento:	*PM-PL.CA.01*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca*
Equipo:	*Caldero*	***Página:***	*1 de 1*

SISTEMA ELÉCTRICO.								
ACTIVIDAD	REPUESTOS	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza de los conductores, contactos eléctricos, borneras y terminales.	Cinta aislante. Material eléctrico	Caja de herramientas.	Electromecánico	T	10	0,68	Técnico de mantenimiento.	PR-PM-01
Verificar el correcto funcionamiento de los elementos de mando y control.	Ninguno	Caja de herramientas.	Electromecánico	T	4	0,27	Técnico de mantenimiento.	PR-PM-02
Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito eléctrico.	Ninguno	Pinza amperimetrica.	Electromecánico	T	2	0,14	Técnico de mantenimiento.	PR-PM-03
SISTEMA DE COMBUSTIÓN.								
ACTIVIDAD	REPUESTOS	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza del tanque de almacenamiento de combustible.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	T	5	0,34	Operario	PR-PM-04
Verificar la existencia de fugas en las tuberías, uniones y accesorios.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	2	0,14	Operario	PR-PM-05
Inspección y limpieza del filtro de combustible.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	M	11	0,75	Operario	PR-PM-06
Inspección y limpieza general del quemador de la caldera.	Ninguno	Caja de herramientas.	Electromecánico	A	43	2,94	Técnico de mantenimiento.	PR-PM-07
Remplazar la boquilla del quemador.	Boquilla Quemador Wayne EH	Caja de herramientas.	Electromecánico	A	4	0,27	Técnico de mantenimiento.	PR-PM-08
Remplazar el filtro de combustible.	Filtro de combustible.	Caja de herramientas.	Electromecánico	A	5	0,34	Técnico de mantenimiento.	PR-PM-09
SISTEMA DE BOMBEO.								
ACTIVIDAD	REPUESTOS	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general de las tuberías y accesorios del sistema de bombeo.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	SM	4	0,27	Operario	PR-PM-10
Verificar el estado de las conexiones eléctricas en la bornera de la electrobomba.	Cinta aislante. Material eléctrico	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	5	0,34	Técnico de mantenimiento.	PR-PM-11
Verificar que no existan fugas en los empaques y juntas de la bomba.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	3	0,21	Operario	PR-PM-12
Advertir la presencia de ruidos, rozamiento o vibraciones inusuales.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	3	0,21	Operario	PR-PM-13
Inspección y limpieza general de la electrobomba..	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	SM	14	0,96	Operario	PR-PM-14
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.								
ACTIVIDAD	REPUESTOS	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza de la tubería y accesorios del sistema de distribución de vapor.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	SM	8	0,55	Operario	PR-PM-15
SISTEMA ESTRUCTURAL.								
ACTIVIDAD	REPUESTOS	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Verificar el acoplamiento y hermeticidad de las partes y accesorios sujetos a la caldera.	Ninguno	Visual, sensorial	Operador	SM	4	0,27	Operario	PR-PM-16
Inspección y limpieza general de la estructura de la caldera.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Electromecánico	A	21	1,44	Técnico de mantenimiento.	PR-PM-17
SISTEMA DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN.								
ACTIVIDAD	REPUESTOS	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza del control de nivel de agua (MCDONNELL & MILLER).	Ninguno	Caja de herramientas.	Operador	A	15	1,03	Operario	PR-PM-18
Purga del control de nivel de agua (MCDONNELL & MILLER).	Ninguno	Caja de herramientas.	Operador	M	3	0,21	Operario	PR-PM-19
Inspección y limpieza del control de presión (HONEYWELL), válvula de seguridad y manómetros.	Ninguno	Caja de herramientas.	Operador	T	5	0,34	Operario	PR-PM-20
Verificar el correcto funcionamiento la válvula reductora de presión.	Ninguno	Registros de presión.	Operador	T	3	0,21	Operario	PR-PM-21
Verificar y registrar los parámetros de trabajo de la caldera (nivel de agua, combustible y presión).	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	S	2	0,14	Operario	PR-PM-22

Figura 40. Programa de mantenimiento de la caldera.

Fuente: El autor.

6.3.7. Procedimiento de mantenimiento.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO: PR-PM.AC.07		
Inspección y limpieza general del quemador de la caldera. **CONDICIÓN DEL EQUIPO: APAGADO.**		
Fecha de actualización: 2014	**Condición del equipo:** Apagado	**Página:** 1/2

Recomendaciones de seguridad:

- ✓ Apague el equipo siempre que realice cualquier actividad de mantenimiento, salvo en los casos que se indique lo contrario (Verificación de funcionamiento o toma de valores de funcionamiento del equipo).
- ✓ Utilice el equipo de protección personal que se recomienda en el procedimiento de mantenimiento.
- ✓ Retire las herramientas que utilice. Revise siempre el lugar de trabajo.
- ✓ No se debe exponer a situaciones de riesgo. Si no hay garantías no ejecute las acciones indicadas en este procedimiento.
- ✓ Nunca realice actividades de mantenimiento en ningún equipo en condiciones inapropiadas: enfermo, en estado etílico, somnolencia o bajo los efectos de alucinógenos.

Equipo de protección personal:

- ✓ Guantes de cuero.
- ✓ Zapatos de trabajo.
- ✓ Mascarilla.
- ✓ Casco.
- ✓ Ropa de trabajo.

Implementos de limpieza:

- ✓ Escobilla.
- ✓ Paño o franela.
- ✓ Cepillo.
- ✓ Espátula
- ✓ Juego de llaves.
- ✓ Martillo.
- ✓ Destornillador estrella/plano.
- ✓ Pinzas.

Documentos de consulta:

Ficha técnica del equipo.

Documentos técnicos del equipo.

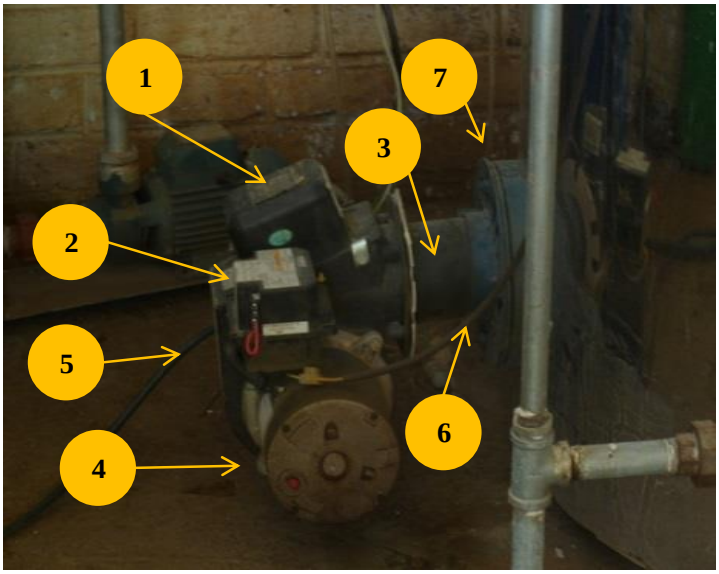
Registro de inspecciones.

Historial del equipo.

Figura 41. Procedimiento de mantenimiento para el caldero.

Fuente: El autor.

DETALLE DE LAS ACTIVIDADES:



1 Caja de conexiones.
2 Transformador de ignición.
3 Tubo del quemador.
4 Motor ventilador.
5 Línea de combustible
6 Alimentación eléctrica.
7 Brida de acople quemador – caldero.

1) Apague el equipo.
2) Retire la línea de combustible.
3) Retire los conductores.
4) Coloque un soporte en la parte inferior del quemador.
5) Retire los tornillos.
6) Retire el quemador hacia un espacio abierto.
7) Tome el cepillo/espátula y retire el hollín del interior del tubo.
8) Revise el estado de la boquilla, y los contactos del electrodo.
9) Revise el estado del ventilador.
10) Retire la carcasa del transformador de ignición y revise los contactos y borneras.
11) Limpie con una franela y cepillo el exterior del quemador.
12) Asegure los tonillos y partes que estén por ajustar.
13) Limpie los tornillos de fijación (Quemador-Caldera).
14) Coloque el quemador en la posición final. Asegure los pernos.
15) Retire las herramientas e instrumentos utilizados. Guarde en la caja de herramientas.

Figura 42. Procedimiento de mantenimiento para el caldero. Continuación.

Fuente: El autor.

6.3.8. Organización y administración del mantenimiento.

La gestión del mantenimiento se basa en la organización y administración correcta de los recursos que permiten ejecutar las actividades contempladas en el plan de mantenimiento, para lograrlo es necesario establecer una adecuada estructura organizacional sobre la cual se apoye la gestión del mantenimiento.

La estructura del departamento de mantenimiento está estrechamente ligada a los recursos (humanos, materiales y económicos), y su tamaño depende del grado de complejidad de la instalación. Para las instalaciones analizadas en el presente estudio se ha definido la organización y administración del mantenimiento a partir de la estructura mostrada en la Figura 43.

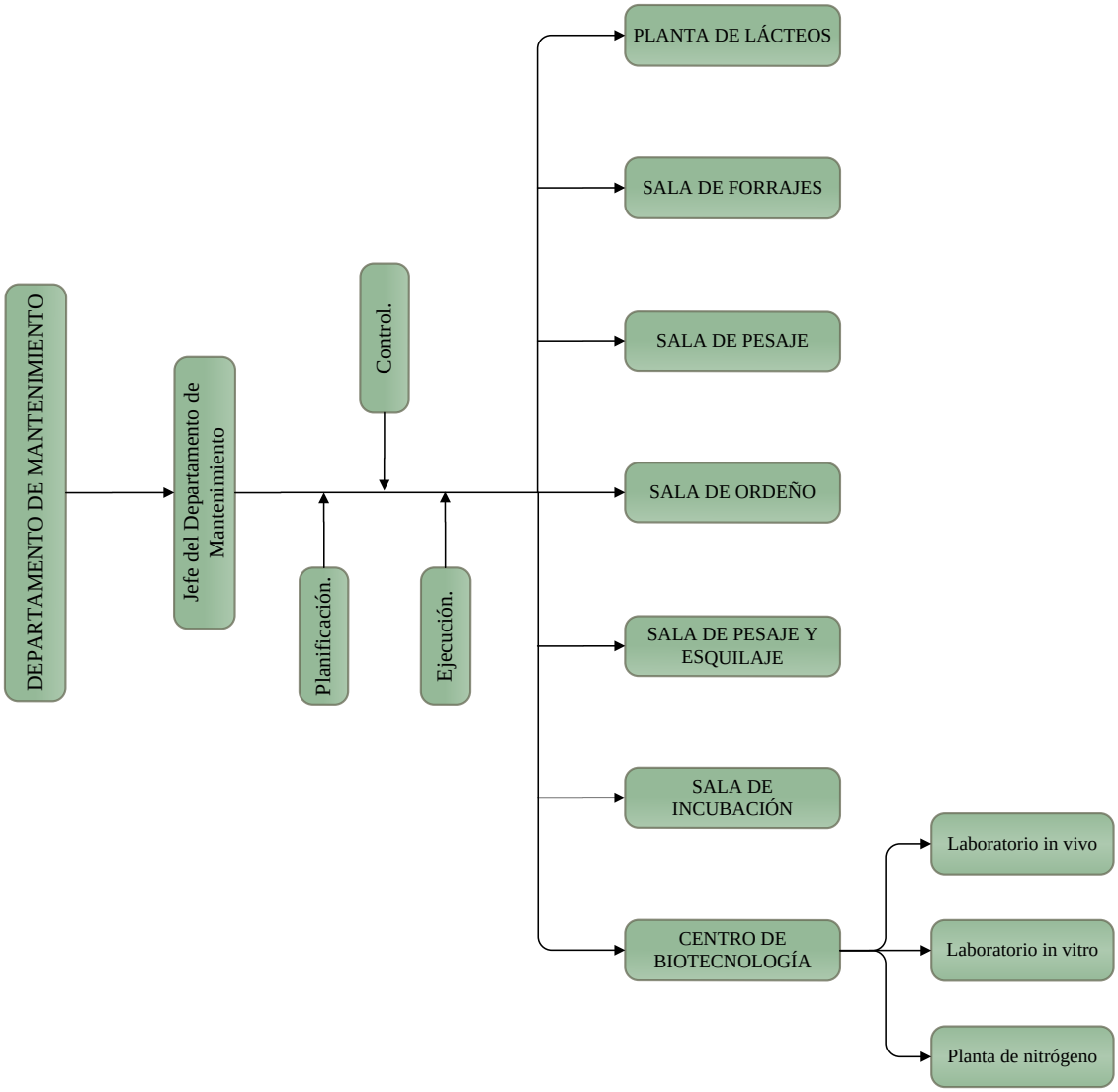


Figura 43. Estructura organizacional del departamento de mantenimiento.

Fuente: El autor.

6.3.8.1. Gestión de recursos humanos.

De acuerdo a la planificación del mantenimiento se determinó que en la ejecución de las actividades es preciso contar con el apoyo de todo el personal que está involucrado con el uso de los equipos. La gestión de los recursos humanos abarca al siguiente personal:

Técnico de mantenimiento.

Para el cargo de técnico de mantenimiento es necesario tener una formación académica acorde para el cargo, por lo que se requiere que posea mínimo el título de tecnólogo, además, debe contar con experiencia en mantenimiento de equipos. Sus funciones serán las siguientes:

- ✓ Planificar, ejecutar y controlar las actividades de mantenimiento que tengan lugar en las instalaciones que son de competencia del plan de mantenimiento.
- ✓ Coordinar actividades de socialización y capacitación al personal que interviene en los equipos.
- ✓ Ejercer el cargo de Jefe del Departamento de mantenimiento.

Técnico responsable de la instalación.

El técnico es el docente encargado de una instalación o laboratorio, su función es guiar a los estudiantes en las actividades prácticas y de investigación. Además, debe colaborar en las actividades de mantenimiento autónomo contempladas en la planificación.

Operarios.

Los operarios son aquellos que hacen uso de los equipos, tomando en cuenta que la instalación tiene fines educativos debemos concluir que este grupo estará integrado por los estudiantes que realizan las prácticas y el técnico responsable de coordinar las actividades, además del personal de planta que se encarga de las labores en fines de semana. El operario tiene como función velar por el uso correcto de los equipos y el cuidado de los mismos, así mismo, debe cumplir con las tareas contempladas en el plan de mantenimiento.

6.3.8.2. Gestión de herramientas.

La ejecución de las actividades de mantenimiento previstas en los programas específicos de cada equipo requiere la utilización de un set de herramientas básicas, las mismas se encuentran clasificadas en cuatro categorías: equipo de protección individual y seguridad, consumibles, utilitarios y herramientas mecánicas.

La descripción del lote completo de herramientas a gestionar por el departamento de mantenimiento se indica en la Figura 44.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

REGISTRO DE HERRAMIENTAS A ADQUIRIR

Ubicación:	Quinta Experimental Punzara	**Fecha de actualización :**	2014
Código del documento:	RH-PM-01	**Página:**	1/1

TIPO	DESCRIPCIÓN	Ud.
EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y SEGURIDAD.	Casco.	2
	Guantes.	5
	Gafas de seguridad.	2
	Mascarillas (Paquete de 20 pzs).	20
	Protectores auditivos.	2
	Botas.	2
	Botiquín de primeros auxilios.	1
	Extintor (5Kg).	1
CONSUMIBLES.	Franela.	5
	Escobilla o cepillo.	2
	Lija de agua.	2
	Teflón.	2
	Cinta aislante	2
UTILITARIOS.	Linterna.	1
	Pinza amperimétrica.	1
	Navaja.	1
HERRAMIENTAS MECÁNICAS.	Alicate de sujeción.	1
	Alicate de corte.	1
	Alicate de punta.	1
	Alicate multiuso.	1
	Flexómetro (3m).	1
	Martillo	2
	Juego de destornilladores.	1
	Brocha pequeña.	1
	Brocha grande.	1
	Juego de llaves Allen 1,5 a 12 mm.	1
	Juego de llaves de boca mixta: N° 8 (5/16), 10 (13/32), 13 (1/2), 19 (3/4), 24 (15/16).	1
	Espátula.	2
	Engrasadora.	1
	Caja de herramientas plástica.	1

Figura 44. Listado general de herramientas.

Fuente: El autor.

6.3.8.3. Gestión de repuestos.

El listado general de repuestos se genera a partir del programa específico de cada equipo, el documento contiene información sobre los repuestos que se requieren gestionar y las características de los mismos.

Es importante resaltar la necesidad de incorporar una cantidad importante de consumibles, especialmente en material eléctrico básico, considerando que el plan de mantenimiento considera los repuestos y consumibles para la gestión de mantenimiento que sean de carácter preventivo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

REGISTRO DE REPUESTOS Y CONSUMIBLES A ADQUIRIR

Ubicación:	Quinta Experimental Punzara	**Fecha de actualización:**	2014
Código del documento:	RR-PM-01	**Página:**	1/2

N°	Equipo	Descripción	Cant.
1	CALDERA	Boquilla del quemador de combustible (Wayne EH)	1
2		Filtro de combustible	1
3	ORDEÑADORA MECÁNICA	Aceite lubricante SAE 10W 20 *	3 Lts.
4	TRACTOR AGRÍCOLA	Grasa tipo NLGI GC-LB	42 Lts.
5		Aceite lubricante SAE 15W 20/API CI-4	18 Lts.
6		Filtro de aceite	2
7		Filtro de combustible	1
8		Filtro de aceite (Sistema hidráulico)	1
9		Aceite API GL-5/(85W-140. (Sistema de transmisión)	34 Lts.
10		Filtro de aire	1
11	ENVASADORA AUTOMÁTICA	Aceite SAE 10W – 20	1 Lts.
12		Banda dentada *	1
13	PICADORA DE PASTO	Aceite SAE 10W – 20	1 Lts.
14		Pintura anticorrosiva	2 Lts.
15		Banda trapezoidal perfil B *	1
16	COMPRESOR	Aceite SAE 15W – 40	3 Lts.
17	EMPACADORA AL VACÍO	Cinta teflón (Cuando se requiera) *	1
18		Filtro de niebla	1
19		Aceite SAE 10W – 20	3 Lts.

Figura 45. Listado general de repuestos y consumibles.

Fuente: El autor.

6.4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA.

6.4.1. Introducción.

La incorporación de herramientas informáticas en la gestión de mantenimiento se convierte en una necesidad en la medida que se pretenda agilizar y automatizar las actividades de mantenimiento. La propuesta presentada en el presente trabajo pretende brindar una alternativa en la gestión del mantenimiento, permitiendo visualizar las características de funcionamiento y beneficios de su aplicación, para ello se presentan dos alternativas, la primera utilizará un software en su versión comercial, y la otra utilizará una versión gratuita. Actualmente, la oferta de este tipo de programas informáticos es muy amplia, a continuación se describen algunos de ellos:

MP v9.

Versión: 9 (Versión comercial)

Origen: México

Empresa: Técnica aplicada internacional.

Idioma: Español, inglés.

Web: http://www.mpsoftware.com.mx/#

Sismac.

Versión: No hay información (Versión comercial)

Origen: Ecuador.

Empresa: C&V Ingeniería Cía. Limitada.

Idioma: Español.

Web: http://www.sismac.net/

SMProg.

Versión: No hay información (Versión comercial)

Origen: Ecuador.

Empresa: SINFOEC S.A

Web: http://www.sinfoec.com/index.html

Renovefree.

Versión: 2.0 Estándar (Versión gratuita)

Origen: España.

Empresa: Santiago García Garrido RENOVE TECNOLOGÍA S.L

Web: http://www.renovetec.com/renovefree

Para la selección del software más apropiado para nuestras necesidades se puede recurrir a la utilización de una matriz de criterios, en ella se valora tanto aspectos funcionales del software como los aspectos técnicos del mismo. Las alternativas evaluadas responderán con un valor de 1 (fortalezas) y con una valoración de 0 (debilidades). Los criterios y valoración final se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Matriz de evaluación para la selección del sistema computarizado de gestión del mantenimiento (CMMS).

CATEGORÍAS	CRITERIOS	ALTERNATIVAS			
		MP V9	SISMAC	SMPROG	RENOVEFREE
ASPECTOS FUNCIONALES	Módulo de equipos	1	1	1	1
	Módulo de mantenimiento preventivo/predictivo.	1	1	1	1
	Gestión de órdenes de trabajo.	1	1	1	1
	Gestión de inventarios de repuestos y herramientas.	1	1	1	1
	Gestión de personal.	1	1	1	1
	Gestión de presupuestos.	1	1	1	0
	Módulo de informes.	1	1	1	0
ASPECTOS TÉCNICOS	Facilidad de uso.	1	0	0	1
	Requerimientos del sistema.	1	1	1	1
	Soporte técnico.	1	1	1	1
	Seguridad del software.	1	1	1	0
	Información e instructivos de uso.	1	0	0	1
	Costo del software.	0	1	1	1
	Facilidad de adquisición.	1	1	1	1
VALORACIÓN		13	12	12	11
		92,9	85,7	85,7	78,6

Fuente: El autor.

6.4.2. Gestión del mantenimiento aplicando el MP v9 Software.

6.4.2.1. Introducción.

El software MP v.9 presenta muchas cualidades, es muy potente, y permite gestionar una base de datos muy importante, permitiendo ingresar y almacenar diagramas, planos y datos adjuntos de las instalaciones, proveedor y del equipo, facilitando la consulta de la misma desde la interfaz del programa.

6.4.2.2. Requerimientos del software.

- Sistema operativo 32 y 64 bits. Windows 2000/ Xp/ Vista/ 7/ 8.
- Procesador Pentium III o superior.
- Memoria RAM: 512 MB (Windows 2000/Xp); 2 GB (Windows Vista/Windows 7/Windows 8).
- Espacio en disco duro 512 MB.
- Resolución de pantalla 1024x768 pixeles, color de alta densidad.

6.4.2.3. Descripción de características funcionales del MP Software.

- Registro de equipos y localizaciones.
- Programación automática del mantenimiento. Rutinas de mantenimiento.
- Ordenes de trabajo.
- Distribución de cargas de trabajo.
- Inventario de repuestos, consumibles y herramientas.
- Registro de mano de obra.
- Registro de proveedores y servicios externos.
- Control del flujo de recursos.
- Historial de consumos y trabajos realizados.
- Informes gráficos de mantenimiento. Indicadores de mantenimiento.
- Análisis de fallas y causa raíz.
- Solicitudes de mantenimiento vía internet.

6.4.2.4. Ingreso de información al MP v9 Software.

INICIO.

Para iniciar el trabajo mediante el MP Software es necesario establecer una base de datos nueva, en ella se almacenará toda la información sobre el plan de mantenimiento.
La creación de la base de datos se realizó de acuerdo a las características de conexión de la instalación, para este caso se optó por una base de datos en Access, la base de datos debe tener obligatoriamente un nombre y de forma opcional se puede agregar una descripción. En la Figura 46 se muestra la configuración de la base de datos.
Nombre de base de datos: Plandemantenimiento(PL).
Descripción de la base de datos: Mantenimiento Planta de Lácteos.

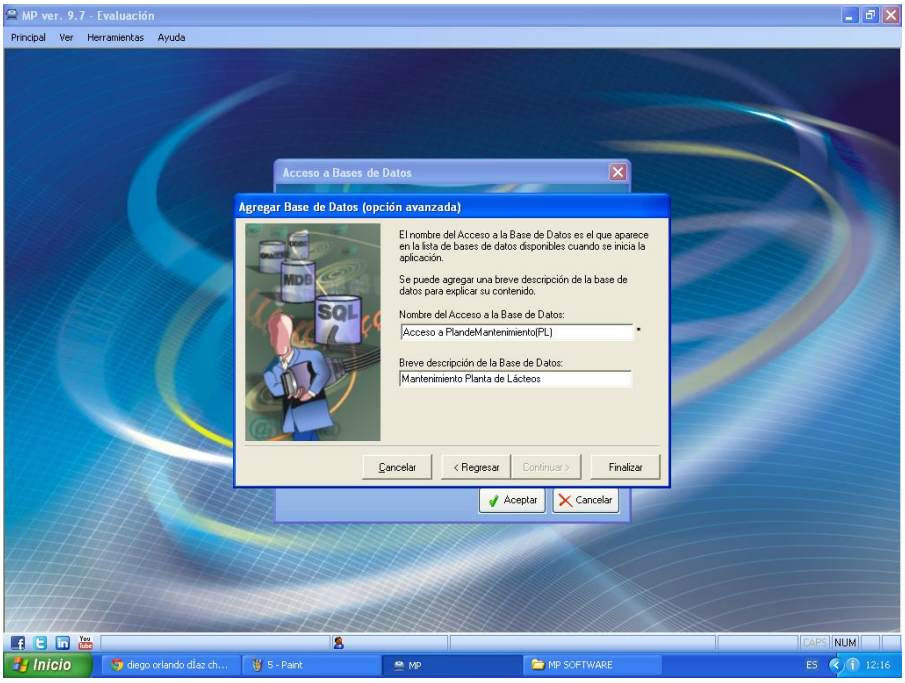


Figura 46. Configuración inicial de la base de datos en MP Software.

Fuente: El autor.

La ventaja de MP Software es que permite gestionar el mantenimiento con bases de datos diferentes para cada tipo de instalación, facilitando el acceso a la información. Una vez establecida la base de datos se puede proceder al ingreso de la información, la pantalla de inicio se muestra en la Figura 47**.**

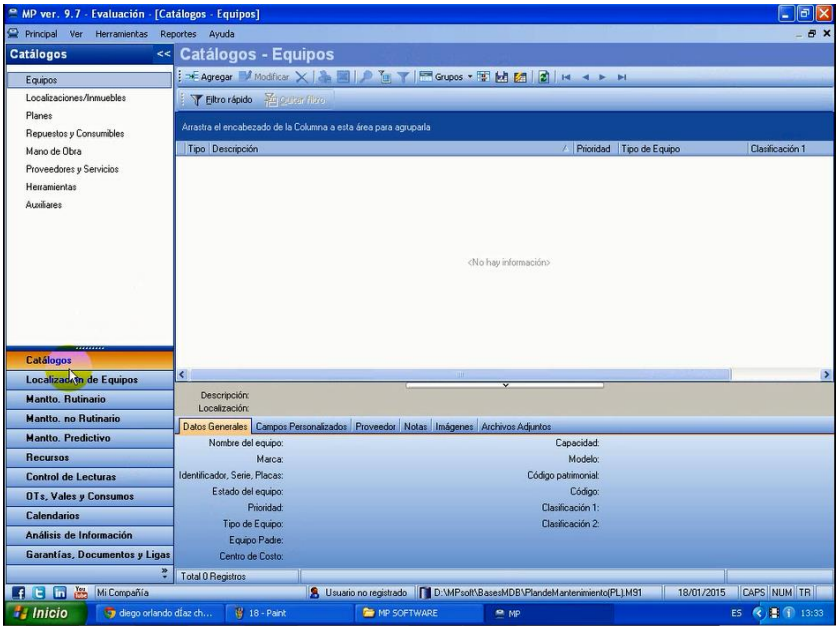


Figura 47. Pantalla de inicio del MP Software.

Fuente: El autor.

INGRESO CATÁLOGO DE LOCALIZACIONES.

La estructura para el ingreso de las localizaciones tiene estructura de forma arbórea, las mismas que se ingresan desde la sección de localizaciones del módulo “catálogos”. En la Figura 48 se muestra la pantalla de ingreso y las localizaciones asignadas.

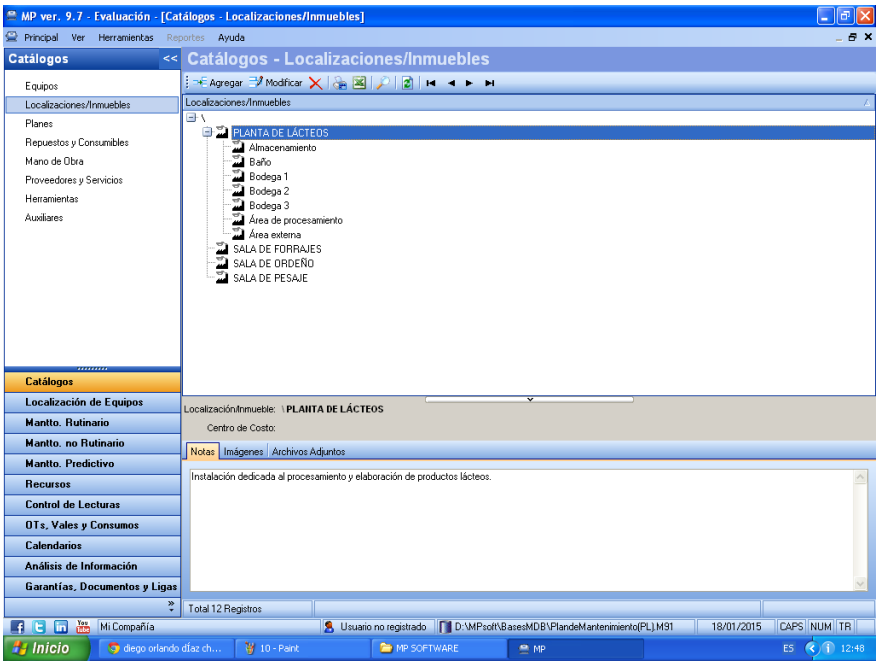


Figura 48. Pantalla de ingreso del “catalogo” localizaciones.

Fuente: El autor.

La información se complementa con una breve descripción de la instalación en la pestaña “notas”. Las imágenes y archivos adjuntos seleccionados se los carga previamente desde el “catalogo auxiliares”

INGRESO CATÁLOGO DE EQUIPOS.

Para el ingreso de los equipos se requiere primeramente configurar los campos de captura (obligatorios y optativos) y el orden de los datos para la descripción del equipo. Para realizar la configuración se debe seguir la siguiente ruta: herramientas – opciones de configuración – equipos. La pantalla de configuración se muestra en la Figura 49.

Una vez realizada la configuración se procedió a ingresar la información de los equipos, para ello se debió seguir la siguiente ruta: módulo “catálogos” - “equipos” - “agregar”. En la Figura 50 se muestra la pantalla para el ingreso de equipos con los campos configurados.

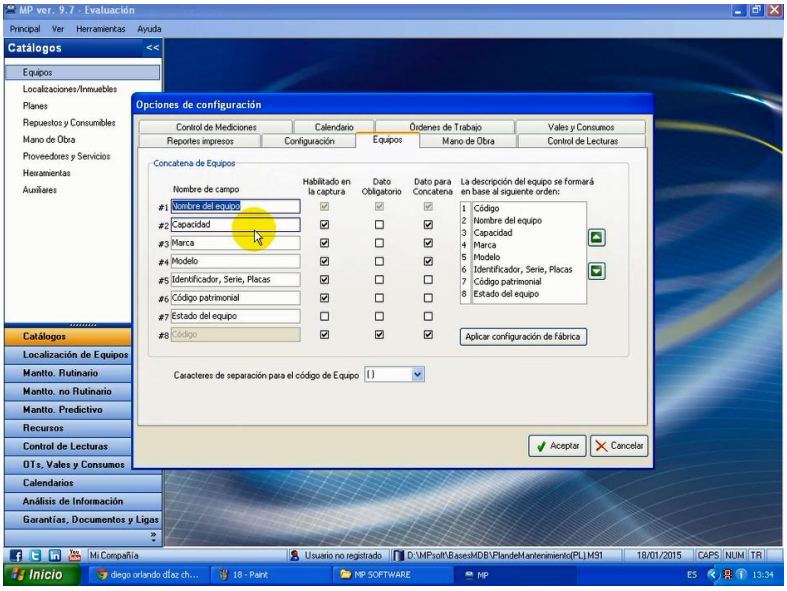


Figura 49. Pantalla de opciones de configuración del catálogo de equipos.

Fuente: El autor.

Los campos que se configuraron para el ingreso de la información son los siguientes:

Capacidad: Potencia/producción del equipo.

Código patrimonial: Código del equipo correspondiente al inventario institucional.

Prioridad: Alta/Media/Baja (clasificación de acuerdo a la criticidad de los equipos).

Clasificación 1: Abarca los sistemas y secciones que forman la instalación.

Clasificación 2: Ordena los equipos en categorías, A: Vital; B: Importante; C: Trivial.

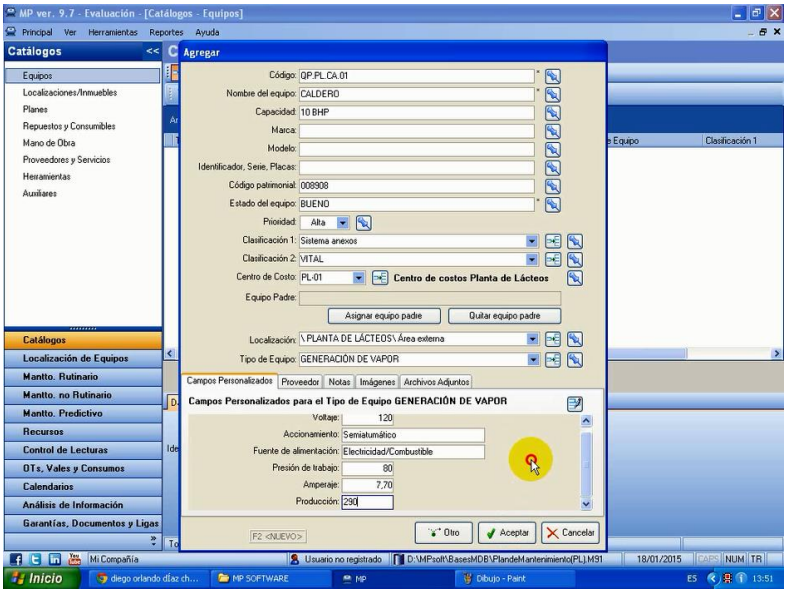


Figura 50. Ventana de ingreso de equipos.

Fuente: El autor.

INGRESO CATÁLOGO DE AUXILIARES.

La sección de auxiliares permitió configurar previamente las características para cada sección, además, del ingreso de información relativa a cada sección.

Equipos: Clasificación de equipos, tipos de equipos, personalización de campos.

Localizaciones: Almacena las imágenes e instalaciones tipo.

Planes: Considera las actividades predefinidas de mantenimiento, los procedimientos, unidades de control (amperios, voltios, metros, horas, etc.) e imágenes.

Repuestos, mano de obra y proveedores: Considera imágenes y unidades de control.

Generales: En esta sección se almacenó información como las fichas técnicas, procedimientos, documentos técnicos (equipo o instalación). En la Figura 51 se puede visualizar la configuración y almacenamiento de la información del catálogo "auxiliares".

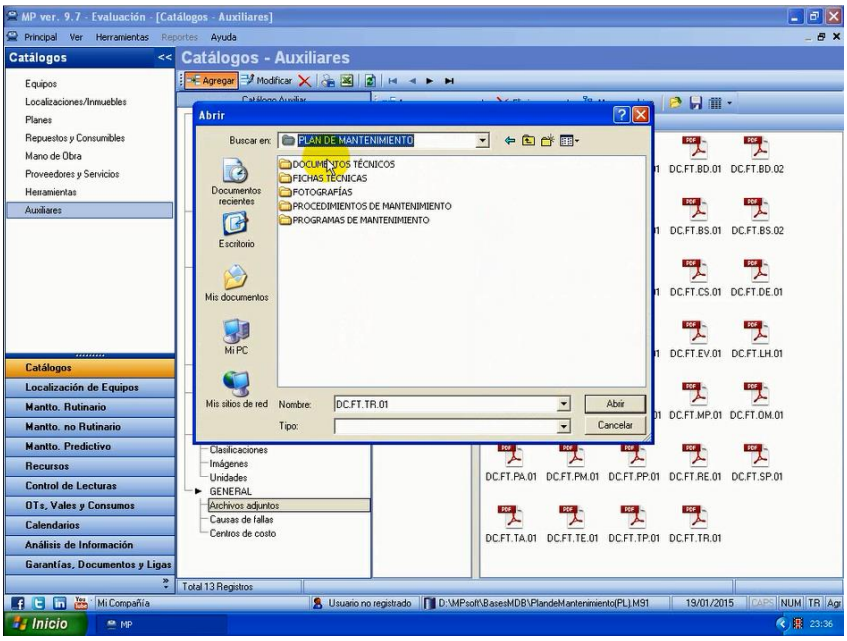


Figura 51. Ventana de ingreso de información del catálogo "auxiliares". Continuación.

Fuente: El autor.

INGRESO DE CATÁLOGO DE PLANES DE MANTENIMIENTO.

Para ingresar los planes o programas de mantenimiento es necesario dirigirse a la sección "planes", agregar e ingresar el nombre, el tipo de medición del mantenimiento y las partes sobre las cuales se ejecutan las actividades. En la Figura 52 se muestra la ventana de ingreso para el plan de mantenimiento del caldero.

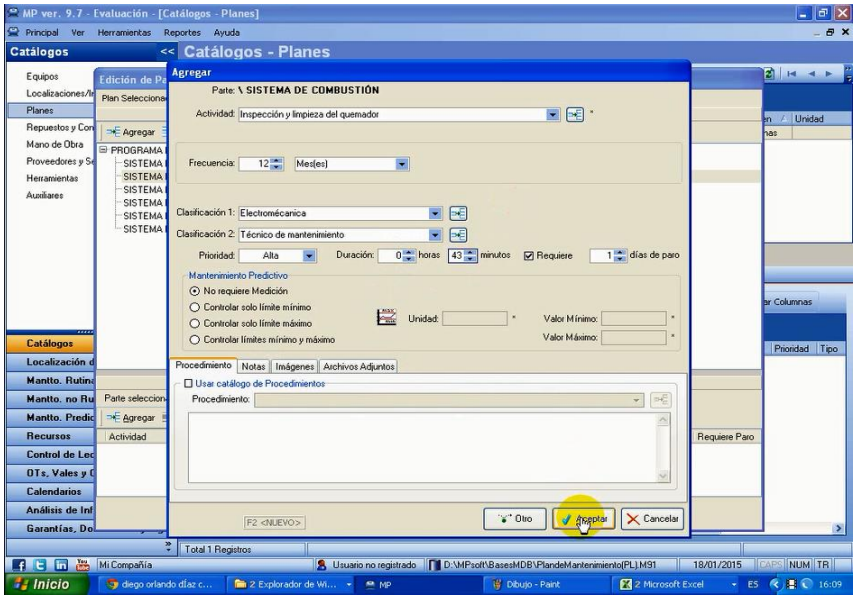


Figura 52. Ventana de ingreso de actividades del plan de mantenimiento.

Fuente: El autor.

Para definir las actividades de mantenimiento fue necesario seleccionar la parte (sistema) en la cual se realizará la actividad y proceder a detallar la misma, en la Figura 52 se indica el proceso de ingreso de actividades de mantenimiento. Finalmente se debió asociar los planes a los equipos, para ello debemos ir al módulo de mantenimiento rutinario y elegir la sección de asociación de planes.

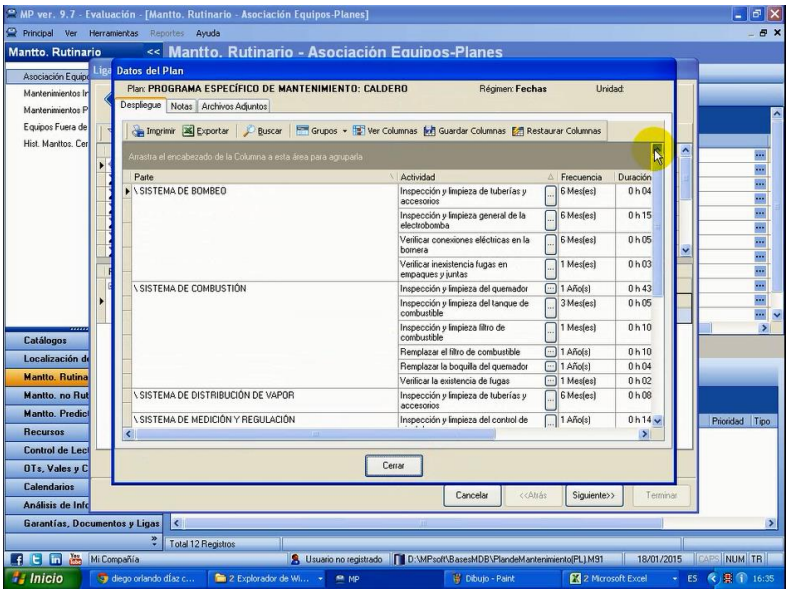


Figura 53. Ventana de asociación de planes de mantenimiento.

Fuente: El autor.

Para asociar un equipo se debió arrastrar cada equipo hacia el plan de mantenimiento correspondiente, inmediatamente el plan queda enlazado con el equipo y éste se podrá ver al seleccionar el mismo. En la Figura 53 se indica la ventana de asociación de planes.

INGRESO DE RECURSOS.

Esta sección de recursos abarca los siguientes aspectos: repuestos y consumibles, mano de obra, herramientas, proveedores y servicios.

Todos estos aspectos están directamente ligados a la planificación del mantenimiento, para el ingreso de la información hay que regirse a la planificación de mantenimiento realizada. Cada uno de los recursos se asociaron y para ello se debió seguir la siguiente ruta: seleccionar el módulo "recursos" – asociación de recursos/actividades - asociar/desasociar.

Para asociar los recursos a las actividades se debió seleccionar la actividad y luego el tipo de recurso (mano de obra, repuesto, herramienta). Es importante resaltar que los proveedores en si no representan recursos, más bien, son parte de la información del equipo.

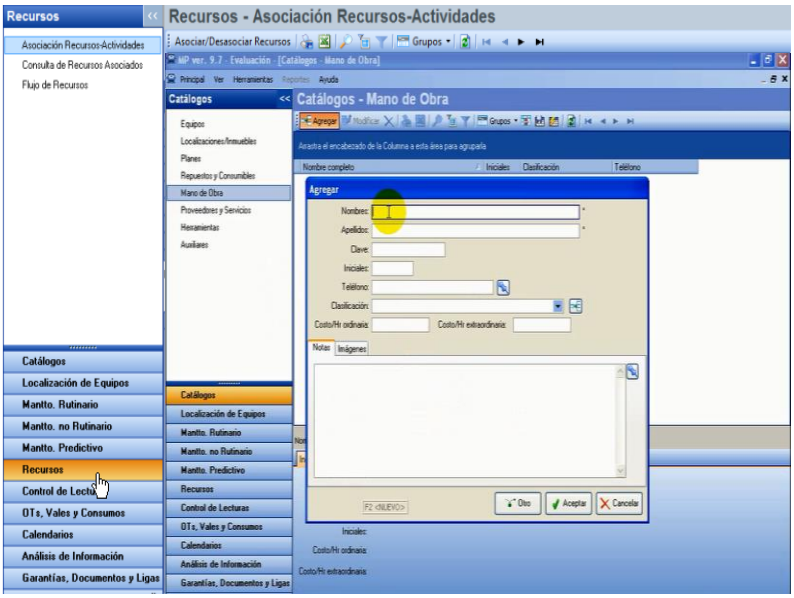


Figura 54. Ventana de asociación de recursos.

Fuente: El autor.

En el Anexo V se muestra la orden de trabajo generada e impresa del Software MP v9, además de la OT, también se detalla la hoja de registro para los recursos utilizados.

6.4.3. Gestión del mantenimiento aplicando Renovefree 2.0.

6.4.3.1. Introducción.

Renovefree 2.0 es un software de gestión de mantenimiento de descarga gratuita, que no posee caducidad. En sus versiones comerciales (Renovefree Plus y Pro) el programa permite su utilización en tablets o smartphones. La información sobre la descarga, instalación y aplicación se puede obtener desde la página oficial del software.

6.4.3.2. Requerimientos.

- Java versión 7-64 para 64 bits. Adobe reader versión 10.
- Procesador Intel i3 o superior. Espacio disponible en el disco duro 10 GB.
- Sistema operativo Windows 7 o superior. Memoria Ram 4GB.

6.4.3.3. Características técnicas.

La versión estándar cuenta con los siguientes módulos:

- Gestión de activos.
- Registro de instalaciones.
- Gestión de personal.
- Gestión de mantenimiento (preventivo/correctivo).
- Gestión de órdenes de trabajo.

6.4.3.4. Ingreso de información a Renovefree 2.0.

INICIO.

Una vez instalado el programa fue necesario ejecutarlo (iniciar sesión). Los datos de acceso por defecto son los siguientes:

Usuario: admin Contraseña: 1234

El primer paso consistió en configurar el programa, para ello nos dirigimos a la pestaña inicio y seleccionamos configuración inicial. La información ingresada es la siguiente:

- Ingresamos los cargos (puestos, roles).
- Ingresamos las acreditaciones legales (profesiones, títulos académicos, etc.).
- Ingresamos habilidades o conocimientos del personal.

Además, debemos elegir la forma de agrupar las gamas de mantenimiento. En la Figura 55 se muestra la configuración inicial de Renovefree 2.0.

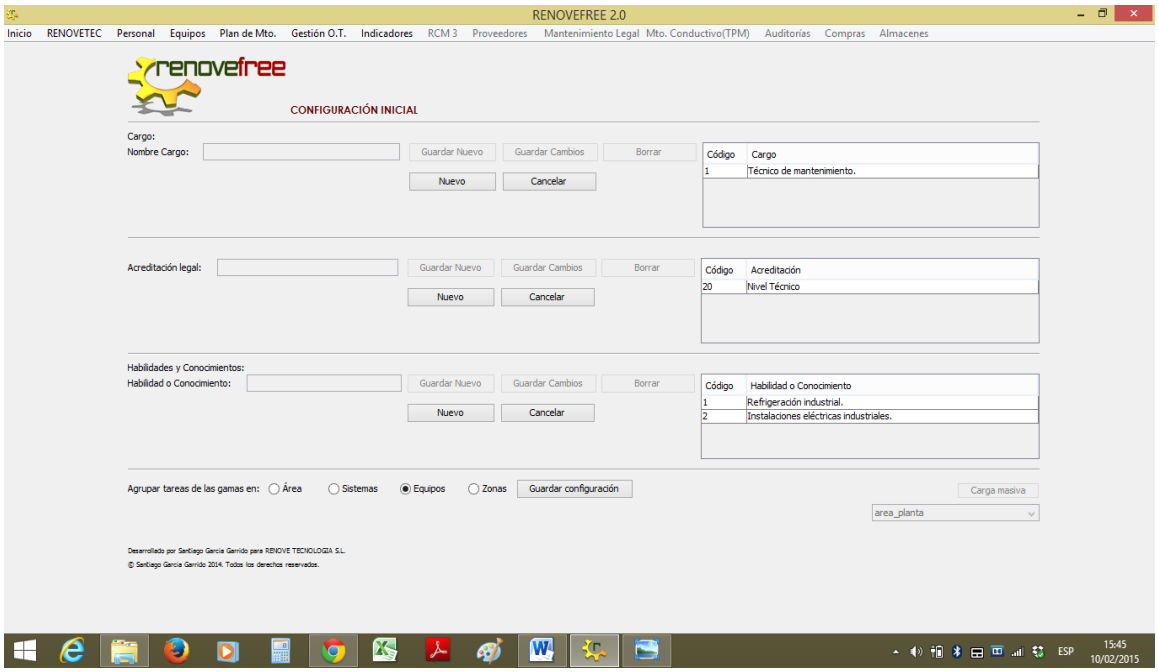


Figura 55. Ventana de configuración inicial en Renovefree 2.0

Fuente: El autor.

INGRESO MÓDULO DE PERSONAL.

Este módulo permite ingresar los cargos de los usuarios y empleados. Además, de los permisos de acceso al software. En la Figura 56 se muestra la pantalla de ingreso.

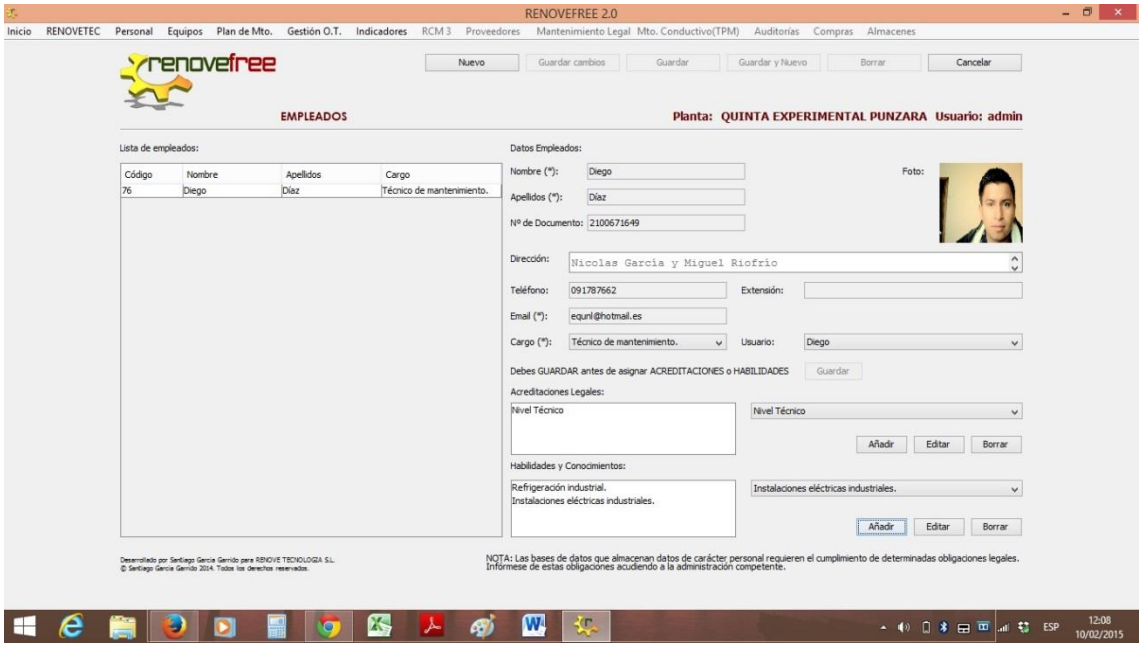


Figura 56. Ventana de ingreso de personal en Renovefree 2.0

Fuente: El autor.

INGRESO MÓDULO EQUIPOS.

Para ingresar los equipos se debió primeramente definir la estructura jerárquica, la misma se definió a partir de la naturaleza propia de la instalación, para este caso se aplicó la estructura mostrada en la Figura 57.

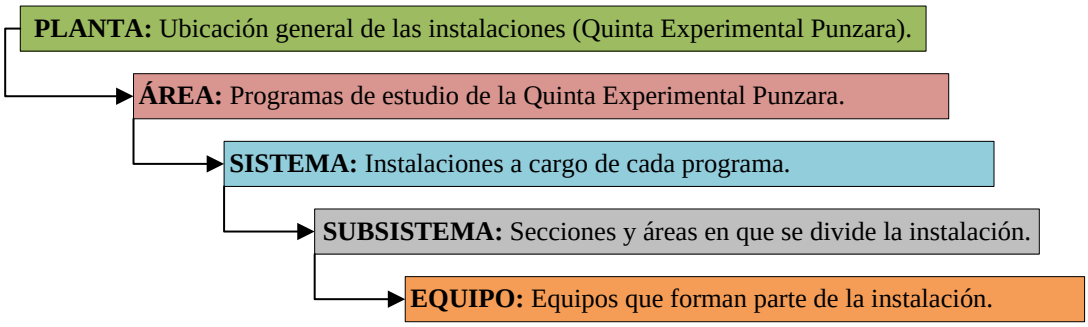


Figura 57. Estructura jerárquica empleada en Renovefree 2.0

Fuente: El autor.

Para ingresar los diferentes equipos se debe seleccionar la opción "añadir equipo", y en la ventana de ingreso colocar los requerimientos. En Renovefree el código KKS corresponde al Plan de Mantenimiento. En la Figura 58 se indica la ventana de ingreso.

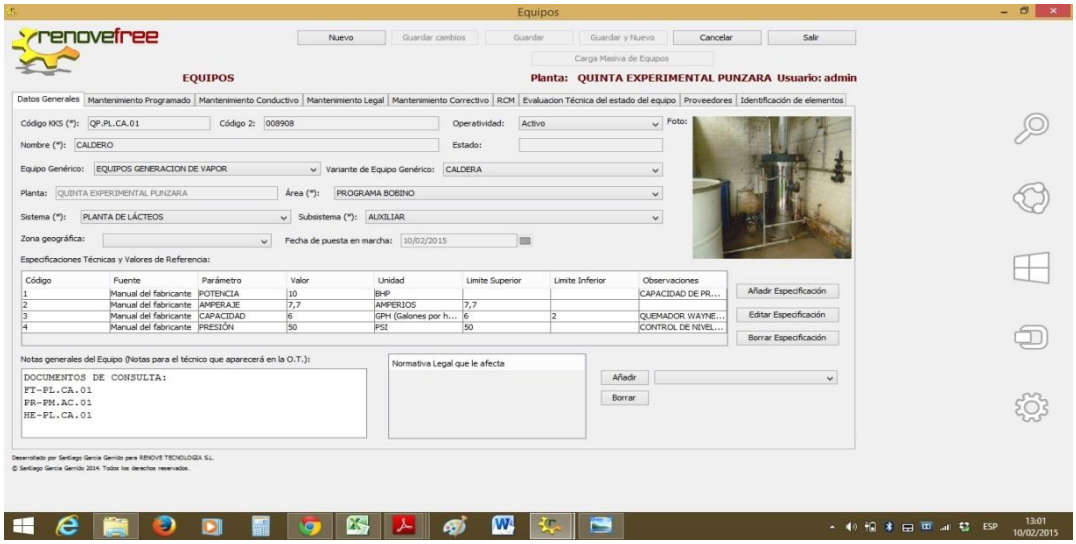


Figura 58. Ventana de ingreso de equipos en Renovefree 2.0

Fuente: El autor.

Al ingresar los datos se debe seleccionar correctamente el área, sistema y subsistema que le pertenece a cada equipo. En la Figura 59 se puede visualizar todos los equipos ingresados y la estructura jerárquica correspondiente a la instalación.

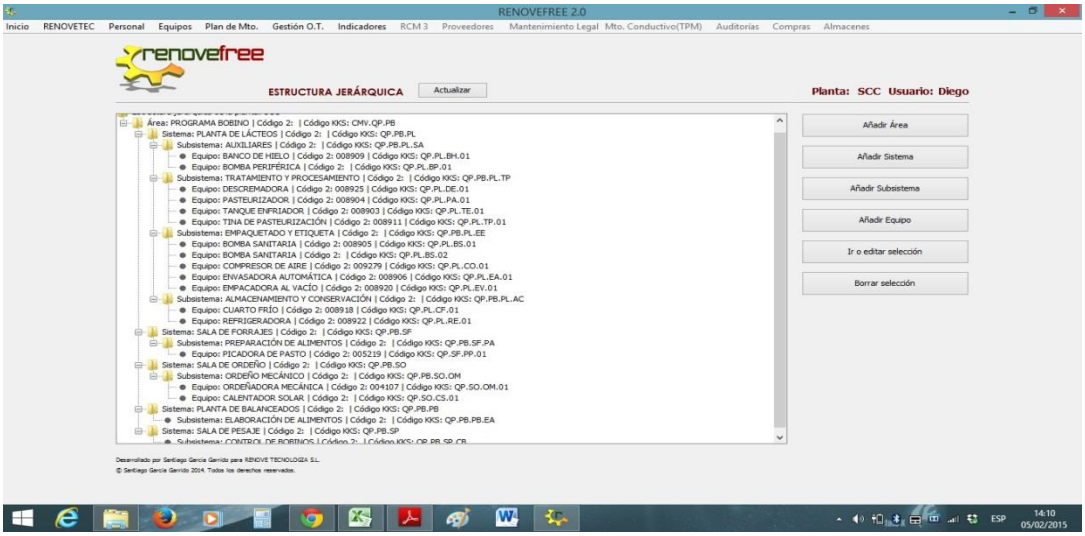


Figura 59. Registro general del módulo equipos en Renovefree 2.0.

Fuente: El autor.

INGRESO MÓDULO PLAN DE MANTENIMIENTO.

El módulo Plan de Mantenimiento de Renovefree se divide en tres secciones, estas son:

- Protocolos de Mantenimiento: Ingreso de los programas de mantenimiento.
- Elaborar el Plan de Mantenimiento: Generación del plan de mantenimiento.
- Programar Plan de Mantenimiento: Genera las órdenes de trabajo.

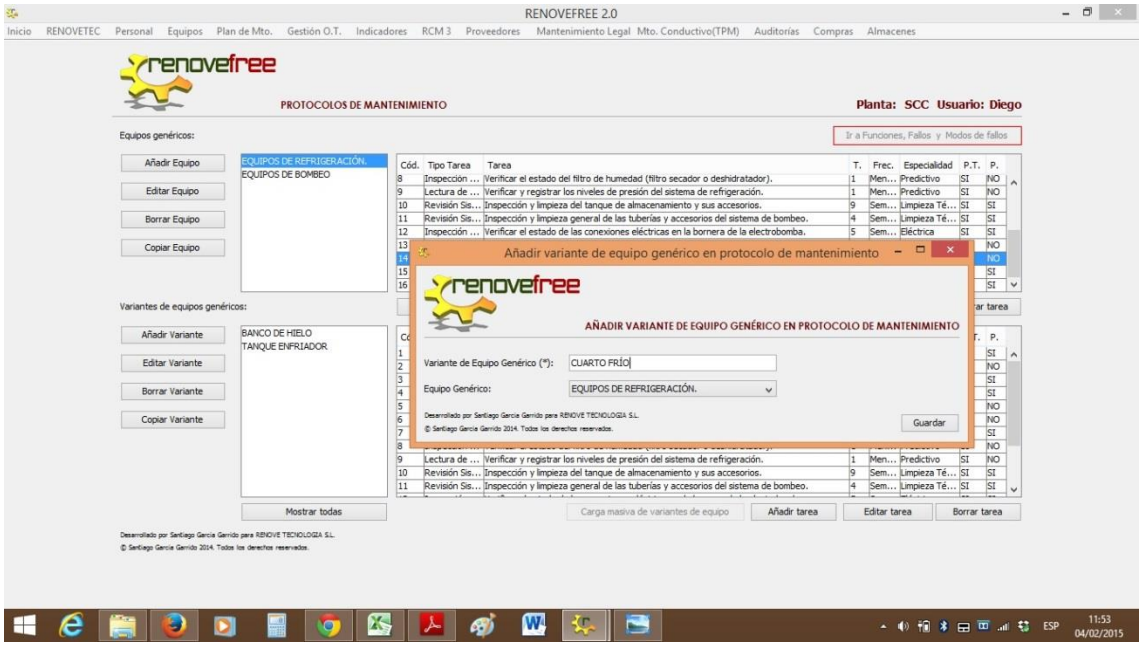


Figura 60. Ventana de ingreso de Protocolos de Mantenimiento en Renovefree 2.0

Fuente: El autor.

Siguiendo la estructura mostrada anteriormente, se ingresó primeramente los protocolos de mantenimiento (programas específicos de mantenimiento) con sus equipos genéricos y sus variantes. En la Figura 60 se puede ver la ventana para ingresar la información.

Una vez terminado el proceso de ingreso de los protocolos se debió "elaborar el plan de mantenimiento", en esta sección se procedió a validar todas las tareas previamente ingresadas, el procedimiento seguido es el siguiente:

- Se coloca la opción "generar plan de mantenimiento".
- Una vez cargada la información se debe "transferir las gamas a zona de edición"
- En la zona de edición se establece la fecha y se revisa cada gama (Todas).

Es importante señalar que solo las gamas que tengan el visto bueno en "gama revisada" forma parte del programa de mantenimiento, en la Figura 61 se ejemplifica la generación del plan de mantenimiento.

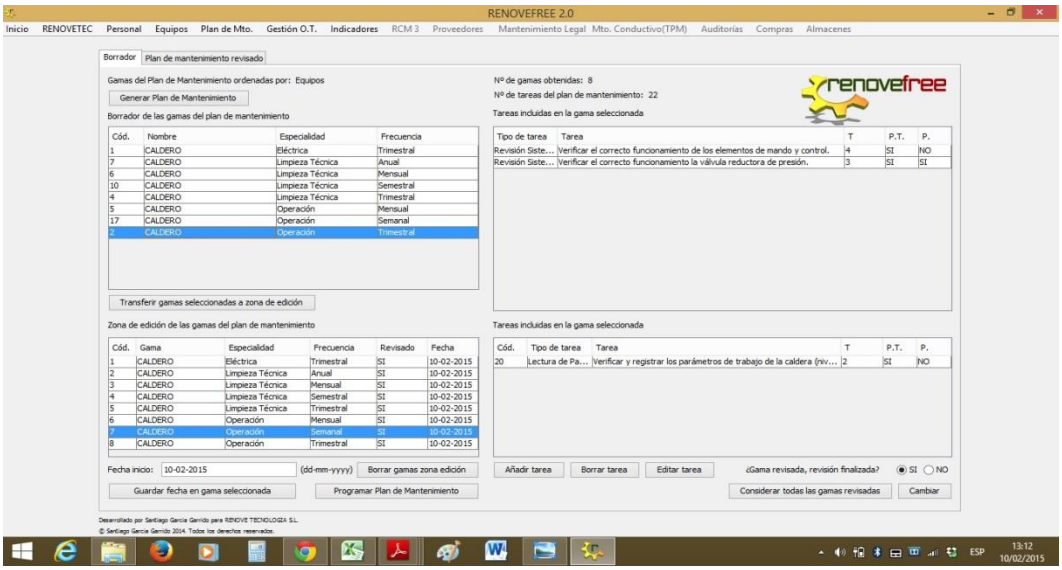


Figura 61. Ventana de generación del plan de mantenimiento en Renovefree 2.0

Fuente: El autor.

Finalmente se procedió a programar el plan de mantenimiento, para ello se colocó la fecha inicial y final sobre la cual se requería realizar la programación del mantenimiento.

Una vez terminado el proceso de programación del mantenimiento se procedió a seleccionar la opción de "importar gamas", terminada la importación de las gamas de mantenimiento, se selecciona la opción "transferir gamas" y posteriormente "generar OT (órdenes de trabajo)".

INGRESO MÓDULO GESTIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO.

Todas las órdenes de trabajo se deben consultar, editar, planificar, cerrar o borrar desde el módulo Gestión de OT. El primer paso a seguir consistió en la asignación de los recursos necesarios para su ejecución, para ello se debió realizar el siguiente procedimiento.

- Generar OT: Ésta opción se utiliza para casos no contemplados en el Plan de Mantenimiento, esto es fallos o averías.
- Gestión de riesgos laborales: Aquí se indicaron los riesgos y seguridades que debe tomar el ejecutor, además se indicó el EPP requerido.
- Planificación OT: Se indicó el técnico asignado, los repuestos, las herramientas e indicaciones generales. En la Figura 62 se muestra la asignación de recursos en la ventana de planificación de la OT.
- Cerrar OT: Esta opción permite reportar el cierre o ejecución de una OT. Se debe considerar que una OT se cierra solo cuando ya se haya ejecutado.

Una vez que se ha planificado y gestionado los riesgos laborales se procedió a la impresión de la OT junto al permiso de trabajo (si lo requiere). En el Anexo W se indica el documento impreso de la OT y el permiso de trabajo, respectivamente.

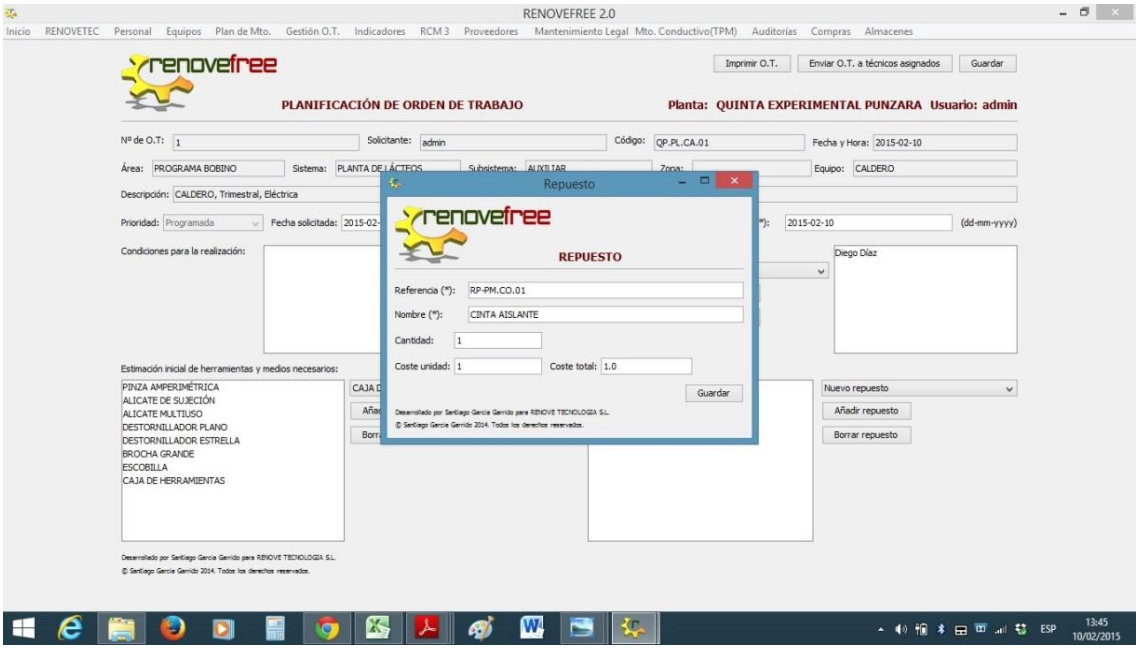


Figura 62. Ventana de planificación de Orden de Trabajo en Renovefree 2.0

Fuente: El autor.

6.5. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA.

6.5.1. Costos directos del mantenimiento.

Los costos directos del mantenimiento tiene dos componentes: costo de mano de obra y costo por repuestos y consumibles. Para el cálculo del costo de hora de trabajo se toma como valor referencial el salario de un técnico de mantenimiento, el mismo que se sitúa en aproximadamente 600 dólares mensuales.

Costos directos de mantenimiento: $C_{dm} = C_{mo} + C_{rc} + C_{ce}$

Costo hora de trabajo: $Costo\ hora = \frac{Salario\ básico}{horas\ de\ trabajo}$

Mano de obra: $C_{mo} = Horas * Costo\ hora$

Repuestos: $C_{rc} = \Sigma(Cr_1 + Cr_2 + \ldots + Cr_n)$

Tabla 9. Costos directos del mantenimiento.

COSTOS DIRECTOS DE MANTENIMIENTO			
Descripción	**AÑO 1**	**AÑO 2**	**AÑO 3**
	Costo (USD)	Costo (USD)	Costo (USD)
Costo total mano de obra Planta de Lácteos:	4554,42	4554,42	4554,42
Costo total mano de obra Centro de Biotecnología:	743,88	743,88	743,88
Costo total de repuestos:	835,00	845,00	851,00
Costo total del mantenimiento (USD):	6133,30	6143,30	6149,3

Fuente: El autor.

6.5.2. Costos por adquisición de materiales de oficina.

Tabla 10. Costo de adquisición de materiales de oficina.

MATERIALES DE OFICINA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO				
N°	Descripción	Unidades	Costo U. (USD)	Costo Total (USD)
1	Computador de escritorio (i3; 2000 RAM; 250 GB)*	1	800,00	800,00
2	Impresora modelo de tinta continua (EPSON L110)*	1	210,00	210,00
3	Papel bond (Resma)	3	4,00	12,00
4	Otros (etiquetas, borrador, esferos, lápices, etc.)	1	10,00	10,00
		Equipo de oficina (USD):		1010,00
		Consumibles (USD):		22,00
		Total (USD):		1032,00

Fuente: El autor.

6.5.3. Costos por adquisición de herramientas.

Tabla 11. Costos de adquisición de herramientas.

HERRAMIENTAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO				
N°	Descripción	Unidades	Costo U (USD)	Costo T (USD)
1	Alicate de sujeción.	1	18,00	18,00
2	Alicate de corte.	1	15,00	15,00
3	Alicate de punta.	1	10,00	10,00
4	Alicate multiuso.	1	8,00	8,00
5	Flexómetro (3 m).	1	5,00	5,00
6	Martillo.	2	10,00	20,00
7	Brocha pequeña.	2	2,00	4,00
8	Brocha grande.	1	5,00	5,00
9	Juego llaves Allen (9 u)(1,5 a 1)	1	20,00	20,00
10	Juego destornilladores(10 piezas)	1	21,00	21,00
11	Juego de llaves boca mixta.	1	50,00	50,00
12	Espátula.	2	3,00	6,00
13	Engrasadora.	1	5,00	5,00
14	Caja herramientas plástica.	1	50,00	50,00
15	Linterna.	1	10,00	10,00
16	Pinza amperimétrica.	1	180,00	180,00
17	Navaja.	1	9,00	9,00
18	Cinta aislante.	2	1,00	2,00
19	Teflón.	2	1,00	2,00
20	Franela.	5	1,00	5,00
21	Cepillo.	2	2,00	4,00
22	Lija de agua.	2	0,25	0,50
23	Casco.	2	9,00	18,00
24	Guantes.	5	2,00	10,00
25	Gafas de seguridad.	2	6,00	12,00
26	Mascarillas (Paquete 20 piezas).	1	17,00	17,00
27	Protectores auditivos.	2	2,00	4,00
28	Botas.	2	8,00	16,00
29	Botiquín primeros auxilios.	1	80,00	80,00
30	Extintor (5Kg).	1	22,00	22,00

Total (Dólares):	628,50

Fuente: El autor.

6.5.4. Presupuesto general del plan de mantenimiento.

El presupuesto general del plan de mantenimiento tiene dos componentes: costos por operación y costos por implementación. Sus características se detallan a continuación:

- Los costos por implementación incluyen los costos por adquisición de herramientas, costos por adquisición del software de mantenimiento (CMMS) y los costos por adquisición de equipos de oficina.
- Los costos de operación incluyen los costos por concepto de consumibles de oficina y los costos directos de mantenimiento.

En la Tabla 12 se indica el presupuesto de mantenimiento y el efecto que tiene cada una de las propuestas alternativas elaboradas.

Tabla 12. Presupuesto anual del mantenimiento. Utilización del Software Renovefree 2.0

PRESUPUESTO GENERAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO			
Descripción	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
	Costo (USD)	Costo (USD)	Costo (USD)
Costos directos de mantenimiento.	6133,30	6143,30	6149,3
Costos por adquisición de herramientas.	628,50	0,00	0,00
Costos por adquisición de equipos de oficina.	1010,00	0,00	0,00
Costos por adquisición de consumibles de oficina.	22,00	22,00	22,00
Costos por adquisición de CMMS (Renovefree 2.0).	0,00	0,00	0,00
Total (Dólares):	7793,80	6165,3	6171,30

Fuente: El autor.

Tabla 13. Presupuesto anual del mantenimiento. Utilización del Software MP v9.

PRESUPUESTO GENERAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO			
Descripción	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
	Costo (USD)	Costo (USD)	Costo (USD)
Costos directos de mantenimiento:	6133,30	6143,30	6149,3
Costos por adquisición de herramientas:	628,50	0,00	0,00
Costos por adquisición de equipos de oficina:	1010,00	0,00	0,00
Costos adquisición de consumibles de oficina:	22,00	22,00	22,00
Costos por adquisición de CMMS (MP v9)	2000,00	0,00	0,00
Total (Dólares):	9793,80	6165,30	6171,30

Fuente: El autor.

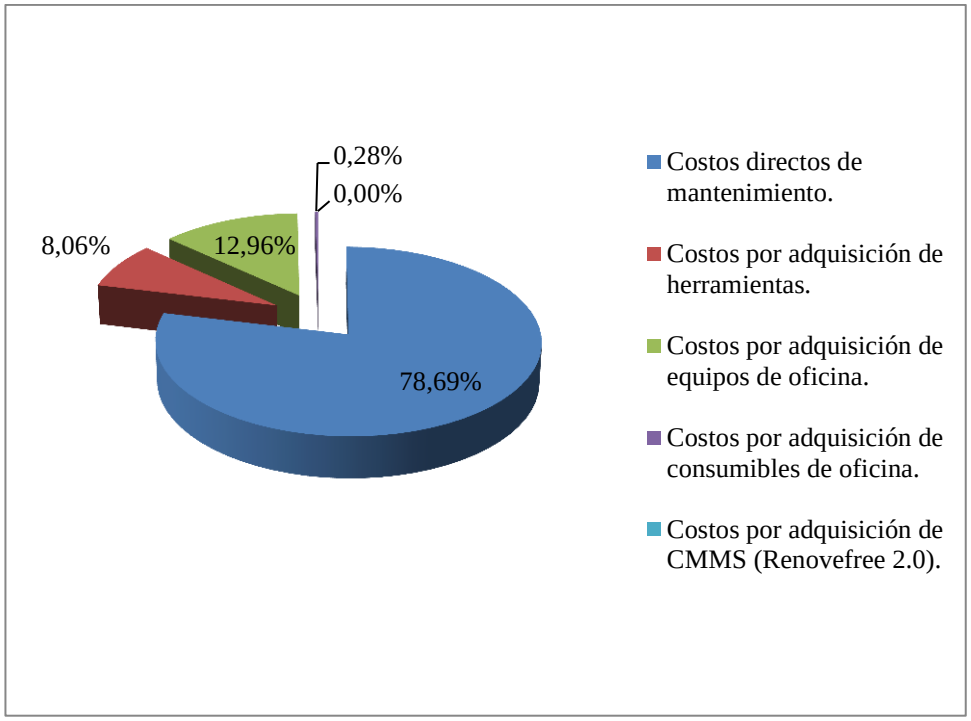


Figura 63. Distribución porcentual del presupuesto para el primer año de gestión (Aplicando Renovefree 2.0).

Fuente: El autor.

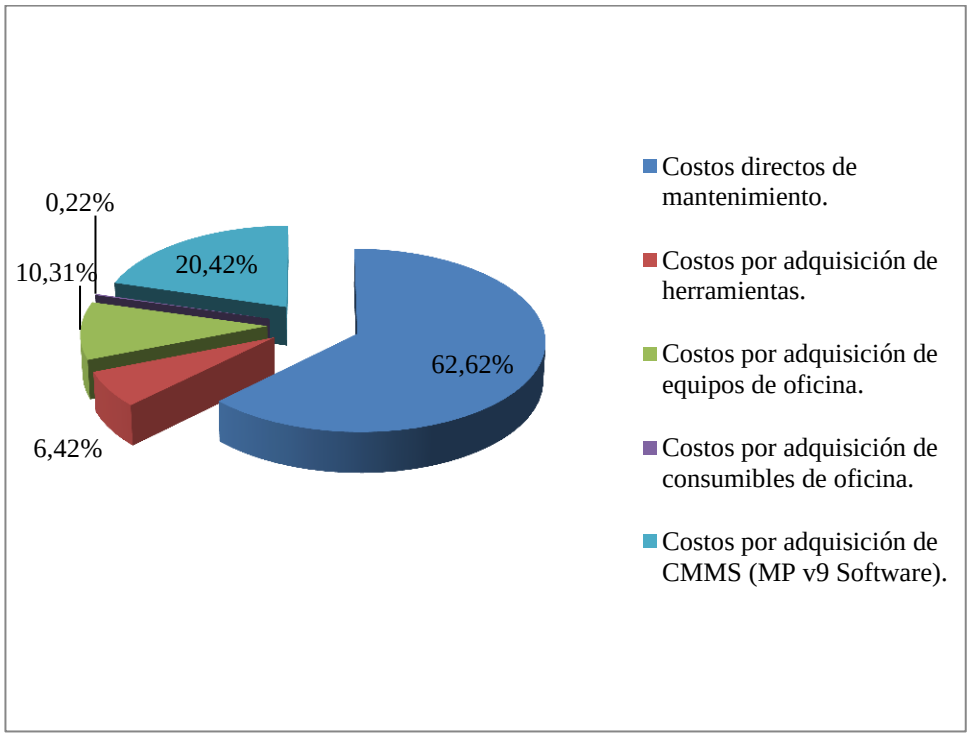


Figura 64. Distribución porcentual del presupuesto para el primer año de gestión (Aplicando MP v9 Software).

Fuente: El autor.

Tabla 14. Distribución mensual de los costos directos de mantenimiento.

DISTRIBUCIÓN DE COSTOS POR MES				
MES	PROMEDIO HORAS/DÍA	TOTAL HORAS MES	COSTO TOTAL	COSTO ACUMULADO
	HORAS	HORAS	USD	USD
1	5,20	103,94	498,46	498,46
2	5,28	105,60	505,29	1003,75
3	5,22	104,42	500,44	1504,20
4	5,28	105,60	505,29	2009,49
5	5,21	104,19	499,49	2508,98
6	5,76	115,15	544,45	3053,42
7	5,20	103,94	498,46	3551,88
8	5,28	105,60	505,29	4057,18
9	5,22	104,42	500,44	4557,62
10	5,29	105,85	506,32	5063,94
11	5,20	103,94	498,46	5562,40
12	6,08	121,52	570,89	6133,29

Nota: Se considera únicamente el estudio del primer año ya que la carga de trabajo durante el segundo y tercer año aumenta en promedio una hora, lo cual no representa cambios significativos que afecten la planificación del mantenimiento.* Los puntos de mayor demanda de gastos de mantenimiento son el sexto y doceavo mes, esto se debe principal a la carga horaria generadas por las gamas semestrales.

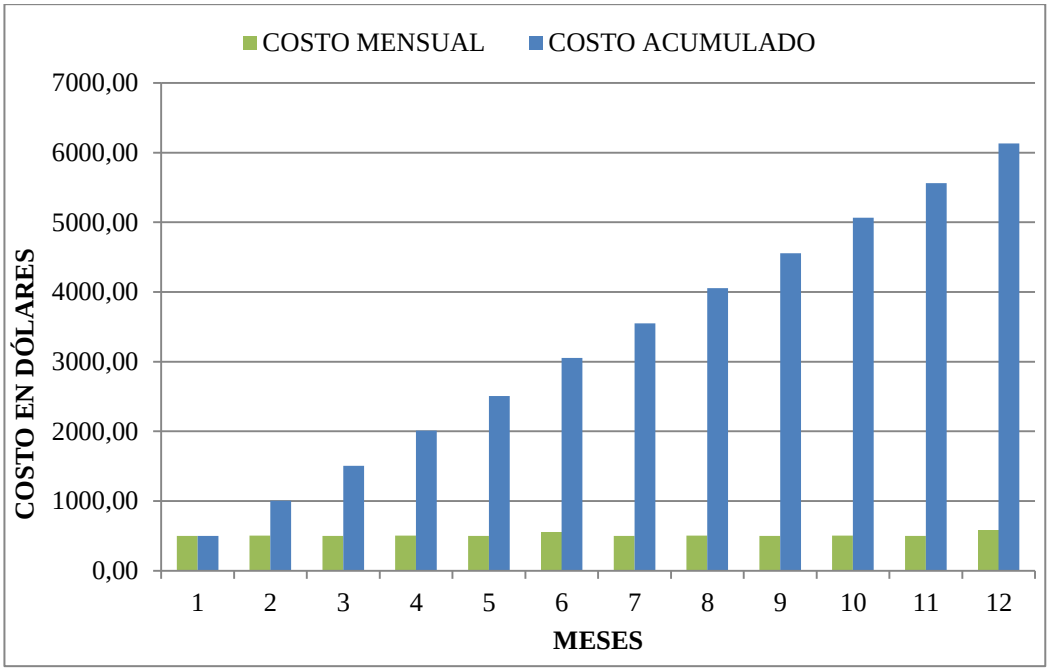


Figura 65. Distribución mensual de los costos de mantenimiento.

Fuente: El autor.

7. DISCUSIÓN.

El plan de mantenimiento (PM) desarrollado para la Planta de Lácteos y su metodología de análisis es aplicable perfectamente en instalaciones de similares características, esto es, para pequeñas y medianas empresas. Dentro del estudio realizado es preciso reconocer que en el Centro de Biotecnología y Reproducción Animal la metodología desarrollada no tuvo el mismo efecto que en la Planta de Lácteos, la distorsión principal se obtuvo en la proporción establecida para el análisis de Pareto, lo cual se puede ver influida por los criterios utilizados dentro del análisis de criticidad.

La metodología desarrollada abarca una serie de procedimientos y métodos de análisis, entre ellos se puede destacar el diagrama de Pareto, el mismo que fue fundamental en la jerarquización de los equipos que tienen mayor relevancia en el proceso productivo de cada instalación, de tal manera que sobre ellos se enfoquen la mayoría de los esfuerzos y recursos del PM. Actualmente las instalaciones consideradas para el estudio no tienen implementado ningún PM, así mismo, no cuenta con información que permita realizar un análisis previo de los equipos, por lo tanto, para aplicar el diagrama de Pareto fue necesario establecer una serie de datos cuantitativos, los mismos que se generaron a partir del análisis de criticidad. Para el análisis se utilizó como herramienta una matriz en la cual se valoró cinco de los criterios recomendados en la metodología para la diferenciación de máquinas propuesta por (González, 2002). Los criterios se seleccionaron considerando aquellos que abarcan los aspectos más relevantes en la operatividad de la instalación. Si se desea evaluar individualmente cada aspecto, se sugiere utilizar la totalidad de los criterios contemplados en la metodología anteriormente indicada, ya que así se podrá obtener una valoración más ajustada.

La parte medular del plan de mantenimiento lo forman el conjunto de actividades, estas pueden surgir de escenarios tales como las recomendaciones del fabricante y/o del análisis individual del equipo. Para la realización del análisis existen varias metodologías, en este caso se optó por seleccionar el análisis causa – efecto ya que su aplicación es más amplia y se ajusta a equipos de mediana complejidad, además, se debe recordar que no se cuenta con registros históricos de los equipos, lo cual es una limitante al momento se establecer fallos previos en los mismos. Otro aspecto destacable del análisis causa – efecto es la facilidad de comprensión de la gráfica, ya que abarca todos los aspectos analizados de forma simple y estructurada.

Cada actividad contemplada en el PM requiere de un tiempo de ejecución, para determinar su duración existen varios métodos, de la literatura revisada se colige[5] que lo más recomendable y preciso sería el cálculo de tiempos de trabajo por medio del cronómetro, aunque, naturalmente, este procedimiento requiere de mucho tiempo y recursos, además, se debe indicar que en este caso el acceso a los equipos es limitado, ya que el permiso obtenido faculta la inspección solo externa del equipo, en ningún momento se permite abrir o manipular el interior de los mismos.

A partir de estas condiciones se procedió a buscar una alternativa para el cálculo de los tiempos, encontrando en el método de medición de tiempos MOST una opción válida y viable. Es preciso señalar que los tiempos calculados pueden diferir con los tiempos reales de ejecución de la actividad, ya que su grado de exactitud depende de la experiencia y pericia del analista, por lo que es recomendable en estudios posteriores cronometrar cada actividad y contrastar los valores obtenidos con los valores sugeridos.

Finalmente, se debe mencionar que el PM no es un documento definitivo o invariante, más bien, todo lo contrario, ya que éste se irá retroalimentando constantemente con la información obtenida a partir de su aplicación y evaluación, permitiendo establecer una base para la realización de estudios futuros que coadyuven a la formación de una metodología aplicable a muchos ámbitos y entornos.

[5] Colegir (Colige): Sacar una conclusión por medio de un razonamiento a partir de una situación anterior o de un principio general. Deducir algo a partir de una idea.

8. CONCLUSIONES.

El plan de mantenimiento diseñado se presenta como una alternativa significativa en la misión de preservar la vida útil de los equipos y mantenerlos en condiciones óptimas de operación para la ejecución de las prácticas estudiantiles, dotando de una base de datos técnicamente realizada y facilitando la gestión del mantenimiento en sus fases de administración, operación y control. Al finalizar el estudio, es necesario indicar las conclusiones a las que se llegó en el desarrollo del presente trabajo, las mismas se mencionan a continuación:

1. Actualmente las instalaciones no cuentan con un plan de mantenimiento en ejecución, por lo tanto, no tiene una base de datos sobre la cual desarrollar un análisis y evaluación inicial de los equipos, precisamente en esta problemática se fundamenta y justifica la necesidad de la elaboración del presente proyecto.

2. El plan de mantenimiento y las actividades contempladas en cada uno de los programas están orientadas a evitar la aparición de fallos o averías en los equipos, por lo que se ha enfatizado en la aplicación de medidas de carácter preventivo de tal manera que la realización de las prácticas estudiantiles no se vean afectadas por daños o reparaciones de los equipos.

3. La propuesta alternativa desarrollada presenta dos opciones para la gestión mediante un software de mantenimiento, de las cuales se concluye que el software más adecuado para una instalación de mediana complejidad es Renovefree 2.0, permitiendo gestionar el mantenimiento con cero costo de adquisición.

9. RECOMENDACIONES.

1. Es recomendable la implementación y estricto cumplimiento del plan de mantenimiento, la documentación resultante de su ejecución deben organizarse y mantenerse en un lugar apropiado para evitar su deterioro. Todos los documentos que resulten del plan de mantenimiento se deben archivar ya que el cúmulo de estos forman la base de datos del Plan de Mantenimiento.
2. Considerando las propuestas elaboradas para la gestión del mantenimiento mediante la utilización de un software, se recomienda la utilización de Renovefree 2.0 como un primer paso en esta nueva etapa de gestión del mantenimiento.
3. Se recomienda al finalizar el primer año de gestión realizar una evaluación general del Plan de Mantenimiento, revisar la metodología aplicada, la información existente y verificar la correspondencia de los equipos con las categorías asignadas. Se debe verificar los diagramas de procesos y la información inherente a la instalación a fin de corregir desviaciones o incorporar nuevos requerimientos en el análisis.
4. El tiempo calculado de duración para las actividades de mantenimiento pueden diferir con el tiempo de ejecución real, por lo que es recomendable llevar a cabo la medición de tiempos por medio del cronómetro, a fin de tener un registro que permita obtener una media real para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

10. BIBLIOGRAFÍA.

1. Aiteco. (2014). *Aiteco*. Obtenido de Aiteco: http://www.aiteco.com/matriz-de-priorizacion/

2. Díaz Navarro, J. (2007). *Técnicas de mantenimiento industrial*. España: Calpe Institute of Tecnology.

3. Díaz Palacios, C. A. (19 de Julio de 2012). *Ingeniería y gerencia XXI*. Recuperado el 06 de Agosto de 2014, de http://ingenieriaygerenciaxxi.blogspot.com/2012/07/metodo-de-las-5-m.html

4. Duffuaa, S. O., Raouf, A., & Campbell, J. D. (2007). *Sistemas de mantenimiento planeación y control.* México: Limusa Wiley.

5. Eduteka. (28 de Agosto de 2007). *Eduteka*. Recuperado el 6 de Agosto de 2014, de Eduteka: http://www.eduteka.org/DiagramaCausaEfecto.php

6. Fundibeq. (2014). *Fundibeq.* Recuperado el 12 de Agosto de 2014, de Fundibeq: http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/amfe.pdf

7. García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo* (Segunda ed.). Mc Graw Hill.

8. García Garrido, S. (2010). *Organización y gestión integral del mantenimiento.* Madrid: Diaz de santos.

9. García Garrido, S. (Dirección). (2014). *Elaboración de planes de mantenimiento basado en RCM* [Película].

10. Gómez León, F. C. (1988). *Tecnología del mantenimiento industrial.* Murcia: Universidad de Murcia.

11. González Fernández , F. J. (2004). *Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión.* España: FC.

12. González Fernandez, F. J. (2011). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado* (Cuarta ed.). Madrid: FC editorial.

13. González, D. A. (2002). Metodología para selecionar sistemas de mantenimiento. *Club de mantenimiento.*, 14-16.

14. Grupo de ingeniería de organización. (2010). *GIO*. Recuperado el 6 de Agosto de 2014, de http://gio.uvigo.es

15. Ingeniería del mantenimiento. (2013). *Inicio: Ingeniería del mantenimiento*. Recuperado el 9 de Agosto de 2014, de Ingeniería del mantenimiento: http://www.ingenieriadelmantenimiento.com

16. Jiménez, R. P. (2002). *Manual del Ingeniero de Mantenimiento.* Santiago de Chile: Dpto. Ing. Mecánica Universidad de Chile.

17. Muñoz Sánchez, E. (23 de Febrero de 2013). *Blog*. Recuperado el 12 de Agosto de 2014, de Blog.erimusa: http://blog.enrimusa.com/tag/amfe/

18. Tavares, L. A. (s.f.). *Mantenimiento Mundial*. Obtenido de Mantenimiento Mundial: http://www.mantenimientomundial.com/sites/Libro/lourival.asp

19. Torres, L. (2005). *Mantenimiento, su implementación y gestión* (Segunda ed.). Argentina: Universitas.

20. Vázquez, A. M. (1 de Enero de 2000). *estrucplan.* Recuperado el 21 de Agosto de 2014, de estrucplan: http://www.estrucplan.com.ar

Sitios web de interés:

http://www.mantenimientomundial.com

http://world-class-manufacturing.com/es/

http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Mantenimiento+industrial

http://www.tuveras.com/mantenimiento/mantenimiento.htm

http://www.clubdemantenimiento.com/

http://www.equiposylaboratorio.com

http://www.mpsoftware.com.mx/#

http://renovetec.com/

http://www.fmeca.com/index.htm

https://www.youtube.com/channel/UCDHTdJzzn_PydufYndiN0hA

11. ANEXOS.

ANEXO A. FOTOGRAFÍA DE LA QUINTA EXPERIMENTAL PUNZARA.

ANEXO B. FOTOGRAFÍA EXTERIOR DE LA PLANTA DE LÁCTEOS.

ANEXO C. FOTOGRAFÍA INTERIOR DE LA PLANTA DE LÁCTEOS.

ANEXO D. FOTOGRAFÍA INTERIOR DEL CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN ANIMAL.

ANEXO E. INSPECCIÓN DEL CALDERO. EXTERIOR DE LA PLANTA DE LÁCTEOS.

ANEXO F. TOMA DE DATOS (PASTEURIZADOR). INTERIOR DE LA PLANTA DE LÁCTEOS.

ANEXO G. INSPECCIÓN (PICADORA DE FORRAJE). SALA DE FORRAJES.

ANEXO H. INSPECCIÓN (CABINA DE FLUJO LAMINAR). CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN ANIMAL.

ANEXO I. INSPECCIÓN (ESTUFA). CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN ANIMAL.

Tarjeta de datos BasicMOST

ATKFVLVPTA					Grúa manual			
Índice x 10	A Pasos distancia acción	T Transporte de hasta 2 ton. Pies (m)	L	K Enganchar y desen-ganchar	F Objeto libre	V Movim. vertical pulg (cm)	P Colocación	Índice x 10
3	2				Sin cambio de dirección	9 (20)	Sin cambio de dirección	3
6	4				Con un cambio de dirección	15 (40)	Alinear con una mano	6
10	7	5 (1.5)	5 (1.5)		Con doble cambio de dirección	30 (75)	Alinear con dos manos	10
16	10	13 (4)	12 (3.5)		Con uno o más cambios de dirección, cuidado en el manejo o al aplicar presión	45 (115)	Alinear y colocar con un ajuste	16
24	15	20 (6)	16 (5.5)	Gancho simple o doble		60 (150)	Alinear y colocar con varios ajustes	24
32	20	30 (9)	26 (8)	Expulsión			Alinear y colocar con varios ajustes y aplicar presión	32
42	26	40 (12)	35 (10)					42
54	33	50 (15)	45 (13)					54

Índice	Intervalo de la media de tmu	Límites de tmu del intervalo de MOST
0	0	0
1	10	1 - 17
3	30	18 - 42
6	60	43 - 77
10	100	78 - 126
16	160	127 - 196
24	240	197 - 277
32	320	278 - 366
42	420	367 - 476
54	540	477 - 601
67	670	602 - 736
81	810	737 - 881
96	960	882 - 1041
113	1130	1042 - 1216
131	1310	1217 - 1411
152	1520	1412 - 1621
173	1730	1622 - 1841
196	1960	1842 - 2076
220	2200	2077 - 2321
245	2450	2322 - 2571
270	2700	2572 - 2846
300	3000	2847 - 3146
330	3300	3147 - 3446

MOST Work Measurement System

BasicMOST® DATA CARD

ADVERTENCIA

No intente aplicar los datos contenidos en estas tablas a menos que haya sido capacitado por un instructor certificado

MAYNARD
H.B. MAYNARD & COMPANY, INC.
Eight Parkway Center Pittsburgh, PA 15220
Phone: 412.921.2400 Fax: 412.921.4575
www.hbmaynard.com

1 tmu = .00001 hora	1 hora = 100 000 tmu
= .0006 minuto	1 minuto = 1667 tmu
= .036 segundo	1 segundo = 27.8 tmu

Tarjeta de datos BasicMOST

Movimiento general

ABG Get — ABP Put — A Regreso

Índice x 10	A Distancia de acción	B Movimiento del cuerpo	G Lograr control	P Posicionamiento	Índice x 10
0	≤ 2 pulg (5 cm)	Sin movimiento del cuerpo	Sin lograr control Sostener	Sin posicionamiento Sostener Lanzar	0
1	Dentro del alcance		Tomar objetos ligeros Tomar objetos ligeros simultáneos	Dejar a un lado Ajuste holgado	1
3	1 - 2 Pasos	Sentado sin ajustes De pie sin ajustes Doblarse y levantarse 50% ocur.	Get, no simultáneo Get, pesado/grande Get, sin ver Get, obstruido Liberar seguro Desenganchar Recolectar	Ajuste holgado sin ver Colocar sin ajustes Colocar con presión ligera Colocar con posicionamiento doble	3
6	3 - 4 Pasos	Doblarse y levantarse		Posicionar con cuidado Posicionar con precisión Posicionar sin ver Posicionar obstruido Posicionar con mucha presión Posicionar con movimientos intermedios	6
10	5 - 7 Pasos	Sentarse Ponerse de pie			10
16	8 - 10 Pasos	Doblarse y sentarse Subirse Bajarse De pie y doblarse Pasar por la puerta			16

A Distancia de acción Valores extendidos

Índice	Pasos	Dist. (ft)	Dist. (m)
24	11 -15	38	12
32	16 -20	50	15
42	21 -26	65	20
54	27 -33	83	25
67	34 -40	100	30
81	41 -49	123	38
96	50 -57	143	44
113	58 -67	168	51
131	68 -78	195	59
152	79 -90	225	69
173	91 -102	255	78
196	103 -115	288	88
220	116 -128	320	98
245	129 -142	355	108
270	143 -158	395	120
300	159 -174	435	133
330	175 -191	478	146

Movimiento controlado

ABG Get — MXI Mover/Actuar — A Regresar

Índice x 10	M Movimiento controlado: Empujar/jalar/girar	M Movimiento controlado: Manivela	X Tiempo de proceso: Segundos	X Tiempo de proceso: Minutos	X Tiempo de proceso: Horas	I Alineación	Índice x 10
0	Sin Acción	Sin acción	Sin tiempo de proceso			Sin Alinear	0
1	Empujar/jalar/girar ≤ 12 pulg (30 cm) Empujar/oprimir botón Empujar o jalar interruptor Girar perilla		0.5 s	.01 min	.0001 h	Alinear a 1 punto	1
3	Empujar/jalar/girar ≤ 12 pulg (30 cm) Empujar/jalar con resistencia Sentarse Ponerse de pie Empujar/jalar con alto control Empujar/jalar 2 etapas ≤ 12 pulg (30 cm) Empujar/jalar 2 etapas ≤ 24 pulg total	1 rev.	1.5 s	.02 min	.0004 h	Alinear a 2 puntos ≤ 4 pulg (10 cm)	3
6	Empujar/jalar 2 etapas > 12 in (30 cm) Empujar/jalar 2 etapas > 24 pulg total Empujar con 1 o 2 pasos	2-3 rev.	2.5 s	.04 min	.0007 h	Alinear a 2 puntos > 4 pulg (10 cm)	6
10	Empujar/jalar con 3 o 4 pasos Empujar con 3 a 5 pasos	4-6 rev.	4.5 s	.07 min	.0012 h		10
16	Empujar con 6 a 9 pasos	7-11 rev.	7.0 s	.11 min	.0019 h	Alinear con precisión	16

M Jalar o empujar valores extendidos

Índice	Pasos
24	10 -13
32	14 -17
42	18 -22
54	23 -28
67	29 -34

Manivela Valores extendidos

Índice	Revs.
24	12 -16
32	17 -21
42	22 -28
54	29 -36

X Tiempo de proceso valores extendidos

Índice	Segundos	Minutos	Horas
24	9.5	.16	.0027
32	13.0	.21	.0036
42	17.0	.28	.0047
54	21.5	.36	.0060
67	26.0	.44	.0073
81	31.5	.52	.0088
96	37.0	.62	.0104
113	43.5	.72	.0121
131	50.5	.84	.0141
152	58.0	.97	.0162
173	66.0	1.10	.0184
196	74.5	1.24	.0207
220	83.5	1.39	.0232
245	92.5	1.54	.0257
270	102.0	1.70	.0284
300	113.0	1.89	.0314
330	124.0	2.05	.0344

ABG GET herr. ABP PUT herr. * Usar herr. ABP Dejar herr. A Regresar

Uso de herramientas

Índice x 10	F Asegurar					L Aflojar						Índice x 10
	Acción dedos	Acción muñeca				Acción brazo					Acción herramienta	
	Voltear	Girar	Desplazar o abanicar	Mover palanca	Golpear	Girar		Desplazar o abanicar	Mover palanca	Golpear	Desarmador	
	Dedos, desarmador	Mano, desarmador, seguros, llave de tuercas	Llave de tuercas, llave Allen	Llave de tuercas, llave Allen, seguros	Mano, martillo	Seguros	Llave de tuercas, 2 manos	Llave de tuercas, llave Allen	Llave de tuercas, llave Allen	Mano, martillo	Llave mecánica	
1	1	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1
3	2	1	1	1	3	1	–	1	–	1	1/4" (6 mm)	3
6	3	3	2	3	6	2	1	–	1	3	1" (25 mm)	6
10	8	5	3	5	10	4	–	2	2	5		10
16	16	9	5	8	16	6	3	3	3	8		16
24	25	13	8	11	23	9	6	4	5	12		24
32	*35	17	10		30	12	8	5		16		32
42	47	23	13		39	15	11	8		21		42
54	61	29	17		50	20	15	10		27		54

P Posicionamiento de herramientas

Herramienta	Índice
Martillo	$0_{(1)}$
Dedos o mano	$1_{(3,6,9)}$
Cuchillo	$1_{(3)}$
Tijeras	$1_{(3)}$
Pinzas	$1_{(3)}$
Instrumento de escritura	1
Equipo de medición	1
Dispositivo tratamiento de superf.	1
Desarmador	3
Seguros	3
Llave de tuercas	3
Llave de medida fija	3
Llave Allen	3
Llave mecánica	3
Llave ajustable	6

I Alineación de máquinas herramienta

Índice	Alinear a
3	Lugar de trabajo
6	Marca de escala
10	Carátula indicadora

Alineación de objetos atípicos

Índice	Método de posicionamiento
0	Contra tope
3	1 ajuste hasta el tope
6	2 ajustes hasta tope(s) 1 ajusta hasta 2 topes
10	3 ajustes hasta tope(s) 2-3 ajustes hasta marca interna

Características de objeto atípico
Plano, grande, material débil, áspero, difícil de manejar

ABG GET herr. ABP PUT herr. * Usar herr. ABP Dejar herr. A Regresar

Uso de herramienta

Índice x 10	C Corte				S Tratamiento superficie			M Medición	R Registro			T Concentración			Índice x 10
	Torcer/ doblar	Trozar	Cortar	Rebanar	Limpiar c/aire	Limpiar c/cepillo	Limpiar c/trapo	Medir	Escribir		Marcar	Inspeccionar	Leer		
	Pinzas		Tijeras	Cuchillo	Boquilla	Cepillo	Tela	Equipo de medición	Lápiz		Marcador	Ojos, dedos	Ojos		
		Alambre	Corte(s)	Rebanada(s)	pies² (0.1 m²)	pies² (0.1 m²)	pies² (0.1 m²)	pulg (cm) pie (m)	Dígitos	Palabras	Dígitos	Puntos	Dígitos, palabras	Texto de palabras	
1	Agarrar		1	–	–	–	–		1	–	Marca	1	1	3	1
3		Blando	2	1	–	–	1/2		2	–	1 renglón	3	3 Medida	8	3
6	Torcer doblar-lazo	Mediano	4	–	1 punto, cavidad	1 Objeto pequeño	–		4	1	2	5 Calor por tacto	6 Escala, fecha u hora	15	6
10		Duro	7	3	–	–	1	Perfil-calibrador	6	-	3	9 Defectos por tacto	12 Escala vernier	24	10
16	Doblar, clavija		11	4	3	2	2	Escala fija Calibrador 12 pulg (30 cm)	9 Firma o fecha	2	5		Valor de tablas	38	16
24			15	6	4	3		Alimentador-calibrador	13	3	7			56	24
32			20	9	7	5	5	Cinta metálica 6 pie (2 m) micrómetro de profundidad	18	4	10			72	32
42			27	11	10	7	7	Micrómetro OD 4 pulg (10 cm)	23	5	13			94	42
54			33					Micrómetro ID 4 pulg (10 cm)	29	7	16			119	54

ANEXO J. TABLA PARA LA DETERMINACIÓN DE SUPLEMENTOS EN EL ESTUDIO DE TIEMPOS.

A	Suplementos constantes:	
	1. Suplemento personal.	5
	2. Suplemento por fatiga básica.	4
B	Suplementos variables:	
	1. Suplementos por estar de pie.	2
	2. Suplemento por posición anormal:	
	a. Un poco cómoda.	0
	b. Incomoda (agachado).	2
	c. Muy incómoda (tendido o estirado).	7
	3. Uso de la fuerza o energía muscular levantar, jalar o empujar: Peso levantado en libras:	
	5	0
	10	1
	4. Mala iluminación:	
	a. Un poco debajo de la recomendada.	0
	b. Bastante menor a la recomendada.	2
	c. Muy inadecuada.	5
	5. Condiciones atmosféricas (calor – humedad) – variable.	0 -100
	6. Atención requerida.	
	a. Trabajo bastante fino.	0
	b. Trabajo fino o preciso.	2
	c. Trabajo muy fino y muy preciso.	5

ANEXO K. FICHA TÉCNICA PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área agropecuaria y recursos naturales renovables

Carrera de veterinaria y zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TECNICA PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION

Código institucional : _____ **Programa académico** : _____

Laboratorio o instalación : _____ **Localización** : _____

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Nombre del equipo:		*Código de equipo (PM):*	
Marca:		*Manual de mantenimiento:*	
Modelo:		*Manual reparación:*	
Serie :		*Manual operación:*	
Fecha de recepción:		*Manual servicio:*	
Estado :		*Manual accesorios:*	

DATOS GENERALES DEL PROVEEDOR

Datos del fabricante:		***Datos del proveedor o representante local***	
Fabricante		*Proveedor*	
Procedencia		*Nombre de contacto*	
Web		*Web*	
Email		*Email*	
Teléfono		*Teléfono*	

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO:

Datos de placa:		***Elementos, partes, o mecanismo del equipo:***		
Voltaje		***N°***	***Denominación***	***Función***
Amperaje				
Potencia				
Frecuencia				
Rpm				
Cos φ (fp)				
Accionamiento:				
M				
SA				
A				

M : Manual

SA : Semiautomático

A : Automático

OTROS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS QUE LO CONFORMAN

Equipo :								
	Marca	*Serie*	*Modelo*	*Voltaje*	*Amperaje*	*Potencia*	*Rpm*	*Cos φ*

Equipo :								

Equipo :								

Equipo :								

Equipo :								

Equipo :								

Equipo :								

Equipo :								

Observaciones:

ANEXO L. FORMATOS DE DOCUMENTOS DE OPERACIÓN Y CONTROL.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
HISTORIAL DEL EQUIPO

Código del documento:	HE-XX.XX.00	**Fecha de vigencia:**		**Página:**	1/1
Equipo:		**Marca:**		**Modelo:**	

N°	FECHA Dia/Mes/Año	N° ORDEN DE TRABAJO	PROGRAMADO		DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	SISTEMA/ELEMENTO INTERVENIDO	REPUESTOS UTILIZADOS	RESPONSABLE	HORAS DE EJECUCIÓN
			SI	NO					
1	/ /								
2	/ /								
3	/ /								
4	/ /								
5	/ /								
6	/ /								
7	/ /								
8	/ /								
9	/ /								
10	/ /								
11	/ /								
12	/ /								
13	/ /								
14	/ /								
15	/ /								
16	/ /								
17	/ /								
18	/ /								
19	/ /								
20	/ /								
21	/ /								
22	/ /								
23	/ /								
24	/ /								
25	/ /								

Nota1: *La fecha de vigencia corresponde al mes de ejecución del plan de mantenimiento. El historial del equipo se organiza mensualmente.*

N° OT: *Número correlativo de la Orden de Trabajo.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
REGISTRO DE PROVEEDORES

Código del documento:	RP-XX-00	**Año de actualización:**		**Página:**	1/1
Ubicación:		**Instalación:**		**Responsable:**	

N°	FABRICANTE/CASA COMERCIAL REPRESENTANTE	REPRESENTANTE	TELÉFONO	DIRECCIÓN	PAÍS DE ORÍGEN/REPRESENTACIÓN	PÁGINA WEB/CORREO ELECTRÓNICO
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

Nota: *La casa comercial es aquella que distribuye local o nacionalmente el producto de la marca principal. Para los casos del fabricante es importante detallar el sitio web oficial.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO

Código del documento: ST-XX-00 **Fecha solicitud:** _____

Instalación: _____ **Reporte de avería N°:** _____

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO.

EQUIPO:		**MARCA:**	
CÓDIGO:		**MODELO/SERIE:**	

DETALLE DE LA SOLICITUD.

PRIORIDAD DE LA SOLICITUD.	**NORMAL**	**IMPORTANTE**	**URGENTE**

TIPO DE AVERÍA/FALLO	**MECÁNICO**	**ELÉCTRICO**	**ELECTROMÉCANICO**	**OTROS**

SISTEMA AFECTADO:	

ELEMENTO AFECTADO:	

COMPONENTE AFECTADO:	

DESCRPCIÓN DE LA AVERÍA/FALLO:

_____ **SOLICITANTE**

_____ **JEFE DE MANTENIMIENTO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
ORDEN DE TRABAJO

Solicitud de orden de trabajo N°: _____

Fecha de emisión de OT: _____

OT N° _____

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO.

EQUIPO:		**MARCA:**	
CÓDIGO:		**MODELO:**	
UBICACIÓN:		**SERIE:**	

CATEGORÍA DEL EQUIPO

VITAL	IMPORTANTE	TRIVIAL

TIPO DE ACTIVIDAD

CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO

ACTIVIDADES DE CONTROL:

VOLTAJE:	
AMPERAJE:	
PRESIÓN MIN:	
PRESIÓN MAX	
TEMPERATURA MIN:	
TEMPERATURA MAX:	

NIVEL DE ACEITE	B		R		M	
NIVEL DE AGUA:	B		R		M	
NIVEL DE COMBUSTIBLE:	B		R		M	
ESTADO OPERATIVO:	B		R		M	
ESTADO ESTRUCTURA:	B		R		M	
ESTADO CONEXIONES:	B		R		M	

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

HERRAMIENTAS, REPUESTOS Y CONSUMIBLES.		
Referencia	Descripción	Unidades

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD:	DESCRIPICIÓN DE LA ACTIVIDAD:

Horas hombre de ejecución: _____

fecha de apertura de la OT: _____

Fecha de cierre de la OT: _____

_____

Responsable de operación:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
REPORTE DE AVERÍA

Código del documento: ST-000 **Fecha:**
Reporte de avería N°: **Responsable:**

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO.

EQUIPO:		**MARCA:**	
CÓDIGO:		**MODELO:**	
UBICACIÓN:		**SERIE:**	

PRIORIDAD DE LA AVERÍA/FALLO	**NORMAL**	**IMPORTANTE**	**URGENTE**

TIPO DE AVERÍA/FALLO	**MECÁNICO**	**ELÉCTRICO**	**ELECTROMÉCANICO**	**OTROS**

SISTEMA AFECTADO:	

ELEMENTO AFECTADO:	

COMPONENTE AFECTADO:	

ESTADO OPERATIVO DEL EQUIPO:	**FUNCIONA**	**FUNCIONA PARCIALMENTE**	**NO FUNCIONA**

CONDICIONES DE SEGURIDAD (PEROSAL/AMBIENTAL:

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA AVERÍA:

RESPONSABLE **JEFE DE MANTENIMIENTO**

ANEXO M. FICHA DE EVALUACIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

EVALUACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Fecha de realización:***	*01/06/2014*
Instalación:	*Planta de lácteos*	***Página N°:***	*1 de 1*

Factores de evaluación.	Bueno	Regular	Malo	Observaciónes.
ORGANIZACIÓN:				
Organización del departamento de mantenimiento.			X	Observación 1.
Organización administrativa de la instalación.	X			
Manual de elaboración de productos.		X		Observación 2.
Diagramas y planos de las instalaciones.		X		
Diagramas de procesos.			X	
INSTALACIONES:				
Estado la estructura de la instalación.	X			
Servicios básicos en la instalación.	X			
Adecuación de las intalaciones.		X		Observación 3.
Limpieza del entorno de la instalación.	X			
Distribución de planta.		X		Observación 4.
Delimitación de zonas de riesgos.			X	
Señalización de seguridad.			X	
MANTENIMIENTO:				
Historial de mantenimiento.			X	
Ficha técnica del equipo.			X	Observación 5.
Dossier del equipo.			X	Observación 6.
Diagramas y planos de instalación de equipos.			X	
Herramientas de mantenimiento.			X	Observación 7.
Implementos de limpieza.	X			
PERSONAL:				
Personal de operación debidamente calificado.	X			
Personal de operación con el EPP.		X		
Personal de operación con el equipo de trabajo.	X			

Observación 1:	No existe un departamento de mantenimiento, las activades que se realizan en los equipos son de carácter correctivo y mantenimiento preventivo después del uso.
Observación 2:	No existe un documento en el que se mencione al detalle los productos elaborados y su proceso de producción.
Observación 3:	La mayoría de los equipos de la planta de lácteos e instalaciones adjuntas trabajan con niveles de tensión monofásica, pero, es necesaria realizar la acometida trifasica para la operación de la envasadora automática de leche.
Observación 4:	No existe un diagrama de distribución de planta en la que se muestra la distribución de los equipos en el área de la planta.
Observación 5:	Actualmente la planta cuenta con un manual de manejo de los equipos de la Quinta experimental Punzara, pero, este documento no contiene datos técnicos de cada equipo. Es información muy escasa y poco técnica.
Observación 6:	Son pocos los equipos que tienen la información brindada por el fabricante, muchos equipos son de fabricación nacional y otros son muy antiguos por lo que la información y documentos brindados por el fabricante no existe.
Observación 7:	Actualmente no se tiene un set apropiado de herramientas, lo que se ha conseguido son algunas herramientas que ayudan en labores de limpieza.

* EPP : Equipo de protección personal.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

EVALUACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Fecha de realización:***	*01/06/2014*
Instalación:	*Centro de biotecnología*	***Página N°:***	*1 de 1*

Factores de evaluación.	Bueno	Regular	Malo	Observaciónes.
ORGANIZACIÓN:				
Organización del departamento de mantenimiento.			X	Observación 1.
Organización administrativa de la instalación.	X			
Manual de servicios y productos.	X			
Diagramas y planos de las instalaciones.	X			
Diagramas de procesos.	X			Observación 2.
INSTALACIONES:				
Estado la estructura de la instalación.	X			
Servicios básicos en la instalación.	X			
Adecuación de las intalaciones.	X			
Limpieza del entorno de la instalación.		X		
Distribución de planta.	X			
Delimitación de zonas de riesgos.			X	
Señalización de seguridad.			X	Observación 3.
MANTENIMIENTO:				
Historial de mantenimiento.			X	
Ficha técnica del equipo.			X	
Dossier del equipo.	X			
Diagramas y planos de instalación de equipos.	X			
Herramientas de mantenimiento.			X	
Implementos de limpieza.	X			
PERSONAL:				
Personal de operación debidamente calificado.	X			
Personal de operación con el EPP.	X			
Personal de operación con el equipo de trabajo.	X			

Observación 1: No existe un departamento de mantenimiento, las activades que se realizan en los equipos de acuerdo a las instrucciones del fabricante y la planificación de coordinación financiera.

Observación 2: La mayoría de actividades son de laboratorio, cada práctica esta cuenta con su respectivo procedimiento de operación.

Observación 3: No existe delimitación de las zonas de riesgos dentro de la instalación. Falta señalización de áreas de riesgo e información sobre las precauciones que se deben tener en el interior del Centro de Biotecnología y Reproducción Animal.

* EPP : Equipo de protección personal.

ANEXO N. INVENTARIO GENERAL DE EQUIPOS.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO

INVENTARIO TÉCNICO DE EQUIPOS

Código de documento:	*IN-QP-01*	***Fecha de realización:***	*Actualizado 2014*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Página N°:***	*1 de 2*

N°	Instalación	Nombre del Equipo	Código Patrimonial	Código Plan de Mantenimiento	Marca	Modelo	Serie	Fecha de recepción	Estado*	CIM
01	PLANTA DE LÁCTEOS	Agitador manual	**********	QP.PL.AM.01	**********	**********	**********	**********	✓	🟢
02		Agitador manual	**********	QP.PL.AM.02	**********	**********	**********	**********	✓	🟢
03		Balanza digital	008924	QP.PL.BD.01	OHAUS	SCOUT PRO SP4001	7130060637	15/06/2010	✓	🟢
04		Balanza digital	010973	QP.PL.BD.02	SOYODA	**********	**********	**********	!	🟢
05		Balanza mecánica	008923	QP.PL.BM.01	CAMRY	**********	**********	15/06/2010	✓	🟢
06		Banco de hielo	008909	QP.PL.BH.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🔴
07		Bomba sanitaria	008905	QP.PL.BS.01	PEDROLLO	AL - RED 135m	**********	15/06/2010	✓	🟡
08		Bomba sanitaria	**********	QP.PL.BS.02	PEDROLLO	AL - RED 135m	**********	15/06/2010	✓	🟡
09		Bomba periférica	**********	QP.PL.BP.01	PAOLO	PKm 60-1	**********	16/06/2010	✓	🟡
10		Caldero	008908	QP.PL.CA.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🔴
11		Compresor	009279	QP.PL.CO.01	FINI	SKM 10 - 50 - 2M	870XYU1648	20/10/2010	✓	🟡
12		Cuarto frío	008918	QP.PL.CF.01	MIPAL	LMSMB018A	**********	15/06/2010	✓	🔴
13		Descremadora	008925	QP.PL.DE.01	ELECREM	E - 125	S1710549	15/06/2010	✓	🟡
14		Empacadora al vacío	008920	QP.PL.EV.01	VACMASTER	VP320	8008217849	15/06/2010	!	🟡
15		Envasadora automática	008906	QP.PL.EA.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🟡
16		Envasadora manual	008907	QP.PL.EM.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🟢
17		Etiquetadora	008917	QP.PL.ET.01	MONARCH	1155	**********	15/06/2010	✓	🟢
18		Lira horizontal	**********	QP.PL.LH.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🟢
19		Lira vertical	**********	QP.PL.LV.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🟢
20		Mesa de moldeo	008916	QP.PL.MM.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🟢
21		Mesa de proceso	008914	QP.PL.MP.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🟢
22		Pasteurizador	008904	QP.PL.PA.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🔴
23		Prensa mecánica	008915	QP.PL.PM.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🟢
24		Refrigeradora	008922	QP.PL.RE.01	INDURAMA	RI 395	337413	15/06/2010	✓	🟡
25		Selladora de pedal	005722	QP.PL.SP.01	FREE	FREE - 500	**********	15/06/2010	✓	🟢
26		Tanque enfriador	008903	QP.PL.TE.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	🔴
27		Tina de pasteurización	008911	QP.PL.TP.01	**********	**********	**********	15/06/2010	!	🟡
28		Torre de refrigeración	008910	QP.PL.TR.01	**********	**********	**********	15/06/2010	✓	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO

INVENTARIO TÉCNICO DE EQUIPOS

Código de documento:	*IN-QP-01*	***Fecha de realización:***	*Actualizado 2014*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Página N°:***	*2 de 2*

N°	Instalación	Nombre del Equipo	Código Patrimonial	Código Plan de Mantenimiento	Marca	Modelo	Serie	Fecha de recepción	Estado*	CIM
29	SALA DE PESAJE	Báscula	**********	QP.SP.BA.01	**********	**********	**********	**********	✓	●
30	SALA DE ORDEÑO	Calentador solar	**********	QP.SO.CS.01	**********	**********	**********	**********	✓	●
31		Ordeñadora mecánica	004107	QP.SO.OM.01	ECUALACTA	**********	**********	13/04/2004	✓	●
32	SALA DE FORRAJES	Picadora de pasto	005219	QP.SF.PP.01	BRASPEC	**********	**********	22/07/2005	✓	●
		Tractor agrícola	009837	QP.SF.TA.01	JHON DEERE	5045D TURBO(V. STD)	1PY5045DPA0003061	23/07/2005	✓	●
33	PLANTA DE BALANCEADOS	Mezcladora de alimentos	003362	QP.PB.MA.01	HUNGGUAY	**********	20040678	17/08/1994	✗	●
34		Molino de granos	004101	QP.PB.MG.01	**********	SK JOL AMZ	**********	17/08/1994	✗	●

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO

INVENTARIO TÉCNICO DE EQUIPOS

Código de documento:	*IN-CB-01*	***Fecha de realización:***	*Actualizado a 2014*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Página N°:***	*1 de 1*

N°	Instalación	Nombre del Equipo	Código Patrimonial	Código Plan de Mantenimiento	Marca	Modelo	Serie	Fecha de recepción	Estado*	CIM
01	CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN ANIMAL	Agitador magnético	**********	CB.LVV.AM.01	VWR	VS-C10 S1	07215638	**********	✓	🟡
02		Agitador vórtex	**********	CB.LVV.AV.01	VWR	945300	100419044	**********	✓	🟡
03		Almacenamiento criogénico	**********	CB.LVT.AC.01	VWR	AF - 2PS	CVSZ00402-0211	**********	✓	🔴
04		Balanza mecánica	**********	CB.PDN.BM.01	**********	**********	**********	**********	✓	🟢
05		Baño maría	**********	CB.LVV.BM.01	THERMO	2839	208707-511	**********	✓	🟢
06		Baño maría	004092	CB.LVV.BM.02	MEMMERT	WNB	L309.0685	**********	✓	🟢
07		Cabina de flujo laminar	004091	CB.LVT.CF.01	ESCO	AHC - 4D 2	**********	**********	✓	🟡
08		Centrífuga	**********	CB.LVV.CT.01	APPENDORF	5702	5702YO421225	**********	✓	🟡
09		Esterilizador	**********	CB.LVV.ES.01	FRIGOSTERIL	**********	1552	**********	✓	🟢
10		Estufa	**********	CB.LVV.ET.01	MEMMERT	**********	**********	**********	✓	🟡
11		Generador de nitrógeno	**********	CB.PDN.GN.01	KELVIN	M 280S	M280S10-0358	**********	✓	🔴
12		Incubador	**********	CB.LVT.IC.01	VWR	**********	**********	**********	✓	🔴
13		Microscopio	**********	CB.LVV.MC.01	VWR	**********	**********	**********	✓	🟡
14		Microscopio	**********	CB.LVV.MC.02	NIKON	SMZ745T	6115308	**********	✓	🟡
15		Microscopio Binocular	**********	CB.LVV.MB.01	VWR	DMB3-223	30901154	**********	✓	🟡
16		Osmómetro crioscópico	**********	CB.LVV.OS.01	GONOTEC	OSMOMAT 010	100424	**********	✓	🟡
17		Refrigerador	**********	CB.LVT.RF.01	THERMO	**********	**********	**********	✓	🟡
18		Sistema hidroneumático	024703	CB.PDN.SH.01	PEDROLLO	PKM 60	M280S10-0358	**********	✓	🟡
19		Tanque criogénico	**********	CB.PDN.TC.02	VWR	**********	**********	**********	✓	🟢
20		Unidad de calefacción	**********	CB.LVV.UC.01	MINI TUB	HT 200	523380	**********	✓	🟢
21		Unidad de compresión	**********	CB.PDN.UC.01	PHPK	**********	**********	**********	✓	🔴

ANEXO O. ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y DIAGRAMA DE PARETO DEL CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN ANIMAL.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

FASE DE ANÁLISIS

PRIORIZACIÓN DE EQUIPOS

Programa de estudio:	*Programa investigación*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca*
Instalación:	*Centro de biotecnología*	***Página N°:***	*1 de 1*

Criterios de evaluación:

C1 (0,15)	Nivel de utilización.
C2 (0,25)	Incidencia en el proceso productivo.
C3 (0,25)	Complejidad del mantenimiento.
C4 (0,20)	Costo del equipo.
C5 (0,15)	Seguridad.

Equivalencia:

1	Bajo	Trivial	> 1
5	Medio	Importante	> 4
10	Alto	Vital	> 8

Equipo	Código E.	C1	C2	C3	C4	C5	Resultado	Valoración	%	%A
Unidad de compresión	CB.PDN.UC.01	10	10	10	10	10	10	VITAL	8,2	8,2
Generador de nitrógeno	CB.PDN.GN.01	10	10	10	10	10	10	VITAL	8,2	16,4
Incubador	CB.LVT.IC.01	5	10	10	10	10	9,25	VITAL	7,6	24,0
Almacenamiento criogénico	CB.LVT.AC.01	5	10	10	10	10	9,25	VITAL	7,6	31,5
Microscopio	CB.LVV.MC.01	10	10	5	10	1	7,65	IMPORTANTE	6,3	37,8
Microscopio Binocular	CB.LVV.MB.01	10	10	5	10	1	7,65	IMPORTANTE	6,3	44,1
Microscopio	CB.LVV.MC.02	10	10	5	10	1	7,65	IMPORTANTE	6,3	50,3
Cabina de flujo laminar	CB.LVT.CF.01	5	10	5	10	5	7,5	IMPORTANTE	6,1	56,5
Osmómetro crioscópico	CB.LVV.OS.01	5	10	5	5	1	6,15	IMPORTANTE	5,0	61,5
Centrífuga	CB.LVV.CT.01	10	10	1	5	1	6,1	IMPORTANTE	5,0	66,5
Agitador vórtex	CB.LVV.AV.01	10	10	1	5	1	6,1	IMPORTANTE	5,0	71,5
Agitador magnético	CB.LVV.AM.01	10	10	1	5	1	5,4	IMPORTANTE	4,4	75,9
Refrigerador	CB.LVT.RF.01	10	5	1	10	1	5,1	IMPORTANTE	4,2	80,1
Sistema hidroneumático	CB.PDN.SH.01	10	5	1	5	1	4,35	IMPORTANTE	3,6	83,7
Estufa	CB.LVV.ET.01	10	5	1	5	1	4,35	IMPORTANTE	3,6	87,2
Esterilizador	CB.LVV.ES.01	5	5	1	5	1	3,6	TRIVIAL	2,9	90,2
Unidad de calefacción	CB.LVV.UC.01	5	5	1	5	1	3,6	TRIVIAL	2,9	93,1
Tanque criogénico	CB.PDN.TC.02	1	5	1	5	1	3	TRIVIAL	2,5	95,6
Baño maría	CB.LVV.BM.02	5	1	1	5	1	2,2	TRIVIAL	1,8	97,4
Baño maría	CB.LVV.BM.01	5	1	1	5	1	2,2	TRIVIAL	1,8	99,2
Balanza mecánica	CB.PDN.BM.01	1	1	1	1	1	1	TRIVIAL	0,8	100,0

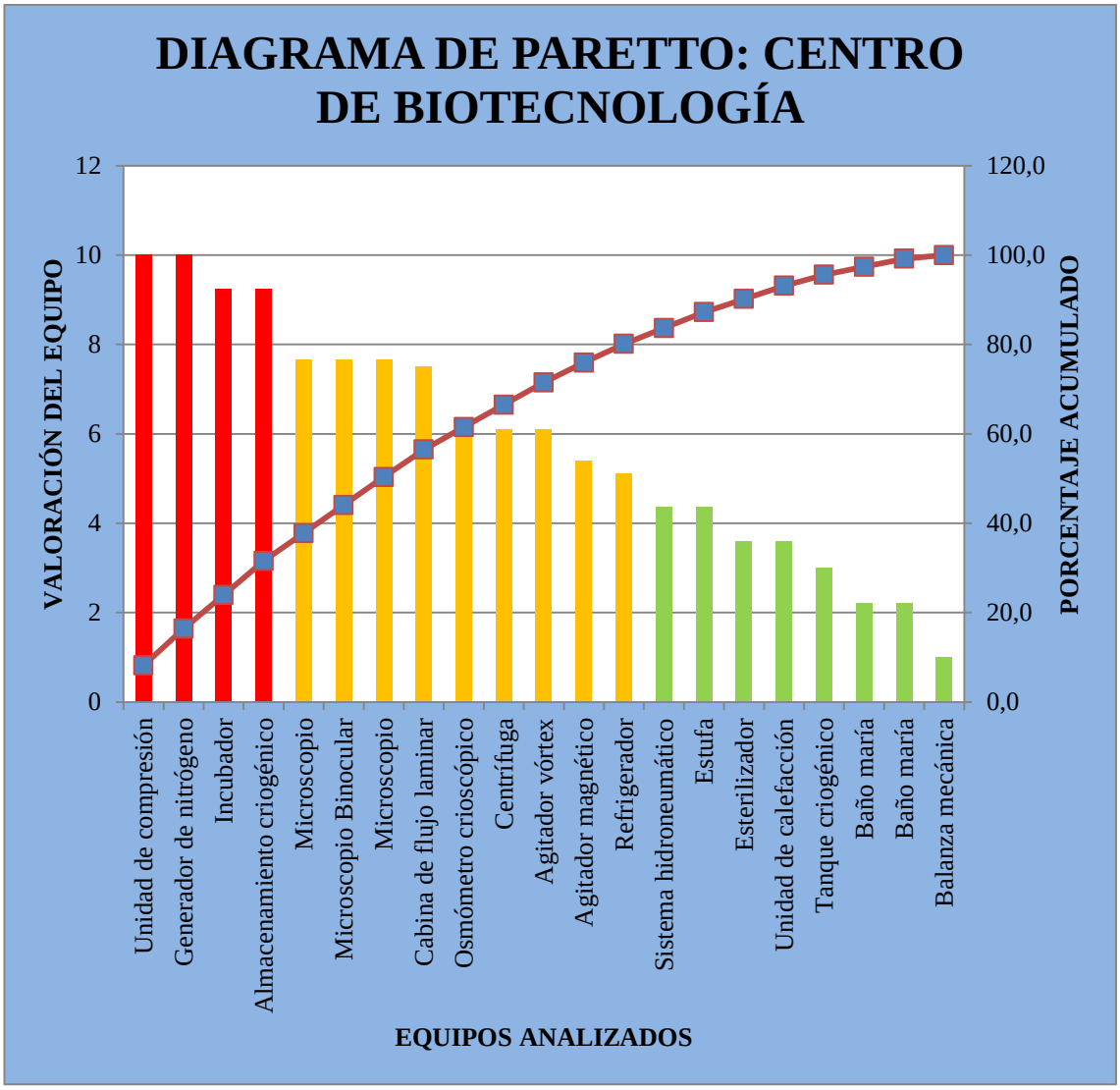
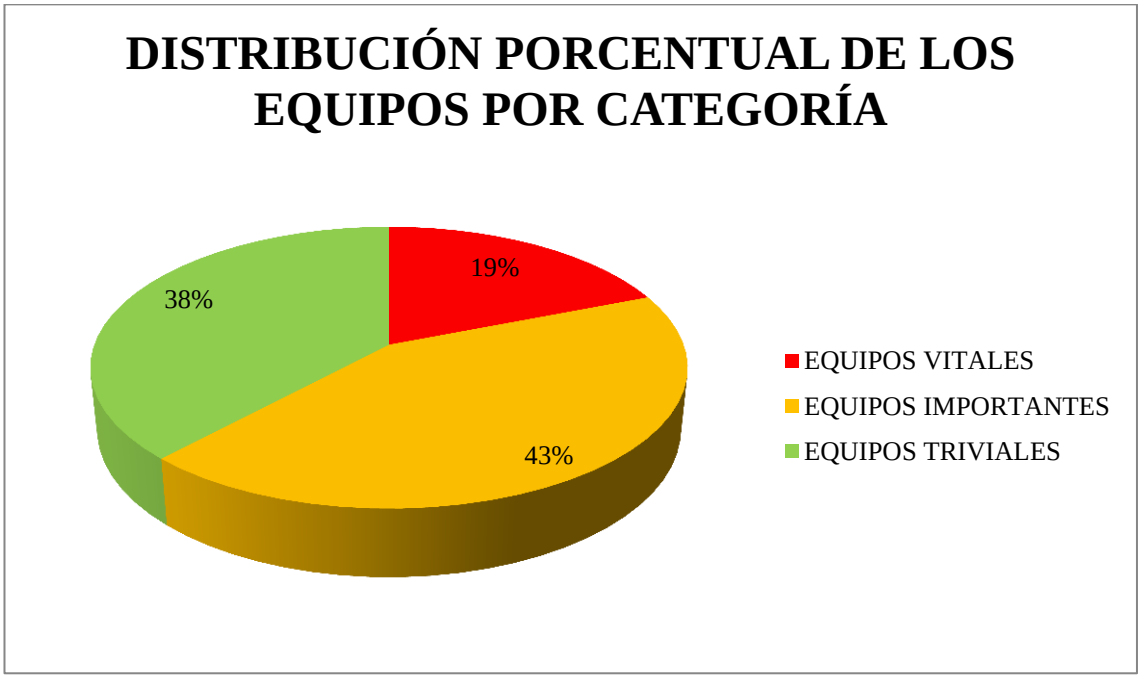
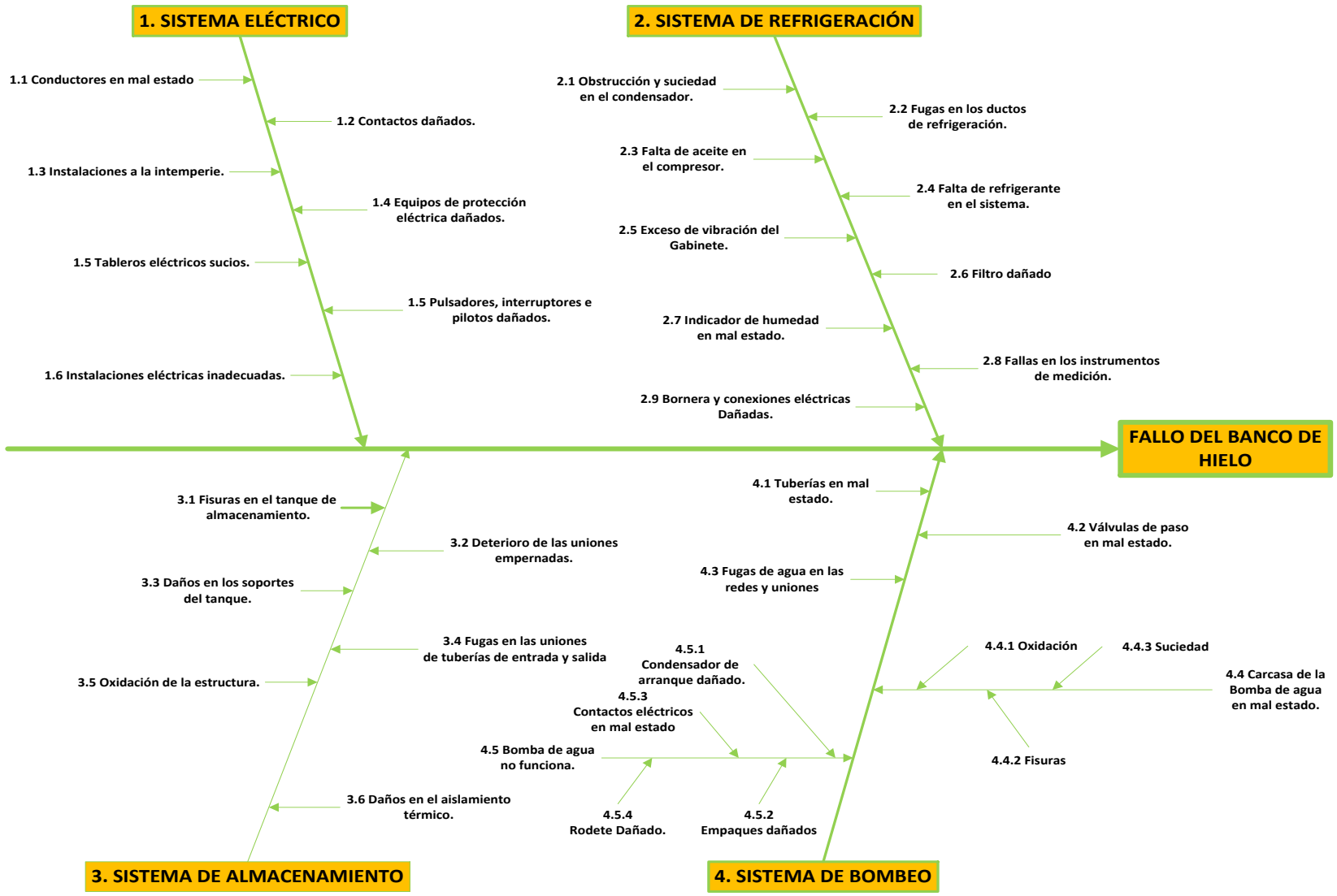
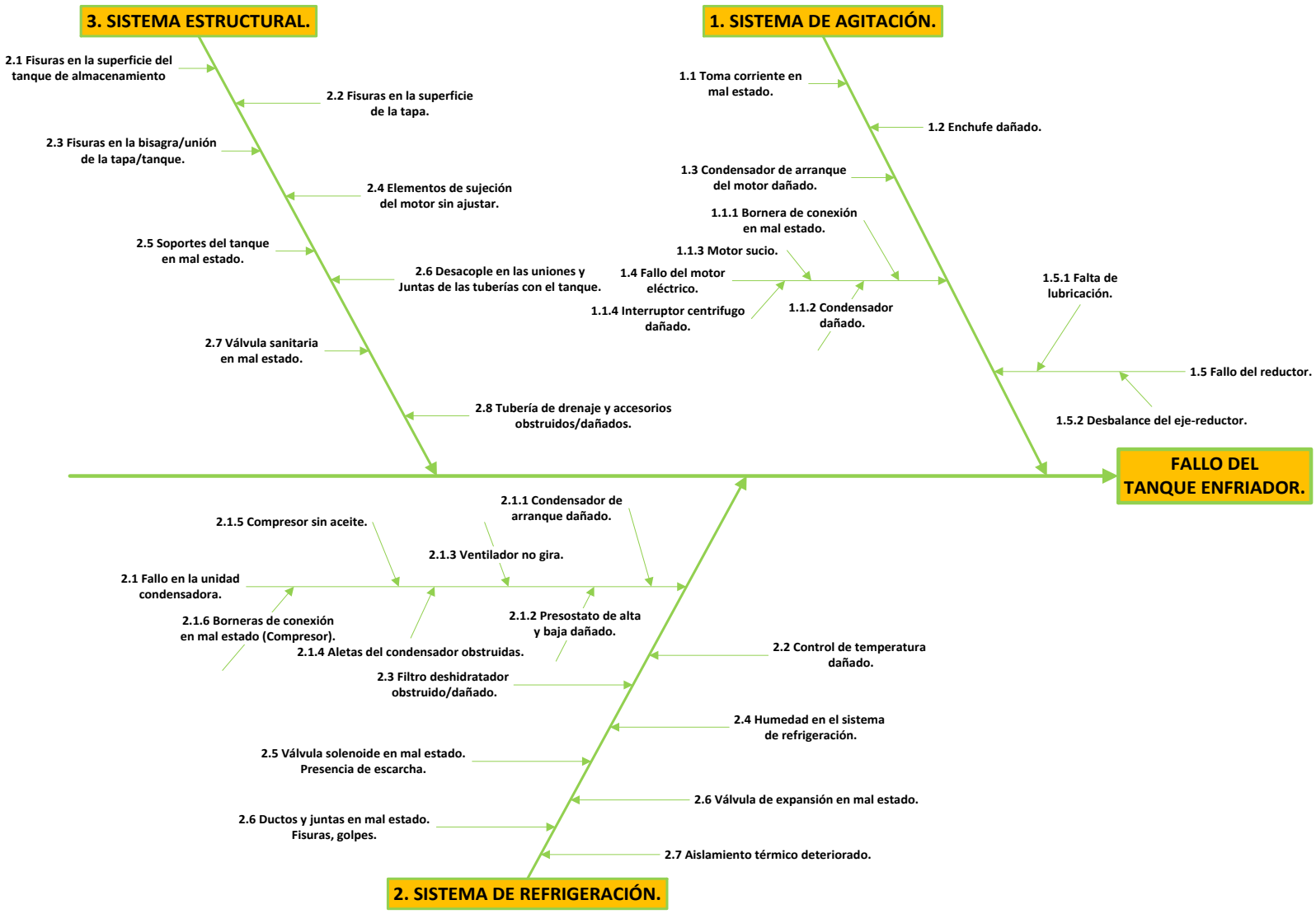


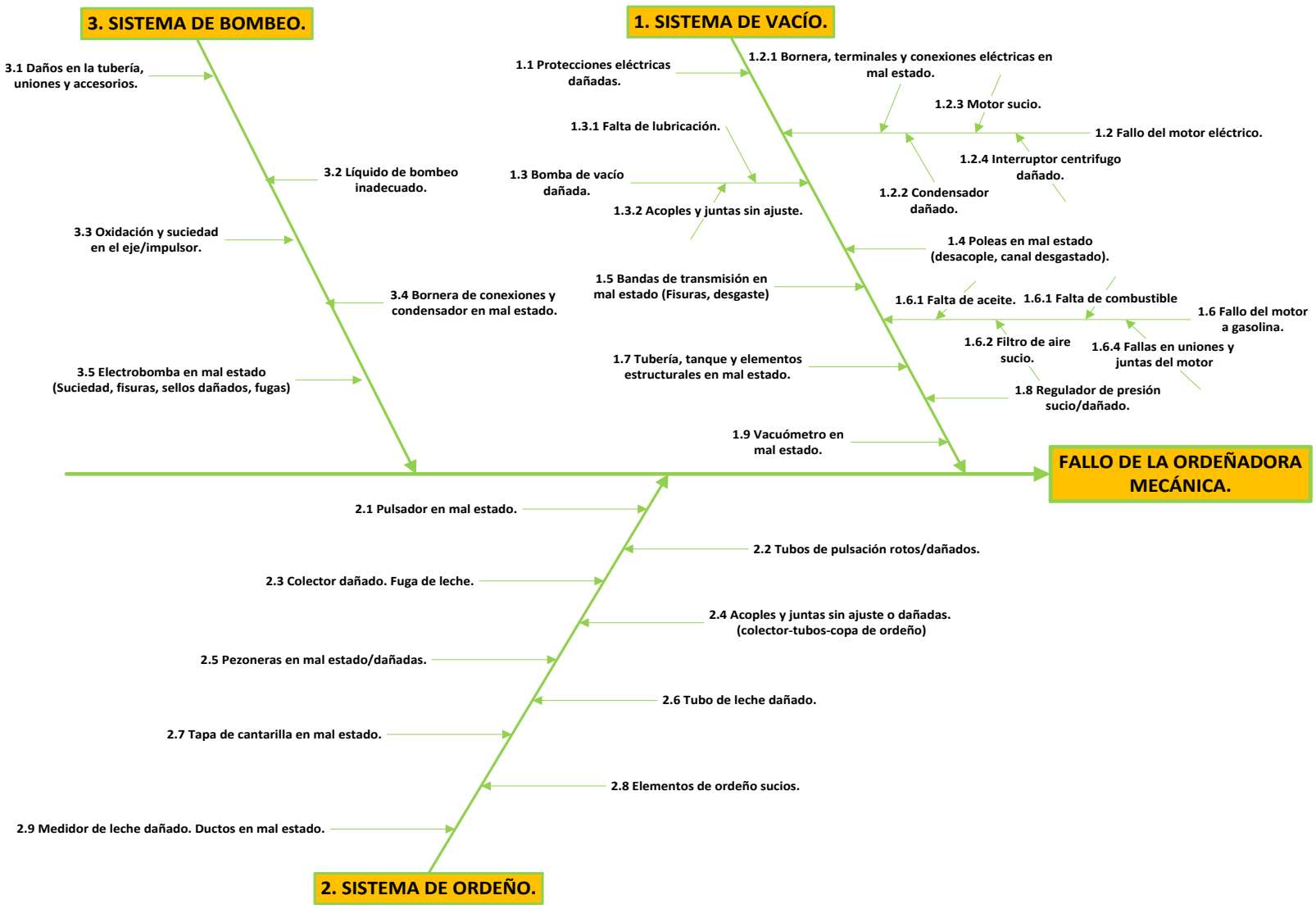
DIAGRAMA DE PARETTO: CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA
VALORACIÓN DEL EQUIPO
PORCENTAJE ACUMULADO
12
10
8
6
4
2
0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
Unidad de compresión
Generador de nitrógeno
Incubador
Almacenamiento criogénico
Microscopio
Microscopio Binocular
Microscopio
Cabina de flujo laminar
Osmómetro crioscópico
Centrífuga
Agitador vórtex
Agitador magnético
Refrigerador
Sistema hidroneumático
Estufa
Esterilizador
Unidad de calefacción
Tanque criogénico
Baño maría
Baño maría
Balanza mecánica
EQUIPOS ANALIZADOS

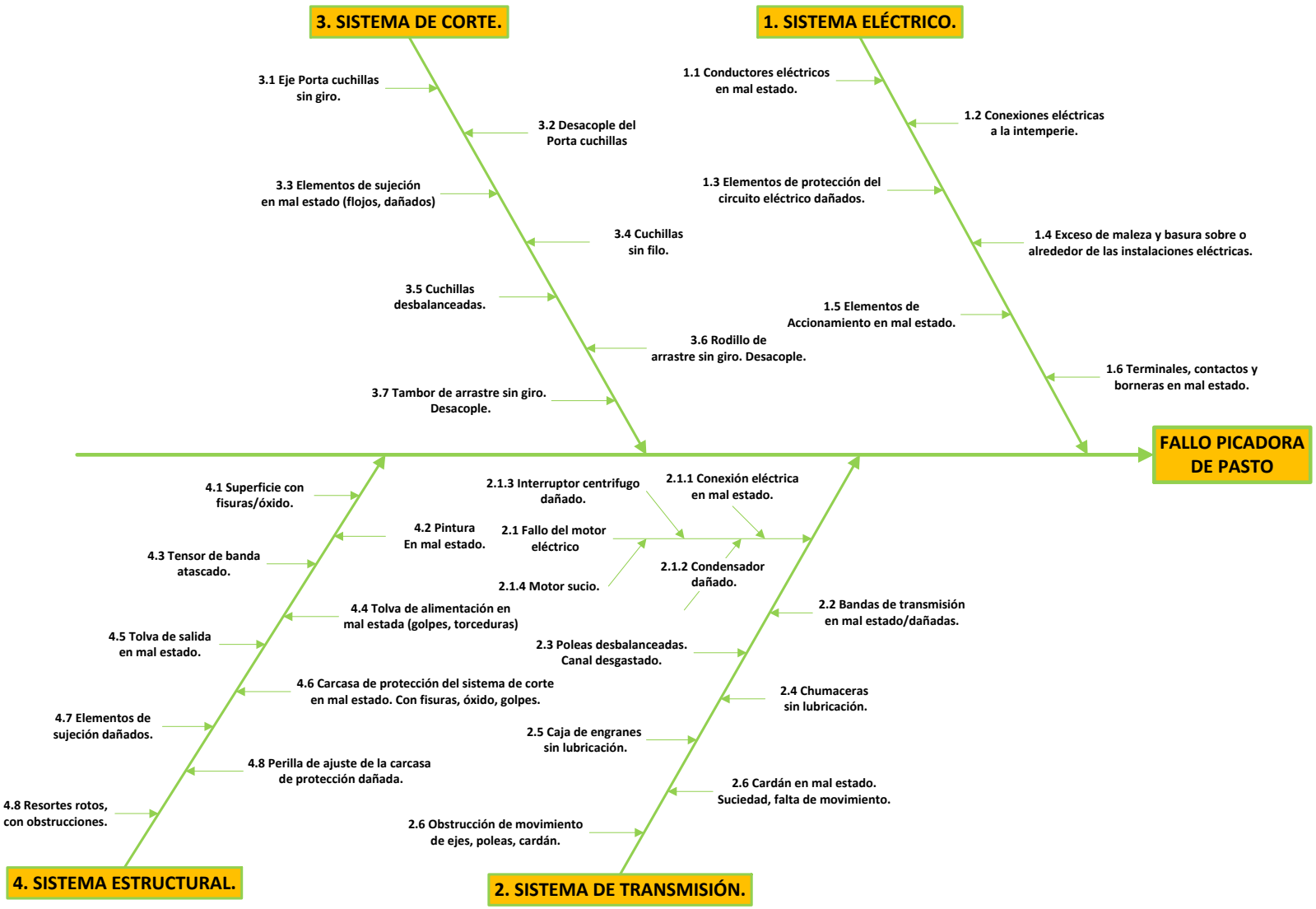

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS EQUIPOS POR CATEGORÍA
19%
43%
38%
EQUIPOS VITALES
EQUIPOS IMPORTANTES
EQUIPOS TRIVIALES

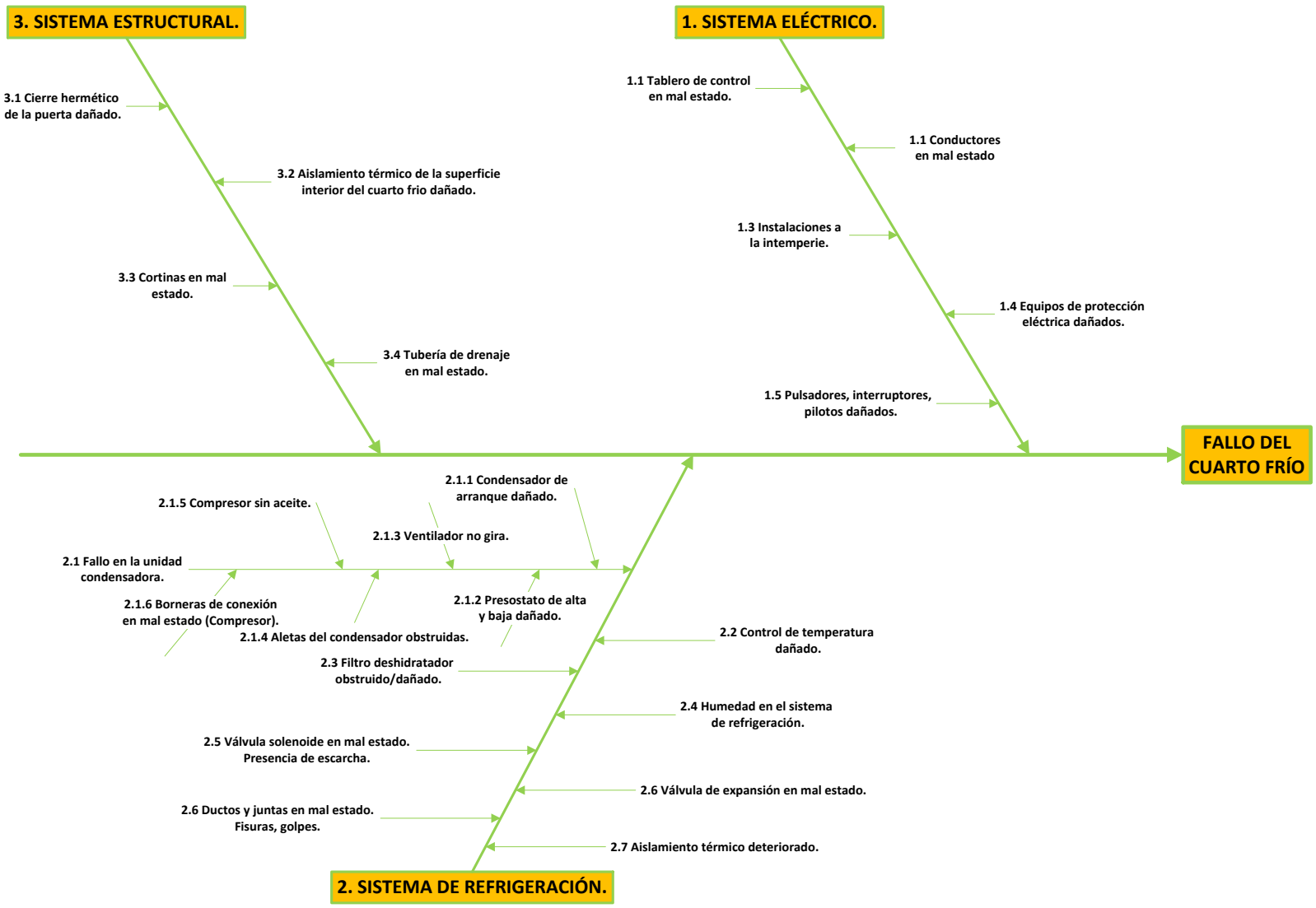
ANEXO P. DIAGRAMA DE ISHIKAWA.

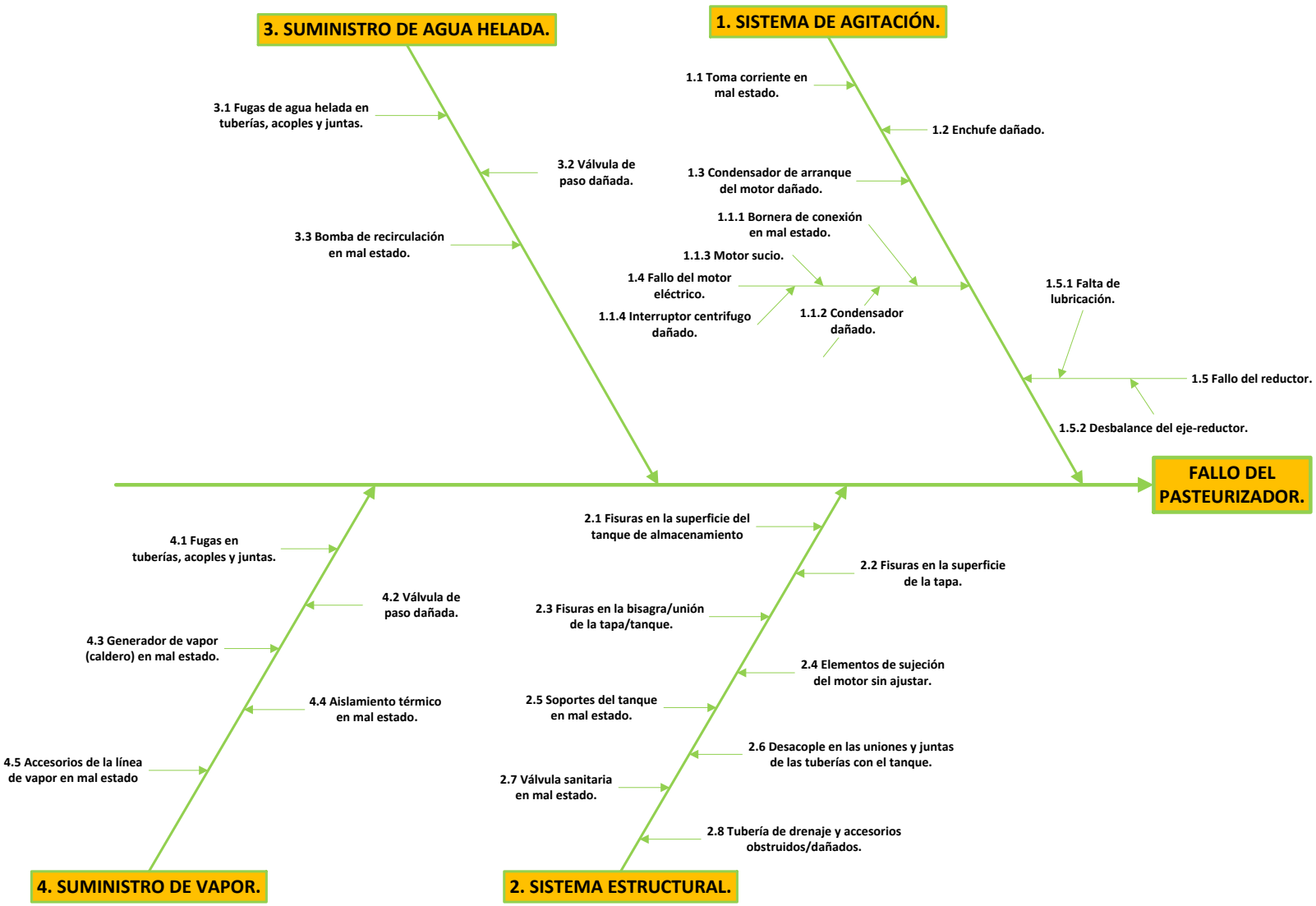

1. SISTEMA ELÉCTRICO
1.1 Conductores en mal estado
1.2 Contactos dañados.
1.3 Instalaciones a la intemperie.
1.4 Equipos de protección eléctrica dañados.
1.5 Tableros eléctricos sucios.
1.5 Pulsadores, interruptores e pilotos dañados.
1.6 Instalaciones eléctricas inadecuadas.
2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
2.1 Obstrucción y suciedad en el condensador.
2.2 Fugas en los ductos de refrigeración.
2.3 Falta de aceite en el compresor.
2.4 Falta de refrigerante en el sistema.
2.5 Exceso de vibración del Gabinete.
2.6 Filtro dañado
2.7 Indicador de humedad en mal estado.
2.8 Fallas en los instrumentos de medición.
2.9 Bornera y conexiones eléctricas Dañadas.
FALLO DEL BANCO DE HIELO
3.1 Fisuras en el tanque de almacenamiento.
3.2 Deterioro de las uniones empernadas.
3.3 Daños en los soportes del tanque.
3.4 Fugas en las uniones de tuberías de entrada y salida
3.5 Oxidación de la estructura.
3.6 Daños en el aislamiento térmico.
3. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
4.1 Tuberías en mal estado.
4.2 Válvulas de paso en mal estado.
4.3 Fugas de agua en las redes y uniones
4.4.1 Oxidación
4.4.3 Suciedad
4.4 Carcasa de la Bomba de agua en mal estado.
4.4.2 Fisuras
4.5.1 Condensador de arranque dañado.
4.5.3 Contactos eléctricos en mal estado
4.5 Bomba de agua no funciona.
4.5.4 Rodete Dañado.
4.5.2 Empaques dañados
4. SISTEMA DE BOMBEO

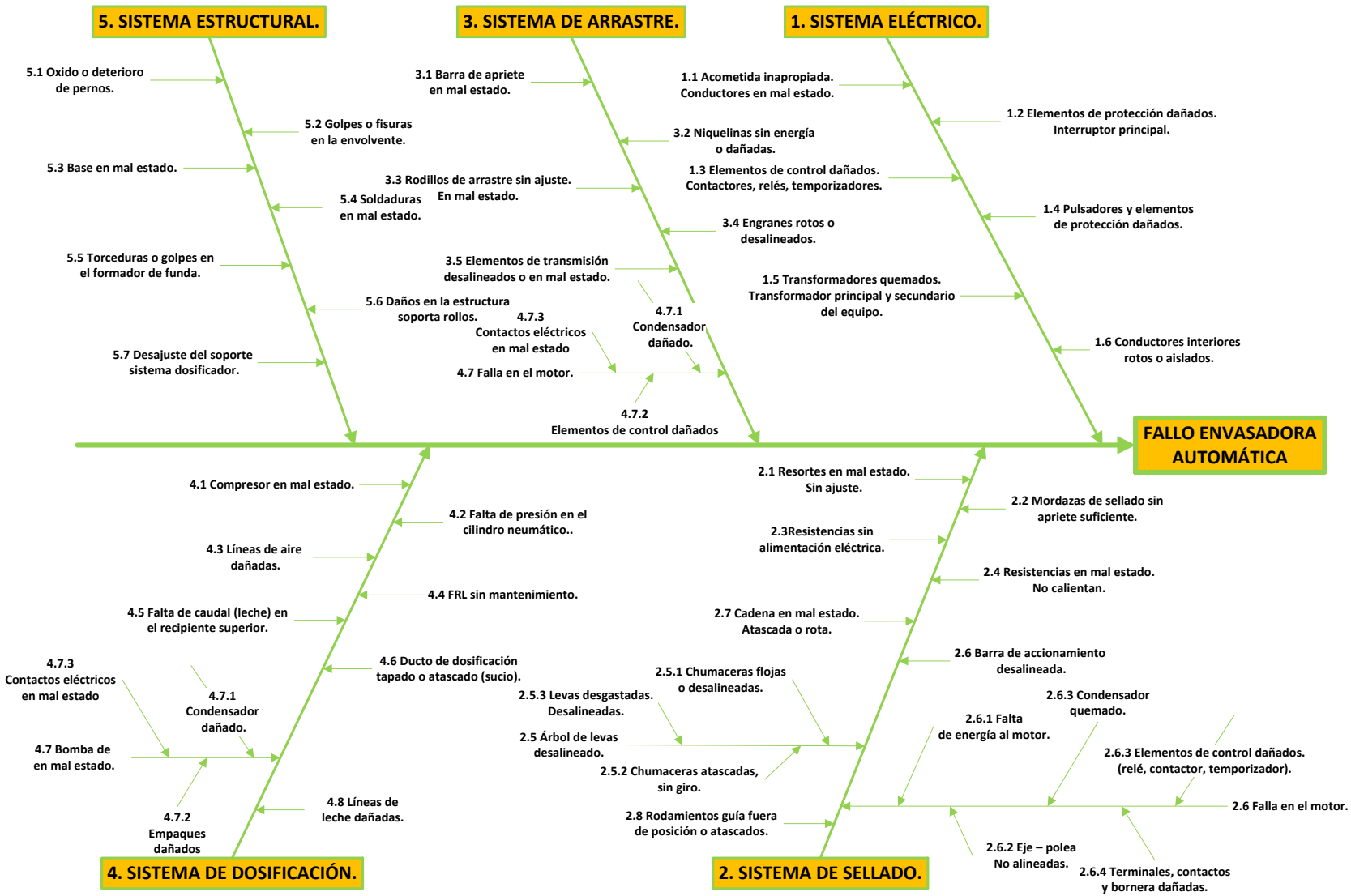

3. SISTEMA ESTRUCTURAL.
2.1 Fisuras en la superficie del tanque de almacenamiento
2.2 Fisuras en la superficie de la tapa.
2.3 Fisuras en la bisagra/unión de la tapa/tanque.
2.4 Elementos de sujeción del motor sin ajustar.
2.5 Soportes del tanque en mal estado.
2.6 Desacople en las uniones y Juntas de las tuberías con el tanque.
2.7 Válvula sanitaria en mal estado.
2.8 Tubería de drenaje y accesorios obstruidos/dañados.
1. SISTEMA DE AGITACIÓN.
1.1 Toma corriente en mal estado.
1.2 Enchufe dañado.
1.3 Condensador de arranque del motor dañado.
1.1.1 Bornera de conexión en mal estado.
1.1.3 Motor sucio.
1.4 Fallo del motor eléctrico.
1.1.4 Interruptor centrifugo dañado.
1.1.2 Condensador dañado.
1.5.1 Falta de lubricación.
1.5 Fallo del reductor.
1.5.2 Desbalance del eje-reductor.
FALLO DEL TANQUE ENFRIADOR.
2.1.1 Condensador de arranque dañado.
2.1.5 Compresor sin aceite.
2.1.3 Ventilador no gira.
2.1 Fallo en la unidad condensadora.
2.1.6 Borneras de conexión en mal estado (Compresor).
2.1.2 Presostato de alta y baja dañado.
2.1.4 Aletas del condensador obstruidas.
2.2 Control de temperatura dañado.
2.3 Filtro deshidratador obstruido/dañado.
2.4 Humedad en el sistema de refrigeración.
2.5 Válvula solenoide en mal estado. Presencia de escarcha.
2.6 Válvula de expansión en mal estado.
2.6 Ductos y juntas en mal estado. Fisuras, golpes.
2.7 Aislamiento térmico deteriorado.
2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.


3. SISTEMA DE BOMBEO.
3.1 Daños en la tubería, uniones y accesorios.
3.2 Líquido de bombeo inadecuado.
3.3 Oxidación y suciedad en el eje/impulsor.
3.4 Bornera de conexiones y condensador en mal estado.
3.5 Electrobomba en mal estado (Suciedad, fisuras, sellos dañados, fugas)
1. SISTEMA DE VACÍO.
1.1 Protecciones eléctricas dañadas.
1.2.1 Bornera, terminales y conexiones eléctricas en mal estado.
1.2.3 Motor sucio.
1.2 Fallo del motor eléctrico.
1.3.1 Falta de lubricación.
1.2.4 Interruptor centrifugo dañado.
1.3 Bomba de vacío dañada.
1.2.2 Condensador dañado.
1.3.2 Acoples y juntas sin ajuste.
1.4 Poleas en mal estado (desacople, canal desgastado).
1.5 Bandas de transmisión en mal estado (Fisuras, desgaste)
1.6.1 Falta de aceite.
1.6.1 Falta de combustible
1.6 Fallo del motor a gasolina.
1.6.2 Filtro de aire sucio.
1.6.4 Fallas en uniones y juntas del motor
1.7 Tubería, tanque y elementos estructurales en mal estado.
1.8 Regulador de presión sucio/dañado.
1.9 Vacuómetro en mal estado.
FALLO DE LA ORDEÑADORA MECÁNICA.
2.1 Pulsador en mal estado.
2.2 Tubos de pulsación rotos/dañados.
2.3 Colector dañado. Fuga de leche.
2.4 Acoples y juntas sin ajuste o dañadas. (colector-tubos-copa de ordeño)
2.5 Pezoneras en mal estado/dañadas.
2.6 Tubo de leche dañado.
2.7 Tapa de cantarilla en mal estado.
2.8 Elementos de ordeño sucios.
2.9 Medidor de leche dañado. Ductos en mal estado.
2. SISTEMA DE ORDEÑO.


3. SISTEMA DE CORTE.
3.1 Eje Porta cuchillas sin giro.
3.2 Desacople del Porta cuchillas
3.3 Elementos de sujeción en mal estado (flojos, dañados)
3.4 Cuchillas sin filo.
3.5 Cuchillas desbalanceadas.
3.6 Rodillo de arrastre sin giro. Desacople.
3.7 Tambor de arrastre sin giro. Desacople.
1. SISTEMA ELÉCTRICO.
1.1 Conductores eléctricos en mal estado.
1.2 Conexiones eléctricas a la intemperie.
1.3 Elementos de protección del circuito eléctrico dañados.
1.4 Exceso de maleza y basura sobre o alrededor de las instalaciones eléctricas.
1.5 Elementos de Accionamiento en mal estado.
1.6 Terminales, contactos y borneras en mal estado.
FALLO PICADORA DE PASTO
4.1 Superficie con fisuras/óxido.
4.2 Pintura En mal estado.
4.3 Tensor de banda atascado.
4.4 Tolva de alimentación en mal estada (golpes, torceduras)
4.5 Tolva de salida en mal estado.
4.6 Carcasa de protección del sistema de corte en mal estado. Con fisuras, óxido, golpes.
4.7 Elementos de sujeción dañados.
4.8 Perilla de ajuste de la carcasa de protección dañada.
4.8 Resortes rotos, con obstrucciones.
4. SISTEMA ESTRUCTURAL.
2.1.3 Interruptor centrifugo dañado.
2.1.1 Conexión eléctrica en mal estado.
2.1 Fallo del motor eléctrico
2.1.2 Condensador dañado.
2.1.4 Motor sucio.
2.2 Bandas de transmisión en mal estado/dañadas.
2.3 Poleas desbalanceadas. Canal desgastado.
2.4 Chumaceras sin lubricación.
2.5 Caja de engranes sin lubricación.
2.6 Cardán en mal estado. Suciedad, falta de movimiento.
2.6 Obstrucción de movimiento de ejes, poleas, cardán.
2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN.


3. SISTEMA ESTRUCTURAL.
3.1 Cierre hermético de la puerta dañado.
3.2 Aislamiento térmico de la superficie interior del cuarto frio dañado.
3.3 Cortinas en mal estado.
3.4 Tubería de drenaje en mal estado.
1. SISTEMA ELÉCTRICO.
1.1 Tablero de control en mal estado.
1.1 Conductores en mal estado
1.3 Instalaciones a la intemperie.
1.4 Equipos de protección eléctrica dañados.
1.5 Pulsadores, interruptores, pilotos dañados.
FALLO DEL CUARTO FRÍO
2.1.1 Condensador de arranque dañado.
2.1.5 Compresor sin aceite.
2.1.3 Ventilador no gira.
2.1 Fallo en la unidad condensadora.
2.1.6 Borneras de conexión en mal estado (Compresor).
2.1.2 Presostato de alta y baja dañado.
2.1.4 Aletas del condensador obstruidas.
2.2 Control de temperatura dañado.
2.3 Filtro deshidratador obstruido/dañado.
2.4 Humedad en el sistema de refrigeración.
2.5 Válvula solenoide en mal estado. Presencia de escarcha.
2.6 Válvula de expansión en mal estado.
2.6 Ductos y juntas en mal estado. Fisuras, golpes.
2.7 Aislamiento térmico deteriorado.
2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.


3. SUMINISTRO DE AGUA HELADA.
3.1 Fugas de agua helada en tuberías, acoples y juntas.
3.2 Válvula de paso dañada.
3.3 Bomba de recirculación en mal estado.
1. SISTEMA DE AGITACIÓN.
1.1 Toma corriente en mal estado.
1.2 Enchufe dañado.
1.3 Condensador de arranque del motor dañado.
1.1.1 Bornera de conexión en mal estado.
1.1.3 Motor sucio.
1.4 Fallo del motor eléctrico.
1.1.4 Interruptor centrifugo dañado.
1.1.2 Condensador dañado.
1.5.1 Falta de lubricación.
1.5 Fallo del reductor.
1.5.2 Desbalance del eje-reductor.
FALLO DEL PASTEURIZADOR.
4.1 Fugas en tuberías, acoples y juntas.
4.2 Válvula de paso dañada.
4.3 Generador de vapor (caldero) en mal estado.
4.4 Aislamiento térmico en mal estado.
4.5 Accesorios de la línea de vapor en mal estado
4. SUMINISTRO DE VAPOR.
2.1 Fisuras en la superficie del tanque de almacenamiento
2.2 Fisuras en la superficie de la tapa.
2.3 Fisuras en la bisagra/unión de la tapa/tanque.
2.4 Elementos de sujeción del motor sin ajustar.
2.5 Soportes del tanque en mal estado.
2.6 Desacople en las uniones y juntas de las tuberías con el tanque.
2.7 Válvula sanitaria en mal estado.
2.8 Tubería de drenaje y accesorios obstruidos/dañados.
2. SISTEMA ESTRUCTURAL.


5. SISTEMA ESTRUCTURAL.
5.1 Oxido o deterioro de pernos.
5.2 Golpes o fisuras en la envolvente.
5.3 Base en mal estado.
5.4 Soldaduras en mal estado.
5.5 Torceduras o golpes en el formador de funda.
5.6 Daños en la estructura soporta rollos.
5.7 Desajuste del soporte sistema dosificador.
3. SISTEMA DE ARRASTRE.
3.1 Barra de apriete en mal estado.
3.2 Niquelinas sin energía o dañadas.
3.3 Rodillos de arrastre sin ajuste. En mal estado.
3.4 Engranes rotos o desalineados.
3.5 Elementos de transmisión desalineados o en mal estado.
4.7.3 Contactos eléctricos en mal estado
4.7.1 Condensador dañado.
4.7 Falla en el motor.
4.7.2 Elementos de control dañados
1. SISTEMA ELÉCTRICO.
1.1 Acometida inapropiada. Conductores en mal estado.
1.2 Elementos de protección dañados. Interruptor principal.
1.3 Elementos de control dañados. Contactores, relés, temporizadores.
1.4 Pulsadores y elementos de protección dañados.
1.5 Transformadores quemados. Transformador principal y secundario del equipo.
1.6 Conductores interiores rotos o aislados.
FALLO ENVASADORA AUTOMÁTICA
4.1 Compresor en mal estado.
4.2 Falta de presión en el cilindro neumático..
4.3 Líneas de aire dañadas.
4.4 FRL sin mantenimiento.
4.5 Falta de caudal (leche) en el recipiente superior.
4.6 Ducto de dosificación tapado o atascado (sucio).
4.7.3 Contactos eléctricos en mal estado
4.7.1 Condensador dañado.
4.7 Bomba de en mal estado.
4.7.2 Empaques dañados
4.8 Líneas de leche dañadas.
4. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN.
2.1 Resortes en mal estado. Sin ajuste.
2.2 Mordazas de sellado sin apriete suficiente.
2.3Resistencias sin alimentación eléctrica.
2.4 Resistencias en mal estado. No calientan.
2.7 Cadena en mal estado. Atascada o rota.
2.6 Barra de accionamiento desalineada.
2.5.1 Chumaceras flojas o desalineadas.
2.5.3 Levas desgastadas. Desalineadas.
2.5 Árbol de levas desalineado.
2.5.2 Chumaceras atascadas, sin giro.
2.8 Rodamientos guía fuera de posición o atascados.
2.6.3 Condensador quemado.
2.6.1 Falta de energía al motor.
2.6.3 Elementos de control dañados. (relé, contactor, temporizador).
2.6 Falla en el motor.
2.6.2 Eje – polea No alineadas.
2.6.4 Terminales, contactos y bornera dañadas.
2. SISTEMA DE SELLADO.

ANEXO Q. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Código de documento:	*FT-PL.BH.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Año:***	*2014*
Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Página N°:***	*1 de 3*

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Nombre del equipo:	*BANCO DE HIELO*	**Inicio de operaciones:**	*15/06/2010*
Marca:	**********	**Año de fabricación:**	**********
Modelo:	**********	**Procedencia:**	*ECUADOR*
Serie:	**********	**Fabricante:**	**********
Código patrimonial:	*008909*	**Proveedor:**	**********
Código de equipo (PM):	*QP.PL.BH.01*	**Documentos técnicos*:**	☐ MM ☐ MR ☐ MS
Estado del equipo:	☑ Bueno ☐ Regular ☐ Malo		☐ P/D ☐ MO ☐ MA/P

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO

Voltaje (V)	***Amperaje (A)***	***Potencia (HP)***	***Capacidad (Lts)***	***r.p.m****
220	*18,2*		*2000*	

	Manual	***Semi Automática***	***Automática***
Accionamiento:	☐	☑	☐

	Electricidad	***Combustible***	***Renovable***
Fuente de Alimentación:	☑	☐	☐

	Vital	***Importante***	***Trivial***
Prioridad:	☑	☐	☐

Descripción:

El banco de hielo es el equipo encargado de almacenar energía. Su funcionamiento consiste en acumular hielo alrededor del serpentín (evaporador) localizado en el interior del tanque, este hielo servirá para enfriar agua que se utilizará posteriormente en los procesos térmicos de la planta de lácteos. Para ello, es necesaria la utilizacion de una bomba de recirculación de agua que permita evacuar el agua helada dentro del tanque e introducir el agua proveniente de la torre de enfriamiento (recirculación de agua). Para el funcionamiento correcto del banco de hielo es necesario encenderlo porlo menos 2 horas antes de iniciar el proceso térmico. El equipo esta construido en tool galvanizado y revestido con acero inoxidable AISI 430.

Dimensiones (m):

Largo	***Ancho***	***Altura***	***Peso (Kg)***
2	*1,2*	*0,8*	

INSTRUCCIONES DE USO

1) Se debe encender el equipo al menos 2 horas antes del inicio del proceso.
1) Debemos verificar que las válvulas de apertura y descarga están en condiciones de trabajo recomendables.
2) Verficar que el tanque de almacenamiento este con el nivel de agua necesario.
3) Encender el equipo desde el interior de la planta accionando el interruptor "ON".
4) Encender la bomba de recirculación de agua helada.
5) Abrir o cerrar las válvulas de servicio a los diferentes equipo de la planta.

" El tanque de hielo para su llenado posee alimentación directa desde la red de agua potable "

***r.p.m:** Revoluciones por minuto ; * **Cos φ :** Factor de potencia; ***MR:** Manual de reparaciones; ***MO:** Manual de operaciones; ***MS:** Manual de servicios; ***MA/P:** Manual de accesorios y partes; * **MM:** Manual de mantenumiento; * **P/D:** Planos y diagramas de instalación.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Código de documento:	*FT-PL.BH.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Fecha de realización:***	*2014*
Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Página N°:***	*2 de 3*

PLANO GENERAL DEL EQUIPO E IDENTIFICACION DE PARTES

ELECTROBOMBA

Marca: Pedrollo
Modelo: PKM60
Serie: 313765
Voltaje: 110 V
Amperaje: 5,5 A
Frecuencia: 60 Hz
Potencia: 1/2 HP
Potencia Máx: 550 W
rpm: 3450
Caudal: 5 - 40 l/min
Altura: 5 - 40 m
Protección IP: 44
Condensador: 25uf/ 250 V

UNIDAD CONDENSADORA

Marca: Tecumseh
Modelo: FH4531F HR
Serie: 10A18 165013 4526200233
Voltaje: 220 V
Amperaje: 18,2
Potencia: 14905 Btu/h
Refrigerante: R22
rpm: 3350
Ventilador: 1650 rpm; 120 W; IP 44. Con protector térmico.
Tanque de líquido: 6 litros. Pmáx 32 bar.
Compresor: Tipo de aceite: Aceite mineral, Capacitor: 100uf/330 V; 35uf/440 V.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Código de documento:	*FT-PL.TE.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Año:***	*2014*
Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Página N°:***	*1 de 3*

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Nombre del equipo:	*TANQUE ENFRIADOR*	**Inicio de operaciones:**	*15/06/2010*
Marca:	**********	**Año de fabricación:**	**********
Modelo:	**********	**Procedencia:**	*ECUADOR*
Serie:	**********	**Fabricante:**	**********
Código patrimonial:	*008903*	**Proveedor:**	**********
Código de equipo (PM):	*QP.PL.TE.01*	**Documentos técnicos*:**	☐ MM ☐ MR ☐ MS
Estado del equipo:	☑ Bueno ☐ Regular ☐ Malo		☐ P/D ☐ MO ☐ MA/P

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO

Voltaje (V)	***Amperaje (A)***	***Potencia (HP)***	***Capacidad (Lts)***	***r.p.m****
220	*4.2*	*93 W*	*750*	

	Manual	***Semi Automática***	***Automática***
Accionamiento:	☐	☑	☐

	Electricidad	***Combustible***	***Renovable***
Fuente de Alimentación:	☑	☐	☐

	Vital	***Importante***	***Trivial***
Prioridad:	☑	☐	☐

Descripción:

El tanque de enfriamiento es el encargado de mantener el producto frio, este posee doble camisa lo que permite la circulación del elemento refrigerante. Su construcción es en acero inoxidable. Para su funcionamiento se requiere accionar el boton de encendido, esto provocará que la unidad condensadora entre en funcionamiento que es la encargada de la compresión y circulación del elemento refrigerante. La unidad condensadora trabaja con refrigerante R22.

Dimensiones (m):

Largo	***Ancho***	***Altura***	***Peso (Kg)***

INSTRUCCIONES DE USO:

1) Conecte el equipo al suministro eléctrico.
2) Regule o verifique la temperatura de funcionamiento.
3) Encender el equipo.
4) Verificar que la operación requerida se esta ejecutando con normalidad.
5) Limpiar el equipo una vez terminada la actividad.

Equipo de trabajo:
1) Guantes.
2) Zapatos de trabajo.
3) Mandil.
4) Cofia

***r.p.m:** Revoluciones por minuto ; * **Cos φ :** Factor de potencia; ***MR:** Manual de reparaciones; ***MO:** Manual de operaciones; ***MS:** Manual de servicios; ***MA/P:** Manual de accesorios y partes; * **MM:** Manual de mantenumiento; * **P/D:** Planos y diagramas de instalación.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Código de documento:	*FT-PL.TE.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Fecha de realización:***	*2014*
Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Página N°:***	*2 de 3*

PLANO GENERAL DEL EQUIPO E IDENTIFICACION DE PARTES

MOTOR - REDUCTOR

Marca: Eberle (Metalcorte)
Modelo: BK 71 B2/SM
Serie: 313765
Voltaje: 110 V/220 V
Amperaje: 4,2 A/ 2,1 A
Potencia: 1/3 HP
Cos φ
rpm: 3350
Condensador: 30uf / 250 VAC
Proteccion IP: 55
Factor servicio: 1,0
Aislamiento: F
Reductor: Motovario NMRV

UNIDAD CONDENSADORA

Marca: Tecumseh
Modelo: CAJN4517E HR
Serie: 10A21 180655 4G64700235
Voltaje: 220 V
Amperaje: 9 A
Potencia: 14905 Btu/h
Refrigerante: R22
rpm: 3350
Ventilador: 1650 rpm; 120 W; IP 44. Con protector térmico.
Tanque de líquido: 2,35 litros. Presión máxima 32 Bar.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Código de documento:	*FT-SO.OM.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Año:***	*2014*
Instalación:	*Sala de Ordeño*	***Página N°:***	*1 de 3*

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Nombre del equipo:	*ORDEÑADORA MECÁNICA*	**Inicio de operaciones:**	*13/04/2004*
Marca:	*ECUALACTA*	**Año de fabricación:**	**********
Modelo:	**********	**Procedencia:**	**********
Serie:	**********	**Fabricante:**	**********
Código patrimonial:	*004107*	**Proveedor:**	**********
Código de equipo (PM):	*QP.SO.OM.01*	**Documentos técnicos*:**	☐ MM ☐ MR ☐ MS
Estado del equipo:	☑ Bueno ☐ Regular ☐ Malo		☐ P/D ☐ MO ☐ MA/P

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO

Voltaje (V)	***Amperaje (A)***	***Potencia (HP)***	***Capacidad (Lts)***	***r.p.m****
220	*19,2*	*3*		

	Manual	***Semi Automática***	***Automática***
Accionamiento:	☐	☑	☐

	Electricidad	***Combustible***	***Renovable***
Fuente de Alimentación:	☑	☑	☐

	Vital	***Importante***	***Trivial***
Prioridad:	☑	☐	☐

Descripción:

La ordeñadora mecánica es un equipo importante enla obtención de la leche, su función es extraer la leche de los bovinos en las condiciones óptimas que permitan el cuidado del producto y del animal. La ordeñadora mecánica esta compuesta por una bomba de vacío, un motor eléctrico, un motor de combustión (auxiliar, regulador de presión, 4 puestos a cantarilla, vacuómetro y un tanque de vacío.

Dimensiones (m):

Largo	***Ancho***	***Altura***	***Peso (Kg)***

INSTRUCCIONES DE USO:

1) Conecte el equipo al suministro eléctrico.
2) Encender el equipo.
3) Verificar que la operación requerida se esta ejecutando con normalidad. Revisar la presión y nivel de aceite de la bomba de vacío.
4) Limpiar el equipo una vez terminada la actividad.

Equipo de trabajo:
1) Guantes.
2) Zapatos de trabajo.
3) Mandil.
4) Cofia

***r.p.m:** Revoluciones por minuto ; * **Cos φ :** Factor de potencia; ***MR:** Manual de reparaciones; ***MO:** Manual de operaciones; ***MS:** Manual de servicios; ***MA/P:** Manual de accesorios y partes; * **MM:** Manual de mantenumiento; * **P/D:** Planos y diagramas de instalación.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Código de documento:	*FT-SO.OM.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Fecha de realización:***	*2014*
Instalación:	*Sala de Ordeño*	***Página N°:***	*2 de 3*

PLANO GENERAL DEL EQUIPO E IDENTIFICACION DE PARTES

ELECTROBOMBA

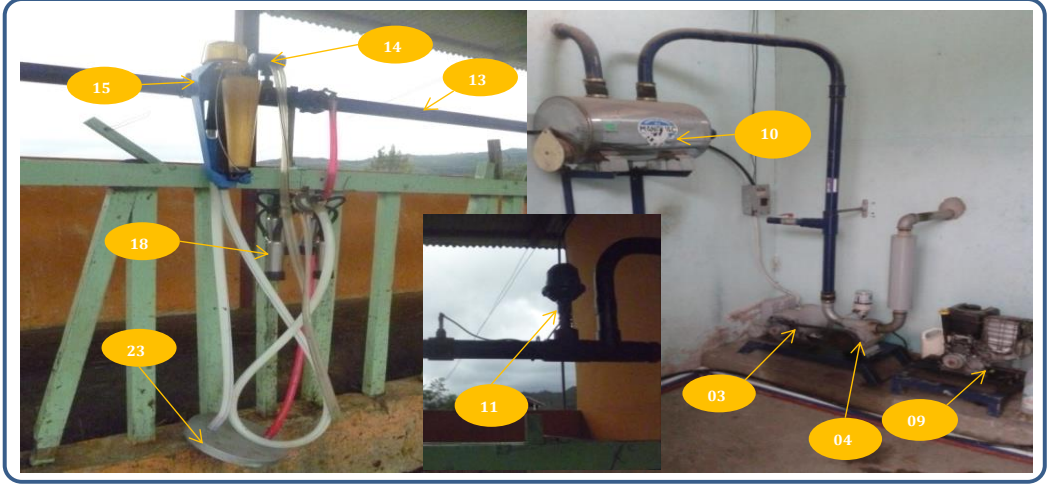
Marca: Saee
Modelo:
Serie: 1031888
Voltaje: 110 V
Amperaje: 12,9
Frecuencia: 60 Hz
Potencia: 1 HP
Potencia Máx: 550 W
rpm: 3450
Caudal: 10 - 350 l/m
Altura: 52 - 25 m
Protección IP: 44
Condensador: 50uf/ 110 V

MOTOR - BOMBA DE VACÍO

Marca: Weg
Modelo: 112MIP22
Serie: 14JAN03
Voltaje: 110/220
Amperaje: 38,4/19,2
Potencia: 3 HP
Cos φ 0,8
rpm: 1740
Condensador: 2 x 540-648 uf/110 V
Proteccion IP: 22

BOMBA DE VACÍO

Marca: Monovac
Modelo: 41117914
Capacidad: 956
rpm: 1700



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Código de documento:	*FT-SF.PP.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Año:***	*2014*
Instalación:	*Sala de Forrajes*	***Página N°:***	*1 de 3*

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Nombre del equipo:	*PICADORA DE PASTO*	**Inicio de operaciones:**	*22/07/2005*
Marca:	*BRASPEC*	**Año de fabricación:**	**********
Modelo:	**********	**Procedencia:**	**********
Serie:	**********	**Fabricante:**	**********
Código patrimonial:	*005219*	**Proveedor:**	**********
Código de equipo (PM):	*QP.SF.PP.01*	**Documentos técnicos*:**	☐ MM ☐ MR ☐ MS
Estado del equipo:	☑ Bueno ☐ Regular ☐ Malo		☐ P/D ☐ MO ☐ MA/P

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO

Voltaje (V)	***Amperaje (A)***	***Potencia (HP)***	**Cos φ**	***r.p.m****
220	*32*	*7,5*	*0,94*	*1600*

	Manual	***Semi Automática***	***Automática***
Accionamiento:	☐	☑	☐

	Electricidad	***Combustible***	***Renovable***
Fuente de Alimentación:	☑	☐	☐

	Vital	***Importante***	***Trivial***
Prioridad:	☑	☐	☐

Descripción:

Equipo necesario para el corte del pasto o cualquier otro tipo de material que se requiere para la alimentacion del ganado. El equipo esta construido en acero, brinda la posiblidad de ensilar el material por medio de la estructura de salida. El equipo posee un sistema de corte por medio de cuchillas. El material es arrastrado hacia el interior por medio de un rodillo dentad, lo que permite que el material se afirme a la estructura y que las cuchillas brinden un mejor desarrollo del corte. La transmision del moviemiento es mediante poleas y bandas.

Dimensiones (m):

Largo	***Ancho***	***Altura***	***Peso (Kg)***

INSTRUCCIONES DE USO:

1) Conecte el equipo al suministro eléctrico.
2) Encender el equipo. Coloque en posición "ON" el interruptor de navajas.
3) Ubique la salida del material en la posición requerida.
4) Prepare el material a procesar.
5) Introduzca el pasto (hierba) en la tolva de alimentación. Precaución, el movimiento brusco puede causar atascamiento y movimientos bruscos que podrían causar lesiones. Usar el equipo de trabajo adecuado para evitar cortes con el pasto.
6) Una vez terminado el trabajo proceda a limpiar el equipo. Para apagar el equipo debe colocar el interruptor en posición "OFF".

Equipo de trabajo:
1) Zapatos de trabajo.
2) Protector visual.
3) Guantes.

***r.p.m:** Revoluciones por minuto ; * **Cos φ :** Factor de potencia; ***MR:** Manual de reparaciones; ***MO:** Manual de operaciones; ***MS:** Manual de servicios; ***MA/P:** Manual de accesorios y partes; * **MM:** Manual de mantenumiento; * **P/D:** Planos y diagramas de instalación.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

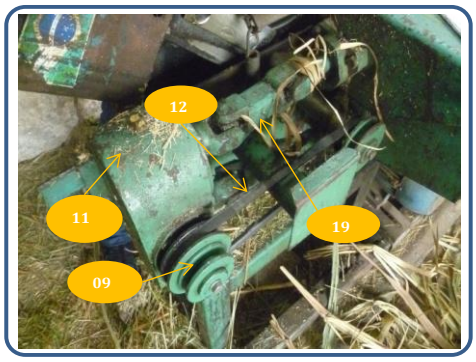
FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

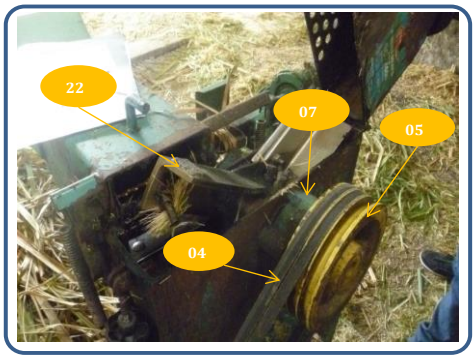
Código de documento:	*FT-SF.PP.01*	***Programa de estudio:***	*Programa Bovino*
Ubicación:	*Quinta Experimental Punzara*	***Fecha de realización:***	*2014*
Instalación:	*Sala de Forrajes*	***Página N°:***	*2 de 3*

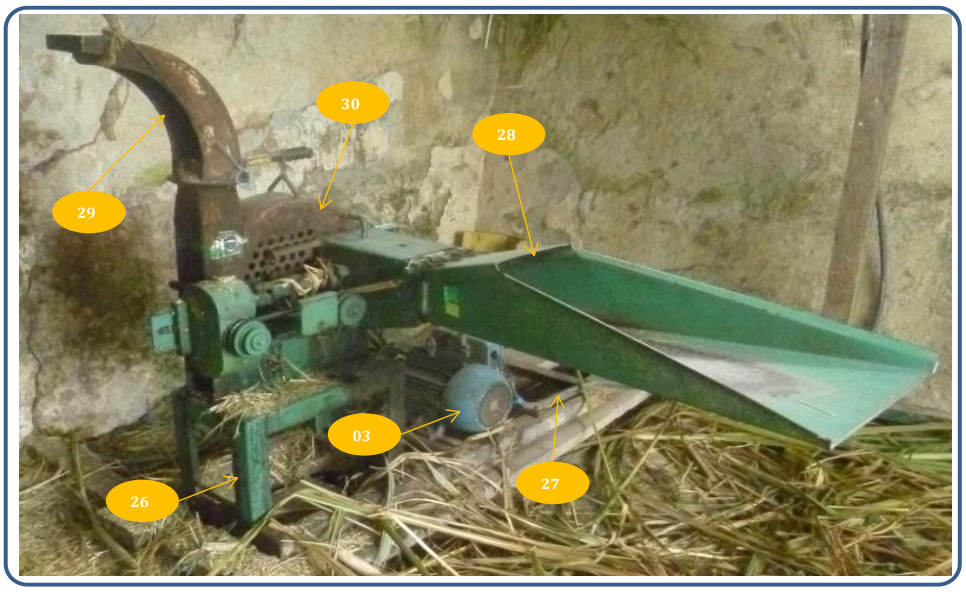
PLANO GENERAL DEL EQUIPO E IDENTIFICACION DE PARTES

MOTOR

Marca:	Weg
Modelo:	W132S/M
Serie:	BL51238
Voltaje:	220/440
Amperaje:	32/16
Potencia:	7,5 HP
Cos *φ*	0,94
rpm:	3480
Condensador:	2 x 270-321 uf/250 V 11 x 45 uf / 400 V
Proteccion IP:	55
Factor servicio:	1,3
Aislamiento:	B







ANEXO R. PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE MANTENIMIENTO.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO
PROGRAMA ESPECÍFICO DE MANTENIMIENTO.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Código del documento:	*PM-PL.BH.01*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca*
Equipo:	*Banco de hielo*	***Página:***	*1 de 1*

SISTEMA ELÉCTRICO.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza de los conductores, contactos eléctricos, borneras y terminales.	Cinta aislante. Material eléctrico	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	5	0,34	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.39
Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito.	Ninguno	Pinza amperimetrica.	Electromecánico	SM	2	0,14	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.40
SISTEMA REFRIGERACIÓN.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general de la unidad condensadora.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Electromecánico	SM	25	1,71	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.41
Inspección y limpieza del evaporador.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Electromecánico	SM	7	0,48	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.42
Verficar el nivel de aceite en el cárter del compresor. Recargar de ser necesario.	Aceite mineral	Visual, sensorial.	Electromecánico	M	1	0,07	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.43
Verificar el estado del visor de líquido.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	1	0,07	Operario	PR-PM.AC.44
Verificar el estado de los ductos.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	1	0,07	Operario	PR-PM.AC.45
Verificar el estado del filtro de humedad.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	1	0,07	Operario	PR-PM.AC.46
Verificación y registro de los valores de presión.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	1	0,07	Operario	PR-PM.AC.47
SISTEMA ALMACENAMIENTO.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza del tanque de almacenamiento y sus accesorios.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	SM	9	0,62	Operario	PR-PM.AC.48
SISTEMA DE BOMBEO.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general de las tuberías y accesorios del sistema de bombeo.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	SM	4	0,27	Operario	PR-PM.AC.49
Verificar el estado de las conexiones eléctricas en la bornera de la electrobomba.	Ninguno	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	5	0,34	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.11
Verificar que no existan fugas en los empaques y juntas de la bomba.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	3	0,21	Operario	PR-PM.AC.12
Advertir la presencia de ruidos, rozamiento o vibraciones inusuales.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	3	0,21	Operario	PR-PM.AC.13
Inspección y limpieza general de la electrobomba..	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	SM	14	0,96	Operario	PR-PM.AC.14
SISTEMA AUXILIAR DE ENFRIAMIENTO.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general de la torre de refrigeración.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	A	17	1,2	Operario	PR-PM.AC.50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO
PROGRAMA ESPECÍFICO DE MANTENIMIENTO.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Código del documento:	*PM-PL.TE.01*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca*
Equipo:	*Tanque enfriador*	***Página:***	*1 de 1*

SISTEMA DE AGITACIÓN.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general del motor - reductor.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Electromecánico	A	9	0,62	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.53
Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito eléctrico del motor.	Ninguno	Pinza amperimetrica.	Electromecánico	SM	2	0,14	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.54
Verificar el estado de la bornera de conexiones eléctricas del motor.	Cinta aislante. Material eléctrico	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	5	0,34	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.55
SISTEMA REFRIGERACIÓN.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general de la unidad condensadora.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Electromecánico	SM	25	1,71	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.41
Verficar el nivel de aceite en el cárter del compresor. Recargar de ser necesario.	Aceite mineral	Visual, sensorial.	Electromecánico	M	1	0,07	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.43
Verificar el estado del visor de líquido.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	1	0,07	Operario	PR-PM.AC.44
Verificar el estado de los ductos.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	1	0,07	Operario	PR-PM.AC.45
Verificar el estado del filtro de humedad.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	M	1	0,07	Operario	PR-PM.AC.46
Verificación y registro de los valores de presión.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	S	1	0,07	Operario	PR-PM.AC.47
SISTEMA ESTRUCTURAL.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general de la estructura y accesorios del equipo.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Ninguna	S	11	0,75	Operario	PR-PM.AC.57

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

1859

PLAN DE MANTENIMIENTO
PROGRAMA ESPECÍFICO DE MANTENIMIENTO.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Código del documento:	*PM-SO.OM.01*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca*
Equipo:	*Ordeñadora mecánica*	***Página:***	*1 de 1*

SISTEMA DE VACÍO.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza de los conductores, contactos eléctricos, borneras y terminales.	Cinta aislante. Material eléctrico	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	5	0,34	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.23
Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito.	Ninguno	Pinza amperimetrica.	Electromecánico	SM	2	0,14	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.24
Verificar el estado de la bornera de conexiones eléctricas del motor.	Cinta aislante. Material eléctrico	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	5	0,34	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.25
Inspección y limpieza general del motor eléctrico y de los elementos de transmisión.	Ninguno	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	9	0,62	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.26
Inspección y limpieza general de la bomba de vacío.	Ninguno	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	8	0,55	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.27
Inspección y limpieza general del motor de combustión.	Aceite SAE 10W-20	Caja de herramientas.	Electromecánico	A	13	0,89	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.28
Inspección y limpieza general de la estructura y elementos de control del sistema de vacío	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Electromecánico	SM	11	0,75	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.29
Verificar el nivel de aceite en el lubricador. Recargar de ser necesario.	Aceite SAE 10W-20	Instrumentos de limpieza.	Operador	D	2	0,14	Operario	PR-PM.AC.30
Verificar y registrar el valor de presión de vacío en el vacuómetro.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	D	2	0,14	Operario	PR-PM.AC.31
SISTEMA DE ORDEÑO.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general del sistema de ordeño.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	D	120	8,20	Operario	PR-PM.AC.32
SISTEMA DE BOMBEO.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Verificar el estado de las conexiones eléctricas en la bornera del motor.	Cinta aislante. Material eléctrico	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	5	0,34	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.33
Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito.	Ninguno	Pinza amperimetrica.	Electromecánico	SM	2	0,14	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.34
Advertir la presencia de ruidos, rozamiento o vibraciones inusuales.	Ninguno	Visual, sensorial	Operador	S	3	0,21	Operario	PR-PM.AC.35
Verificar que no existan fugas en los empaques y juntas de la bomba.	Ninguno	Visual, sensorial	Operador	S	3	0,21	Operario	PR-PM.AC.36
Inspección y limpieza general de la electrobomba.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	SM	14	0,96	Operario	PR-PM.AC.37
Inspección y limpieza general de los elementos de control	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	SM	4	0,27	Operario	PR-PM.AC.38

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO
PROGRAMA ESPECÍFICO DE MANTENIMIENTO.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Código del documento:	*PM-SF.PP.01*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca*
Equipo:	*Picadora de pasto*	***Página:***	*1 de 1*

SISTEMA ELÉCTRICO.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO (min)	COSTO (USD)	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza de conductores, contactos eléctricos, borneras y terminales.	Cinta aislante. Material eléctrico	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	6	0,41	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.71
Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito.	Ninguno	Pinza amperimetrica.	Electromecánico	SM	2	0,14	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.72
Verificar el estado de la bornera de conexiones eléctricas del motor.	Cinta aislante. Material eléctrico	Caja de herramientas.	Electromecánico	SM	6	0,41	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.73
SISTEMA DE TRANSMISIÓN.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general de los elementos de transmisión.	Ninguno	Caja de herramientas.	Electromecánico	M	22	1,50	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.74
Verificar el estado de la banda y poleas.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Electromecánico	M	4	0,27	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.75
Cambio de bandas.	Banda trapezoidal Peril B	Instrumentos de limpieza.	Electromecánico	3A	5	0,34	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.76
Lubricación de las chumaceras.	Aceite SAE 10W-20	Engrasadora.	Operador	SM	3	0,21	Operario	PR-PM.AC.64
Lubricación de la caja de engranes.	Aceite SAE 10W-20	Engrasadora.	Operador	SM	3	0,21	Operario	PR-PM.AC.77
Advertir la presencia de ruidos, rozamiento o vibraciones inusuales.	Ninguno	Visual, sensorial.	Operador	S	3	0,21	Operario	PR-PM.AC.66
SISTEMA DE CORTE.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general del sistema de corte.	Ninguno	Instrumentos de limpieza.	Operador	S	7	0,48	Operario	PR-PM.AC.78
Afilado de cuchillas.	Ninguno	Caja de herramientas.	Mecánico	SM	8	0,55	Técnico de mantenimiento.	PR-PM.AC.79
SISTEMA DE ESTRUCTURAL.								
ACTIVIDAD	CÓD. REP.	HERRAMIENTA	ESPECIALIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE	CÓD. PROCED.
Inspección y limpieza general de la estructura metálica.	Ninguno	Destornillador. Multímetro.	Operador	A	8	0,55	Operario	PR-PM.AC.80
Limpieza y pintura exterior del equipo.	Pintura anticorrosiva, diluyente.	Instrumentos de pintura.	Operador	A	12	0,82	Operario	PR-PM.AC.81

ANEXO S. ESTUDIO DE TIEMPOS PREDETERMINADOS. SISTEMA MOST.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

TIEMPO ESTÁNDAR: SISTEMA MOST CÁLCULO X 10.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Equipo:	*Banco de hielo*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca.*
Sistema:	*Sistema de refrigeración*	***Página:***	*2 de 6*

ACTIVIDAD: Inspección y limpieza general de la unidad condensadora.

Tiempo en TMU:	33770	K:	3,85	Tiempo en minutos:	24,1

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.											FREC.	TMU
01	Desconectar el equipo del suministro eléctrico.	15	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	2	300
			3	3	1	1	3	1	-	-	-	-	3		
02	Adecuar una manguera a la toma de agua.	54	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	1	540
			16	3	1	1	16	1	-	-	-	-	16		
03	Abrir la caja de herramientas y tomar los implementos de limpieza (escobilla, cepillo, paño).	76	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	1	760
			32	3	1	1	6	1	-	-	-	-	32		
04	Revisar la estructura del gabinete y los elementos de sujeción.	101	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	2020
			10	3	1	1	16	1	54	1	3	1	10		
05	Revisar el estado de la superficie del compresor.	87	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	1740
			3	3	1	1	16	1	54	1	3	1	3		
06	Revisar el estado del condensador, el serpentin y aletas.	87	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	1740
			3	3	1	1	16	1	54	1	3	1	3		
07	Revisar el estado de la caja de conexiones y los presostatos de alta y baja presión.	87	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	1740
			3	3	1	1	16	1	54	1	3	1	3		
08	Revisar el estado de los ventiladores.	87	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	1740
			3	3	1	1	16	1	54	1	3	1	3		
09	Revisar el estado de la superficie del tanque de líquido.	87	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	1740
			3	3	1	1	16	1	54	1	3	1	3		
10	Verter agua sobre la superficie del gabinete a presión moderada.	28	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	5	1400
			3	3	1	1	16	1	-	-	-	-	3		
11	Verter agua sobre las aletas del condensador y cepillar con cuidado.	102	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	10	10200
			3	3	1	1	16	16	54	1	3	1	3		
12	Cepillar cada uno de los componentes de la unidad condensadora.	74	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	10	7400
			3	3	1	1	3	1	54	1	3	1	3		
13	Verter agua para retirar la suciedad removida.	15	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	5	750
			3	3	1	1	3	1	-	-	-	-	3		
14	Retirar el excedente de agua del gabinete.	28	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	5	1400
			3	3	1	1	16	1	-	-	-	-	3		
15	Limpiar el área adjunta y retirar los elementos ajenos a la instalación.	15	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	2	300
			3	3	1	1	3	1	-	-	-	-	3		

ACTIVIDAD: Inspección y limpieza del evaporador.

Tiempo en TMU:	9520	K:	1,09	Tiempo en minutos:	6,8

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.											FREC.	TMU
01	Levantar la tapa del tanque de almacenamiento del banco de hielo.	72	A	B	G	A	B	P	L	A	B	P	A	2	1440
			3	16	6	1	16	6	16	1	3	1	3		
02	Colocar la tapa en un costado y asegurar su posición.	21	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	1	210
			3	6	1	1	6	1	-	-	-	-	3		
03	Drenar el líquido del interior del tanque.	185	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	1	1850
			3	3	1	1	173	1	-	-	-	-	3		
04	Revisar el estado de los ductos y soportes.	57	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	1140
			10	3	1	1	16	1	10	1	3	1	10		
05	Revisar el estado de la válvula de expansión.	43	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	860
			3	3	1	1	16	1	10	1	3	1	3		
06	Tomar una cepillo y limpiar cuidadosamente la superficie de los tubos.	87	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	2	1740
			3	3	1	1	16	1	54	1	3	1	3		
07	Verter agua sobre el evaporador a presión moderada.	15	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	2	300
			3	3	1	1	3	1	-	-	-	-	3		
09	Retirar los elementos ajenos a la instalación.	18	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	5	900
			3	3	1	1	6	1	-	-	-	-	3		
09	Colocar la tapa del tanque y asegurar.	72	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	1	720
			3	16	6	1	16	6	16	1	3	1	3		
10	Reportar las anomalías encontradas.	36	A	B	G	A	B	P	R	A	B	P	A	1	360
			3	3	1	1	3	1	16	1	3	1	3		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

TIEMPO ESTÁNDAR: SISTEMA MOST CÁLCULO X 10.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Equipo:	*Tanque enfriador*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca.*
Sistema:	*Sistema de agitación*	***Página:***	*1 de 3*

ACTIVIDAD: Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito eléctrico del motor.

Tiempo en TMU:	2750	**K:**	0,18	**Tiempo en minutos:**	1,8

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.											FREC.	TMU
01	Abrir la caja de herramientas, tomar la pinza amperimétrica y ubicarse sobre el equipo.	21	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	1	210
			6	3	1	1	3	1	-	-	-	-	6		
02	Tome la pinza amperimétrica, presione la manija y coloque en un cable los que sumistran electricidad al equipo.	55	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	2	1100
			6	3	1	1	6	3	24	1	3	1	6		
03	Tome el formulario de registro y anote los valores mostrados en la pinza amperimétrica.	64	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	1280
			6	3	1	16	16	1	10	1	3	1	6		
04	Guarde la pinza amperimétrica en la caja de herramientas y retire la misma hasta la bodega de almacenamiento.	16	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	1	160
			6	3	1	1	3	1	-	-	-	-	1		

ACTIVIDAD: Verificar el estado de la bornera de conexiones eléctricas del motor.

Tiempo en TMU:	6720	**K:**	0,44	**Tiempo en minutos:**	4,5

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.											FREC.	TMU
01	Desconectar el equipo del suministro eléctrico.	13	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	2	260
			3	3	1	1	3	1	-	-	-	-	1		
02	Revisar el cuadro de control del equipo.	39	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	780
			1	3	1	1	16	1	10	1	3	1	1		
03	Retirar los tornillos y levantar la tapa de la bornera de conexiones.	49	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	5	2450
			3	3	1	1	16	1	16	1	3	1	3		
04	Revisar el estado de los contactos y cables de conexión.	39	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	780
			1	3	1	1	16	1	10	1	3	1	1		
05	Cerrar la tapa de la bornera y colocar los tornillos.	49	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	5	2450
			3	3	1	1	16	1	16	1	3	1	3		

ieza general del motor - reductor.

Tiempo en TMU:	11330	**K:**	1,29	**Tiempo en minutos:**	8,1

N°	PCIÓN DEL METODO.	Σ	DE SECUENCIA.											FREC.	TMU
01	Desconectar el equipo del suministro eléctrico.	13	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	2	260
			3	3	1	1	3	1	-	-	-	-	1		
02	Tomar una escobilla y limpiar la parte exterior del conjunto motor - reductor.	39	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	780
			1	3	1	1	16	1	10	1	3	1	1		
03	Retirar la carcasa de la bornera de conexiones y limpiar.	35	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	10	3500
			1	3	1	1	16	1	6	1	3	1	1		
04	Retirar la carcasa del ventilador del motor y limpiar.	35	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	10	3500
			1	3	1	1	16	1	6	1	3	1	1		
05	Revisar los elementos de sujeción del motor.	39	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	4	1560
			1	3	1	1	16	1	10	1	3	1	1		
06	Revisar el acoplamiento del motor - reductor - agitador.	83	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	1	830
			1	3	1	1	16	1	54	1	3	1	1		
07	Retirar cualquier elemento que no pertenezca a la instalación.	18	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	5	900
			3	3	1	1	6	1	-	-	-	-	3		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

TIEMPO ESTÁNDAR: SISTEMA MOST CÁLCULO X 10.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Equipo:	*Ordeñadora mecánica*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca.*
Sistema:	*Sistema de vacío*	***Página:***	*2 de 4*

ACTIVIDAD: Inspección y limpieza general de la bomba de vacío.

Tiempo en TMU:	9880	K:	1,13	Tiempo en minutos:	7,1

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.	FREC.	TMU
01	Desconectar el equipo del suministro eléctrico.	18	A B G M X I & A B P A 3 3 1 1 6 1 - - - - 3	2	360
02	Tomar un paño, una escobilla y limpiar el exterior de la bomba.	65	A B G A B P S A B P A 3 3 1 1 16 1 32 1 3 1 3	2	1300
03	Verificar el estado de los elementos de sujeción.	39	A B G A B P T A B P A 1 3 1 1 16 1 10 1 3 1 1	10	3900
04	Verificar el nivel de aceite del lubricador.	39	A B G A B P T A B P A 1 3 1 1 16 1 10 1 3 1 1	2	780
05	Revisar las uniones y juntas de la bomba/tubería.	39	A B G A B P T A B P A 1 3 1 1 16 1 10 1 3 1 1	4	1560
06	Revisar que el ducto de escape	39	A B G A B P T A B P A 1 3 1 1 16 1 10 1 3 1 1	2	780
07	Retirar las herramientas utilizadas y los elementos ajenos a la instalación.	24	A B G A B P & A B P A 1 3 1 1 16 1 - - - - 1	5	1200

ACTIVIDAD: Inspección y limpieza general del motor de combustión.

Tiempo en TMU:	17600	K:	2,01	Tiempo en minutos:	12,6

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.	FREC.	TMU
01	Tomar un paño, una escobilla y limpiar el exterior del motor de combustión.	87	A B G A B P S A B P A 3 3 1 1 16 1 54 1 3 1 3	4	3480
02	Revisar el nivel de aceite en el carter del motor.	92	A B G A B P T A B P A 3 3 1 1 16 6 54 1 3 1 3	1	920
03	Verificar el estado de los elementos de sujeción.	83	A B G A B P T A B P A 1 3 1 1 16 1 54 1 3 1 1	10	8300
04	Revisar el nivel de combustible.	44	A B G A B P T A B P A 1 3 1 1 16 6 10 1 3 1 1	2	880
05	Revisar las uniones y juntas.	83	A B G A B P T A B P A 1 3 1 1 16 1 54 1 3 1 1	2	1660
06	Revisar el filtro de aire.	58	A B G A B P T A B P A 1 3 1 1 16 6 24 1 3 1 1	2	1160
07	Retirar las herramientas utilizadas y los elementos ajenos a la instalación.	24	A B G A B P & A B P A 1 3 1 1 16 1 - - - - 1	5	1200

ACTIVIDAD: Inspección y limpieza general de la estructura y elementos de control del sistema de vacío

Tiempo en TMU:	14780	K:	1,68	Tiempo en minutos:	10,6

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.	FREC.	TMU
01	Revisar el estado de la tubería.	129	A B G A B P T A B P A 24 3 1 1 16 1 54 1 3 1 24	2	2580
02	Revisar el estado de la estructura del tanque de vacío.	71	A B G A B P T A B P A 6 3 1 1 16 1 32 1 3 1 6	2	1420
03	Revisar el ducto de vacío.	129	A B G A B P T A B P A 24 3 1 1 16 1 54 1 3 1 24	2	2580
04	Revisar el regulador de presión.	57	A B G A B P T A B P A 10 3 1 1 16 1 10 1 3 1 10	2	1140
05	Revisar el vacuómetro.	57	A B G A B P T A B P A 10 3 1 1 16 1 10 1 3 1 10	2	1140
06	Tomar un paño, una escobilla y limpiar el exterior de la tubería.	129	A B G A B P S A B P A 24 3 1 1 16 1 54 1 3 1 24	2	2580
07	Tomar un desarmador y retirar el regulador de presión.	71	A B G A B P L A B P A 10 3 1 1 16 1 24 1 3 1 10	2	1420
08	Tomar un paño, un cepillo y lipiar el regulador de presión.	39	A B G A B P S A B P A 3 3 1 1 16 1 6 1 3 1 3	2	780
09	Armar nuevamente el regulador en su posición inicial.	57	A B G A B P F A B P A 3 3 1 1 16 1 24 1 3 1 3	2	1140

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

TIEMPO ESTÁNDAR: SISTEMA MOST CÁLCULO X 10.

Instalación:	*Planta de Lácteos*	***Realizado por:***	*Diego Orlando Díaz Chamba*
Equipo:	*Picadora de pasto*	***Revisado por:***	*Ing. José Cuenca.*
Sistema:	*Sistema de transmisión*	***Página:***	*2 de 5*

ACTIVIDAD: Inspección y limpieza general de los elementos de transmisión.

Tiempo en TMU:	30550	K:	3,48	Tiempo en minutos:	21,8

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.											FREC.	TMU
01	Desconectar el equipo del suministro eléctrico.	15	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	2	300
			3	3	1	1	3	1	-	-	-	-	3		
02	Abrir la caja de herramientas, tomar los elementos de limpieza (Cepillo, escobilla, punzón, paño, etc)	16	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	2	320
			1	3	1	1	6	3	-	-	-	-	1		
03	Revisar el estado del eje del motor y su movimiento.	34	A	B	G	A	B	P	&	A	B	P	A	2	680
			6	3	1	1	16	1	-	-	-	-	6		
04	Revisar el estado del eje de la polea conducida y su movimiento.	28	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	2	560
			6	3	1	1	10	1	-	-	-	-	6		
05	Revisar el estado de las poleas del sistema de transmisión.	56	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	4	2240
			10	3	1	1	16	0	10	1	3	1	10		
06	Revisar el estado de las chumaceras.	56	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	16	8960
			10	3	1	1	16	0	10	1	3	1	10		
07	Revisar externamente el estado de la caja de engranes.	56	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	1120
			10	3	1	1	16	0	10	1	3	1	10		
08	Revisar el estado del cardan 1 y 2.	56	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	1120
			10	3	1	1	16	0	10	1	3	1	10		
09	Revisar el estado de las bandas de transmisión.	56	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P	A	2	1120
			10	3	1	1	16	0	10	1	3	1	10		
10	Tomar la ficha correspondiente y reportar las anomalías encontradas.	90	A	B	G	A	B	P	R	A	B	P	A	2	1800
			10	3	1	1	3	3	54	1	3	1	10		
11	Aflojar el tensor de banda y retirar la banda de las poleas.	95	A	B	G	A	B	P	L	A	B	P	A	2	1900
			6	3	1	1	16	3	54	1	3	1	6		
12	Tomar la escobilla o cepillo y limpiar las poleas.	103	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	2	2060
			10	3	1	1	16	3	54	1	3	1	10		
13	Tomar la escobilla o cepillo y limpiar el exterior de las chumaceras.	93	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	2	1860
			10	3	1	1	6	3	54	1	3	1	10		
14	Retirar cualquier tipo de incrustación del cardán 1 y 2.	93	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	2	1860
			10	3	1	1	6	3	54	1	3	1	10		
15	Retirar los elementos ajenos a la instalación.	93	A	B	G	A	B	P	S	A	B	P	A	5	4650
			10	3	1	1	6	3	54	1	3	1	10		

ACTIVIDAD: Ajuste de bandas.

Tiempo en TMU:	5640	K:	0,64	Tiempo en minutos:	4,0

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.											FREC.	TMU
01	Desconectar el equipo del suministro eléctrico.	15	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	2	300
			3	3	1	1	3	1	-	-	-	-	3		
02	Tomar las llaves y aflojar los seguros del tensor de banda.	89	A	B	G	A	B	P	L	A	B	P	A	4	3560
			3	3	1	1	16	3	54	1	3	1	3		
03	Forzar el tensor hasta la posción requerida y asegurar.	89	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	2	1780
			3	3	1	1	16	3	54	1	3	1	3		

ACTIVIDAD: Cambio de bandas.

Tiempo en TMU:	6680	K:	0,76	Tiempo en minutos:	4,8

N°	DESCRIPCIÓN DEL METODO.	Σ	MODELO DE SECUENCIA.											FREC.	TMU
01	Desconectar el equipo del suministro eléctrico.	15	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	2	300
			3	3	1	1	3	1	-	-	-	-	3		
02	Tomar las llaves y aflojar los seguros del tensor de banda.	89	A	B	G	A	B	P	L	A	B	P	A	4	3560
			3	3	1	1	16	3	54	1	3	1	3		
03	Mover la el tensor hasta que la tensión de la banda obsoleta disminuye y sea factible retirarla.	26	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	2	520
			1	3	1	3	16	1	-	-	-	-	1		
04	Retirar la banda anterior y colocar la nueva.	26	A	B	G	M	X	I	&	A	B	P	A	2	520
			1	3	1	3	16	1	-	-	-	-	1		
05	Forzar el tensor hasta la posción requerida y asegurar.	89	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	2	1780
			3	3	1	1	16	3	54	1	3	1	3		

ANEXO T. CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

Código del documento:	CR-PL.CA.01	**Año de actualización:**	2014	**Elaborado por:**	Diego Orlando Díaz Chamba
Equipo:	CALDERO	**Página:**	1/2	**Revisado por:**	Ing. José Cuenca.

N° de actividades:	22
N° de OT´s al año:	67

Gamas anuales de mantenimiento:	D	S	M	BM	T	SM	A	2A	3A
	0	48	12	0	4	2	1	0	0

N°	SISTEMA	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CALENDARIO ANUAL																					
			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12	
			D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
1	SISTEMA ELÉTRICO	Inspección y limpieza de los conductores, contactos eléctricos, borneras y terminales.																								
2		Verificar el correcto funcionamiento de los elementos de mando y control.																								
3		Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito eléctrico.																								
4	SISTEMA DE COMBUSTIÓN	Inspección y limpieza del tanque de almacenamiento de combustible.																								
5		Verificar la existencia de fugas en las tuberías, uniones y accesorios.																								
6		Inspección y limpieza del filtro de combustible.																								
7		Inspección y limpieza general del quemador de la caldera.																								
8		Remplazar la boquilla del quemador.																								
9		Remplazar el filtro de combustible.																								
10	SISTEMA ESTRUCTURAL	Verificar el acoplamiento y hermeticidad de las partes y accesorios sujetos a la caldera.																								
11		Inspección y limpieza general de la estructura de la caldera.																								

Nota: *El color del casillero indica la frecuencia de cada actividad. La Frecuencia Diaria implica una jornada de trabajo de lunes a viernes.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

Código del documento:	CR-PL.CA.01	**Año de actualización:**	2014	**Elaborado por:**	Diego Orlando Díaz Chamba
Equipo:	CALDERO	**Página:**	2/2	**Revisado por:**	Ing. José Cuenca.

N° de actividades:	22
N° de OT´s al año:	67

Gamas anuales de mantenimiento:	D	S	M	BM	T	SM	A	2A	3A
	0	48	12	0	4	2	1	0	0

N°	SISTEMA	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CALENDARIO ANUAL																							
			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12	
			D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
12	SISTEMA DE BOMBEO	Inspección y limpieza general de las tuberías y accesorios del sistema de bombeo.																								
13	SISTEMA DE BOMBEO	Verificar el estado de las conexiones eléctricas en la bornera de la electrobomba.																								
14	SISTEMA DE BOMBEO	Verificar que no existan fugas en los empaques y juntas de la bomba.																								
15	SISTEMA DE BOMBEO	Advertir la presencia de ruidos, rozamiento o vibraciones inusuales.																								
16	SISTEMA DE BOMBEO	Inspección y limpieza general de la electrobomba..																								
17	SISTEMA VAPOR	Inspección y limpieza de la tubería y accesorios del sistema de distribución de vapor.																								
18	SISTEMA DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN	Inspección y limpieza del control de nivel de agua (MCDONNELL & MILLER).																								
19	SISTEMA DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN	Purga del control de nivel de agua (MCDONNELL & MILLER).																								
20	SISTEMA DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN	Inspección y limpieza del control de presión (HONEYWELL), válvula de seguridad y manómetros.																								
21	SISTEMA DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN	Verificar el correcto funcionamiento la válvula reductora de presión.																								
22	SISTEMA DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN	Verificar y registrar los parámetros de trabajo de la caldera (nivel de agua, combustible y presión).																								

Nota: *El color del casillero indica la frecuencia de cada actividad. La Frecuencia Diaria implica una jornada de trabajo de lunes a viernes.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

Código del documento:	CR-PL.BH.01	**Año de actualización:**	2014	**Elaborado por:**	Diego Orlando Díaz Chamba
Equipo:	BANCO DE HIELO	**Página:**	1/2	**Revisado por:**	Ing. José Cuenca.

N° de actividades:	16
N° de OT´s al año:	15

Gamas anuales de mantenimiento:	D	S	M	BM	T	SM	A	2A	3A
	0	0	12	0	0	2	1	0	0

N°	SISTEMA	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CALENDARIO ANUAL																							
			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12	
			D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
1	SISTEMA ELÉCTRICO	Inspección y limpieza de los conductores, contactos eléctricos, borneras y terminales.																								
2		Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito.																								
3	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Inspección y limpieza general de la unidad condensadora.																								
4		Inspección y limpieza del evaporador.																								
5		Verficar el nivel de aceite en el cárter del compresor. Recargar de ser necesario.																								
6		Verificar el estado del visor de líquido.																								
7		Verificar el estado de los ductos.																								
8		Verificar el estado del filtro de humedad.																								
9		Verificación y registro de los valores de presión.																								
10	SISTEMA ALMACENMTO	Inspección y limpieza del tanque de almacenamiento y sus accesorios.																								

Nota: *El color del casillero indica la frecuencia de cada actividad. La Frecuencia Diaria implica una jornada de trabajo de lunes a viernes.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

Código del documento:	CR-PL.BH.01	**Año de actualización:**	2014	**Elaborado por:**	Diego Orlando Díaz Chamba
Equipo:	BANCO DE HIELO	**Página:**	2/2	**Revisado por:**	Ing. José Cuenca.

N° de actividades:	16
N° de OT´s al año:	15

Gamas anuales de mantenimiento:	D	S	M	BM	T	SM	A	2A	3A
	0	0	12	0	0	2	1	0	0

N°	SISTEMA	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CALENDARIO ANUAL																							
			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12	
			D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
11	SISTEMA DE BOMBEO	Inspección y limpieza general de las tuberías y accesorios del sistema de bombeo.																								
12	SISTEMA DE BOMBEO	Verificar el estado de las conexiones eléctricas en la bornera de la electrobomba.																								
13	SISTEMA DE BOMBEO	Verificar que no existan fugas en los empaques y juntas de la bomba.																								
14	SISTEMA DE BOMBEO	Advertir la presencia de ruidos, rozamiento o vibraciones inusuales.																								
15	SISTEMA DE BOMBEO	Inspección y limpieza general de la electrobomba..																								
16	SISTEMA AUXILIAR ENF.	Inspección y limpieza general de la torre de refrigeración.																								
	SISTEMA AUXILIAR ENF.																									

Nota: *El color del casillero indica la frecuencia de cada actividad. La Frecuencia Diaria implica una jornada de trabajo de lunes a viernes.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

Código del documento:	CR-PL.TE.01	**Año de actualización:**	2014	**Elaborado por:**	Diego Orlando Díaz Chamba
Equipo:	TANQUE ENFRIADOR	**Página:**	1/1	**Revisado por:**	Ing. José Cuenca.

N° de actividades:	10
N° de OT´s al año:	63

Gamas anuales de mantenimiento:	D	S	M	BM	T	SM	A	2A	3A
	0	48	12	0	0	2	1	0	0

N°	SISTEMA	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CALENDARIO ANUAL																							
			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12	
			D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
1	SISTEMA DE AGITACIÓN	Inspección y limpieza general del motor - reductor.																								
2		Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito eléctrico del motor.																								
3		Verificar el estado de la bornera de conexiones eléctricas del motor.																								
4	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Inspección y limpieza general de la unidad condensadora.																								
5		Verficar el nivel de aceite en el cárter del compresor. Recargar de ser necesario.																								
6		Verificar el estado del visor de líquido.																								
7		Verificar el estado de los ductos.																								
8		Verificar el estado del filtro de humedad.																								
9		Verificación y registro de los valores de presión.																								
10	SISTEMA ESTRUCTURAL	Inspección y limpieza general de la estructura y accesorios del equipo.																								

Nota: *El color del casillero indica la frecuencia de cada actividad. La Frecuencia Diaria implica una jornada de trabajo de lunes a viernes.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

Código del documento:	CR-SO.OM.01	**Año de actualización:**	2014	**Elaborado por:**	Diego Orlando Díaz Chamba
Equipo:	ORDEÑADORA MECANICA	**Página:**	1/2	**Revisado por:**	Ing. José Cuenca.

N° de actividades:	16
N° de OT´s al año:	416

Gamas anuales de mantenimiento:	D	S	M	BM	T	SM	A	2A	3A
	365	48	0	0	0	2	1	0	0

N°	SISTEMA	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CALENDARIO ANUAL																							
			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12	
			D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
1	SISTEMA DE VACÍO	Inspección y limpieza de los conductores, contactos eléctricos, borneras y terminales.																								
2		Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito.																								
3		Verificar el estado de la bornera de conexiones eléctricas del motor.																								
4		Inspección y limpieza general del motor eléctrico y de los elementos de transmisión.																								
5		Inspección y limpieza general de la bomba de vacío.																								
6		Inspección y limpieza general del motor de combustión.																								
7		Inspección y limpieza general de la estructura y elementos de control del sistema de vacío																								
8		Verificar el nivel de aceite en el lubricador. Recargar de ser necesario.																								
9		Verificar y registrar el valor de presión de vacío en el vacuómetro.																								
10	SISTEMA ORDEÑO	Inspección y limpieza general del sistema de ordeño.																								

Nota: *El color del casillero indica la frecuencia de cada actividad. La Frecuencia Diaria implica una jornada de trabajo de lunes a viernes.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

Código del documento:	CR-SO.OM.01	**Año de actualización:**	2014	**Elaborado por:**	Diego Orlando Díaz Chamba
Equipo:	ORDEÑADORA MECANICA	**Página:**	2/2	**Revisado por:**	Ing. José Cuenca.

N° de actividades:	16
N° de OT´s al año:	16

Gamas anuales de mantenimiento:	D	S	M	BM	T	SM	A	2A	3A
	365	48	0	0	0	2	1	0	0

N°	SISTEMA	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CALENDARIO ANUAL																							
			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12	
			D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
11	SISTEMA DE BOMBEO	Inspección y limpieza general de las tuberías y accesorios del sistema de bombeo.																								
12		Verificar el estado de las conexiones eléctricas en la bornera de la electrobomba.																								
13		Verificar que no existan fugas en los empaques y juntas de la bomba.																								
14		Advertir la presencia de ruidos, rozamiento o vibraciones inusuales.																								
15		Inspección y limpieza general de la electrobomba..																								
16		Inspección y limpieza general de los elementos de control																								

Nota: *El color del casillero indica la frecuencia de cada actividad. La Frecuencia Diaria implica una jornada de trabajo de lunes a viernes.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

Código del documento:	CR-PL.EA.01	**Año de actualización:**	2014	**Elaborado por:**	Diego Orlando Díaz Chamba
Equipo:	PICADORA DE PASTO	**Página:**	1/2	**Revisado por:**	Ing. José Cuenca.

N° de actividades:	23
N° de OT´s al año:	63

Gamas anuales de mantenimiento:	D	S	M	BM	T	SM	A	2A	3A
	0	48	12	0	0	2	1	0	1

N°	SISTEMA	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CALENDARIO ANUAL																							
			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12	
			D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
1	SISTEMA ELÉCTRICO	Inspección y limpieza de los conductores, contactos eléctricos, borneras y terminales.																								
2		Verificar valores de tensión , intensidad y continuidad en el circuito.																								
3		Verificar el estado de la bornera de conexiones eléctricas del motor.																								
4	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	Inspección y limpieza general de los elementos de transmisión.																								
5		Verificar el estado de la banda y poleas.																								
6		Cambio de bandas.	AÑO 2												AÑO 3											
7		Lubricación de las chumaceras.																								
8		Lubricación de la caja de engranes.																								
9		Advertir la presencia de ruidos, rozamiento o vibraciones inusuales.																								
10	SISTEMA DE CORTE	Inspección y limpieza general del sistema de corte.																								
11		Afilado de cuchillas.																								

Nota: *El color del casillero indica la frecuencia de cada actividad. La Frecuencia Diaria implica una jornada de trabajo de lunes a viernes.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables.
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PLAN DE MANTENIMIENTO
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

Código del documento:	CR-PL.EA.01	**Año de actualización:**	2014	**Elaborado por:**	Diego Orlando Díaz Chamba
Equipo:	PICADORA DE PASTO	**Página:**	2/2	**Revisado por:**	Ing. José Cuenca.

N° de actividades:	23
N° de OT´s al año:	63

Gamas anuales de mantenimiento:	D	S	M	BM	T	SM	A	2A	3A
	0	48	12	0	0	2	1	0	1

N°	SISTEMA	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CALENDARIO ANUAL																							
			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12	
			D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
12	SISTEMA ESTRUCTURAL	Inspección y limpieza general de la estructura metálica.																								
13		Limpieza y pintura exterior del equipo.																								

Nota: *El color del casillero indica la frecuencia de cada actividad. La Frecuencia Diaria implica una jornada de trabajo de lunes a viernes.*

ANEXO U. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO: PR-PM.AC.41		
Inspección y limpieza general de la unidad condensadora. **CONDICIÓN DEL EQUIPO: APAGADO**		
Fecha de actualización: 2014	**Condición del equipo:** Apagado	**Página:** 1/3

Recomendaciones de seguridad:

- ✓ Apague el equipo siempre que realice cualquier actividad de mantenimiento, salvo en los casos que se indique lo contrario (Verificación de funcionamiento o toma de valores de funcionamiento del equipo).
- ✓ Utilice el equipo de protección personal que se recomienda en el procedimiento de mantenimiento.
- ✓ Retire las herramientas que utilice. Revise siempre el lugar de trabajo.
- ✓ No se debe exponer a situaciones de riesgo. Si no hay garantías no ejecute las acciones indicadas en este procedimiento.
- ✓ Nunca realice actividades de mantenimiento en ningún equipo en condiciones inapropiadas: enfermo, en estado etílico, somnolencia o bajos los efectos de alucinógenos.

Equipo de protección personal:

- ✓ Guantes de cuero.
- ✓ Zapatos de trabajo.
- ✓ Mascarilla.
- ✓ Casco.
- ✓ Ropa de trabajo.

Implementos de limpieza:

- ✓ Escobilla.
- ✓ Paño o franela.
- ✓ Cepillo.
- ✓ Espátula

Documentos de consulta:

Ficha técnica del equipo.

Documentos técnicos del equipo.

Registro de inspecciones.

Historial del equipo.

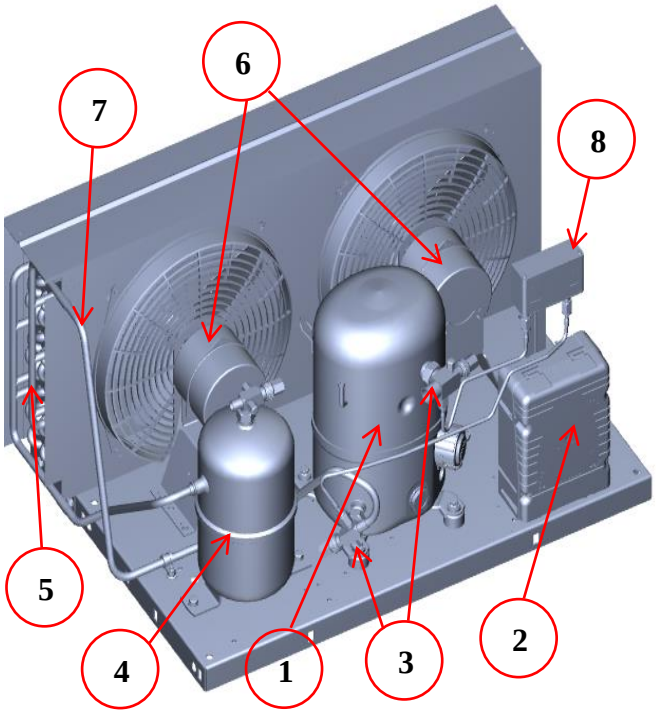
Indicativos:

Riesgo eléctrico.

Precaución.

Peligro.

DETALLE DE LAS ACTIVIDADES:



1 Compresor (hermético).

2 Cuadro de control.

3 Válvula Rotalock.

4 Tanque acumulador de líquido.

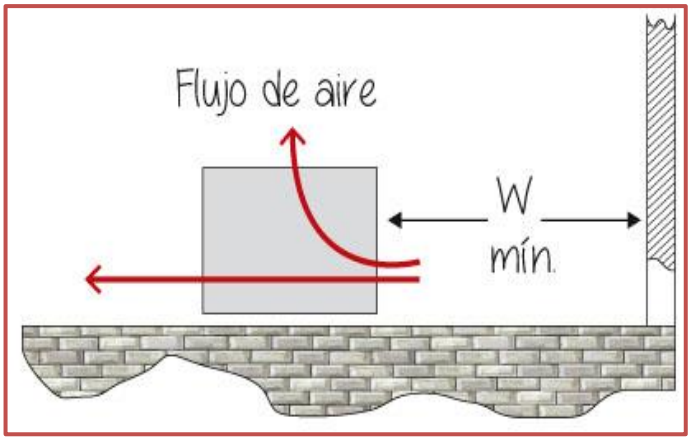
5 Condensador (serpentín – condensador).

6 Motor – ventilador.

7 Ductos.

8 Presostato.

1) Apague el equipo.
2) Verifique el estado del gabinete de la unidad condensadora. Tener en cuenta si hay presencia de oxidación, corrosión, partes flojas o sueltas, tornillos o tuercas sin ajustar.
3) Verifique que se mantenga la distancia necesaria de la unidad condensadora para una correcta ventilación. La distancia desde la condensadora hasta el objeto próximo deberá ser mínimo del ancho de la unidad condensadora.



W: Ancho de la unidad condensadora.

Atención: El ajuste de tornillos se realiza ejerciendo fuerza moderada, no forzar ya que se pueden aislar los orificios o dañar la estructura de la unidad condensadora.

4) Verifique el libre movimiento del ventilador. El ventilador no debe tener elementos ajenos a su estructura entre las aspas ni en las inmediaciones. Es importante retirar cualquier objeto que no pertenezca a la instalación.
5) Verifique el estado de las aletas del condensador, reportar si existen daños en el mismo.
6) Verifique el estado de los ductos, uniones y válvulas rotalock. Los ductos no deben presentar signos visibles de oxidación o fisuras.
7) Verifique el estado del aislamiento en los ductos. El aislamiento debe estar en perfectas condiciones, reportar cualquier daño que se advierta sobre el mismo.
8) Revise el estado del tanque de líquido y del compresor. Observar si hay presencia de grietas o fisuras en la estructura de los mismos.

LIMPIEZA DE LA UNIDAD CONDENSADORA

9) Retire todo objeto que no pertenezca a la instalación (basura, herramientas, hojarasca, etc.) Trate con cuidado los ductos, procure no golpear ni forzar la instalación.
10) Limpie la unidad condensadora con agua y una escobilla. Los elementos a los que se les realizara la limpieza exterior son el condensador, ventilador, tanque de líquido, compresor. Tener precaución con las conexiones eléctricas.
11) Utilice agua a presión moderada, es importante no dañar las aletas. Vierta el agua sobre el condensador y limpie con la escobilla sin ejercer presión excesiva.
12) Retire con cuidado objetos que se introduzcan en las aletas.

13) Una vez que termine la limpieza revise íntegramente la unidad, es importante verificar que no queden partes sueltas o herramientas en el equipo.
14) Diríjase al cuadro de control y encienda la unidad. Compruebe su buen funcionamiento.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO: PR-PM.AC.53		
Inspección y limpieza general del motor - reductor. **CONDICIÓN DEL EQUIPO: APAGADO**		
Fecha de actualización: 2014	**Condición del equipo:** Apagado	**Página:** 1/2

Recomendaciones de seguridad:

- ✓ Apague el equipo siempre que realice cualquier actividad de mantenimiento, salvo en los casos que se indique lo contrario (Verificación de funcionamiento o toma de valores de funcionamiento del equipo).
- ✓ Utilice el equipo de protección personal que se recomienda en el procedimiento de mantenimiento.
- ✓ Retire las herramientas que utilice. Revise siempre el lugar de trabajo.
- ✓ No se debe exponer a situaciones de riesgo. Si no hay garantías no ejecute las acciones indicadas en este procedimiento.
- ✓ Nunca realice actividades de mantenimiento en ningún equipo en condiciones inapropiadas: enfermo, en estado etílico, somnolencia o bajos los efectos de alucinógenos.

Equipo de protección personal:

- ✓ Guantes de cuero.
- ✓ Zapatos de trabajo.
- ✓ Ropa de trabajo.

Implementos de limpieza:

- ✓ Escobilla.
- ✓ Paño o franela.
- ✓ Cepillo.
- ✓ Espátula

Documentos de consulta:

Ficha técnica del equipo.

Documentos técnicos del equipo.

Registro de inspecciones.

Historial del equipo.

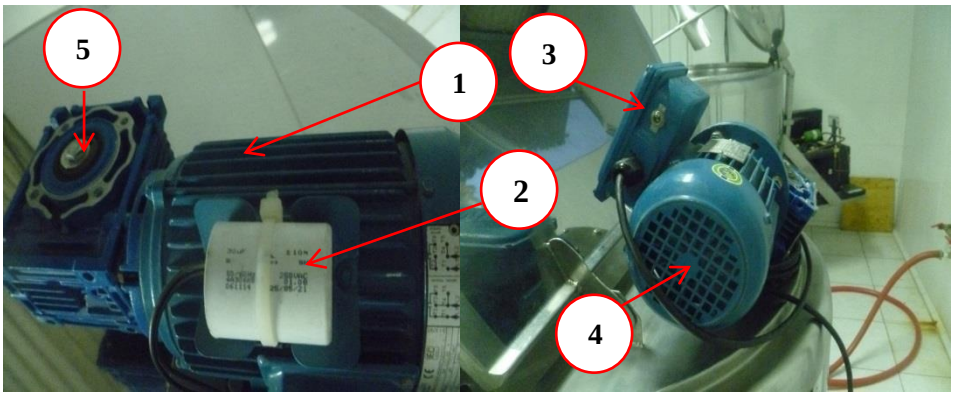
Indicativos:

1 Riesgo eléctrico.

2 Altas temperaturas.

3 Precaución.

DETALLE DE LAS ACTIVIDADES:



1 Motor.

2 Condensador.

3 Caja de conexiones.

4 Ventilador.

5 Reductor.

1) Limpie la estructura del motor – reductor.
2) Limpie el ventilador del motor regulador. Retire la carcasa de protección y proceda a limpiar con mucho cuidado.
3) Revise la superficie del motor – reductor y advierta la presencia de fisuras o deterioro.
4) Revise el estado del conductor eléctrico.
5) Revise el estado del condensador de arranque. Revise los contactos.
6) Revise el estado de los elementos de sujeción.
7) Revise el acople entre el motor y el reductor.
8) Revise el acople entre el reductor y el agitador.
9) Verifique el libre giro del agitador.
10) Revise el reductor. Advierta la presencia de vibraciones o ruidos inusuales (es importante notar la alineación del eje del agitador y el regulador).
11) Ajuste los elementos de sujeción.
12) Retire las herramientas utilizadas y guarde en un lugar apropiado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO: PR-PM.AC.29		
Inspección y limpieza general de la estructura y elementos de control del sistema de vacío. **CONDICIÓN DEL EQUIPO: APAGADO**		
Fecha de actualización: 2014	**Condición del equipo:** Apagado	**Página:** 1/2

Recomendaciones de seguridad:

- ✓ Apague el equipo siempre que realice cualquier actividad de mantenimiento, salvo en los casos que se indique lo contrario (Verificación de funcionamiento o toma de valores de funcionamiento del equipo).
- ✓ Utilice el equipo de protección personal que se recomienda en el procedimiento de mantenimiento.
- ✓ Retire las herramientas que utilice. Revise siempre el lugar de trabajo.
- ✓ No se debe exponer a situaciones de riesgo. Si no hay garantías no ejecute las acciones indicadas en este procedimiento.
- ✓ Nunca realice actividades de mantenimiento en ningún equipo en condiciones inapropiadas: enfermo, en estado etílico, somnolencia o bajos los efectos de alucinógenos.

Equipo de protección personal:

- ✓ Guantes de cuero.
- ✓ Zapatos de trabajo.
- ✓ Mascarilla.
- ✓ Casco.
- ✓ Ropa de trabajo.

Implementos de limpieza:

- ✓ Escobilla.
- ✓ Paño o franela.
- ✓ Cepillo.
- ✓ Espátula

Documentos de consulta:

Ficha técnica del equipo.

Documentos técnicos del equipo.

Registro de inspecciones.

Historial del equipo.

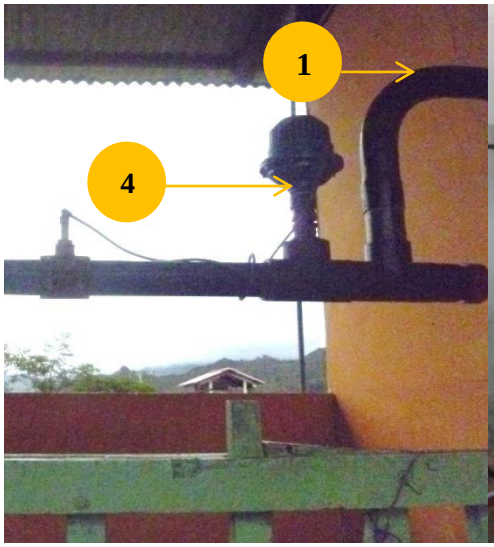
Indicativos:

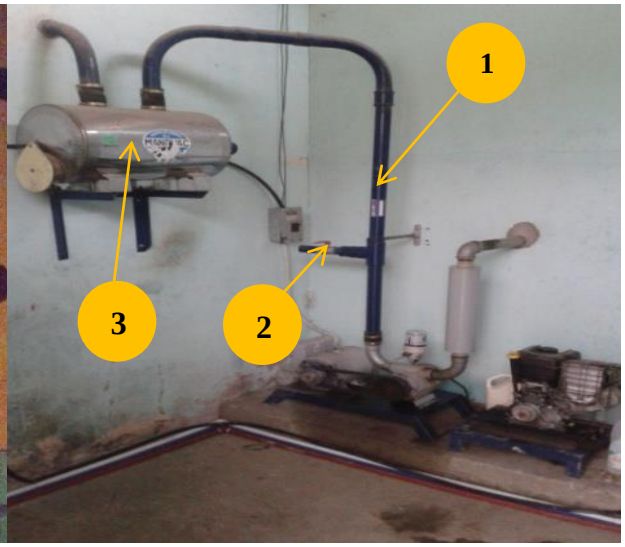
Riesgo eléctrico.

Precaución.

Peligro.

DETALLE DE LAS ACTIVIDADES:





1 Línea de servicio.

2 Válvula de servicio.

3 Tanque de vacío.

4 Regulador de presión.

1) Apague el equipo.
2) Retire objetos que no pertenezcan a la instalación. Limpie el entorno.
3) Revise las juntas y uniones de la línea de servicio con cada uno de los elementos de la instalación.
4) Verifique el estado de la válvula de servicio.
5) Revise la superficie del tanque de vacío. Advierta la presencia de fisuras o signos de deterioro.
6) Revise el soporte del tanque de vacío. Asegure los pernos en caso de que así lo requiera.
7) Diríjase al regulador de vacío y retírelo. Coloque las partes en orden y en un lugar apropiado. No debe forzar la manguera al retirar el regulador.
8) Proceda al desmontaje y limpieza del regulador.
9) Terminada la actividad de limpieza, coloque el regulador de presión en su lugar.
10) Revise el vacuómetro. Tome nota de los valores indicadores.
11) Verifique el estado de las uniones vacuómetro/línea de servicio.
12) Limpie la línea de servicio y revise posibles fisuras en la misma.
13) Retire las herramientas utilizadas y guarde en un lugar apropiado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

PLAN DE MANTENIMIENTO

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO: PR-PM.AC.78		
Inspección y limpieza general del sistema de corte. **CONDICIÓN DEL EQUIPO: APAGADO**		
Fecha de actualización: 2014	**Condición del equipo:** Apagado	**Página:** 1/2

Recomendaciones de seguridad:

- ✓ Apague el equipo siempre que realice cualquier actividad de mantenimiento, salvo en los casos que se indique lo contrario (Verificación de funcionamiento o toma de valores de funcionamiento del equipo).
- ✓ Utilice el equipo de protección personal que se recomienda en el procedimiento de mantenimiento.
- ✓ Retire las herramientas que utilice. Revise siempre el lugar de trabajo.
- ✓ No se debe exponer a situaciones de riesgo. Si no hay garantías no ejecute las acciones indicadas en este procedimiento.
- ✓ Nunca realice actividades de mantenimiento en ningún equipo en condiciones inapropiadas: enfermo, en estado etílico, somnolencia o bajos los efectos de alucinógenos.

Equipo de protección personal:

- ✓ Guantes de cuero.
- ✓ Zapatos de trabajo.
- ✓ Ropa de trabajo.

Documentos de consulta:

Ficha técnica del equipo.

Documentos técnicos del equipo.

Registro de inspecciones.

Historial del equipo.

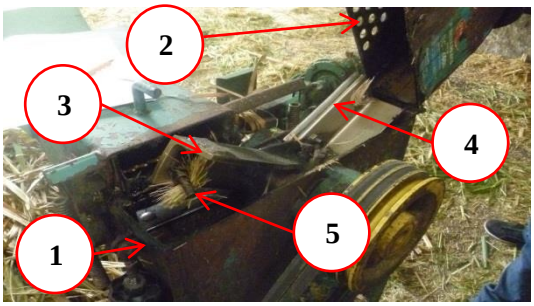
Indicativos:

1 Riesgo eléctrico.

2 Altas temperaturas.

3 Precaución.

DETALLE DE LAS ACTIVIDADES:



1 Cámara de corte.

2 Carcasa protectora del sistema de corte.

3 Soporta cuchillas.

4 Cuchillas.

5 Pernos.

1) Apague el equipo.
2) Afloje la perilla que asegura la carcasa de protección de la cámara de corte.
3) Levante la carcasa de protección y coloque a un costado.
4) Limpie el interior de la cámara, retire los residuos de pasto.
5) Limpie el pasto acumulado en el rodillo de arrastre.
6) Revise el estado del rodillo de arrastre, la carcasa y de la cámara de corte.
7) Limpie las cuchillas. Retire el pasto acumulado en los pernos.
8) Verifique el ajuste de los pernos. Asegure si es necesario.
9) Verifique el libre giro del buje porta – cuchillas.
10) Retire las herramientas utilizadas. Revise que no queden herramientas en el interior de la cámara de corte.
11) Coloque la carcasa de protección y asegure mediante la perilla.
12) Verifique que la tolva de salida este en la posición correcta.
13) Retire las herramientas y guarde en un lugar apropiado.

ANEXO V. ORDEN DE TRABAJO GENERADA POR EL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO MP.

QUINTA EXPERIMENTAL PUNZARA

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

(clave ISO)
(revisión ISO)

Orden de Trabajo **Folio:** **000003**

del 11-feb-2015 al 11-feb-2015

Responsable: DIEGO DÍAZ
Generó: Jefe de Mantenimiento
Revisó:
Autorizó:

Duración aproximada: 0 h 16 m
Fecha y hora de recepción de la OT:
Fecha y hora de devolución de la OT:

CALDERO 10 BHP {QP.PL.CA.01}

Localización: \PLANTA DE LÁCTEOS\ ÁREA EXTERNA
Equipo padre:
Prioridad: Alta
Clasificación 1: SISTEMAS ANEXOS
Clasificación 2: VITAL
Centro de costo: PL-01 COSTOS PLANTA DE LÁCTEOS

Actividades rutinarias

\ SISTEMA ELÉCTRICO: Inspección y limpieza del aparellaje eléctrico

Frecuencia: 3 Mes(es)
Duración aproximada: 0 h 10 m
Requiere paro: No

Prioridad: Baja
Clasificación 1: ELÉCTRICO
Clasificación 2: TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

Procedimiento:

1) Desconecte el equipo.
2) Coloque el bloque de interruptor general.
3) Abrir el tablero de control de la caldera.
4) Limpie el interior con la escobilla.
5) Con un destornillador plano/estrella ajuste los elementos flojos.
6) Revise minuciosamente el estado de los contactos, borneras, terminales y conductores.
7) Revise el estado de los pulsadores y conductores de aliemntación.

Recursos asociados:	Cantidad:	Unidad:	Tipo:	Proveedor:
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO	0 h 10 m	Hr	Mano de Obra	
CINTA AISLANTE	1	m	Repuestos y consumibles	

11

Comentarios:

\ SISTEMA ELÉCTRICO: Verificar el funcionamiento elementos de control

Frecuencia: 3 Mes(es)
Duración aproximada: 0 h 04 m
Requiere paro: 1 día(s)

Prioridad: Alta
Clasificación 1: ELÉCTRICO
Clasificación 2: TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

Procedimiento:

1) Encienda el equipo. Energize el equipo desde el tablero de distribución.
2) Pulse el botón de activación.
3) Verifique el buen funcionamiento del quemador de la caldera.

4) Verifque el buen funcionamiento de la bomba.
5) Verifique el buen funcionamiento del regulador de presión.

Recursos asociados:	Cantidad:	Unidad:	Tipo:	Proveedor:
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO	0 h 04 m	Hr	Mano de Obra	

Comentarios:

\ SISTEMA ELÉCTRICO: Verificar niveles de tensión y amperaje.

Frecuencia: 3 Mes(es)
Duración aproximada: 0 h 02 m
Requiere paro: No
Prioridad: Alta
Clasificación 1: ELÉCTRICO
Clasificación 2: TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

Procedimiento:

1) Tome la pinza amperimétrica.
2) Coloque la pinza sobre uno de los conductores (el conductor debe quedar en el interior de la pinza).
3) Tome nota de los valores: al arranque.
4) Tome los valores de trabajo.

Recursos asociados:	Cantidad:	Unidad:	Tipo:	Proveedor:
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO	0 h 02 m	Hr	Mano de Obra	
CINTA AISLANTE	1	m	Repuestos y consumibles	
PINZA AMPERIMÉTRICA	1	pza	Herramientas	

Comentarios:

QUINTA EXPERIMENTAL PUNZARA

(clave ISO)
(revisión ISO)

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Orden de Trabajo

Folio: 000003

Repuestos y refacciones

No anotar repuestos y refacciones, ya que el consumo de éstos queda registrado automáticamente al momento de generar el movimiento de salida del almancén.

Otros

Descripción	No. de parte	Cantidad	Unidad

Mano de obra

Nombre		Nombre		Nombre		Nombre	
Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora

Servicios externos

Nombre compañia	Servicio	Fecha	Cantidad

_____ de _____ (clave ISO) (revisión ISO)

ANEXO W. ORDEN DE TRABAJO GENERADA POR EL SOFTWARE RENOVEFREE 2.0

Fecha O.T.: 2015-02-10
Fecha Solicitada: 2015-02-10
FechaProgramada: 2015-02-10

ORDEN DE TRABAJO Nº: 19

Solicitante: admin
Código item: QP.PL.CA.01
Sistema: PLANTA DE LÁCTEOS
Equipo CALDERO
Prioridad: Programada
Tipo de O.T.: Preventivo programado
Técnico propuesto: Diego Díaz
Descripción breve: CALDERO, Semestral, Limpieza Técnica

Estado: Pendiente
Área: PROGRAMA BOBINO
Subsistema: AUXILIAR

Técnicos asignados:

Diego Díaz

Descripción detallada:

Tarea	Subsistema	Equipo
Inspección y limpieza de la tubería y accesorios del sistema de distribución de vapor.	QP.PB.PL.SA	QP.PL.CA.01
Verificar el acoplamiento y hermeticidad de las partes y accesorios sujetos a la caldera.	QP.PB.PL.SA	QP.PL.CA.01
Inspección y limpieza general de las tuberías y accesorios del sistema de bombeo.	QP.PB.PL.SA	QP.PL.CA.01
Verificar el estado de las conexiones eléctricas en la bornera de la electrobomba.	QP.PB.PL.SA	QP.PL.CA.01
Inspección y limpieza general de la electrobomba.	QP.PB.PL.SA	QP.PL.CA.01

☐ Aprobado por _____ ☐ Aprobado por _____

☐ Aprobado por _____

Repuestos utilizados:

Ref.	Descripción	Cantidad
RP-PM.CO.04	CINTA TEFLÓN	1

Fecha O.T.: 2015-02-10
Fecha Programada: 2015-02-10
Fecha Solicitada: 2015-02-10

PERMISO DE TRABAJO Nº: 19

Solicitante: admin
Código ítem: QP.PL.CA.01
Sistema: PLANTA DE LÁCTEOS
Equipo CALDERO
Prioridad: Programada
Tipo de O.T.: Preventivo programado
Técnico propuesto: Diego Díaz
Descripción breve: CALDERO, Semestral, Limpieza Técnica

Estado: Pendiente
Área: PROGRAMA BOBINO
Subsistema: AUXILIAR

Técnicos asignados:

Diego Díaz

Datos de seguridad O.T.

Equipos de proteccion individual obligatorios (EPI):

CASCO
GUANTES DE CUERO
ZAPATOS INDUSTRIALES
GAFAS DE SEGURIDAD TRANSPARENTES

Procedimiento y precauciones de seguridad:

1) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP/EPI).
2) BLOQUE EL INTERRUPTOR.
3) DESENERGIZAR LOS ELEMENTOS A OPERAR.

Descargos y bloqueos de seguridad necesarios:

1) COLOQUE LOS INDICATIVOS DE SEGURIDAD EN EL TABLERO DE CONTROL (CANDADO DE SEGURIDAD).

Firma de los técnicos:

CERTIFICACIÓN

A petición verbal del señor **DIEGO ORLANDO DÍAZ CHAMBA**, con cédula de identidad 2100671649.

CERTIFICO:

Que la traducción del resumen del presente trabajo de tesis titulado *"Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Planta de Lácteos y el Centro de Biotecnología de la Quinta Experimental Punzara en la Universidad Nacional de Loja mediante la aplicación del Software MP"* es fiel traducción, por lo que su contenido puede ser interpretado de forma correcta.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente documento como estime conveniente.

Loja, 22 de abril del 2015.

Atentamente

……

JORGE DANIEL ZARUMA AGUILAR

C.I: 1104622525

ESTUDIANTE DE SENIORS 2 DE IDIOMA INGLÉS EN EL INSTITUTO FINE TUNED ENGLISH