



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE FIABILIDAD PARA
OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE BALANCEADO
EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI ÁREA DE
PECUARIA DE LA ESPOCH”**

AYALA ORMAZA JEFFERSON HUMBERTO

CHANALUISA GRANDA RAÚL ALBERTO

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Riobamba–Ecuador

2018

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-10-03

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

AYALA ORMAZA JEFFERSON HUMBERTO

Titulado:

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE FIABILIDAD PARA OPTIMIZAR LA
PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE BALANCEADO EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL TUNSHI ÁREA DE PECUARIA DE LA ESPOCH”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Carlos Oswaldo Álvarez Pacheco
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
MIEMBRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-10-03

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

CHANALUISA GRANDA RAÚL ALBERTO

Titulado:

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE FIABILIDAD PARA OPTIMIZAR LA
PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE BALANCEADO EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL TUNSHI ÁREA DE PECUARIA DE LA ESPOCH”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Carlos Oswaldo Álvarez Pacheco
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
MIEMBRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: AYALA ORMAZA JEFFERSON HUMBERTO

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE FIABILIDAD PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE BALANCEADO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI ÁREA DE PECUARIAS DE LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: 2019-01-08

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Carlos Oswaldo Álvarez Pacheco DIRECTOR			
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CHANALUISA GRANDA RAÚL ALBERTO

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE FIABILIDAD PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE BALANCEADO EN EL ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI ÁREA DE PECUARIAS DE LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: 2019-01-08

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Carlos Oswaldo Álvarez Pacheco DIRECTOR			
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, **CHANALUISA GRANDA RAÚL ALBERTO** y **AYALA ORMAZA JEFFERSON HUMBERTO**, egresados de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, autores del proyecto de titulación denominado “**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE FIABILIDAD PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE BALANCEADO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI ÁREA DE PECUARIA DE LA ESPOCH**”, nos responsabilizamos en su totalidad del contenido en su parte intelectual y técnica, y nos sometemos a cualquier disposición legal en caso de no cumplir con este precepto.

Chanaluisa Granda Raúl Alberto

220006616-1

Ayala Ormaza Jefferson Humberto

171979590-6

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, **CHANALUISA GRANDA RAÚL ALBERTO** y **AYALA ORMAZA JEFFERSON HUMBERTO**, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Chanaluisa Granda Raúl Alberto

220006616-1

Ayala Ormaza Jefferson Humberto

171979590-6

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios, a mi madre Delmira que estuvo siempre conmigo alentándome a lo largo de esta travesía académica, a mi padre Raúl que supo aconsejarme y darme el impulso para continuar, a mis hermanos Martin y Erick por sus apoyos para continuar adelante, a Josselyn que estuvo siempre a mi lado para demostrarme que con esfuerzo y dedicación todo se alcanza, y lograr esta meta añorada es un ejemplo de ello.

Chanaluisa Granda Raúl Alberto

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios por darme la vida, a mi madre Marisol Ormaza quien forjo en mí, principios y valores puestos en práctica en mi vida diaria a lo largo de esta travesía académica. A mi padre Carlos Ayala que supo aconsejarme y darme el impulso para continuar, a mis hermanas Lucy, Nataly mi sobrino Fardy, abuelos y mis tíos de quienes me siento orgulloso y que permanecieron siempre conmigo en las buenas y en las malas para con esfuerzo y dedicación lograr esta meta propuesta que es el triunfo compartido con todos ellos.

Además, otras personas que forman parte de mi vida a quienes agradezco eternamente como es la Lcda. Janeth Chilquina y su familia quienes me consideraron siempre como un miembro más de su familia, a mi gran amigo Juan Infante por la sincera amistad y apoyo que me demostró en el tiempo que nos conocimos, gracias mi amigo que en el lugar donde estés te encuentres mejor que aquí.

Ayala Ormaza Jefferson Humberto

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Escuela de Ingeniería Industrial y a sus docentes, por permitirme formarme y obtener mi título profesional y ser una persona útil para la sociedad.

Al Ing. Carlos Oswaldo Álvarez Pacheco, director y al Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza, miembro de tesis; por su contribución a la ejecución y culminación del presente trabajo. Y en especial para mis padres, hermanos, enamorada y toda mi familia por ser los impulsores para culminar esta meta de manera exitosa.

Chanaluisa Granda Raúl Alberto

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Escuela de Ingeniería Industrial y a sus docentes, por permitirme formarme y obtener mi título profesional y ser una persona útil para la sociedad.

Al Ing. Carlos Oswaldo Álvarez Pacheco, director y al Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza, miembro de tesis; por su contribución a la ejecución y culminación del presente trabajo. Y en especial para mis padres, hermanas, sobrino y familiares por ser los impulsores para culminar esta meta de manera exitosa.

Ayala Ormaza Jefferson Humberto

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Justificación.....	2
1.3.1 <i>Justificación teórica.....</i>	2
1.3.2 <i>Justificación metodológica.....</i>	2
1.3.3 <i>Justificación práctica.....</i>	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 <i>Objetivo general. Elaborar un plan de fiabilidad para optimizar la producción en el área de balanceado en la estación experimental Tunshi área de pecuaria de la ESPOCH.....</i>	3
1.4.2 <i>Objetivos específicos:.....</i>	3
CAPÍTULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Fiabilidad.....	4
2.2 Mantenibilidad.....	4
2.3 Plan de fiabilidad.....	4
2.4 Mantenimiento.....	5
2.4.1 <i>Objetivos del mantenimiento.....</i>	5
2.4.2 <i>Tipos de mantenimiento.....</i>	5
2.5 Procedimiento de mantenimiento de equipos y máquinas.....	8
2.5.1 <i>Documentos asociados.....</i>	9
2.6 Fichas de registros.....	14
2.6.1 <i>Historial de averías.....</i>	14
2.6.2 <i>Orden de trabajo.....</i>	15

2.6.3	<i>Solicitud de materiales y herramientas.</i>	15
2.6.4	<i>Solicitud de servicio externo.</i>	15
2.6.5	<i>Hoja de inspección.</i>	15
2.7	Costos de mantenimiento	16
2.7.1	<i>Costos directo.</i>	16
2.7.2	<i>Costos indirectos.</i>	16
2.7.3	<i>Costos fijos.</i>	16
2.7.4	<i>Costos variables.</i>	16

CAPÍTULO III..... 17

3.	DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL ÁREA DE BALANCEADOS EN EL ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI..	17
3.1	Información general de la facultad de ciencias pecuarias	17
3.1.1	<i>Misión.</i>	17
3.1.2	<i>Visión.</i>	17
3.1.3	<i>Organigrama.</i>	17
3.1.4	<i>Estación experimental Tunshi.</i>	18
3.1.5	<i>Localización de la estación experimental Tunshi.</i>	18
3.1.6	<i>Descripción del área de balanceado.</i>	19
3.1.7.1	<i>Proceso de producción en el área de balanceado.</i>	19
3.2	Situación actual de mantenimiento en el área de balanceado	21
3.3	Maquinaria en el área de balanceados	21
3.3.1	<i>Molino de martillos.</i>	22
3.3.2	<i>Molino de piedra.</i>	23
3.3.3	<i>Mezcladora.</i>	24
3.3.4	<i>Báscula electrónica.</i>	25

CAPÍTULO IV 26

4.	PLAN DE FIABILIDAD.	26
4.1	Codificación de documentos y máquinas	26
4.1.1	<i>Codificación de facultad.</i>	26
4.1.2	<i>Codificación del área.</i>	27
4.1.3	<i>Codificación del documento.</i>	27
4.1.4	<i>Codificación de maquinaria.</i>	27

4.2	Listado de maquinaria bajo mantenimiento.....	28
4.3	Plano de ubicación de las máquinas	28
4.4	Ficha técnica de la maquinaria.....	29
4.5	Plan de mantenimiento.....	31
4.5.1	<i>Ficha de estado técnico.</i>	31
4.5.2	<i>Tarjeta de mantenimiento.</i>	37
4.5.3	<i>Procedimieto d elas actividades de mantenimiento.</i>	37
4.6	Fichas de registro	57
4.6.1	<i>Historial de averías.</i>	37
4.6.2	<i>Hoja de lubricación</i>	378
4.6.3	<i>Orden de trabajo.</i>	378
4.6.4	<i>Solicitud de materiales y herramientas</i>	379
4.6.5	<i>Solicitud de servicios externos.</i>	60
4.6.6	<i>Hoja de inspección.</i>	61
4.7	Historial de revisiones y reparaciones	62
4.8	Impacto ambiental.....	63
4.8.1	<i>Factores casuales de impacto ambiental.</i>	64
4.8.2	<i>Acciones para prevenir o corregir impacto ambientales</i>	64
CAPÍTULO V.....		66
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1	Conclusiones.....	66
5.2	Recomendaciones	66

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-2. Documentos asociados a los procedimientos de mantenimiento	9
Tabla 2-2. Formato para el listado de máquinas y equipos bajo mantenimiento.....	10
Tabla 3-2. Formato del plan de mantenimiento preventivo	12
Tabla 4-2. Formato técnica del equipo o máquina.....	13
Tabla 5-2. Formato, historial de revisiones/reparaciones	14
Tabla 1-3. Maquinaria	21
Tabla 1-4. Codificación de documentos	27
Tabla 2-4. Codificación de maquinaria	27
Tabla 3-4. Ficha técnica del molino de martillo	30
Tabla 4-4. Calificación según el estado técnico.....	32
Tabla 5-4. Calificación y clasificación del molino de martillo por sus parámetros	32
Tabla 6-4. Calificación y clasificación del molino de piedra por sus parámetros	33
Tabla 7-4. Calificación y clasificación de mezcladora por sus parámetros.....	33
Tabla 8-4. Calificación y clasificación de balanza electrónica por sus parámetros.....	33
Tabla 9-4. Cálculos para clasificación del estado técnico general del molino de martillos.....	34
Tabla 10-4. Cálculos para clasificación del estado técnico general del molino de piedra.....	34
Tabla 11-4. Cálculos para clasificación del estado técnico general de la mezcladora.....	34
Tabla 12-4. Cálculos para clasificación del estado técnico general de la báscula electrónica....	35
Tabla 13-4. Tipo de mantenimiento	35
Tabla 14-4. Tipo de mantenimiento de cada máquina	35
Tabla 15-4. Ficha de estado técnico del molino de martillo	36
Tabla 16-4. Resumen del estado técnico promedio en el área de balanceado	37
Tabla 17-4. Periodicidad de mantenimiento	39
Tabla 18-4. Tarjeta de mantenimiento del molino de martillo.....	42
Tabla 19-4. Cotización de materiales, en el mercado	46
Tabla 20-4. Cotización de herramientas, en el mercado	46
Tabla 21-4. Cotización de EPP, en el mercado.....	47
Tabla 22-4. Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos.....	48
Tabla 23-4. Hoja de lubricación del molino de martillos.....	58
Tabla 24-4. Orden de trabajo.....	59
Tabla 25-4. Solicitud de materiales y herramientas	60
Tabla 26-4. Solicitud de servicios externos	61
Tabla 27-4. Hoja de inspección, del molino de martillo	62
Tabla 28-4. Historial de revisiones.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-2. Tipos de mantenimiento.....	6
Figura 2-2. Mantenimiento preventivo	7
Figura 3-2. Mantenimiento correctivo	8
Figura 4-2. Diagrama de proceso.....	8
Figura 5-2. Ejemplo plano de ubicación de máquinas y equipos	11
Figura 6-2. Clasificación de mantenimiento.....	16
Figura 1-3. Organigrama de la facultad	18
Figura 2-3. Estación experimental	18
Figura 3-3. Localización de la estación experimental Tunshi	19
Figura 4-3. Molino de martillo	23
Figura 5-3. Molino de piedra	24
Figura 6-3. Mezcladora.....	25
Figura 7-3. Báscula electrónica	25
Figura 1-4. Estructura de la codificación.....	26
Figura 2-4. Listado de maquinaria bajo mantenimiento	28
Figura 3-4. Plano de ubicación de máquinas	29
Figura 4-4. Resumen de la evaluación técnica	37

ÍNDICE DE ANEXOS

- A.** Fichas técnicas
- B.** Ficha de estado técnico
- C.** Tarjetas de mantenimiento
- D.** Procedimientos de actividades de mantenimiento
- E.** Hoja de lubricación
- F.** Hoja de inspección
- G.** Historial de revisión
- H.** Diagrama de procesos
- I.** Modelación ambiental

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación es elaborar un plan de fiabilidad para optimizar la producción en el área de balanceado en la estación experimental Tunshi de la facultad de ciencias pecuarias de la ESPOCH. Para cumplir tal objetivo, se aplica la siguiente metodología: primero, se realiza un análisis de la situación actual de mantenimiento en el área de balanceado, para lo cual se lleva a cabo un estudio de campo identificando el estado técnico actual de las máquinas y obteniendo como resultado un estado “regular”, adicional a ello se reconoce que el mantenimiento realizado a las máquinas es correctivo y los registros que conservan son fichas técnicas y control de intervenciones, mismos que han tenido vigencia hasta el año 2016. Lo siguiente que se realiza es el plan de fiabilidad que consiste en la codificación de las máquinas y la elaboración de los documentos asociados a los procedimientos de mantenimiento, que están establecidos por la normativa ISO 9001-038, estos son: listado de máquinas bajo mantenimiento, plano de ubicación, plan de mantenimiento, fichas técnicas de máquinas, fichas de registro, historial de revisiones y reparaciones. Al culminar la elaboración de los documentos pertinentes al plan de fiabilidad, se concluye que las máquinas requieren un mantenimiento preventivo lo cual trasciende en el desarrollo eficaz y seguro de las actividades de mantenimiento. Finalmente se recomienda aplicar procedimientos de orden, aseo y limpieza, además destinar un espacio limitado para el manejo de los desechos generados por el mantenimiento fuera del área de balanceado ya que influye directamente en el incumplimiento de las labores de producción.

PALABRAS CLAVE: <INGENIERÍA Y CIENCIAS DE LA TECNOLOGÍA>, <PLAN DE FIABILIDAD>, <ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO>, <MANTENIMIENTO PREVENTIVO>, <MÁQUINAS>, <ESTADO TÉCNICO>, <ÁREA DE BALANCEADO>

ABSTRACT

This titling work deals with the development of a reliability plan to optimize the production in the area of balanced feed in the Tunshi experimental station of the Faculty of Animal Sciences of the ESPOCH. The following methodology is applied to comply with this objective, first of the current maintenance situation in the balanced feed area is conducted. For which a field study is carried out, identifying the current technical state of the machines and obtaining, as a result, a regular state. In addition to this, it is recognized that the maintenance performed on the machines is corrective and the kept records are data sheets and control of interventions, which have been in force until 2016. The reliability plan consists of the coding of the machines and the elaboration of the documents associated with the maintenance procedures which are established by the rules ISO 9001-038, such as the list of machines under maintenance, location plan, maintenance plan, technical sheets of machines, record sheet, history of revisions and repairs. When completing the elaboration of the documents pertinent to the reliability plan, it is concluded that the machines require preventive maintenance which transcends the effective and safe development of maintenance activities. Finally, it is recommended to apply order, cleanliness and cleanliness procedures, as well as to allocate a limited space for the management of the waste generated by the maintenance outside the balanced area, since it directly influences the non-compliance of the production tasks.

Keywords: <ENGINEERING AND TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <RELIABILITY PLAN>, <MAINTENANCE ACTIVITIES>, <PREVENTIVE MAINTENANCE>, <MACHINES>, <TECHNICAL CONDITION>, <AREA OF BALANCED FEED>.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el mantenimiento ha ido evolucionando debido principalmente al incremento de la mecanización, maquinarias más complejas, surgimiento de nuevas técnicas de mantenimiento y un cambio en la perspectiva de la organización y de sus responsabilidades.

En la actualidad el enfoque del mantenimiento se orienta hacia nuevas perspectivas como: la importancia de la seguridad, gestión del riesgo, análisis de modos de falla, efectos y criticidad, selección del mantenimiento adecuado (preventivo, predictivo, correctivo), vínculo entre el mantenimiento y la calidad del producto, optimización a través de la máxima disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria.

El presente trabajo, trata sobre de la elaboración de un plan de fiabilidad para optimizar el proceso productivo, en el área de balanceado en la estación experimental Tunshi área de pecuaria de la ESPOCH.

En el área de balanceado en la estación experimental Tunshi área de pecuaria de la ESPOCH no poseen un plan de fiabilidad que detalle un cronograma de actividades para que los operarios y usuarios de la maquinaria realicen un procedimiento adecuado de mantenimiento de la maquinaria, lo cual da origen a: que la maquinaria se encuentre en un estado crítico, que se interrumpa el proceso de producción fortuitamente, y que se genere pérdidas en la producción.

Mediante la implementación del plan de fiabilidad se pretende prevenir o disminuir el riesgo de falla, recuperar el desempeño de la maquinaria, aumentar su tiempo de vida útil, disminuir el impacto ambiental, minimizar los riesgos por operación defectuosa de maquinaria a la seguridad de las personas.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

Desde las primeras herramientas de la historia, el hombre ha tenido la necesidad de mantener en buen estado sus equipos. Las fallas en las máquinas, eran causadas por llevar hasta el límite la capacidad de trabajo de estas, hasta que ya no eran capaces de hacer su función, de manera que el mantenimiento lo recibían cuando ya era imposible hacer uso de estas. (Salvador, 2015)

La evolución del mantenimiento ha seguido una serie de etapas cronológicas; la primera cubre el periodo hasta la II Guerra Mundial, los tiempos de parada no eran muy importantes ya que la industria no estaba muy mecanizada, durante la II Guerra Mundial se produjo un cambio drástico, aumentó la necesidad de productos de toda clase y la mano de obra industrial disminuyó considerablemente. Esto provocó un gran aumento de la mecanización, por lo que en esta segunda etapa la producción comenzó a depender cada vez más de los equipos y el tiempo improductivo de éstos se empezó a tener en cuenta. (Universidad de Sevilla, 2015)

A finales de la década de los 70, se empiezan a aplicar en las empresas las filosofías de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM). (Universidad de Sevilla, 2015)

Desde inicios de los noventa, el mantenimiento se ha caracterizado por la sistematización de los procedimientos, actividades y estrategias lo cual ha hecho posible definir etapas en el mantenimiento como son: recopilación de información, diagnóstico, definición de estrategia, planificación, programación, control y optimización. (Salvador, 2015).

1.2 Planteamiento del problema

La Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, dispone de una estación experimental en Tunshi, misma que consta de dos áreas: pecuaria y recursos naturales, en esta área de aproximadamente 60 ha se destaca la producción

agrícola y pecuaria, así como el desarrollo científico de los estudiantes por ende la importancia de instaurar normas para controlar y gestionar de forma continua la calidad en todas las operaciones de la estación (en el presente trabajo se enfatiza el plan de fiabilidad).

Mediante la investigación de campo se determinó que en la estación experimental no poseen un plan de fiabilidad que detalle una secuencia de actividades para que los operarios y usuarios de la maquinaria realicen un procedimiento adecuado de mantenimiento de la maquinaria. Actualmente en la estación experimental, sin haber realizado ningún estudio previo, sólo aplican el mantenimiento correctivo de la maquinaria lo cual no es recomendable ya que esto conlleva a: que la maquinaria se encuentre en un estado susceptible a fallos o desperfectos, ocasionando la interrupción fortuita del proceso de producción y generando pérdidas en la producción

Es por ello que el presente trabajo tiene como principal objetivo implementar un plan de fiabilidad con el fin de mantener la maquinaria en la máxima disponibilidad y confiabilidad, garantizando así una producción continua del balanceado. También se pretende incorporar criterios de impacto ambiental de manera que además de asegurar un efecto en el rendimiento de la maquinaria, podamos minimizar la contaminación.

1.3 Justificación

1.3.1 *Justificación teórica.* El presente trabajo de titulación aportará al personal de mantenimiento de la estación experimental de Tunshi aspectos teóricos sobre la aplicación de un plan de fiabilidad para mantener la maquinaria del laboratorio en la máxima disponibilidad y confiabilidad y así optimizar la producción del balanceado.

1.3.2 *Justificación metodológica.* El presente trabajo de titulación mediante la elaboración e implementación de procedimientos para realizar un plan de fiabilidad adecuado de la maquinaria aportará al personal de la estación experimental la metodología para llevar a cabo las actividades de mantenimiento. La metodología aplicada se basa en la norma ISO 9001-2003, la cual describe el procedimiento de mantenimiento de equipos y máquinas, con el objeto de analizar el estado técnico que representen un riesgo trascendental, para posteriormente seleccionar la mejor tarea de mantenimiento, ya sea preventiva, predictiva, correctiva, inclusive acciones adicionales o complementarias.

1.3.3 *Justificación práctica.* La implementación del plan de fiabilidad fomentará el proceso continuo del balanceado reduciendo así las pérdidas económicas y optimizando la producción. Además, con la implementación se pretende prevenir o disminuir el riesgo

de falla, recuperar el desempeño de la maquinaria, aumentar la vida útil, disminuir el impacto ambiental y minimizar los riesgos a la seguridad de los usuarios y operarios de la maquinaria.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general. Elaborar un plan de fiabilidad para optimizar la producción en el área de balanceado en la estación experimental Tunshi área de pecuaria de la ESPOCH

1.4.2 Objetivos específicos:

- Evaluar el estado técnico actual en que se encuentra cada máquina utilizada para la producción de balanceados en la estación experimental de Tunshi.
- Establecer documentos fijos asociados a los procedimientos de mantenimiento, que permiten controlar de mejor manera la información, asegurándose el registro adecuado de la misma.
- Definir criterios de impacto ambiental y especificar acciones dirigidas al procedimiento de las actividades de mantenimiento asociados al plan de fiabilidad, a fin de prevenir y/o corregir impactos ambientales.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Fiabilidad

La fiabilidad de un equipo es la probabilidad de llevar a cabo la función encomendada durante un periodo de tiempo establecido trabajando en unas condiciones de uso y en un entorno (medio ambiente). (AEC, 2009)

La probabilidad de que un equipo o sistema opere sin fallos durante un tiempo (t) determinado, en unas condiciones ambientales dadas". Más sencillamente, fiabilidad es la probabilidad de que un sistema o producto funcione. (Ros, 2010)

2.2 Mantenibilidad

Es la facilidad con que un equipo es mantenido. Para ello se precisa programar tareas (preventivo) para que el equipo se mantenga o realizarlas (correctivo) para que pueda ser devuelto a sus condiciones operativas. (AEC, 2009)

La mantenibilidad se puede definir como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos. (Génesis, 2014)

2.3 Plan de fiabilidad

El plan de fiabilidad es un documento formal detallado que define los trabajos de mantenimiento que se deben realizar, las fechas en que se realizarán y los documentos que se entregarán.

Los procedimientos para realizar las tareas de mantenimiento, definen cómo se va a realizar cada una de ellas y permiten, por lo tanto, comprobar el grado de cumplimiento de las mismas. (AEC, 2009)

2.4 Mantenimiento

Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos, máquinas, etc., para que éstos continúen o regresen a proporcionar el servicio con la calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con ese fin. El trabajo típico del mantenimiento es la búsqueda y reforzamiento de eslabones más débiles de la cadena de servicio que forma la fábrica. (Gaytan, 2000)

Es la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas, puede ser correctivo si las actividades son necesarias debido a que dicha calidad del servicio ya se perdió y preventivo si las actividades se ejecutan para evitar que disminuya la calidad de servicio. (Newbrough, 1998).

En resumen se puede definir al mantenimiento como toda actividad humana desarrollada en equipos, instalaciones o construcciones con el fin de garantizar que la calidad del servicio que estos prestan, se mantenga dentro de los límites establecidos.

2.4.1 *Objetivos del mantenimiento.* Según García (2016) el objetivo fundamental del mantenimiento no es, contrariamente a lo que se cree y se practica en muchos departamentos, reparar urgentemente las averías que surjan. El mantenimiento persigue cuatro objetivos principales:

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.
- Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación.

2.4.2 *Tipos de mantenimiento.* La norma AENOR UNE-EN 13306 clasifica al mantenimiento de acuerdo a lo establecido en la siguiente figura.

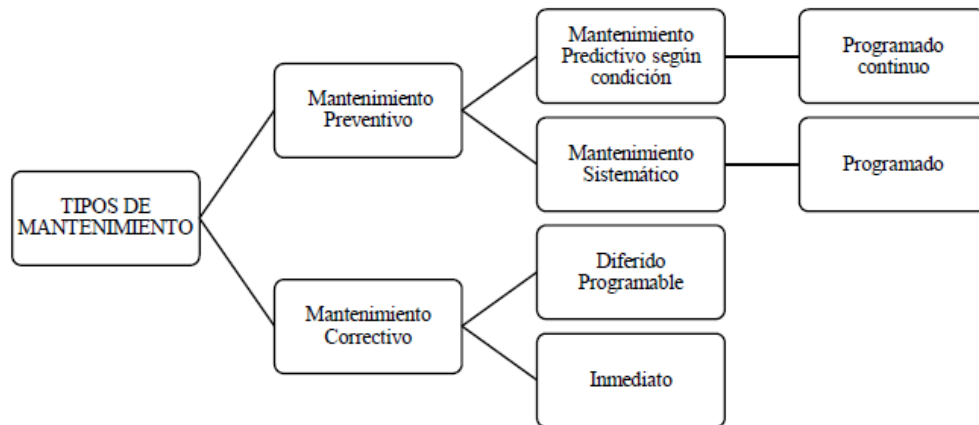


Figura 1-2. Tipos de mantenimiento

Fuente: Norma AENOR UNE-EN 13306

Esta división de tipos de mantenimiento presenta el inconveniente de que cada equipo necesita una mezcla de cada uno de estos tipos, de manera que no se puede pensar en aplicar uno solo de ellos a un equipo en particular. (Renove Tecnología S.L, 2016).

2.4.2.1 *Mantenimiento preventivo.* Se define como la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, continúen dentro de los límites establecidos. Con esta definición se concluye que toda labor de conservación que se realice con los recursos de la fábrica, sin que dejen de ofrecer la calidad de servicio esperada, debe catalogarse como de mantenimiento preventivo. (Gaytan, 2000)

Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo a cabo.

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema. (Renovetec, 2016)

Este tipo de mantenimiento busca evitar en lo posible averías o fallos de funcionamiento, anticipándose a estos con rutinas planificadas según intervalos de tiempo, esto quiere decir que el mantenimiento preventivo conseguirá disminuir acciones correctivas, representando esto una disminución de costos. (Guananga, 2017)

Según Olives (2012) los objetivos principales del mantenimiento preventivo son los siguientes:

- Garantizar la seguridad de los equipos y/o instalaciones para el personal.
- Reducir la gravedad de las averías.

- Evitar la parada productiva.
- Reducir los costes que se derivan del mantenimiento, optimizando los recursos.
- Mantener los equipos en condiciones de seguridad y productividad.
- Alargar la vida útil de las instalaciones y equipos.
- Mejorar los procesos.



Figura 2-2. Mantenimiento preventivo
Fuente: <https://bit.ly/2Qj8Xn0>

2.4.2.2 *Mantenimiento correctivo.* Como mantenimiento correctivo se conoce a aquel que se lleva a cabo una vez la falla se haya dado, es decir que el mantenimiento correctivo se fundamenta en la reparación de averías, y según el tiempo que se programe para efectuar dicha reparación, se distingue los dos tipos de mantenimiento correctivo, inmediato o diferido programable. (Guananga, 2017)

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. (Renovetec, 2016)

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. (Gaytan, 2000)

Según García (2009) el mantenimiento correctivo como base del mantenimiento tiene algunas ventajas indudables:

- No genera gastos fijos.
- No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.
- Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.



Figura 3-2. Mantenimiento correctivo
 Fuente: <https://bit.ly/2QkDO2B>

2.5 Procedimiento de mantenimiento de equipos y máquinas

Un procedimiento de mantenimiento define las actividades a realizar en trabajos de mantenimiento correctivo o preventivo.

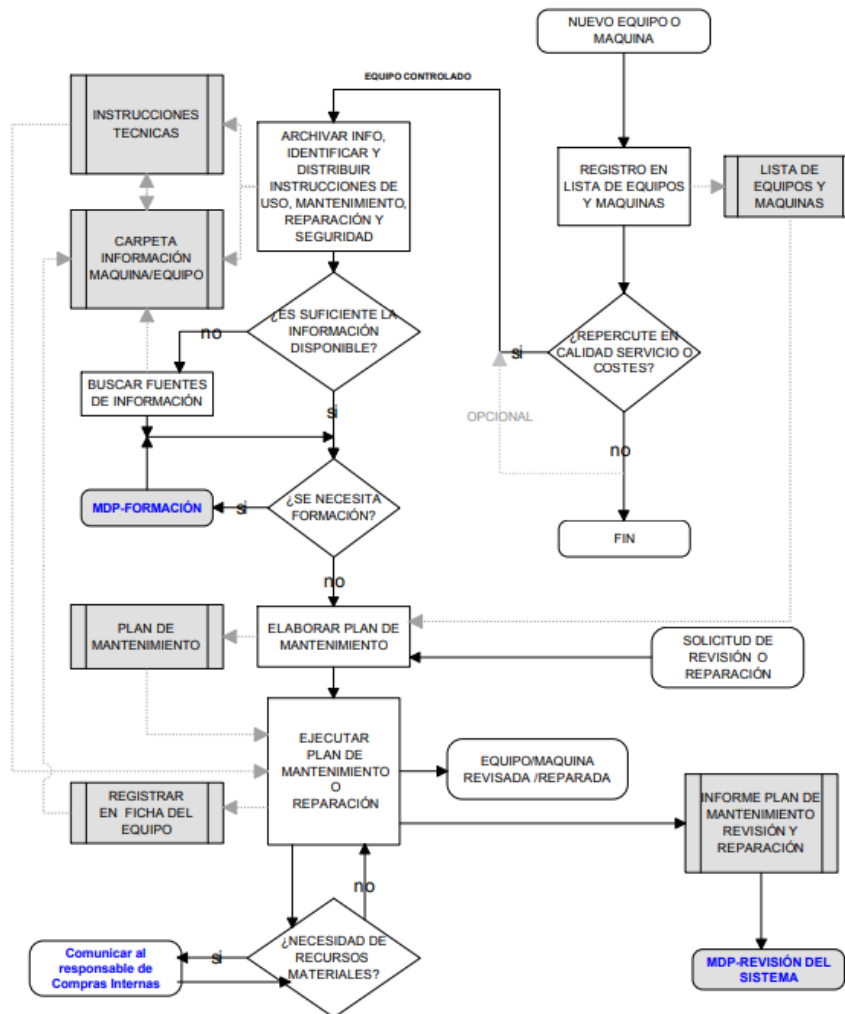


Figura 4-2. Diagrama de proceso
 Fuente: ISO 9001 - 038, 2003

Cuando el jefe o los operarios observen un fallo o problema en el equipo o la máquina, se avisa al responsable de mantenimiento para que proceda a gestionar su reparación. Las averías o labores de mantenimiento se anotan en la ficha de mantenimiento de la máquina, indicando las horas de paro, los materiales utilizados y su coste.

Al menos una vez al año, se estudia el mantenimiento realizado durante el ejercicio anterior y se propone acciones de mejora para el periodo siguiente. (ISO 9001 - 038, 2003)

Todas las labores de reparación y mantenimiento han de quedar registradas, siendo responsabilidad del responsable de mantenimiento que esto se lleve a cabo, bien por él, o bien por el personal responsable del equipo o máquina si es el caso. (ISO 9001 - 038, 2003)

Mientras no se indique lo contrario en el “Listado de equipos y máquinas bajo mantenimiento”, se aplicará mantenimiento correctivo. No obstante, es indispensable recoger en el “Historial de revisiones/reparaciones” los trabajos que se realicen en estos equipos y máquinas sea cual sea el tipo de mantenimiento aplicado. En caso de aplicar mantenimiento preventivo, se debe determinar previamente un “Plan de mantenimiento” en el que se indicarán las labores a realizar y su periodicidad. (ISO 9001 - 038, 2003)

2.5.1 Documentos asociados. El personal encargado del mantenimiento debe disponer de la documentación necesaria para gestionar el mantenimiento de máquinas y equipos, misma que viene establecida en base a la norma ISO 9001-2003.

Número	Documentación Asociada
1	Listado de máquinas bajo mantenimiento
2	Plano de ubicación de máquinas
3	Plan de mantenimiento de máquinas
4	Ficha técnica de máquinas
5	Fichas de registro
6	Historial de revisiones y reparaciones

Tabla 1-2. Documentos asociados a los procedimientos de mantenimiento
Fuente: ISO 9001 - 038, 2003

A continuación, se explica la utilidad y el uso de cada uno de estos documentos de acuerdo a lo establecido en la ISO 9001.

- **Listado de máquinas bajo mantenimiento:** Este documento enlista todas las máquinas que van a ser objeto mantenimiento.

El listado de máquinas bajo mantenimiento será elaborado por el responsable de mantenimiento y en el cual se indica el código de cada máquina, su descripción y también el tipo de mantenimiento que va a tener.

Por defecto, el mantenimiento será correctivo (es decir el que se encarga de reparar cuando ocurre alguna avería), hasta que se demuestre y apruebe que un mantenimiento preventivo (es decir el que se encarga de revisar, engrasar, ajustar, etc., antes de que existe una avería en periodos programados y periódicos), puede resultar económico para la empresa y permite evitar deficiencias en el servicio prestado, teniendo en cuenta las horas de paro, personal necesario, pérdidas por no-mantenimiento, etc.

Tabla 2-2. Formato para el listado de máquinas y equipos bajo mantenimiento

MDP- MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINAS		REGISTRO-MANT-01-	PAG. DE
Fecha Aprobación:		Fecha Próxima Evaluación:	
LISTADO DE EQUIPOS Y MAQUINAS BAJO MANTENIMIENTO			
MAQUINA/EQUIPO	CÓDIGO	CORRECTIVO	PREVENTIVO

APROBACIÓN DEL LISTADO	
Fecha:	Firma:
ELABORADO POR :	
Vº Bº GERENCIA :	
Observaciones:	

Fuente: ISO 9001 - 038, 2003

- **Plano de ubicación de máquinas:** Plano de las instalaciones, donde se indica la localización y códigos de toda la maquinaria objeto de este procedimiento.

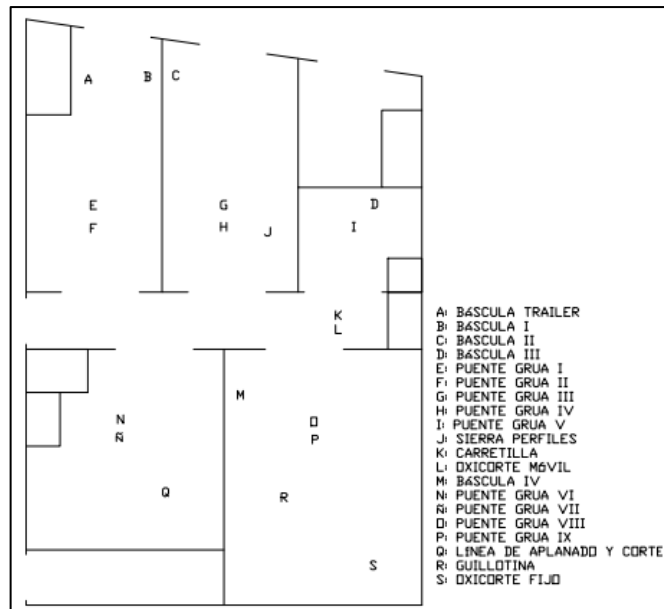


Figura 5-2. Ejemplo plano de ubicación de máquinas y equipos

Fuente: ISO 9001 - 038, 2003

- **Plan de mantenimiento de máquinas:** En caso de aprobarse el mantenimiento preventivo, el responsable de mantenimiento (con ayuda de los dirigentes de la oficina técnica o fuentes externas si es necesario), debe elaborar un plan donde se reflejen las tareas periódicas a realizar para minimizar o eliminar averías imprevistas que puedan aparecer en la máquina.

El plan de mantenimiento preventivo es individual para cada una de las máquinas y/o equipos. En caso de optar por mantenimiento correctivo no se realiza este documento, por carecer de sentido, aunque se siguen registrando las labores de mantenimiento en el historial de la máquina.

El plan de mantenimiento comprende de tres documentos, estos son: ficha de estado técnico, tarjeta de mantenimiento, y el procedimiento de las actividades de mantenimiento.

Tabla 3-2. Formato del plan de mantenimiento preventivo

MDP- MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINAS		REGISTRO-MANT-02-	PAG. DE
Fecha Aprobación:		Fecha Próxima Revisión:	
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
MAQUINA/EQUIPO		CÓDIGO	
TAREA		PERIODICIDAD	
APROBACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Fecha:		Firma:	
ELABORADO POR :			
Vº Bº GERENCIA :			
Observaciones:			


Fuente: ISO 9001 - 038, 2003

- **Ficha técnica del equipo o máquina:** Documento donde se reflejan datos del equipo o máquina, tales como código, fabricante, fecha de entrada en la empresa, fecha de fabricación, descripción, situación en el almacén y otros datos de interés, como número de serie, etc.

Se recogen aquí, además, datos de contacto de las personas que suministraron el equipo, representantes de la zona, etc., que pudieran ser de interés ante cualquier avería o consulta. Existe una ficha técnica para cada equipo o máquina bajo mantenimiento.

Además de la ficha técnica, el responsable de mantenimiento archiva otros documentos relacionados con el equipo o máquina, como pueden ser catálogos, manual del usuario, esquemas de funcionamiento, instrucciones de uso, medidas preventivas a tomar para evitar riesgos sobre las personas y material, etc., y el resto de documentos citados en este procedimiento.

Tabla 4-2. Formato técnica del equipo o máquina

MDP- MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINAS		REGISTRO-MANT-03-	PAG. DE
FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINA/EQUIPO			
CÓDIGO		FABRICANTE	
FECHA ENTRADA		FECHA FABRICACIÓN	
DESCRIPCIÓN			
CONTACTOS			
NOMBRE	CARGO	EMPRESA	TLF/FAX
			

Fuente: ISO 9001 - 038, 2003

- **Historial de revisiones y reparaciones:** Formato en el que se registra cada una de las operaciones realizadas en el equipo o máquina, tanto si se trata de mantenimiento preventivo como correctivo.

En caso de que sea necesaria la sustitución o reparación de un componente del equipo o de la máquina, se anota en el campo correspondiente de la ficha, así como la fecha, las horas de parada, el importe del repuesto/reparación, etc., con el fin de que el responsable de mantenimiento lleve un control de repuestos y gastos.

Tabla 5-2. Formato, historial de revisiones/repificaciones

MDP- MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINAS		REGISTRO-MANT-04-	PAG. DE
HISTORIAL DE REVISIONES/REPARACIONES			
MAQUINA/EQUIPO		CÓDIGO	
		INICIO:	
		FINALIZACIÓN:	
		INICIO:	
		FINALIZACIÓN:	

Fuente: Autor

2.6 Fichas de registros

Las fichas de registro, son aquellos documentos que se crean con la finalidad de llevar un control y respaldar información acerca de las actividades desarrolladas para la gestión de mantenimiento, información que servirá como referencia para solucionar algún tipo de fallo en la maquinaria o cualquier necesidad o requerimiento que pueda surgir al momento de ejecutar cierta tarea de mantenimiento. (Guananga, 2017)

Con el objetivo de cumplir con estos propósitos las fichas de registro comúnmente utilizadas son:

- Historial de averías
- Orden de trabajo
- Solicitud de materiales y herramientas
- Solicitud de servicio externo
- Hoja de inspección

2.6.1 *Historial de averías.* Documento en el cual se registran todas las averías presentadas en la maquinaria o equipo, la fecha en la que se identificó y el tipo de reparación que se le realizó. Esta información es adquirida del registro de las diferentes

órdenes de trabajo y determina la incidencia en que se ocurre cada uno de los fallos. (Guananga, 2017)

2.6.2 Orden de trabajo. Una orden de trabajo es una herramienta informativa, que se la realiza una vez que se reportado una avería, con la finalidad de recopilar todos los datos necesarios para llevar a cabo cada una de operaciones de mantenimiento, como son: fecha de inicio y finalización, actividad a realizar, personal requerido, costo del trabajo, materiales y herramientas requeridas, persona que ejecutará el trabajo, entre otros. (Guananga, 2017)

2.6.3 Solicitud de materiales y herramientas. Para requerir herramientas y materiales que serán utilizados en cada tarea de mantenimiento, una vez que se ha generado una orden de trabajo, es necesario efectuar una solicitud para la adquisición de estos, donde se deberá detallar: el nombre del equipo en el que se realizará la reparación, el número de orden de trabajo, la cantidad y el código de las herramientas y materiales a utilizar, y la fecha en que se genera la solicitud. (Guananga, 2017)

2.6.4 Solicitud de servicio externo. En el caso de que ciertas tareas de mantenimiento no puedan ser ejecutadas por el personal de mantenimiento de un taller o instalación, bien sea por: no disponer de las herramientas y materiales necesarios, por no contar con el personal debidamente capacitado, o porque la realización de los trabajos representan un alto grado de complejidad, se deberá generar esta solicitud con el fin de que el departamento de mantenimiento pueda tomar una decisión y gestionar todas las acciones pertinentes para realizar estas actividades. (Guananga, 2017)

Este documento debe contener la siguiente información:

- Número y fecha de la solicitud
- Nombre y código del equipo
- Nombre de la persona que solicitan el servicio
- Nombre de la persona que aprueba la solicitud
- Empresa recomendada
- Costo de la proforma
- Descripción del servicio a realizarse
- Fecha de inicio y de finalización

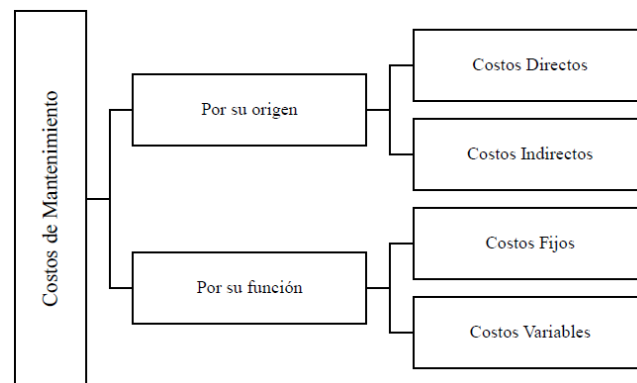
2.6.5 Hoja de inspección. Aquel documento a través del cual se lleva un registro de las actividades de inspección (física y funcional), efectuadas a la maquinaria que un taller o instalación contiene.

Este documento se lo realiza con el objetivo de identificar el número de veces que se ha suscitado un evento, así como también para comprobar si se han realizado ciertos trabajos establecidos, debido a esto debe contener la siguiente información: fecha en que se efectuó la inspección, nombre y código del equipo, nombre de la persona que ejecutó la inspección, parámetros o aspectos del equipo o máquina a inspeccionar, etc. (Guananga, 2017)

2.7 Costos de mantenimiento

El costo de mantenimiento es el valor monetario que se necesita invertir en la ejecución de actividades de mantenimiento para conservar un activo, un bien o una instalación en perfectas condiciones. Este costo es el resultado de la sumatoria de sub-costos respecto a su clasificación, por lo general la clasificación es la que se muestra en la siguiente figura.

Figura 6-2. Clasificación de mantenimiento



Fuente. Autores

2.7.1 *Costos directo.* Comprende costos que tienen relación directa con las actividades de mantenimiento, como pueden ser: costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos, de subcontratación, de almacenamiento y costos de capital.

2.7.2 *Costos indirectos.* Comprende costos por pérdidas de producción a causa de fallas de maquinaria, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas en la calidad producto respecto al mal funcionamiento de los equipos.

2.7.3 *Costos fijos.* Comprende costos independientes, es decir, que existen sin importar el volumen de producción o ventas, la actividad que se realiza, entre estos costos pueden ser: costo por arriendos, servicios, herramientas, entre otros.

2.7.4 *Costos variables.* Comprende costos proporcionales al volumen de producción o servicios producidos, entre estos costos tenemos: costos de mano de obra indirecta, costos por adquisición de materia prima, costos por el consumo de energía eléctrica, entre otros.

CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL ÁREA DE BALANCEADOS EN EL ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.

3.1 Información general de la facultad de ciencias pecuarias

La facultad de ciencias pecuarias de la ESPOCH está relacionada a la agroindustria, refiriéndose como tal a la industrialización agrícola y pecuaria.

Tiene como principal objetivo formar profesionales con conocimientos teóricos, prácticos, científicos, investigativos, valores y principios orientados al servicio social y humanístico para mejorar las condiciones agropecuarias del país.

La facultad ha plasmado sus metas y objetivos dentro de su visión y misión, mismas que se describen a continuación.

3.1.1 Misión. “Formar ingenieros en industrias pecuarias con conocimientos sólidos, creativos, innovadores, integrales, con valores y principios, identificados con la realidad local, regional y nacional, que planifiquen, dirijan, manejen, produzcan, investiguen, generen tecnología y/o procesos desarrollando la industria agrícola y pecuaria del país, respetuosos con la normativa legal vigente a nivel nacional e internacional”

3.1.2 Visión. “La escuela de ingeniería en ciencias pecuarias en cinco años se posicionará entre las cinco mejores del país en el área agroindustrial para la formación de profesionales, aportando en su desarrollo con conocimiento, científico, investigativo y tecnológico con calidad, pertinencia y reconocimiento social”

3.1.3 Organigrama. A continuación se muestra la figura del organigrama de la facultad de ciencias pecuarias, junto a sus unidades principales y sus dependencias.

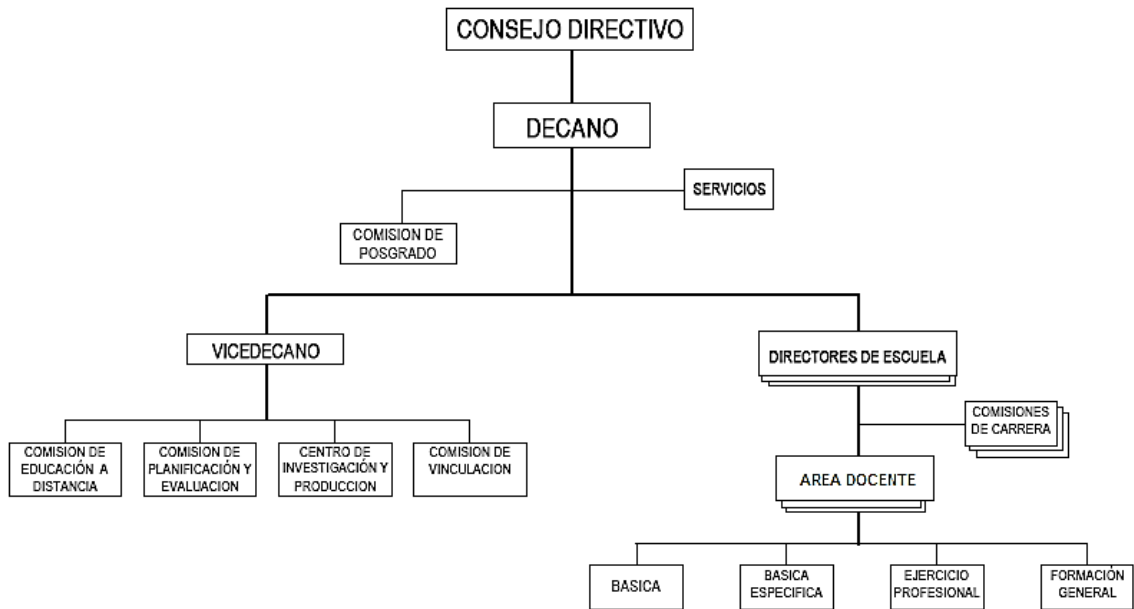


Figura 1-3. Organigrama de la facultad
Fuente. <https://bit.ly/2J73Ljx>

3.1.4 *Estación experimental Tunshi.* Para favorecer la formación de profesionales la facultad dispone de una estación experimental en Tunshi, que consta de dos áreas: pecuaria y recursos naturales. Nos enfocamos en la primera que tiene el fin de producir y explotar la pecuaria, así como industrializar productos de consumo animal, desarrollando unidades de apoyo para la producción y reproducción de semovientes.



Figura 2-3. Estación experimental
Fuente. Autores

3.1.5 *Localización de la estación experimental Tunshi.* Se encuentra ubicada en el Km 12 de la vía Riobamba-Licto, provincia de Chimborazo.

A continuación, se muestra el mapa de la ubicación de la estación experimental Tunshi.

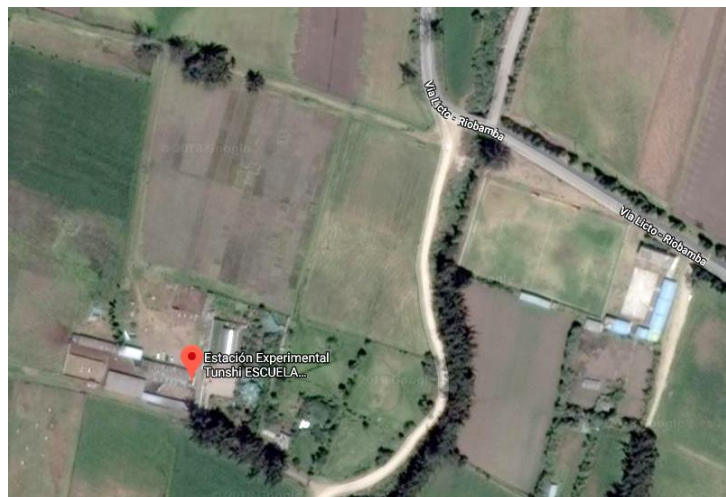


Figura 3-3. Localización de la estación experimental Tunshi
Fuente. <http://cort.as/-BKef>

3.1.6 *Descripción del área de balanceado.* El área de balanceado que se ha constituido en la estación experimental de Tunshi por parte de la facultad de ciencias pecuarias de la ESPOCH, es de gran importancia en la formación académica y experimental de los estudiantes.

Considerando que los estudiantes deben familiarizarse prácticamente con la maquinaria que se emplea frecuentemente en los procesos de producción pecuaria, en el área de balanceado se dispone de un documento que ilustra a los estudiantes, operarios y usuarios de las máquinas sobre el cómo accionar en cada una de ellas para mantener un correcto funcionamiento y de esta manera evitar daños o desperfectos en las máquinas y prevenir paros de producción. La obligación de los estudiantes, operarios y usuarios antes de realizar prácticas en el área de balanceado consiste en revisar dicho documento y a su vez debe tener al menos un conocimiento básico sobre las actividades de mantenimiento que se deben realizar después de haber utilizado las máquinas, lo cual no se cumple.

3.1.7.1 *Proceso de producción en el área de balanceado.* El proceso de producción del área de balanceado se evidencia en el diagrama de procesos que se ha realizado en el presente trabajo (ver anexo H). Además, se describe los procesos en los siguientes apartados:

3.1.7.2 *Recepción de materia prima.* Este proceso consiste en la recepción de materia prima (granos, aditivos, líquidos y demás ingredientes) en sus dos presentaciones “a granel” o “en bolsas”.

Simultáneamente se acepta o rechaza siempre y cuando cumpla con los estándares de calidad previamente establecidos.

Los que aprueben el control de calidad se resguardan para conservar su calidad nutricional e integridad física. Y dependiendo del tipo de materia prima se selecciona el almacenaje adecuado (silos metálicos, tolvas, bolsas).

3.1.7.3 Molienda. Es el primer proceso y el más importante, ya que consiste en la transformación de la materia prima, mediante el empleo de un molino (martillos o piedra). El molino de martillos es ideal para triturar materia prima con bajo contenido de grasa y fibra a fin de conseguir un alimento granulado.

El molino de piedra es perfecto para materia prima con alto contenido de grasa y fibra y el alimento resultante tiene forma de harina.

Cualquiera de los molinos utilizados, deben cumplir la función de molienda hasta conseguir partículas pequeñas, mismas que pasan a través de cribas o tamices adecuados con medidas específicas de acuerdo a la granulometría estimada para la presentación del producto terminado.

El tamaño de la partícula del producto terminado que se quiere obtener depende de muchos factores como son: tipo de molino, diámetro y cantidad de orificio de los tamices, revoluciones del motor, estado de las placas de choque, estado de la superficie de la cámara de molienda, estado de los tamices, número y estado de los martillos, cantidad de aire de aspiración. Por lo que se aprecia la vital importancia que representa el mantenimiento del estado de los molinos para el proceso de molienda.

El producto que se obtiene del proceso de molienda, bien puede presentarse como producto terminado, o proseguir con el siguiente proceso.

3.1.7.4 Mezclado. Este proceso es de mayor responsabilidad ya que del mismo depende la calidad final del producto terminado.

Lo primero que se realiza es el pesaje de la cantidad exacta de materia prima, aditivos, y líquidos que comprende las diferentes fórmulas para cada variedad de productos que se desea obtener.

Luego de ello se carga la máquina mezcladora con la fórmula y se la enciende para que cumpla su función, durante un tiempo establecido. Mientras la máquina cumple sus funciones el operario debe ir realimentando la máquina cada cierto tiempo hasta cumplir con el lote que se les demanda.

Una vez completado la tarea anterior se apaga la máquina y al producto obtenido se le hace una verificación de homogeneidad de mezclado. Las razones por las cuales exista poca homogeneidad dependen de: tiempo de mezclado, operación de la mezcladora,

desgaste de listones, rodamientos, ejes torcidos, insuficientes revoluciones por minuto del motor.

Estos resultados son indicativos de problemas que ameritan un correcto mantenimiento de la máquina mezcladora y sus componentes, o al menos una revisión semanal de los mismos.

3.1.7.5 Almacenaje. Una vez que se ha concluido con el proceso de mezclado, se continúa con el pesaje de producto terminado.

Para ello se toma un saco se lo coloca encima de la balanza y se lo va llenando con el producto mezclado, hasta que la balanza electrónica indique la medida estándar que debe tener la presentación del producto.

Finalmente se remienda los sacos y se envía al área de almacenaje de producto terminado.

3.2 Situación actual de mantenimiento en el área de balanceado

Actualmente el área de balanceado no cuenta con un plan de fiabilidad que detalle un procedimiento adecuado sobre las actividades de mantenimiento, ni la periodicidad con la que se deben efectuar, por ende, la maquinaria que se utiliza se encuentra en un estado técnico regular.

Sin embargo, en el área de balanceado cada máquina dispone de su ficha técnica y ficha de control de intervenciones realizadas, pero solamente se han registrado hasta el año 2016, como parte del proceso de mantenimiento correctivo en respuesta a la identificación de deficiencias en la maquinaria, o a la suspensión del proceso productivo.

En tal virtud es necesario crear un plan de fiabilidad que garantice el buen funcionamiento de la maquinaria, evite las interrupciones fortuitas en la producción y garantice la seguridad del operario o usuario de las mismas.

3.3 Maquinaria en el área de balanceados

Mediante el estudio de campo hemos determinado que el área de balanceado cuenta con cuatro máquinas fundamentales descritas en la siguiente tabla.

Tabla 1-3. Maquinaria

ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI PLANTA DE BALANCEADOS	
Nombre	Cantidad
Molino de martillos	1
Molino de piedra	1
Mezcladora	1
Báscula electrónica	1

Fuente. Autores

La maquinaria se encuentra en constante actividad y por el uso frecuente que han sostenido se evidencia deterioro en cada una de ellas, a más de ello la información disponible respecto a cada una de ellas se obtiene únicamente de investigación documental con principios de funcionamiento compatibles, debido a que la unidad de control de bienes no conserva manuales de fabricación, funcionamiento, ni mantenimiento.

3.3.1 *Molino de martillos.* Se utiliza con frecuencia para el proceso de triturado únicamente de maíz, de ella se obtienen un producto granulado, en este caso maíz en chancas o maíz para aves.

Las características de este molino son: su gran resistencia, fabricado en acero inoxidable, y su cámara de molienda tiene una capacidad de 50Kg.

Los elementos que componen el molino de martillo se pueden observar en la ficha técnica del mismo (ver anexo A), y estos son:

- Un motor trifásico de 220V-10Hp
- Chumaceras
- Poleas de tres canales
- Bandas
- 24 martillos de molienda unidos a un eje, exclusivos para generar una lluvia de golpes que impactan reiteradamente hasta desintegrar el material.

En la ficha de control de intervenciones realizadas al molino de martillo con respecto al mantenimiento que se le ha realizado, se detallan las siguientes actividades:

- Engrasado, esta actividad dura al menos una hora, se ha realizado aproximadamente cada dos meses y se ha registrado solo hasta el año 2016.
- Rectificación de martillo, esta actividad dura al menos dos días, se ha realizado aproximadamente cada año y se ha registrado solo hasta el año 2016.
- Cambio de rodamiento, esta actividad dura al menos dos horas, se realiza aproximadamente cada año y se ha registrado solo hasta el año 2016.



Figura 4-3. Molino de martillo
Fuente. Autores

3.3.2 *Molino de piedra.* Se encuentra en buenas condiciones y es utilizada frecuentemente para el proceso de triturado del alimento que requiera el semoviente, obteniendo como producto terminado la harina del mismo.

Los elementos que componen el molino de piedra se pueden observar en la ficha técnica del mismo (ver anexo A), y estos son:

- Motor trifásico de 220V-10Hp
- Poleas grande y pequeña de dos canales
- Rodamiento
- Chumacera

En la ficha de control de intervenciones realizadas al molino de piedra con respecto al mantenimiento que se le ha realizado, se detallan las siguientes actividades:

- Engrasado, esta actividad dura al menos una hora, se ha realizado aproximadamente cada dos meses, y se ha registrado solo hasta el año 2016.
- Ajuste de piedra, esta actividad dura al menos dos horas, se ha realizado aproximadamente cada año y se ha registrado solo hasta el año 2016.



Figura 5-3. Molino de piedra
Fuente. Autores

3.3.3 Mezcladora. Es la máquina más utilizada y su deterioro es notable, en ella se realiza el proceso de mezclado desde el alimento más voluminoso hasta el menos voluminoso, junto con los aditivos y líquidos pertinentes, el proceso de mezclado es de 10q/h tratándose de un compuesto fino (maíz) y de 15q/h si se trata de un compuesto grueso (otros alimentos); la cual produce hasta 100q de compuesto diarios.

Los elementos que componen la mezcladora se pueden observar en la ficha técnica de esta máquina (ver anexo A), y estos son: son:

- Motor trifásico de 220V-10Hp
- Poleas
- Bandas
- Rodamientos
- Chumaceras
- Tornillo sin fin

En la ficha de control de intervenciones realizadas a la mezcladora con respecto al mantenimiento que se le ha realizado, se detallan las siguientes actividades:

- Engrasado, esta actividad dura al menos una hora, se ha realizado aproximadamente cada dos meses, y se ha registrado solo hasta el año 2016.
- Rectificación del tornillo sin fin, junto con el cambio de chumacera y rodamiento, esta actividad dura al menos tres días, se ha realizado aproximadamente cada año y se ha registrado solo hasta el año 2016.



Figura 6-3. Mezcladora
Fuente. Autores

3.3.4 *Báscula electrónica.* Este es un equipo de medición que se utiliza para determinar la cantidad en gr, Kg, de las diferentes masas colocadas sobre ella. Se encuentra en óptimas condiciones, hasta el momento no ha presentado fallas. Además, no se ha considerado la realización de su ficha de control de intervenciones con respecto al mantenimiento, lo cual indica que nunca ha recibido un mantenimiento.

Los elementos de este equipo se pueden observar su respectiva ficha técnica (ver anexo A), del presente trabajo.



Figura 7-3. Báscula electrónica
Fuente. Autores

CAPÍTULO IV

4. PLAN DE FIABILIDAD.

El plan de fiabilidad tiene por objetivo establecer la manera correcta de actuar frente a los diferentes procedimientos concernientes al mantenimiento, mediante designación de responsabilidades para las actividades planificadas previamente, incorporando toda la documentación pertinente para la ejecución y registro de esta labor.

El responsable de mantenimiento tiene la obligación de dar diligencia a las distintas actividades, preventivas o correctivas. En caso de realizarla mediante propios medios se registra en la ficha de mantenimiento de la máquina respectiva, anotando las horas de paro, materiales necesarios y coste; en el caso de contratos para reparación se registra en la ficha de la máquina respectiva, anotando las horas de paro, tarea o referencia del trabajo y factura.

El punto de partida en la elaboración del procedimiento a seguir en el mantenimiento es la codificación de documentos y maquinaria, que se añaden al plan de fiabilidad.

4.1 Codificación de documentos y máquinas

La codificación necesita ser alfa-numérica para lograr la identificación de cada máquina y documento con mayor facilidad, y a su vez conservar información rápida que detalle las características de las mismas, en cuanto a ubicación a la que pertenece.

Cabe indicar que, en la codificación la estructura completa del código será necesaria siempre que un documento haga referencia a una máquina en particular, de otro modo, si solo se requiera identificar a la máquina o al documento se utilizará una codificación simple.

Figura 1-4. Estructura de la codificación



Fuente: Autores

4.1.1 Codificación de facultad. Es necesario incluir la facultad en la codificación de manera alfabética, para poder ubicar dentro de que facultad académica se encuentra la máquina, debido a que existen varios talleres y laboratorios dentro de la ESPOCH.

Facultad de ciencias pecuarias = FCP

4.1.2 *Codificación del área.* Está se incluye en la codificación de manera alfabética, para distinguir al área de balanceado de las otras áreas, talleres y/o laboratorios que existen en la misma facultad.

Área de balanceado = AB

4.1.3 *Codificación del documento.* Está será parte de la codificación de manera alfabética, para identificar los documentos relacionados a los procedimientos de mantenimiento que se implementan, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1-4. Codificación de documentos

Documentación Asociada	Código
Listado de máquinas bajo mantenimiento	LM
Plano de ubicación de máquinas	PU
Plan de mantenimiento de máquinas <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de estado técnico de máquinas • Tarjeta de mantenimiento • Procedimientos de actividades de mantenimiento 	FE TM PA
Ficha técnica de máquinas	FT
Fichas de registro <ul style="list-style-type: none"> • Historial de averías • Hoja de lubricación • Orden de trabajo • Solicitud de materiales y herramientas • Solicitud de servicios externos • Hoja de inspección 	HA HL OT SM SS HI
Historial de revisiones y reparaciones	HR

Fuente. Autores

4.1.4 *Codificación de maquinaria.* Es la parte esencial de la codificación y su finalidad es identificar el nombre de la máquina a la cual se hace referencia, y la cantidad de ejemplares existentes, por ello su codificación es alfa-numérica, así tenemos:

Tabla 2-4. Codificación de maquinaria

Máquina	Código Técnico
Molino de martillos	MM1
Molino de piedra	MP1
Mezcladora	M1
Báscula electrónica	BE1

Fuente. Autores

Cabe indicar que la unidad de control de bienes de la ESPOCH, manejan una codificación interna sobre los activos existentes en cada facultad, no obstante, en el contenido de este proyecto se conservará la codificación que se establece, para nuestro entendimiento.

4.2 Listado de maquinaria bajo mantenimiento

Para desarrollar el listado de maquinaria bajo mantenimiento partimos de la recomendación de la norma ISO 9001 (Procedimientos de mantenimiento de equipos y máquinas) la cual establece el documento que cumple con el formato establecido por la norma.

Lista de todas las máquinas y equipos que van a ser objeto de este procedimiento. Este listado de equipos y máquinas bajo mantenimiento será elaborado por el responsable de mantenimiento y aprobado por gerencia. En esta lista se indica el código de cada máquina, su descripción y también el tipo de mantenimiento que va a tener. Por defecto, el mantenimiento será correctivo (se arregla cuando ocurre avería), hasta que se demuestre y apruebe que un mantenimiento preventivo (se revisa, engrasa, ajusta, etc., antes de que falle, en periodos programados y periódicos) pueda resultar económico para la empresa y permita evitar deficiencias en el servicio prestado, teniendo en cuenta las horas de paro, personal necesario, pérdidas por no-mantenimiento, etc. (ISO 9001 - 038, 2003)

A continuación, se muestra la figura del listado de maquinaria, existente en el área de balanceado de la estación experimental Tunshi de la facultad de ciencias pecuarias de la ESPOCH.



	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CÓDIGO	FCP-AB-LM	
	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		Versión:	2018	
	LISTADO DE MAQUINARIA BAJO MANTENIMIENTO		Página:	1 de 1	
Fecha de aprobación		Fecha de próxima evaluación			
Máquina	Código	Correctivo		Preventivo	
Molino de martillos	MM1			X	
Molino de piedra	MP1			X	
Mezcladora	M1			X	
Báscula electrónica	BE1			X	

Figura 2-4. Listado de maquinaria bajo mantenimiento
Fuente. Autores

4.3 Plano de ubicación de las máquinas

Este documento está diseñado para facilitar la ubicación de cada máquina dentro del área de balanceado, mediante un plano. Emancipar una orden de trabajo para una máquina

determinada, implica hacer una ubicación e identificación de la misma, para ello es necesario establecer este documento, que forma parte del procedimiento de mantenimiento.

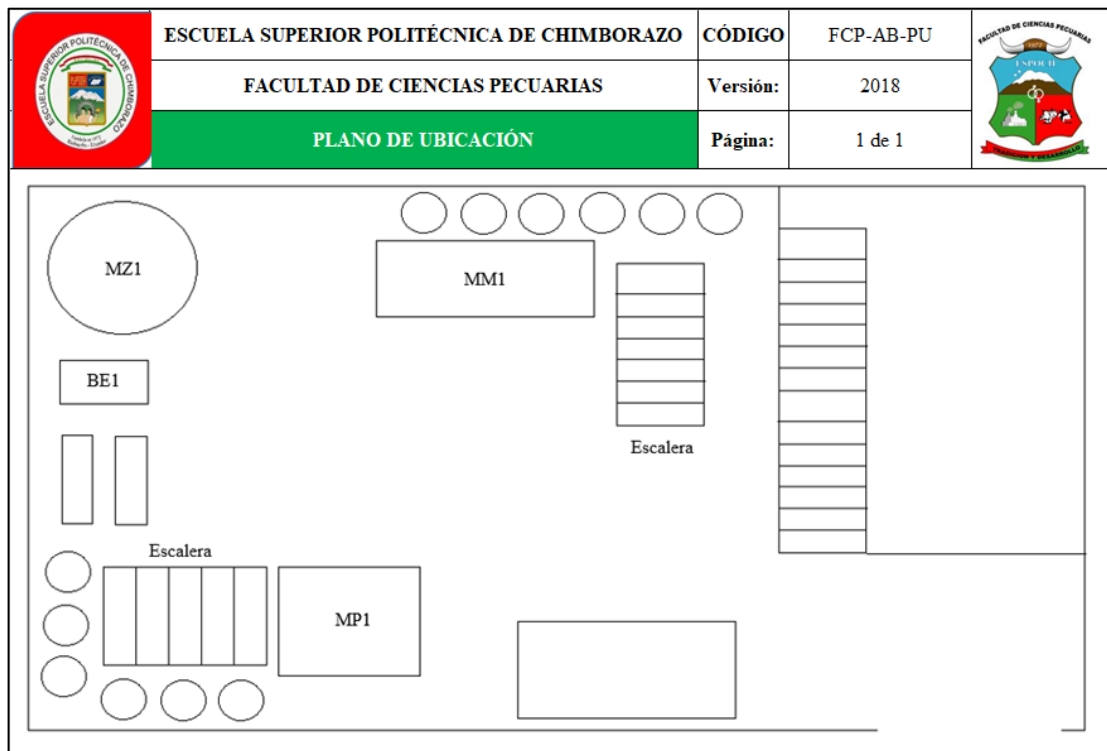


Figura 3-4. Plano de ubicación de máquinas
Fuente. Autores

4.4 Ficha técnica de la maquinaria

Este documento fue creado en base a una recopilación de información procedente de investigación documental respecto a especificaciones técnicas de máquinas que tienen el mismo principio de funcionamiento y sus respectivos manuales de usuario.

El área de balanceado dispone de estos documentos elaborados hace algunos años atrás, por lo que necesitan una reforma respecto a la información sobre los datos técnicos de la máquina, seguido de las características, componentes y pasos para un correcto funcionamiento.

La información reunida en este documento es de suma importancia ya que se suele utilizar para la comunicación técnica del diseño de la máquina, su capacidad, y consumo energético; adicional a ello representa una ayuda fundamental para realizar la evaluación de funcionamiento o para definir condiciones bajo las cuales la máquina debe trabajar.

A continuación, se muestra la ficha técnica correspondiente al molino de martillo. Mientras que las demás fichas técnicas correspondientes a las demás máquinas se presentan en el Anexo A.

Tabla 3-4. Ficha técnica del molino de martillo



	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CÓDIGO	FCP-AB- FT-MM1	
	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		Versión:	2018	
	FICHA TÉCNICA		Página:	1 de 1	
DATOS GENERALES					
NOMBRE:	MOLINO DE MARTILLO		SERIE:	A16112M6	
CÓDIGO UCB:	15926		MODELO:	AZTECA	
FABRICANTE:	ESPOCH		MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE 304	
CARACTERÍSTICAS					
VOLTAJE:	220 V		DIMENSIONES	ALTO:	1,5 m
CONSUMO ELÉCTRICO:	18.5 A			ANCHO:	0,8 m
POTENCIA:	15 HP			LARGO:	1,2 m
CANTIDAD	COMPONENTES				
1	TOLVA:	Tamaño:	80x40 cm		
		Capacidad:	50 Kg		
		Producción:	10 q/día		
1	CÁMARA DE MOLIENDA:		40x60 cm		
1	MOTOR:	Tipo:	Asíncrono trifásico		
		Tensión eléctrica:	220 V		
		Potencia:	10 Hp		
		rpm:	3450		
2	RODAMIENTOS:	Tipo:	Rodillos cilíndricos NU9		
		Diámetro exterior:	40 mm		
		Diámetro interior:	17 mm		
		Anchura:	12 mm		
		rpm:	2400		
2	CHUMACERA:		Acero inoxidable		
2	POLEAS:	Polea motriz	Paso de diámetro:	9 1/4 in	
			Anchura de polea:	2,4 in	
			Ancho de cara:	2 3/8 in	
		Polea inducida	Paso de diámetro:	14 in	
			Anchura de polea:	2,6 in	
			Ancho de cara:	2 3/8 in	
Distribución entre centros:			17,08 in		

Tabla 3-4. (Continúa) Ficha técnica del molino de martillo

2	BANDAS:	Longitud:	17 in
		Deflación de la tensión:	17/24 in
		Nivel de ruido:	N/A dB
24	MARTILLOS DE MOLIENDA:		24
1	TAMIZADOR:		20 mm granulometría
PASOS PARA UN CORRECTO FUNCIONAMIENTO			
1	Verificar que el equipo esté conectado a la fuente de energía, para su funcionamiento.		
2	Verificar que no haya nada en el interior del mecanismo, que pueda ser capaz de ocasionar enredos.		
3	Verificar que las bandas de transmisión estén en la posición correcta.		
4	Revisar que los pernos estén bien ajustados		
5	Revisar el tamiz y si este está desgastado sustituirlo por uno nuevo.		
6	Pulsar el botón de encendido de la máquina.		
7	Colocar el costal de boca ancha en la tolva de salida para recibir el producto triturado		
8	Depositar en la tolva la materia prima o la combinación obtenida del mezclado.		
9	Sustituir el costal que recibe el producto terminado, cuando se haya saturado el costal precedente.		
10	Apagar la máquina		
11	Realizar la limpieza de la máquina, y observar que no queden desperdicios en su interior.		
REPUESTOS			
	NOMBRE	CANTIDAD	TIEMPO DE REPOSICIÓN
	Martillos de molienda	24	36 meses
	Poleas	2	36 meses
	Bandas	2	6 meses
	Rodamientos	2	10305,7 horas
	Tamiz	1	36 meses
OBSERVACIONES			
El operario o usuario debe llevar puesto sus respectivos epp y seguir las normas de seguridad, al momento de utilizar esta máquina.			
Está totalmente prohibido introducir las extremidades dentro de la máquina, cuando está funcionando.			

Fuente. Autores

4.5 Plan de mantenimiento

En el presente se desarrolla un plan de mantenimiento preventivo, con el propósito de reflejar tareas periódicas para minimizar o eliminar posibles averías imprevistas en las máquinas. El plan de mantenimiento preventivo es individual para cada una de las máquinas, para lo cual se han realizado los documentos pertinentes a cada una de ellas.

4.5.1 *Ficha de estado técnico.* Este documento es de gran utilidad para el operario o usuario porque en él se refleja el estado técnico de la maquinaria, el tiempo de vida útil

y el tiempo que puede operar antes de requerir una acción de reparación. Toda esta información es eficaz en el desarrollo del plan de fiabilidad.

Para empezar, una persona capacitada en el área de mantenimiento realiza la evaluación técnica del estado y establece los parámetros de evaluación a través de criterio ingenieril.

4.5.1.1. Parámetros de evaluación

Los parámetros de evaluación establecidos se han personalizado para cada máquina debido a que la estructura, la capacidad y el funcionamiento son diferentes. Así mismo se pretende que los parámetros establecidos tengan un impacto directo con la parte operativa de la máquina y su presentación, es decir, se omiten aspectos irrelevantes en cuanto al funcionamiento y desempeño de la misma.

4.5.1.2. Calificación de los equipos según su estado técnico

Luego de haber establecidos los parámetros de evaluación, se continúa con la calificación de cada una de las máquinas, interpretada mediante un sistema de porcentajes, posterior a ello se clasifica de acuerdo al valor otorgado en que cada parámetro.

Tabla 4-4. Calificación según el estado técnico

CALIFICACIÓN EN PORCENTAJE (%)	CLASIFICACIÓN
93-100	BUENO
60-92	REGULAR
27-59	MALO
Menos de 27	MUY MALO

Fuente. (BATISTA RODRÍGUEZ, 2005)

En las siguientes tablas se muestran los parámetros de evaluación establecidos, junto con la calificación y clasificación que les corresponde.

Tabla 5-4. Calificación y clasificación del molino de martillo por sus parámetros

MOLINO DE MARTILLO	CALIFICACIÓN EN PORCENTAJE (%)	CLASIFICACIÓN
Estado de la carcasa	85	REGULAR
Estado del sistema eléctrico	70	REGULAR
Martillos de molienda	75	REGULAR
Poleas	80	REGULAR
Bandas	75	REGULAR
Motor	80	REGULAR
Chumacera	75	REGULAR

Tabla 5-4. (Continúa) Calificación y clasificación del molino de martillo por sus parámetros

Rodamientos	75	REGULAR
Herramientas	80	REGULAR
Tamizador	75	REGULAR

Fuente. Autores

Tabla 6-4. Calificación y clasificación del molino de piedra por sus parámetros

MOLINO DE PIEDRA	CALIFICACIÓN EN PORCENTAJE (%)	CLASIFICACIÓN
Estado de la carcasa	80	REGULAR
Estado del sistema eléctrico	58	MALO
Piedras de molienda	75	REGULAR
Poleas	80	REGULAR
Bandas	70	REGULAR
Motor	80	REGULAR
Chumacera	75	REGULAR
Rodamientos	75	REGULAR
Herramientas	80	REGULAR
Tamizador	70	REGULAR

Fuente. Autores

Tabla 7-4. Calificación y clasificación de mezcladora por sus parámetros

MEZCLADORA	CALIFICACIÓN EN PORCENTAJE (%)	CLASIFICACIÓN
Estado de la carcasa	85	REGULAR
Estado del sistema eléctrico	75	REGULAR
Tornillo sin fin	70	REGULAR
Poleas	80	REGULAR
Bandas	75	REGULAR
Motor	80	REGULAR
Chumacera	80	REGULAR
Rodamientos	80	REGULAR
Herramientas	85	REGULAR

Fuente. Autores

Tabla 8-4. Calificación y clasificación de balanza electrónica por sus parámetros

BÁSCULA ELECTRÓNICA	CALIFICACIÓN EN PORCENTAJE (%)	CLASIFICACIÓN
Estado de la carcasa	70	REGULAR
Estado del sistema eléctrico	75	REGULAR
Plataforma	75	REGULAR
Pantalla LCD	80	REGULAR

Fuente. Autores

Una vez que se ha realizado la calificación de todos los parámetros establecidos por cada máquina, se prosigue a determinar el estado técnico general de la máquina.

Para ello debemos seguir el siguiente procedimiento:

- Determinar el total de aspectos: buenos, regulares, malos y muy malos.
- Multiplicar la cantidad de aspectos buenos, regulares, malos y muy malos por un factor de 1; 0,66; 0,33; 0 respectivamente.
- Sumar los resultados anteriormente calculados y dividir por el número de aspectos considerados.
- Multiplicar el valor obtenido por cien, y clasificar nuevamente según lo establecido en la tabla anterior.

Tabla 9-4. Cálculos para clasificación del estado técnico general del molino de martillos.

MOLINO DE MARTILLOS	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	TOTAL
CONTEO:	0	10	0	0	10
FACTOR DE MULTIPLICACIÓN:	0	6,6	0	0	6,6
PORCENTAJE TOTAL:					66,00%
CLASIFICACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO GENERAL:					REGULAR

Fuente. Autores

Tabla 10-4. Cálculos para clasificación del estado técnico general del molino de piedra

MOLINO DE PIEDRA	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	TOTAL
CONTEO:	0	9	1	0	10
FACTOR DE MULTIPLICACIÓN:	0	5,94	0,33	0	6,27
PORCENTAJE TOTAL:					62,70%
CLASIFICACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO GENERAL:					REGULAR

Fuente. Autores

Tabla 11-4. Cálculos para clasificación del estado técnico general de la mezcladora

MEZCLADORA	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	TOTAL
CONTEO:	0	9	0	0	9
FACTOR DE MULTIPLICACIÓN:	0	5,94	0	0	5,94
PORCENTAJE TOTAL:					66,00%
CLASIFICACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO GENERAL:					REGULAR

Fuente. Autores

Tabla 12-4. Cálculos para clasificación del estado técnico general de la báscula electrónica

BÁSCULA ELECTRÓNICA	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	TOTAL
CONTEO:	0	4	0	0	4
FACTOR DE MULTIPLICACIÓN:	0	2,64	0	0	2,64
PORCENTAJE TOTAL:					66,00%
CLASIFICACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO GENERAL:					REGULAR

Fuente. Autores

Por último, dependiendo del estado general de las máquinas, se determina el tipo de mantenimiento que requiere cada máquina, según la siguiente tabla:

Tabla 13-4. Tipo de mantenimiento

CLASIFICACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO
BUENO	M. PREVENTIVO - REVISIÓN
REGULAR	M. PREVENTIVO - REPARACIÓN PEQUEÑA
MALO	M. CORRECTIVO - REPARACIÓN MEDIA
MUY MALO	M. CORRECTIVO - REPARACIÓN GENERAL

Fuente. (BATISTA RODRÍGUEZ, 2005)

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, las máquinas del área de balanceado requieren un mantenimiento de reparación pequeña, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 14-4. Tipo de mantenimiento de cada máquina

MÁQUINA	MANTENIMIENTO REQUERIDO
Molino de martillo	M. Preventivo-Reparación pequeña
Molino de piedra	M. Preventivo-Reparación pequeña
Mezcladora	M. Preventivo-Reparación pequeña
Báscula Electrónica	M. Preventivo-Reparación pequeña
ESTADO TÉCNICO PROMEDIO	M. Preventivo-Reparación pequeña

Fuente. Autores

Una vez que se ha determinado el tipo de mantenimiento que se debe realizar en las máquinas del área de balanceado, procedemos a elaborar la ficha de estado técnico correspondiente a cada una de ellas, en las cuales se resumen los resultados obtenidos las evaluaciones y el tipo de mantenimiento que requieren.

A continuación, se muestra la ficha de estado técnico del molino de martillo. Mientras que las demás correspondientes a las demás máquinas se presentan en el Anexo B.

Tabla 15-4. Ficha de estado técnico del molino de martillo

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CÓDIGO	FCP-AB-FE- MM1		
	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		Versión:	2018		
	FICHA DE ESTADO TÉCNICO		Página:	1 de 1		
DATOS GENERALES						
NOMBRE:	MOLINO DE MARTILLO		SERIE:	A16112M6		
CÓDIGO UCB:	15926		MODELO:	AZTECA		
FABRICANTE:	ESPOCH		MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE 304		
INFORMACIÓN :	MANUALES		PLANOS		REPUESTOS	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	X			X	X	
ESTADO TÉCNICO			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado de la carcasa				X		
Estado del sistema eléctrico				X		
Martillos de molienda				X		
Poleas				X		
Bandas				X		
Motor				X		
Chumacera				X		
Rodamientos				X		
Herramientas				X		
Tamizador				X		
CONCLUSIÓN:			66,00%			
ESTADO TÉCNICO:			Regular			
MANTENIMIENTO REQUERIDO:			Reparación pequeña			

Fuente. Autores

Una vez que se tiene todas las fichas de estado técnico, se concibe una tabla de resumen del estado técnico promedio de la maquinaria en el área de balanceado, y posterior a ella se bosqueja el resumen de evaluación técnica.

Tabla 16-4. Resumen del estado técnico promedio en el área de balanceado

MÁQUINA	PORCENTAJE	ESTADO TÉCNICO	MANTENIMIENTO REQUERIDO
Molino de martillo	66,00%	Regular	Reparación pequeña
Molino de piedra	62,70%	Regular	Reparación pequeña
Mezcladora	66,00%	Regular	Reparación pequeña
Báscula Electrónica	66,00%	Regular	Reparación pequeña
ESTADO TÉCNICO PROMEDIO	65,18%	Regular	Reparación pequeña

Fuente. Autores

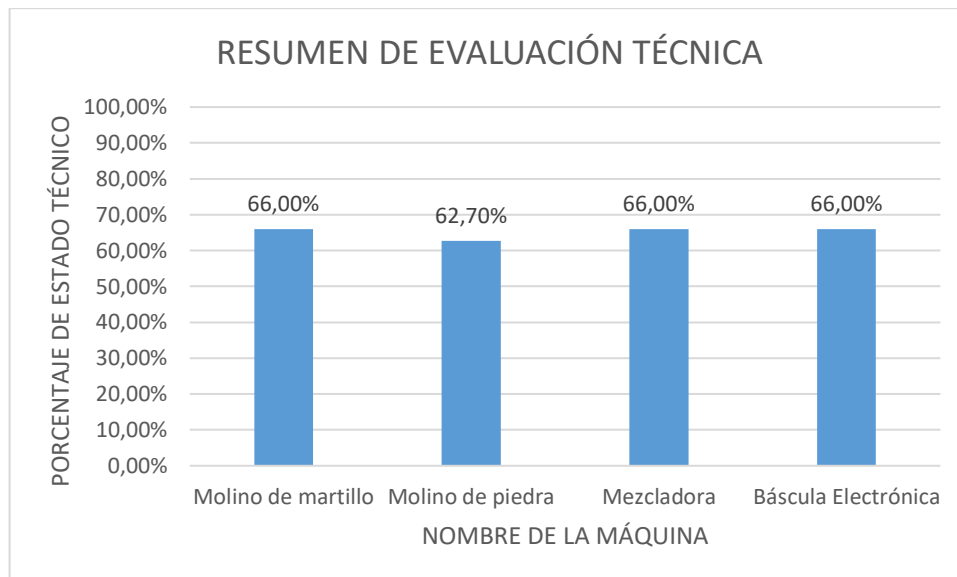


Figura 4-4. Resumen de la evaluación técnica

Fuente. Autores

En la tabla de resumen del estado general de la maquinaria y en la figura que resume la evaluación técnica, se aprecia con claridad el estado en el que se encuentra la maquinaria siendo este “regular”, debido a su porcentaje promedio de 65,18% esto quiere decir que la maquinaria está en buenas condiciones y pueden operar con normalidad.

Se ha comprobado que ninguna máquina está dentro de la clasificación de malo o muy malo por lo que no necesitan mantenimiento correctivo, ajustándose así a las actividades establecidas en el presente trabajo.

4.5.2 Tarjeta de mantenimiento. La tarjeta de mantenimiento instaura las actividades en el procedimiento de mantenimiento que se llevaran a cabo en cada máquina, así como la periodicidad o frecuencia con la que se debe dar el mantenimiento. Lo primero que se hace para crear la tarjeta de mantenimiento es seleccionar un método de recolección de datos, en este caso vamos a utilizar el método basado en las

instrucciones del fabricante, en nuestro caso no se puede aplicar análisis de fallos puesto que no hay un historial de averías.

El encabezado de la tarjeta de mantenimiento está diseñado de tal manera que se pueda visualizar con facilidad si la máquina dispone de un manual de usuario, operación y/o mantenimiento.

Cabe indicar nuevamente que las máquinas no poseen los manuales mencionados, las actividades de mantenimiento se elaboran con ayuda de asesoría técnica proporcionada por el técnico encargado o los estudiantes que han realizado prácticas de mantenimiento en la máquina; y por investigación documental respecto a la máquina en base a los principios de funcionamiento compatibles. Por tal razón las actividades definidas en la tarjeta de mantenimiento son de propiedad intelectual de los autores.

Las tarjetas de mantenimiento descritas por cada máquina presente en el área de balanceado, se pueden apreciar en el Anexo C.

4.5.2.1 Periodicidad o frecuencia de mantenimiento

Es fundamental establecer la periodicidad con la que se dará mantenimiento a la maquinaria, por ello en este aspecto se define las fechas de mantenimiento y junto a ello se establece una periodicidad fija, exista o no síntomas de averías en la maquinaria.

Debido a que el principal objetivo es reducir costos de mantenimiento, la periodicidad con la que se ha estado trabajando es la que recomiendan los fabricantes de cada máquina; los tiempos establecidos para ejecutar dichas actividades de mantenimiento están definidas por la utilización de la maquinaria en la jornada laboral, es decir jornada completa de 8 horas diarias, dentro del área de balanceado, por lo tanto el deterioro que sufre la maquinaria en el transcurso del tiempo resulta compatible con lo que los fabricantes estipulan y en el cual nos basamos para presentar la periodicidad.

No obstante, se aclara que existe una periodicidad de mantenimiento a corto plazo en algunas actividades como, por ejemplo: limpieza, inspección; y existe una periodicidad a largo plazo en algunas actividades como por ejemplo inspección, rectificación, entre otras.

En la figura que se muestra a continuación se expresa la periodicidad, en este caso se estima el tiempo en dos alternativas, corto y largo plazo; de todas las máquinas existentes en el área de balanceado.

Tabla 17-4. Periodicidad de mantenimiento

MOLINO DE MARTILLO		TIEMPO	
Componente	Actividad	Corto plazo	Largo plazo
Estructura general del molino	Inspección	Diario	
	Control y limpieza del estado físico	Semanal	
	Control del sistema mecánico		Mensual
	Control del sistema neumático		Mensual
	Control del sistema eléctrico		Anual
Martillos de molienda	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección	Semanal	
	Sustitución		Cada 36 meses
Poleas	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección		Mensual
	Sustitución		Cada 6 meses
Bandas	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección		Mensual
	Sustitución		Cada 36 meses
Motor	Inspección parcia		2000 horas
	Limpieza		Cada 6 meses
	Lubricación		Cada 3000 horas
	Inspección total		Anual
Chumacera	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección		Mensual
Rodamientos	Inspección y Limpieza		Cada 6 meses
	Lubricación		Cada 2693,58 horas
	Sustitución		Cada 10305,7 horas

Tabla 17-4. (Continúa) Periodicidad de mantenimiento

Tamizador	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección	Semanal	
	Sustitución		Cada 36 meses
MOLINO DE PIEDRA		Jornada	
Componente	Actividad	Corto plazo	Largo plazo
Estructura general del molino	Inspección	Diario	
	Control y limpieza del estado físico	Semanal	
	Control del sistema mecánico		Mensual
	Control del sistema neumático		Mensual
	Control del sistema eléctrico		Anual
Piedras de molienda	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección y ajuste	Semanal	
	Sustitución		Cada 36 meses
Poleas	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección		Mensual
	Sustitución		Cada 6 meses
Bandas	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección		Mensual
	Sustitución		Cada 36 meses
Motor	Inspección parcia		2000 horas
	Limpieza		Cada 6 meses
	Lubricación		Cada 3000 horas
	Inspección total		Anual
Chumacera	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección		Mensual
Rodamientos	Inspección y Limpieza		Cada 6 meses
	Lubricación		Cada 2693,58 horas

Tabla 17-4. (Continúa) Periodicidad de mantenimiento

	Sustitución		Cada 10305,7 horas
Tamizador	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección	Semanal	
	Sustitución		Cada 36 meses
MEZCLADORA		Jornada	
Componente	Actividad	Corto plazo	Largo plazo
Estructura general de la mezcladora	Inspección	Diario	
	Control y limpieza del estado físico	Semanal	
	Control del sistema mecánico		Mensual
	Control del sistema eléctrico		Anual
Tornillo sin fin	Limpieza		Mensual
	Inspección y ajuste		Mensual
	Sustitución o rectificación		Cada 36 meses
Poleas	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección		Mensual
	Sustitución		Cada 6 meses
Bandas	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección		Mensual
	Sustitución		Cada 36 meses
Motor	Inspección parcia		2000 horas
	Limpieza		Cada 6 meses
	Lubricación		Cada 3000 horas
	Inspección total		Anual
Chumacera	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección		Mensual
Rodamientos	Inspección y Limpieza		Cada 6 meses
	Lubricación		Cada 808,07 horas

Tabla 17-4. (Continúa) Periodicidad de mantenimiento

	Sustitución		Cada 10305,7 horas
Tamizador	Limpieza superficial	Diario	
	Inspección	Semanal	
	Sustitución		Cada 36 meses
BÁSCULA ELECTRÓNICA		Jornada	
Componente	Actividad	Corto plazo	Largo plazo
Estructura general de la báscula electrónica	Inspección	Diario	
	Control y limpieza del estado físico	Semanal	
	Control del sistema mecánico		Mensual
	Control del sistema eléctrico		Anual
	Control de pantalla LCD		Anual

Fuente. Autores

En base a la periodicidad se presenta a continuación la figura de la tarjeta de mantenimiento respectiva al molino de martillo, elaborada por los autores del presente trabajo, mientras que las demás correspondientes a las otras máquinas se presentan en el Anexo C.

Tabla 18-4. Tarjeta de mantenimiento del molino de martillo

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	CÓDIGO	FCP- AB- TM- MM1			
	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS	Versión:	2018			
	TARJETA DE MANTENIMIENTO	Página:	1 de 1			
DATOS GENERALES						
NOMBRE:	MOLINO DE MARTILLO	SERIE:	A16112M6			
CÓDIGO UCB:	15926	MODELO:	ITALY			
RESPONSABLE:	ESPOCH	MARCA:	ESPOCH			
INFORMACIÓN:	MANUALES		PLANOS		REPUESTOS	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	X			X	X	

Tabla 18-4. (Continúa) Tarjeta de mantenimiento del molino de martillo

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	TIEMPO
Estructura general del molino	Inspección	Diario
	Control y limpieza del estado físico	Semanal
	Control del sistema mecánico	Mensual
	Control del sistema neumático	Mensual
	Control del sistema eléctrico	Anual
Martillos de molienda	Limpieza superficial	Diario
	Inspección	Semanal
	Sustitución	Cada 36 meses
Poleas	Limpieza superficial	Diario
	Inspección	Mensual
	Sustitución	Cada 6 meses
Bandas	Limpieza superficial	Diario
	Inspección	Mensual
	Sustitución	Cada 36 meses
Motor	Inspección parcia	2000 horas
	Limpieza	Cada 6 meses
	Lubricación	Cada 3000 horas
	Inspección total	Anual
Chumacera	Limpieza superficial	Diario
	Inspección	Mensual
Rodamientos	Inspección y Limpieza	Cada 6 meses
	Lubricación	Cada 2693,58 horas
	Sustitución	Cada 10305,7 horas
Tamizador	Limpieza superficial	Diario
	Inspección	Semanal
	Sustitución	Cada 36 meses

Fuente. Autores

4.5.3. Procedimiento de las actividades de mantenimiento

Los procedimientos de las actividades de mantenimiento tienen la característica de ser ordenados y mediante los cuales se van a ejecutar las actividades concretadas en la tarjeta de mantenimiento, es decir, en esta se detalla la secuencia de las operaciones que el responsable del mantenimiento debe seguir. A demás incluye específicamente los materiales, herramientas, equipo de protección individual y costos necesarios para dar cumplimiento a cada una de las actividades establecidas en este trabajo.

Este documento estará disponible en el área de balanceado y será de gran utilidad para el operario y usuario encargada del mantenimiento, para que este pueda tener una clara idea de la manera en que se debe desarrollar las actividades de mantenimiento, aumentando así su eficacia y favoreciendo su realización.

4.5.3.1. Costo de actividades de mantenimiento

Este es un precepto, el cual consiste en calcular el costo total por realización de cada actividad y se registran en el documento de “*Procedimientos de actividades de mantenimiento*”.

Está conformado por la suma de todos los sub-costos, mismos que vienen determinados de acuerdo a varios factores considerados, tales como: herramientas, equipos de protección individual, materiales y mano de obra. Previo a ello se clasifican en categoría de costos variables y costos fijos.

4.5.3.1.1. Costo variable

Viene determinado por la mano de obra, debido a que el tiempo de ejecución varía respecto a cada una de las actividades de mantenimiento. Por lo que directamente al calcular el costo de mano de obra por cada actividad se determina el costo variable por actividad.

Se sabe que el salario mínimo para los profesionales técnicos es de 1200 dólares más beneficios de ley, incluido el 12,15% por aporte al seguro y sumado a ellos el décimo tercero y décimo cuarto, dando como resultado un total de 1477,05 dólares de costo mensual por mano de obra; según la ley de escalafón del Ecuador.

A demás se conoce que el área de balanceado únicamente requiere los servicios de un técnico encargado del mantenimiento, eventualmente y por corto plazo.

Entonces para cotizar el costo por mano de obra concerniente al tiempo que tomará realizar cada actividad de mantenimiento, se calculará mediante una relación entre el

salario del mismo y el tiempo estimado para cumplir dichas actividades, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Z = (1477,05 * T)/9600$$

Dónde:

Z = Costo de mano de obra por actividad

T = Tiempo de la actividad

La fórmula debe aplicarse a cada actividad para obtener un costo variable total por cada una de las actividades de mantenimiento.

En el documento *Procedimiento de actividades de mantenimiento*, encontramos dos procedimientos fundamentales, preventivo y sustitución.

En el procedimiento preventivo el costo por mano de obra va a ser menor mientras que en el procedimiento de sustitución de algún componente de la maquinaria, los costos variables van a ser más altos, puesto que el técnico de mantenimiento empleará mayor tiempo que el procedimiento anterior

Ahora bien, este costo difiere respecto a la presencia o ausencia de averías, a continuación, explicaremos estas dos probabilidades.

La primera es que en el desarrollo de alguna actividad se encuentren averías, lo cual indica que el técnico de mantenimiento debe concluir con la actividad sin requerir más tiempo.

La segunda es que en el desarrollo del mismo se encuentren averías, lo cual indica que el técnico de mantenimiento necesitará tiempo adicional para completar la actividad.

Sin embargo, en el documento de *Procedimiento de actividades de mantenimiento*, se establece el costo de mano de obra, que en sí representa al costo variable nominal por cada actividad, en condiciones normales.

4.5.3.1.2. Costos fijos

Se determinan por el valor de materiales, herramientas y equipos de protección personal, sea que los ocupen o no, debido a que siempre se hará la misma apreciación.

Entonces en primer lugar se realiza la cotización de los costos de todos los materiales recopilados en las actividades de mantenimiento en base al precio de mercado.

En la siguiente tabla se estima el costo total de cada material, que se utiliza en todas las actividades de mantenimiento, para todas las máquinas.

Tabla 19-4. Cotización de materiales, en el mercado

MATERIALES	Costo estimado USD	Cantidad	Costo total USD	Periodicidad
Solvente industrial DG - 20lt	\$25,00	1	\$25,00	6 meses
Desengrasante industrial - Grasa orgánica - 3lt	\$10,00	3	\$30,00	6 meses
Grasa Azul Litio DRK - 1 Libra - 470g	\$4,50	1	\$4,50	anualmente
Guaípe	\$1,00	3	\$3,00	semanalmente
Tamices DFZP-10398-001	\$60,00	3	\$180,00	36 meses
Banda de transmisión	\$40,00	6	\$240,00	6 meses
Poleas	\$5,00	6	\$30,00	36 meses
Rodamientos	\$5,00	9	\$45,00	10305,7 h
TOTAL			\$557,50	

Fuente. Autores

En segundo lugar, se establece una cotización del valor de cada una de las herramientas que se ponen a disposición del técnico de mantenimiento, estos valores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 20-4. Cotización de herramientas, en el mercado

HERRAMIENTAS	COSTO (USD)
Juego de llaves boca/corona INGCO	\$50,00
Juego de destornilladores STANLEY	\$20,00
Cepillo de cerdas metálicas	\$1,50
Martillo normal	\$7,00
Multímetro	\$15,00
Pistola de aire comprimido	\$5,00
Tensiómetro	\$40,00
Galgas de alineación	\$2,50
Regla metálica	\$5,00
Brocha	\$1,00
Pistola engrasadora	\$45,00
Envase para engrase	\$0,25
TOTAL	\$192,25

Fuente. Autores

En tercer lugar, de la misma manera se cotiza el costo por equipos de protección personal, ya que el técnico de mantenimiento está obligado a usarlos para lo cual se ha estimado la siguiente tabla que contiene la lista de los EPP y su costo estimado.

Tabla 21-4. Cotización de EPP, en el mercado

EPP	COSTO (USD)
Casco	\$5,50
Calzado antiestático punta de acero	\$27,00
Caja de mascarillas 3M	\$23,00
Gafas	\$3,50
Caja guantes quirúrgicos	\$10,00
Guantes de nitrilo	\$5,50
TOTAL	\$74,50

Fuente. Autores

Como se puede observar el costo total por materiales es igual a \$557,50; por herramientas es igual a \$192,25 y el costo de equipos de protección personal es igual a \$74,50; la suma de ellos determina el costo fijo total igual a \$824,25 dólares.

Debemos tener presente que la inversión que se realiza para la adquisición de herramientas, materiales y equipos de protección personal, depende del tiempo de vida útil de cada uno de ellos.

Por lo que, para la adquisición de herramientas se necesita solamente una inversión, ya que el tiempo de vida útil es indefinido.

En cuanto a la adquisición de equipos de protección personal, se invertirá anualmente, ya que se estima una duración de un año, según el catálogo del fabricante.

Mientras que la inversión para adquisición de materiales se basa en la periodicidad de la actividad y del tipo de procedimiento (preventivo o sustitución). Para ello se determina el costo de materiales anualmente para aquellos materiales que se utilizaran a lo largo del año, no obstante, los materiales que se necesitaran a largo plazo se los considerara dentro del costo por procedimiento de sustitución.

Finalmente se define como costo fijo total al resultado de la suma de todos los costos fijos establecidos y para definir el costo fijo por cada actividad se toma el valor total y se divide para las actividades de mantenimiento dispuestas en el documento de *Procedimiento de actividades de mantenimiento*; para cada máquina. Esta relación se la realiza con el fin de balancear el costo fijo respecto a cada actividad.

Una vez que se haya determinado el costo fijo para cada actividad de mantenimiento se le adiciona el valor del costo variable por actividad; y de esta manera se obtiene el costo

total. Este costo se registra en el documento de *Procedimientos de las actividades de mantenimiento*.

A continuación, se muestra el procedimiento de las actividades de mantenimiento correspondiente al molino de martillo. Mientras que los demás procedimientos se presentan en el Anexo D.

Tabla 22-4. Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos



	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CÓDIGO	FCP-AB- PA-MM1		
	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		Versión:	2018		
	PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		Página:	1 de 1		
DATOS GENERALES						
NOMBRE:	MOLINO DE MARTILLO		SERIE:	A16112M6		
CÓDIGO UCB:	15926		MODELO:	ITALY		
RESPONSA BLE:			MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE 304		
INFORMAC IÓN:	MANUALES		PLANOS		REPUESTOS	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	X			X	X	
ESTRUCTURA GENERAL DEL MOLINO						
HERRAMIENTAS: Juego de llaves para tuercas, Juego de destornilladores, Cepillo metálico, Pistola de aire comprimido, Multímetro, Martillo.						
MATERIALES: Tamices DFZP-10398-001, Solventes industrial DG, Desengrasante industrial-grasa orgánica						
EPP: Casco, Calzado antiestático punta de acero, Mascarilla, Gafas						

Tabla 22-4. (Continúa) Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos

PROCEDIMIENTO	PERIODICIDAD O FRECUENCIA:			
	Diario	Semanal	Mensual	Anual
Vaciar el separador de partículas pesadas y el imán del dosificador.	X			
Controlar vibraciones y ruidos anormales.	X			
Controlar el estado de los martillos y, si es necesario, invertirlos o sustituirlos.		X		
Invertir el sentido del motor		X		
Controlar el desgaste de tamices		X		
Sustituir los tamices			36	
Limpiar la superficie total de la máquina		X		
Controlar tolva de alimentación en cuanto a desgaste y daños			X	
Controlar el desgaste de chapas y placas de desgaste, así como las varillas soporte de martillos y, si es necesario, sustituirlos			X	
Controlar la junta de la chapaleta magnética			X	
Controlar la junta de la puerta corredera			X	
Controlar el desgaste y el alineamiento de la estrella de acoplamiento y, si es necesario, sustituirla.			X	
Comprobar el enclavamiento de la puerta de seguridad			X	
Comprobar si hay fugas en el sistema neumático			X	

Tabla 22-4. (Continúa) Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos

Comprobar si existen daños en las instalaciones eléctricas				X
Comprobar desgaste del rotor				X
COSTO POR PROCEDIMIENTO:	SUSTITUCIÓN (36 MESES)	PREVENTIVO		
COSTO VARIABLE (ANUAL):	\$2.317,12	\$2.307,89		
COSTO FIJO (ANUAL):	\$254,45	\$212,45		
SUB-COSTO TOTAL (ANUAL):	\$2.571,57	\$2.520,34		
OBSERVACIONES:				
<ul style="list-style-type: none"> • El mantenimiento general de la estructura incluye directamente el mantenimiento a las tamices, martillos de molienda y sistemas eléctricos • Cada acción realizada debe registrarse en la hoja de historial de averías 				
BANDAS DE TRANSMISIÓN				
HERRAMIENTAS: Juego de llaves para tuercas, Juego de destornilladores, Tensiómetro, Cepillo metálico, Pistola de aire comprimido.				
MATERIALES: Banda de transmisión (en caso de cambiar), Solventes industrial DG				
EPP: Casco, Calzado antiestático punta de acero, Mascarilla, Gafas				
PROCEDIMIENTO:				
Cambio de banda de transmisión		Preventivo		
. Desmontar <ul style="list-style-type: none"> • Retirar las guardas de protección • Retirar la banda de transmisión en estado de deterioro. • Se realiza las revisiones especificadas en los pasos del mantenimiento preventivo, si se 		1. Inspección de transmisión <ul style="list-style-type: none"> • Se enciende la máquina y se observa y escucha cualquier vibración o sonido anormal y luego se le apaga. Una óptima transmisión es silenciosa y suave. • Desmontar las guardas de protección. • Revisar si existe desgaste de los 		

Tabla 22-4. (Continúa) Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos

<p>encuentra averías se rechaza las bandas de transmisión y se prepara la colocación de unas nuevas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realiza la limpieza especificada en los pasos del mantenimiento preventivo. <p>3. Montar nuevas bandas de transmisión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montar la nueva banda de transmisión • Montar las guardas de protección y revisar que las guardas de protección estén bien ajustadas. <p>4. Reciclar la banda de transmisión deteriorada</p> <p>5. Registrar la actividad en la hoja de historial de averías</p>	<p>componentes de transmisión (poleas y bandas de transmisión)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar si existe una especie de lubricante en las bandas de transmisión. • Revisar otros factores de transmisión como el montaje del motor, rodamientos, ejes. • Revisar la tensión de la banda de transmisión, con el tensiómetro. <p>2. Limpieza</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se limpia las guardas de protección, de cualquier material acumulado. • Se limpia las guías de la polea. • Se limpia la banda de transmisión. • Montar las guardas de protección y revisar que las guardas de protección estén bien ajustadas. <p>3. Registrar la actividad en la hoja de historial de averías</p>	
<p>PERIODICIDAD O FRECUENCIA:</p> <p>La frecuencia del mantenimiento preventivo se efectúa una vez al mes, según especificaciones del fabricante.</p> <p>La frecuencia de un cambio de banda de transmisión se realiza cada seis meses, según especificaciones del fabricante.</p>		
<p>COSTO POR PROCEDIMIENTO:</p>	<p>SUSTITUCIÓN (6 MESES)</p>	<p>PREVENTIVO:</p>
<p>COSTO VARIABLE (ANUAL):</p>	<p>\$350,80</p>	<p>\$332,34</p>
<p>COSTO FIJO (ANUAL):</p>	<p>\$212,45</p>	<p>\$212,45</p>
<p>SUB-COSTO TOTAL (ANUAL):</p>	<p>\$563,25</p>	<p>\$544,79</p>

Tabla 22-4. (Continúa) Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos

OBSERVACIONES:	
<ul style="list-style-type: none"> • Junto al mantenimiento de bandas de transmisión se realiza el mantenimiento de los demás componentes de transmisión (poleas, motor, eje). • La tensión de deflexión que debe mantener la banda de transmisión es de 65 N a 95 N debido a que el diámetro de la polea inducida es de 14 in; en base al manual del fabricante. 	
POLEAS	
HERRAMIENTAS: Juego de llaves para tuercas, Juego de destornilladores, Galgas de alineación, Regla metálica, Tensiómetro, Cepillo metálico, Pistola de aire comprimido.	
MATERIALES: Poleas (en caso de cambiar), Solventes industrial DG	
EPP: Casco, Calzado antiestático punta de acero, Mascarilla, Gafas, Guantes quirúrgicos.	
PROCEDIMIENTO:	
Cambio de banda de poleas	Preventivo
<p>1. Desmontar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar las guardas de protección • Retirar la banda de transmisión • Desmontar las poleas defectuosas • Se realiza las revisiones especificadas en los pasos del mantenimiento preventivo, si se encuentra averías se rechaza las poleas y se prepara la colocación de unas nuevas. <p>3. Montar las nuevas poleas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montar las nuevas poleas • Realizar el alineamiento como se especifica en el mantenimiento preventivo. 	<p>1. Inspección de transmisión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desmontar las guardas de protección. • Desmontar las bandas de transmisión. • Revisar con una galga las paredes de los canales de la polea, si existe desgaste, grietas, o aceites. • Evaluar el estado de los canales. <p>2. Limpieza</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se limpia las paredes de las canales, de cualquier material acumulado, de óxido, o cualquier especie de lubricante. • Se hace la limpieza de los demás componentes de transmisión. <p>3. Alineamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alinear con una regla los ejes de las poleas.

Tabla 22-4. (Continúa) Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos

<ul style="list-style-type: none"> • Hacer la reinstalación como se especifica en el mantenimiento preventivo. <p>4. Reciclar las poleas deterioradas</p> <p>5. Registrar la actividad en la hoja de historial de averías</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que los ejes estén centrados y paralelos. • Verificar el ajuste por efecto de las chumaceras. <p>4. Reinstalación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montar las bandas de transmisión y verificar su tensión. • Montar las guardas de protección y revisar que las guardas de protección estén bien ajustadas. <p>5. Registrar la actividad en la hoja de historial de averías</p>	
<p>PERIODICIDAD O FRECUENCIA:</p> <p>La frecuencia del mantenimiento preventivo se efectúa una vez al mes, según especificaciones del fabricante.</p> <p>Según el fabricante se estima un cambio de poleas, cada 36 meses.</p>		
<p>PROCEDIMIENTO:</p>	<p>SUSTITUCIÓN (36 MESES)</p>	<p>PREVENTIVO:</p>
<p>COSTO VARIABLE (ANUAL):</p>	<p>\$350,80</p>	<p>\$332,34</p>
<p>COSTO FIJO (ANUAL):</p>	<p>\$254,45</p>	<p>\$212,45</p>
<p>SUB-COSTO TOTAL (ANUAL):</p>	<p>\$605,25</p>	<p>\$544,79</p>
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Junto al mantenimiento de las poleas se realiza el mantenimiento de los demás componentes de transmisión (bandas, motor, eje). 		
<p>MOTOR</p>		
<p>HERRAMIENTAS: Juego de llaves para tuercas, Juego de destornilladores, Escobillas o Brochas, Pistola de aire comprimido.</p>		

Tabla 22-4. (Continúa) Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos

<p>MATERIALES: Solventes industrial DG, Aceite (Chevron 5W - 30, Móbil 15 W - 30)</p>
<p>EPP: Casco, Calzado antiestático punta de acero, Mascarilla, Gafas, Guantes quirúrgicos.</p>
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <p>1. Inspección parcial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desmontar el motor • Revisar el dren de agua condensada • Limpiar la caja de conexión • Revisar el aislamiento de las bobinas
<p>2. Limpieza</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se limpia la tapa deflectora • Se limpia las aletas del ventilador y de la refrigeración • Se limpia los tubos intercambiadores de calor <p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El compartimiento de las escobas colectoras, usar aspiradora de polvo o trapos humedecidos con solventes adecuados. • Los restos impregnados de aceite o humedad pueden ser limpiados con trapos humedecidos con solventes adecuados. • Como el ambiente es agresivo, se recomienda utilizar protección para motores
<p>3. Inspección completa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpie las bobinas sucias con un pincel o escobilla. • Usar un trapo humedecido con alcohol o con solventes y remover grasa, aceite y otras suciedades que estén adheridos sobre las bobinas. • Secar con aire seco • Pasar aire comprimido por entre los canales de ventilación en el paquete de chapas del estator, rotor y soportes. • Drenar el agua condensada • Limpiar el interior de las cajas de conexión y de las anillas colectoras. • Medir la resistencia del aislamiento

Tabla 22-4. (Continúa) Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos

<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el conjunto escobas/porta-escobas • Limpiar completamente el intercambiador de calor 	
4. Lubricación <ul style="list-style-type: none"> • Lubricar el soporte con grasa cada cuatro meses • Lubricar los rodamientos según su respectivo proceso de mantenimiento • Lubricar el motor 	
5. Reinstalación <ul style="list-style-type: none"> • Montar el motor 	
6. Registrar la actividad en la hoja de historial de averías	
PERIODICIDAD O FRECUENCIA: La frecuencia de inspección parcial es cada 2000 horas, alrededor de los 3 meses. La frecuencia de limpieza cada 6 meses. La frecuencia de lubricación cada 3000 horas, alrededor de los 4 meses. La frecuencia de inspección completa cada año.	
COSTO VARIABLE (ANUAL):	\$172,32
COSTO FIJO (ANUAL):	\$212,45
SUB-COSTO TOTAL (ANUAL):	\$384,77
OBSERVACIONES: En vista que el motor está previsto con rodamientos de rodillos, siempre que vaya a ser transportado, observar que el eje debe ser debidamente trabado, a fin de evitar daños.	
RODAMIENTOS Y CHUMACERAS	
HERRAMIENTAS: Juego de llaves para tuercas, Juego de destornilladores, Pistola y envase para lubricación, Pistola de aire comprimido.	
MATERIALES: Rodamientos (en caso de cambiar), Solventes industrial DG, Grasa Azul Litio DRK	
EPP: Casco, Calzado antiestático punta de acero, Mascarilla, Gafas, Guantes quirúrgicos, Guantes de nitrilo de 7.5 micras	

Tabla 22-4. (Continúa) Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos

PROCEDIMIENTO:	
Cambio de rodamiento	Preventivo
<p>1. Desmontar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar la chumacera • Retirar el rodamiento defectuoso <p>2. Engrasar el nuevo rodamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se limpia las herramientas de lubricación (envases y pistolas) con disolvente y secarlos antes de usar. • Se limpia todas las zonas del rodamiento y de la chumacera, antes de inyectar grasa • Seleccionar la grasa que cumpla los mismos requisitos de la grasa original • Se engrasa en el orden de montaje del rodamiento: primero el aro interno, segundo los espacios de la jaula y los rodillos, tercero el aro externo y por último la chumacera. <p>3. Montar el nuevo rodamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montar el nuevo rodamiento y asegurar su ajuste • Montar la chumacera y verificar su anclaje <p>4. Reciclar el rodamiento defectuoso</p> <p>5. Registrar la actividad en la hoja de historial de averías</p>	<p>1. Engrasar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se limpia las herramientas de lubricación (envases y pistolas) con disolvente y secarlos antes de usar. • Se limpia los engrasadores del rodamiento y las zonas alrededor de la chumacera, antes de inyectar grasa • Seleccionar la grasa que cumpla los mismos requisitos de la grasa original • Se introduce grasa nueva en los engrasadores del rodamiento <p>2. Registrar la actividad en la hoja de historial de averías</p>
<p>PERIODICIDAD O FRECUENCIA: La frecuencia del cambio de rodamiento se efectúa cada 10305,7 horas de operación, según el catálogo SKF.</p> <p>La frecuencia del engrase se efectúa el montaje de un nuevo rodamiento y luego de ello cada 2693,58 horas de operación, según el cálculo de frecuencia.</p>	

Tabla 22-4. (Continúa) Procedimiento de las actividades de mantenimiento del molino de martillos

PROCEDIMIENTO:	SUSTITUCIÓN	PREVENTIVO:
COSTO VARIABLE (ANUAL):	\$144,63	\$138,47
COSTO FIJO (ANUAL):	\$254,45	\$212,45
SUB-COSTO TOTAL (ANUAL):	\$399,08	\$350,92
OBSERVACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> • Junto al mantenimiento de rodamientos se da mantenimiento a la chumacera. • La cantidad de grasa utilizada depende de la siguiente fórmula. $C_g = 0,005 * D * a$; siendo C_g= Cantidad de grasa, D=diámetro exterior del rodamiento, y a=ancho del rodamiento. • La frecuencia de engrase se calcula mediante la fórmula: $T = K[(14000000/(n\sqrt{d})) - 4d]$; siendo n=número de rpm, d=diámetro interior y K=constante por factores de corrección 		
PRECAUCIONES		
<ul style="list-style-type: none"> • Personal calificado, encargado del mantenimiento. • Siempre desconecte el equipo. • Revise la posición de los componentes, • Utilice EPP y ropa adecuada. • Mantenga libre el acceso al componente objeto de mantenimiento de la máquina. • Después del mantenimiento someta a una prueba el funcionamiento. 		

Fuente. Autores

4.6 Fichas de registro

4.6.1. Historial de averías

El área de balanceado de la estación experimental Tunshi, no cuenta con un documento que registre el historial de averías, y a su vez el presente trabajo se establece con la finalidad de evitar la existencia de averías en la máquina. No obstante, al proceder con las actividades de inspección, se determinarán la existencia o ausencia de averías, mismas que se registrarán en el documento “*Historial de revisiones y operaciones*”, por lo tanto, ya no es necesario diseñar el documento correspondiente al historial de averías.

4.6.2. Hoja de lubricación

La hoja de lubricación detalla los lubricantes o un equivalente directo a ellos, que van a requerir cada máquina, además se especifica la cantidad y frecuencia con la que se va a realizar la actividad de lubricado con el fin de cumplir con la normativa que haya especificado el fabricante. A continuación, se muestra la hoja de lubricación correspondiente al molino de martillo, mientras que las demás hojas correspondientes a las otras máquinas se presentan en el Anexo E.

Tabla 23-4. Hoja de lubricación del molino de martillos



		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CÓDIGO		FCP-AB-HL-MM1			
		FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		Versión:		2018			
		HOJA DE LUBRICACIÓN		Página:		1 de 1			
DATOS GENERALES									
NOMBRE:		MOLINO DE MARTILLO		SERIE:		A16112M6			
CÓDIGO UCB:		15926		MODELO:		ITALY			
RESPONSABLE:				MARCA:		ESPOCH			
		MANUALES		PLANOS		REPUESTOS			
INFORMACIÓN:		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
		X			X	X			
  									
LUBRICANTE		EQUIVALENTE		LOCALIZACIÓN		CANTIDAD		FRECUENCIA	
Grasa Azul Litio DRK		Grasa Azul de litio		Rodamientos		2,4 gr		2693,58 horas	
Aceite (Chevron 5W - 30, Móvil 15 W - 30)		Aceite para motores GULF		Motor		1 lt		3000,00 horas	

Fuente. Autores

4.6.3. Orden de trabajo

Emitir una orden de trabajo es absolutamente necesario para permitir la ejecución de una actividad en conformidad con los procedimientos de mantenimiento, por tanto, se diseña un formato en blanco sobre este documento, el cual debe ser llenado por el responsable de mantenimiento y por consiguiente debe ser aprobada por las autoridades inmediatas superiores.

Tabla 24-4. Orden de trabajo



	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CÓDIGO	FCP-AB-OT-MM1		
	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		Versión:	2018		
	ORDEN DE TRABAJO		Página:	1 de 1		
DATOS GENERALES						
NOMBRE:	MOLINO DE MARTILLO		SERIE:	A16112M6		
CÓDIGO UCB:	15926		MODELO:	ITALY		
RESPONSABLE:			MARCA:	ESPOCH		
INFORMACIÓN:	MANUALES		PLANOS		REPUESTOS	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	X			X	X	
PRIORIDAD	NORMAL		IMPORTANTE		URGENTE	
	SOLICITA			EJECUTA		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD						
DATOS ADICIONALES						
MATERIALES	CANT	REPUESTOS	CANT	HERRAMIENTAS	CANT	
PERSONAL REQUERIDO						
Eléctrico:		Electrónico:		Mecánico:		Otro
MEDIDAS DE SEGURIDAD				OBSERVACIONES		
EMITE		APRUEBA			CIERRA	
Nombre:		Nombre:		Nombre:		
Fecha:		Fecha:		Fecha:		
Técnico de mantenimiento		Jefe de mantenimiento			Decano de la facultad	

Fuente. Autores

4.6.4. Solicitud de materiales y herramientas

Este documento va adjunto a la orden de trabajo, está dirigida al responsable de bodega al cual se le solicita los materiales y herramientas que requiere para dar cumplimiento a sus actividades pertinentes. A continuación, se muestra el formato de esta solicitud.

Tabla 26-4. Solicitud de servicios externos

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CÓDIGO	FCP-AB-SS	
	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		Versión:	2018	
	SOLICITUD DE SERVICIOS EXTERNOS		Página:	1 de 1	
DATOS GENERALES					
NOMBRE DE LA MÁQUINA		CÓDIGO:			
SOLICITUD No.		FECHA DE SOLICITUD:			
NOMBRE DE SOLICITANTE:		EMPRESA:			
COSTO DE PROFORMA:		CADUCIDAD DE PROFORMA:			
PRIORIDAD	NORMAL	IMPORTANTE	URGENTE		
Fecha de inicio:			Fecha de entrega:		
SERVICIO SOLICITADO					
PARTE PRINCIPAL		SERVICIO		DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	
OBSERVACIONES GENERALES:					
SOLICITA			APRUEBA		
Nombre:				Nombre:	
Firma:				Firma:	
Técnico de Mantenimiento			Responsable de bodega		

Fuente. Autores

4.6.6. Hoja de inspección

Este documento se empleará cuando se efectúen actividades de inspección, en el presente se describe los aspectos a evaluar respecto a posibles averías que puedan suscitarse en las máquinas. A continuación, se muestra el formato de este documento, respecto al molino de martillos, mientras que los demás se muestran en el Anexo F.

Tabla 27-4. Hoja de inspección, del molino de martillo

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CÓDIGO	FCP-AB-HI-MM1	
	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		Versión:	2018	
	HOJA DE INSPECCIÓN		Página:	1 de 1	
DATOS GENERALES					
NOMBRE:	MOLINO DE MARTILLO		SERIE:	A16112M6	
CÓDIGO UCB:	15926		MODELO:	ITALY	
RESPONSABLE:			MARCA:	ESPOCH	
LISTA DE INSPECCIONES GENERALES DEL MOLINO					
Actividades		SI	NO	OBSERVACIONES	
Control de vibraciones y ruidos anormales					
Control de estado de los martillos					
Control del desgaste de tamices					
Control de limpieza de la superficie total de la máquina					
Control de tolva de alimentación en cuanto a desgaste y daños					
Control del desgaste de chapas, placas, varilla soporte de martillos					
Control de la junta de la chapaleta magnética					
Control de la junta de la puerta corredera					
Control del desgaste y el alineamiento de la estrella de acoplamiento					
Revisión y ajuste del enclavamiento de la puerta de seguridad					
Verificación de fugas en el sistema neumático					
Verificación de daños en las instalaciones eléctricas					
Control del desgaste del rotor					
Revisión del desgaste de los componentes de transmisión (poleas, bandas de transmisión, motor, rodamientos, eje).					
Revisión de los componentes de transmisión respecto a existencia de alguna una especie de lubricante.					
Revisión del montaje de los componentes de transmisión.					
Control de limpieza de las guardas de protección.					
Control de limpieza de los componentes de transmisión.					
OBSERVACIONES GENERALES:					
EJECUTOR			RESPONSABLE DE ÁREA DE BALANCEADO		
Nombre:			Nombre:		
Firma:			Firma:		
Técnico de Mantenimiento			Responsable		

Fuente. Autores



4.7 Historial de revisiones y reparaciones

Conservar un historial de revisiones y reparaciones es muy importante porque contribuye al control del mantenimiento adecuado en el área de balanceado.

Anteriormente se menciona que el único registro sobre historial de actividades que dispone el área de balanceado para controlar el mantenimiento realizado a cada máquina, es una ficha de control de intervenciones realizadas, por tal motivo se diseña el presente documento capaz de reunir mayor información y de ajustarse al formato del presente trabajo, el cual entra en vigencia una vez que se haya entregado y aprobado el presente trabajo.

A continuación, se muestra un modelo sobre el historial de revisiones, en este caso realizado para el molino de martillo.

Tabla 28-4. Historial de revisiones

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CÓDIGO	FCP-AB-HR-MM1		
	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		Versión:	2018		
	HISTORIAL DE REVISIONES		Página:	1 de 1		
DATOS GENERALES						
NOMBRE:	MOLINO DE MARTILLO		SERIE:	A16112M6		
CÓDIGO UCB:	15926		MODELO:	ITALY		
RESPONSABLE:	ESPOCH		MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE 304		
INFORMACIÓN:	MANUALES		PLANOS		REPUESTOS	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	X			X	X	
Fecha de revisión	Descripción		Tipo de reparación	Fecha de reparación	Observaciones	

Fuente. Autores

4.8 Impacto ambiental

El presente trabajo tiene la finalidad de ser un aporte favorable en cuanto a la reducción del impacto ambiental, por lo que se definen ciertos criterios ambientales y establecen acciones para prevenir o corregir impactos.

Las actividades de mantenimiento realizadas, en el área de balanceado de la estación experimental Tunshi pertenecientes a la facultad de ciencias pecuarias de la ESPOCH, son fuentes generadoras de residuos y desechos que pueden causar un impacto ambiental, tomando en cuenta la relación que existe entre las condiciones en las que se realizan las actividades de mantenimiento y los factores que propician la presencia de impactos ambientales.

Por tal motivo en el presente trabajo se establecen medidas ambientales necesarias para restablecer dichas condiciones a fin de armonizar las actividades de mantenimiento con la necesidad de preservar el ambiente, para ello utilizamos como principal herramienta la aplicación de modelación ambiental propuesta (ver anexo I).

4.8.1. Factores causales de impacto ambiental

Entre los principales factores causales por actividades de mantenimiento tenemos:

4.8.1.1. Error humano: comprende violaciones al proceso de eliminación de desechos y residuos, ya sea por indisciplina o por desconocimiento, también se debe a la carencia de medios y recursos necesarios para cumplir implacablemente con lo establecido.

4.8.1.2. Ausencia de mantenimiento: cuando se trata de la poca importancia que le dan al mantenimiento de los elementos de máquinas o de instalaciones, por parte de los operarios, técnicos de mantenimiento, inclusive la parte directiva, se generan desechos industriales que agravan la situación ambiental.

4.8.2. Acciones para prevenir o corregir impactos ambientales

Ahora bien, el mantenimiento desde el punto de vista ambiental, consiste en contribuir una gestión del mantenimiento sin ocasionar impactos negativos al ambiente que puedan derivar en accidentes catastróficos como, por ejemplo: incendios, explosiones, emisión de gases tóxicos, etc., producto de los residuos o desechos de materiales utilizados en el proceso de mantenimiento o por elementos y componentes de máquinas deteriorados.

Para ello se establecen las siguientes acciones dirigidas al procedimiento de las actividades de mantenimiento, para prevenir y/o corregir impactos ambientales.

- Identificar actividades de mantenimiento que representen un riesgo de impacto ambiental, y que puedan ser mejoradas o sustituidas por tecnologías limpias.
- Realizar el mantenimiento de componentes de la maquinaria como, por ejemplo: motor, rodamientos, entre otros, separándolos en un lugar aislado del área de balanceado, en el cual podamos retener los fluidos utilizados durante el mantenimiento, para evitar derrames.
- Previo a realizar las actividades de lubricación o limpieza general de la maquinaria, se debe colocar plástico debajo de la máquina para prevenir la contaminación de suelo por efecto de derrames.
- Emplear materiales absorbentes para la limpieza de derrames de fluidos para posteriormente tratarlos como residuos peligrosos, quedando totalmente prohibido utilizar agua para la limpieza.
- Solicitar la gestión del procesamiento de residuos provenientes de lubricantes, trapos manchados o entre otros materiales; así como el procesamiento de residuos peligrosos

manteniéndolos en contenedores etiquetados hasta el momento de su recogida por parte del gestor autorizado.

- Identificar residuos peligrosos y materiales que representen un riesgo de impacto ambiental; y a su vez que pueden ser reciclados, a fin de reducir desechos.
- Delimitar un área, dentro de la estación experimental Tunshi, designada para almacenamiento temporal de residuos indicando lugar y tipo de almacenamiento y control, donde se pueda ubicar los contenedores de residuos peligrosos. El área debe estar ventilada, custodiada y protegida del sol y la lluvia, separados de focos de calor.
- Identificar materiales más ecológicos o cuyo nivel de contaminación sea menor, que puedan sustituir a los materiales que actualmente se utilizan y presentan riesgo de impacto ambiental.
- Concientizar a los operarios, técnicos de mantenimiento y directivos sobre los procedimientos que generan impacto y como evitarlo, mediante el plan de manejo ambiental. (ver anexo J).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La evaluación del estado técnico de la maquinaria existentes en el área de balanceado, da como resultado un estado técnico actual “Regular”, por lo que el plan de fiabilidad elaborado para el área de balanceado de la estación experimental Tunshi de la facultad de ciencias pecuarias de la ESPOCH, representa un aporte significativo para garantizar el estado técnico “Óptimo”, manteniendo su máxima disponibilidad, confiabilidad y tiempo de vida útil. Además, garantiza la producción continua del balanceado, solucionando así las pérdidas económicas.

Se elaboró toda la documentación pertinente al plan de fiabilidad según la norma ISO 9001-038, detallando los procedimientos adecuados y sus debidas precauciones, lo cual trasciende en el desarrollo eficaz y seguro de las actividades de mantenimiento.

Adicionalmente se definen criterios de impacto ambiental y se especifican acciones dirigidas al procedimiento de las actividades de mantenimiento, para prevenir y/o corregir impactos ambientales, lo que hacen posible una correcta planificación del mantenimiento asociada a la reducción del impacto ambiental.

5.2 Recomendaciones

Aplicar procedimientos de orden, aseo y limpieza en el área de balanceado de la estación experimental Tunshi de la facultad de ciencias pecuarias de la ESPOCH, puesto que influyen directamente en el cumplimiento de las labores de mantenimiento.

Delimitar un espacio apropiado para almacenamiento de materia prima, materiales, herramientas, y equipo de protección personal, requerido durante el desarrollo de las actividades de mantenimiento.

Asignar un técnico de mantenimiento capacitado en el manejo del plan de fiabilidad establecido, y que sea él, el responsable de dar seguimiento a la ejecución y registro de las actividades de mantenimiento, sean estas semanales, mensuales, y anuales.P

BIBLIOGRAFÍA

AEC. *Guía de Recomendaciones para la Elaboración de Planes de Fiabilidad y Mantenibilidad.* España : Asociación Española para la Calidad, 2009, pp. 3-89.

GALVÁN, B., SOSA, A., CARRIÓN, A., & MARTÍNEZ, N. (2014). *Fiabilidad.* Valencia-España : 2014, pp 7-48.

GUANANGA, Bryan. *Elaboración e implementación de procedimientos de mantenimiento programado para la maquinaria del taller de cad - cam de la facultad de mecánica de la epoch.* [en línea]. Riobamba- Ecuador : s.n., 2017. [Consulta: 17 agosto 2018]. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/6381>

MANN, Hans. *El alimento balanceado: De fabricación en planta de alimentos al consumo en granjas.* [En línea]. Guatemala : DESARROLLO Y NUTRICION ANIMAL S.A., 01 de 11 de 2010. [Consulta: 13 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/fabricacion-de-alimento-balanceado-t28616.htm>

MORA, Luis Alberto. *Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control.* Mexico : Alfaomega Grupo Editor, 2014, pp 96-194.

OLIVES, Ramón. *Mantenimiento Preventivo.* Barcelona-España : General de Catalunya, 2012, pp 3-10.

RENOVETEC. *Elaboración de planes de mantenimiento.* [En línea]. España : Renovetec, 15 de 04 de 2016. [Consulta: 13 de julio de 2018]. Disponible en: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>.

MORROW, L.C. *Manual de Mantenimiento Industrial.* México : Continental, 1982, pp. 72-98.

