



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

TEMA:

“DISEÑO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA MASTERCUBOX S. A”

AUTOR: EARVIN GERARDO GUAMBI LLAMATUMBI

DIRECTOR: ING. YAKCLEEM MONTERO SANTOS, MSC.

IBARRA – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente Trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:		172681217-3	
APELLIDOS Y NOMBRES:		Earvin Gerardo Guambi Llamatumbi	
DIRECCIÓN:		Quito	
EMAIL:		egguambil@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	024-509-751	TELÉFONO MÓVIL:	+593 99 859 2157
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“DISEÑO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA MASTERCUBOX S. A”		
AUTOR(ES):	Earvin Gerardo Guambi Llamatumbi		
FECHA: DD/MM/AA	29/03/2021		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniero Industrial		
ASESOR/DIRECTOR:	Ing. Yakcleem Montero Santos, MSc.		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos del autor de tercero, por lo tanto, la obra es original, y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 5 días del mes de abril de 2021

EL AUTOR

Earvin Gerardo Guambi Llamatumbi

172681217-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICADO DEL TUTOR

Ingeniero Yackleem Montero Santos, MSc, Director de Trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante **GUAMBI LLAMATUMBI EARVIN GERARDO**

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado “DISEÑO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA MASTERCUBOX S. A” ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante Guambi Llamatumbi Earvin Gerardo, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 29 de marzo de 2021

YAKCLEEM
MONTERO
SANTOS
Firmado digitalmente
por YAKCLEEM
MONTERO SANTOS
Fecha: 2021.03.29
11:16:49 -05'00'

Ing. Yackleem Montero Santos, MSc.

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DEDICATORIA

Mi trabajo de titulación se la dedico:

A Dios, por darme brindarme una gran familia que ha sabido apoyarme incondicionalmente a pesar de las adversidades y que con gran esfuerzo hemos salido adelante.

A mi madre Yolanda Llamatumbi, por ser uno de los pilares de apoyo y fortaleza más importantes de mi vida, quien ha sabido comprenderme y guiarme por el sendero del bien, sin ella y sus grandes sacrificios no podría haber alcanzado el lugar donde hoy me encuentro, y siempre me ha brindado su entera dedicación y amor incondicional y sé que con su bendición poder llegar muy lejos.

A mi padre Segundo Guambi, por no abandonarme cuando otros lo habrían hecho sin dudarlo, por ser uno de los pilares de apoyo y fortaleza más importantes de mi vida, gracias a su entendimiento y sus buenos consejos puedo decir que soy una persona de bien, el junto a mi madre hicieron hasta lo incansable para que yo culmine mis estudios en su totalidad.

A mi esposa Nicole Fierro y a mi hijo Emilio Guambi, quienes son mis dos más grandes razones para luchar, por quienes vivir y no decaer, no bajar los brazos a pesar de las adversidades, son mis más grandes y fuertes pilares de apoyo, mi esposa por su tiempo, dedicación y cuidado brindado, mi hijo por la oportunidad de ser mejor cada día a ser un ejemplo para él, y a soñar con verlo conseguir muchos más éxitos que yo.

A mis hermanos Mauricio y Paulina Guambi y sus familias, a quienes les debo mucho, por el apoyo y el cariño brindado, que siempre han sido un ejemplo de superación y de esfuerzo constante y que a pesar de las circunstancias siempre he podido y podré contar con ellos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco:

A la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y especialmente a la Carrera de Ingeniería Industrial, por permitirme alcanzar un logro profesional.

A los docentes, todos y cada uno de ellos, que en el transcurso de mi instrucción profesional supieron transmitirme sus conocimientos y su curiosidad por el saber.

Al Ing. Yackleem Montero Santos, MSc. Por ser mi director de trabajo de grado es mi guía profesional, además de ser un gran profesional es un gran ser humano, justo y exigente, quien me guio en la realización y culminación de mi tesis con gran destreza para obtener los mejores resultados.

A la Familia Haro Siza. Por el apoyo brindado no solo en el transcurso de mis estudios superiores, sino más bien por el transcurso de toda mi vida, ya que en ellos veo un gran ejemplo a seguir, sobrepasando cualquier lazo de sangre siempre los he considerado mi familia.

A la Familia Azaña Llamatumbi. Por el cariño y el apoyo brindado ya que sus ánimos y palabras de aliento me an inspirado para seguir avanzando en el transcurso de mis estudios.

A la empresa Mastercubox S. A. Por permitirme desarrollar mi Trabajo de Grado en sus instalaciones, un agradecimiento especial al Sr. Miguel Iturralde y a sus Ingenieros Técnicos encargados por abrirme las puertas de su empresa y en general a todo el personal porque siempre me hicieron sentir bienvenido.

A mis amigos y más allegados. Pamela, Karla, Oscar, Bryan, Kevin. Por ser unas personas de calidad y dignas de llamarlos mis amigos.

ÍNDICE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	I
CONSTANCIA	II
CERTIFICADO DEL TUTOR.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE ANEXOS	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
CAPÍTULO I. GENERALIDADES	1
1.1. Problema	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivo	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Alcance	3
1.5. Metodología.....	3
1.5.1. Tipo de Investigación	3
1.5.2. Método de Investigación.....	4
1.5.3. Técnicas de Investigación.....	5
1.5.4. Instrumentos de Investigación	5
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1. Lean Manufacturing.....	7
2.2. Desperdicios o mudas	8
2.3. Ciclo de Mejora Continua “PHVA”	9
2.4. Metodología 5’S	10
2.4.1. Tarjeta Roja	12
2.4.2. Controles visuales	12
2.5. Gestión del Mantenimiento.....	13

2.6.	Mantenimiento	14
2.6.1.	Tipos de Mantenimiento	15
2.6.2.	Modelos de Mantenimiento	17
2.7.	Fallas	19
2.7.1.	Tipos de Fallas	20
2.8.	Análisis de Criticidad	20
2.8.1.	Equipos Críticos.....	21
2.8.2.	Equipos Importantes	21
2.8.3.	Equipos Prescindibles	21
2.9.	Mantenimiento Productivo Total “TPM”	24
2.9.1.	Objetivos del Mantenimiento Productivo Total “TPM”	25
2.9.2.	Beneficios	25
2.9.3.	Política del Mantenimiento Productivo Total “TPM”	27
2.9.4.	Pilares del Mantenimiento Productivo Total “TPM”	27
2.10.	Análisis de modo y efecto de falla “AMEF”	33
2.11.	Indicadores de Mantenimiento	36
2.11.4.	Eficiencia Global de Equipos Productivos “OEE”	38
2.12.	Marco Legal.....	40
2.12.1.	Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo	40
2.12.2.	Organización Internacional de Estandarización “ISO-9001-2015”	40
CAPÍTULO III. ANÁLISIS SITUACIONAL		42
3.1.	Antecedentes Empresariales	42
3.1.1.	Descripción Empresarial.....	42
3.1.2.	Localización.....	43
3.1.3.	Misión	44
3.1.4.	Visión.....	44
3.1.5.	Valores	44
3.2.	Análisis de la Situación Actual.....	45
3.2.1.	Responsabilidad Social Corporativa.....	45
3.2.2.	Capacidad Estratégica.....	45
3.2.3.	Criterios de Excelencia	46
3.2.4.	Políticas.....	47

3.2.5. Organigrama	48
3.2.6. Jornada Laboral	49
3.2.7. Maquinaria	49
3.2.8. Layout	51
3.2.9. Productos	51
3.2.10. Proceso Productivo.	56
3.3. Análisis de Gestión de Mantenimiento.....	62
3.3.1. Análisis de Disponibilidad de Equipos 2020.....	62
3.3.2. Análisis de Productividad, Eficiencia y Calidad	64
3.3.3. Análisis de Criticidad	66
3.3.4. Aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)	69
3.3.5. Cálculo Inicial de Eficiencia Global de los Equipos Operativos “OEE”	70
CAPÍTULO IV. DISEÑO DE LA PROPUESTA.....	73
4.1. Metodología 5’S	73
4.1.1. Clasificar (SEIRI)	76
4.1.2. Organizar (SEITON)	77
4.1.3. Limpiar (SEISO).....	78
4.1.4. Mantener o estandarizar (SEIKETSU)	79
4.1.5. Disciplina (SHITSUKE).....	80
4.2. Gestión del Mantenimiento basado en Mantenimiento Productivo Total (TPM)	80
4.2.1. Pilar N°1: Mejoras Enfocadas	81
4.2.2. Pilar N°2: Mantenimiento Autónomo.....	82
4.2.3. Pilar N°3: Mantenimiento Planificado.....	83
4.2.4. Pilar N°4: Mantenimiento de Calidad.....	83
4.2.5. Pilar N°5: Prevención de Mantenimiento	83
4.2.6. Pilar N°6: Mantenimiento Áreas Soporte	85
4.2.7. Pilar N°7: Polivalencias y Desarrollo de Habilidades	85
4.2.8. Pilar N°8: Seguridad y Entorno	86
4.3. Análisis de resultados	86
4.3.1. Análisis de criticidad	86
4.3.2. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF).....	89
4.3.3. Cálculo de Eficiencia Global de los Equipos Operativos (OEE)	92
CONCLUSIONES.....	94

RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXOS	100

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Responsabilidad Social Corporativa.....	100
Anexo 2. Capacidad Estratégica.....	102
Anexo 3. Criterios Para Excelencia En El Desempeño.....	103
Anexo 4. Diagrama De Recorrido Planta De Producción.....	105
Anexo 5. Análisis De Modo Y Efectos De Fallas Inicial.....	106
Anexo 6. Cronograma 5'S.....	123
Anexo 7. Formato De Registro De Anomalías.....	124
Anexo 8. División De Planta De Producción.....	125
Anexo 9. Check-List Evaluación 3'S.....	126
Anexo 10. Cronograma De Implementación TPM.....	127
Anexo 11. Fichas De Indicadores.....	128
Anexo 12. Fichas Técnicas De Equipos.....	135
Anexo 13. Formato De Chequeo De Equipos.....	150
Anexo 14. Formato De Orden De Mantenimiento.....	151
Anexo 15. Cronograma De Mantenimiento Preventivo.....	152
Anexo 16. Formato De Registro De Mantenimiento.....	154
Anexo 17. Formato De Registro De Averías.....	155
Anexo 18. Formato De Registro De Operación.....	156
Anexo 19. Plan Y Registro De Capacitaciones.....	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Modelos De Mantenimiento	18
Tabla 2: Tipos De Fallas.....	20
Tabla 3: Análisis De Criticidad	21
Tabla 4: Factor De Frecuencia (FF)	22
Tabla 5: Factores De Consecuencias	23
Tabla 6: Valores De Análisis De Criticidad	24
Tabla 7: Formato De Análisis De Criticidad	24
Tabla 8: Severidad	34
Tabla 9: Ocurrencia	35
Tabla 10: Detección.....	36
Tabla 11: Nivel De Prioridad De Acuerdo Al NPR	36
Tabla 12: Clasificación Por Eficiencia Global De Equipos Operativos	39
Tabla 13: Localización	43
Tabla 14: Listado Equipos De La Planta De Producción	50
Tabla 15: Listado Equipos Del Área Agrícola	50
Tabla 16: Cualidades Y Beneficios De Cubos De Alfalfa:	52
Tabla 17: Cualidades Y Beneficios De Cubos De Alfavena.....	54
Tabla 18: Cualidades Y Beneficios De Harina De Alfalfa.....	55
Tabla 19: Preparación De Suelo	57
Tabla 20: Siembra.....	57
Tabla 21: Riego	57
Tabla 22: Fertilización.....	58
Tabla 23: Fumigación.....	58
Tabla 24: Cosecha	58
Tabla 25: Recepción De Materia Prima	60
Tabla 26. Alimentado De Materia Prima Húmeda	60
Tabla 27: Secado De Materia Prima.....	61
Tabla 28: Línea De Cubos	61
Tabla 29: Línea De Harina De Alfalfa	62
Tabla 30: Análisis De Disponibilidad De Los Equipos De La Planta De Producción	63
Tabla 31: Análisis De Disponibilidad De Equipos Del Área Agrícola	64
Tabla 32: Productividad, Eficiencia Y Calidad De La Planta De Producción	65

Tabla 33: Productividad, Eficiencia Y Calidad Del Área Agrícola	65
Tabla 34: Análisis De Criticidad De Equipos De Planta De Producción	67
Tabla 35: Análisis De Criticidad De Equipos De Área Agrícola	68
Tabla 36: Resumen Amef De Planta De Producción	69
Tabla 37: Resumen Amef Del Área Agrícola	70
Tabla 38: Asignación De Limpieza	79
Tabla 39: Matriz De Priorización De Adquisición De Nuevo Equipo	84
Tabla 40: Ponderación Para Matriz De Priorización De Adquisición De Nuevo Equipo	84
Tabla 41: Formato De Registro De Capacitaciones	86
Tabla 42: Análisis De Criticidad Propuesto De Planta De Producción.....	87
Tabla 43: Análisis De Criticidad Propuesto Del Área Agrícola.....	88
Tabla 44: Análisis De Modo Y Efecto De Falla Propuesto De Cubeteadora.....	89
Tabla 45: Análisis De Modo Y Efecto De Falla De Bomba Hidráulica N°1	90
Tabla 46: Análisis De Modo Y Efecto De Falla De Camión	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Casa Lean Manufacturing	8
Figura 2: Los 7 Grandes Desperdicios	9
Figura 3: Ciclo PHVA	10
Figura 4: Metodología 5'S	11
Figura 5: Modelo De Tarjetas Rojas.....	12
Figura 6: Controles Visuales	13
Figura 7: Tendencias De La Gestión Del Mantenimiento.....	15
Figura 8: Objetivos Del Mantenimiento Productivo Total.....	25
Figura 9: Política Tpm Básica	27
Figura 10: Mejora Enfocada.....	28
Figura 11: Mantenimiento Autónomo	29
Figura 12: Mantenimiento Programado.....	29
Figura 13: Mantenimiento De Calidad	30
Figura 14: Polivalencia Y Desarrollo De Actividades	31
Figura 15: Seguridad Y Entorno.....	32
Figura 16: Pilares Del Mantenimiento Productivo Total.....	33
Figura 17: Eficiencia Global De Equipos Operativos OEE	38
Figura 18: Infraestructura	41
Figura 19: Clasificación Aplicada De Actividades Económicas CIIU.....	43
Figura 20: Estratificación De Tamaño De Empresa.....	43
Figura 21: Ubicación	44
Figura 22: Resultados De Responsabilidad Social	45
Figura 23: Resultados De Capacidad Estratégica.....	46
Figura 24: Resultados De Criterios De Excelencia	47
Figura 25: Organigrama De Mastercubox S. A.....	49
Figura 26: Layout De La Empresa Mastercubox S. A.	51
Figura 27: Cubos De Alfalfa	52
Figura 28: Cubos De Alfavena	53
Figura 29: Harina De Alfalfa.....	55
Figura 30: Tablero De Control	59
Figura 31: OEE Inicial De La Planta De Producción.....	71
Figura 32: OEE Inicial Del Área Agrícola	72

Figura 33: Implantación 5'S.....	73
Figura 34: Acumulación De Elementos Innecesarios Y Desperdicios.....	76
Figura 35: Tarjeta Roja.....	77
Figura 36: Tablero De Llaves De Apriete	78
Figura 37: Gestión De Mantenimiento	81
Figura 38: OEE Propuesto De La Planta De Producción	92
Figura 39: OEE Propuesto Del Área Agrícola	93

RESUMEN

La presente investigación se desarrolla en la empresa Mastercubox S. A., la cual se dedica a la producción y venta de alimento para animales a base de alfalfa, haciéndola pionera en este modelo de negocio dentro del país. Mediante un análisis preliminar se logró identificar una grave falencia en la gestión del mantenimiento, lo que provoca un bajo rendimiento de la empresa por lo que existen retrasos en pedidos o plazos de entrega extensos.

Este trabajo está encaminado a la fomentación y mantenibilidad de un control de la gestión del mantenimiento de la empresa Mastercubox S. A., dentro de la planta de producción y área agrícola, basándose en la metodología de Mantenimiento Productivo Total y cimentada con la metodología de las 5'S. Siendo ambas, parte del conjunto de las metodologías de Lean Manufacturing.

Con la finalidad de dar solución a la problemática existente con la gestión del mantenimiento, se realiza un levantamiento de información de tipo bibliográfica para fundamentar la investigación, y posteriormente un análisis situacional con criterios de excelencia, responsabilidad social corporativa, capacidad estratégica, análisis de criticidad, análisis de modo y efecto de fallo, disponibilidad, fiabilidad, calidad de los equipos, con la finalidad de establecer una eficacia global de los equipos operativos inicial.

La propuesta de mejora está basada en la metodología de Mantenimiento Productivo Total con cimentación 5'S, la cual busca mejorar el rendimiento en la planta de producción y área agrícola de la empresa Mastercubox S. A. mejorando la vida útil de sus diferentes equipos, así como aumentando la eficiencia global de los equipos operativos dentro de la planta de producción con un 29,66% de mejora y en el área agrícola con respecto a la siembra se reduce los paros o interrupciones imprevistos y dentro de cosecha se logra un incremento de un 7%.

ABSTRACT

This research is developed in the company Mastercubox S. A., which is dedicated to the production and sale of alfalfa-based animal feed, making it a pioneer in this business model in the country. Through a preliminary analysis it was possible to identify a serious shortcoming in the maintenance management, which causes a low performance of the company so there are delays in orders or long delivery times.

This work is aimed at the promotion and maintainability of a maintenance management control of the company Mastercubox S. A., within the production plant and agricultural area, based on the Total Productive Maintenance methodology and cemented with the 5'S methodology. Being both, part of the set of Lean Manufacturing methodologies.

In order to provide a solution to the existing maintenance management problems, a documentary type information gathering is carried out to support the research, and then a situational analysis with criteria of excellence, corporate social responsibility, strategic capacity, criticality analysis, failure mode and effect analysis, availability, reliability, quality of the equipment, in order to establish a global effectiveness of the initial operating equipment.

The improvement proposal is based on the methodology of Total Productive Maintenance with 5'S foundation which seeks to improve the performance in the production plant and agricultural area of the company Mastercubox S. A. improving the useful life of its different equipment, as well as increasing the overall efficiency of the operating equipment within the production plant with a 29.66% improvement and in the agricultural area with respect to planting, reducing unplanned stoppages or interruptions and within the harvest an increase of 7% is achieved.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1. Problema

Mastercubox S. A. es una empresa imbabureña que cuenta con casi 10 años de experiencia en la producción y comercialización de alimento para animales a base de alfalfa, con sus principales formatos, cubos y harina de alfalfa, comercializados en las principales ciudades del Ecuador brindando un producto de calidad.

Cuenta con dos áreas, la Agrícola y la de Producción. En esta última existen 2 líneas de producción, la de cubos y la de harina de alfalfa, pero ambas pasan por el área de secado, dentro de la primera se divide en sembrado y cosecha. Ambas áreas son propensas a fallos por la existencia de material particulado producido por sus procesos productivos en la planta de producción y por el arduo esfuerzo que desmanda las actividades del campo en el área agrícola. Además, no cuentan con planificación de mantenimiento preventivo y por ende se producen paros, lo que ocasiona que la productividad de la empresa se vea afectada y se refleja en los retrasos en los pedidos y o entrega de materia prima a la planta de producción, y esto a su vez ocasiona un alargue de la jornada laboral incurriendo en costos adicionales en horas extras ya que incluso trabajan fines de semana.

La línea con más fallos es la de producción de cubos, pero recientemente un incidente con el horno de secado, hizo que la planta se viera forzada a realizar este proceso en el campo agrícola, mientras se finalizaba su reparación haciendo más notorio la necesidad de una adecuada gestión del mantenimiento.

Por lo tanto, el presente trabajo de grado pretende mejorar la gestión del mantenimiento en la empresa Mastercubox S. A mediante el diseño de una gestión del mantenimiento basado en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM).

1.2. Justificación

Mastercubox S. A. es una empresa ecuatoriana fundada en 2011 ubicada en la ciudad de Ibarra, dedicada a la producción y comercialización al por mayor y menor de alimento para animales a base de alfalfa.

De acuerdo con (Garrido, 2010) define habitualmente el mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio, durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. Cada organización posee diferentes equipos y maquinarias, pero todas deben mantenerse en óptimas condiciones para lograr establecer una mejor respuesta a la demanda de los clientes, y de igual forma al cuidar de equipos y maquinarias se logra lograr un ahorro significativo tanto económico como también en materia prima e insumos en general.

Por otra parte, el trabajo de titulación se enmarca en lo que se menciona en el Objetivo N°.5 Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sustentable de manera redistributiva y solidaria. que se encuentra en el eje N°2. Economía al servicio de la sociedad, ya que desde un control del mantenimiento dentro de una organización se puede mejorar la productividad y así sumado a otros factores productivos se lograría la competitividad. (Vida, 2017)

De igual forma enmarcado en el Objetivo N°.9 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible Industria, Innovación e Infraestructura el cual indica que se buscará desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos. (Desarrollo, 2015)

Por lo anteriormente mencionado al desarrollar la presente investigación, la empresa se beneficiará con la introducción de una gestión del mantenimiento mediante métodos de mantenimientos preventivo y correctivo permitiendo aumentar su productividad, y reduciendo significativamente los tiempos muertos en la empresa Mastercubox S. A., de no gestionarse adecuadamente el mantenimiento podría reducirse la vida útil de los equipos y maquinarias incurriendo en gastos elevado en adquisición de nuevos equipos o en gastos de pago por horas extras o jornada extendida a los trabajadores.

1.3. Objetivo

1.3.1. Objetivo General

Diseñar la gestión del mantenimiento de la empresa Mastercubox S.A., basado en la metodología de Mantenimiento Productivo Total, para la mejora de la productividad.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Revisar las referencias bibliográficas y normativa legal que sustenten el desarrollo de las técnicas e indicadores de la metodología de Mantenimiento Productivo Total.
- Diagnosticar el estado actual de la gestión del mantenimiento de la empresa Mastercubox S.A. para establecer un nivel de eficiencia general de los equipos (OEE).
- Desarrollar la propuesta de mejora de la gestión del mantenimiento del área agrícola y de la planta de producción con énfasis de la metodología de Mantenimiento Productivo Total.

1.4. Alcance

El alcance del presente proyecto es diseñar la gestión del mantenimiento de la empresa Mastercubox S. A. en las áreas agrícola y planta de producción mediante la herramienta de Mantenimiento Productivo Total permitiendo mejorar el uso y aprovechamiento de los recursos.

1.5. Metodología

Con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos previamente planteados, así como dar solución al problema diagnosticado y para la validación de la investigación se establece la metodología que se aplicara a la presente investigación en la empresa Mastercubox S. A.

1.5.1. Tipo de Investigación

Investigación Documental y bibliográfica

La información será la actual, para facilitar la valoración del estado actual de la empresa Mastercubox S. A., con datos recolectados en la fundamentación teórica referencial.

Investigación de Campo

Es de campo ya que recoge información de la empresa Mastercubox S. A., las mismas que permitirán realizar un diagnóstico para realizar el diseño de gestión del mantenimiento basado en la metodología de Mantenimiento Productivo Total.

Investigación Descriptiva

Permite la descripción, interpretación, comprensión y explicación de la situación actual en la que se encuentra la empresa Mastercubox S. A., con la finalidad de mejorar la productividad de la empresa mediante la utilización de la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM).

1.5.2. Método de Investigación

Método Analítico

Permitirá el análisis de manera que se pueda evidenciar las causas por las cuales se presentan problemas dentro de la empresa Mastercubox S. A., para así dar soluciones más precisas y claras para la reducción de estos problemas existentes.

Método Descriptivo

Ayudar al estudio de las causas de los problemas de la empresa que se recogerá, organizará y sintetizará en los resultados del estudio inicial realizado, de tal forma que se obtenga una idea clara de la situación actual dentro de la organización.

Método Histórico – Lógico

Para determinar el flujo de producción dentro de la empresa Mastercubox S. A., en sus dos áreas tanto en la agrícola como en la planta de producción.

1.5.3. Técnicas de Investigación

Entrevista

Se realizará una conversación sostenida con los trabajadores, así como el jefe de a cada área y gerente general de la organización con el fin de recopilar la mayor información que logre identificar los problemas existentes y de igual forma facilitar su solución

Encuesta

Elaborar una encuesta, la cual ira dirigida a los trabajadores de la empresa Mastercubox S. A., para conocer las opiniones y observaciones realizadas por parte del personal operativo de la organización ya que son ellos los que están involucrados directamente en la producción.

Fichas Técnicas

Permitirá registrar los datos obtenidos mediante la observación de campo en el diagnóstico de la empresa Mastercubox S. A., los cuales dan a conocer principalmente problemas de mala gestión de mantenimiento, así como el inadecuado uso de materiales e insumos y una desorganización en cuanto al trabajo.

1.5.4. Instrumentos de Investigación

Cuestionario

Se elaborará un cuestionario enfocado la obtención de información relevante sobre los diferentes procesos productivos de la organización, así como de las problemáticas identificadas por los trabajadores y encargados de las diferentes áreas.

Laptop

La cual servirá para la recopilación y redacción de información obtenida dentro de la organización.

Cámara Digital

Para realizar tanto las entrevistas como para elaborar las evidencias del estado actual de la empresa de manera que se pueda distinguir cada proceso productivo de manera visual.

Cronómetro

Servirá para la toma de tiempos de los diferentes procesos productivos, así como de las actividades realizadas dentro de la organización con el fin de establecer los diferentes tiempos involucrados en el aprovechamiento de la jornada laboral.

Microsoft Office

Donde se realizar las fichas técnicas de los equipos, además donde se establecerá un registro de la información, obtenida por las diferentes técnicas de recopilación de información.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Lean Manufacturing

Según (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013) Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción, focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicio, desplegando una aplicación sistemática de un conjunto de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas.

Según (Carrillo Landazábal, Alvis Ruiz, Mendoza Álvarez, & Cohen Padilla, 2018) lean Manufacturing o fabricación esbelta en español, busca la manera de optimizar el sistema de producción, eliminando o reduciendo las tareas que no añadan valor dentro del proceso de producción, convirtiéndose en una filosofía que, al considerar valorar y controlar el despilfarro, desperdicio o muda, centra su atención en la optimización de los recursos de la empresa.

La filosofía Lean manufacturing usa un conjunto de herramientas sistematicas las cuales forman la llamada casa Toyotam como se observa en la Figura 1, estableciendo las bases y pilares para llegar al objetivo lean el cual es reducir o eliminar los desperdicios o mudas.

Dentro de las diferentes herramientas y metodologías de Lean Manufacturing el TPM se ubica en la base siendo una de las herramientas operativas, cuyo propósito es el de ayudar a la mejora de la organización desde un aspecto que aveces las organizaciones los pasan como algo vanal, como es el mantenimiento, sin embargo es de gran relevancia para la organización, porque una organización que no posee una forma adecuada de mantener sus equipos o maquinarias no seran capaces de ser sostenibles y sufrirán pérdidas importantes ya sea desde un retraso en su producción hasta un incumplimiento de órdenes de producción lo que acarrea una baja en la productividad..

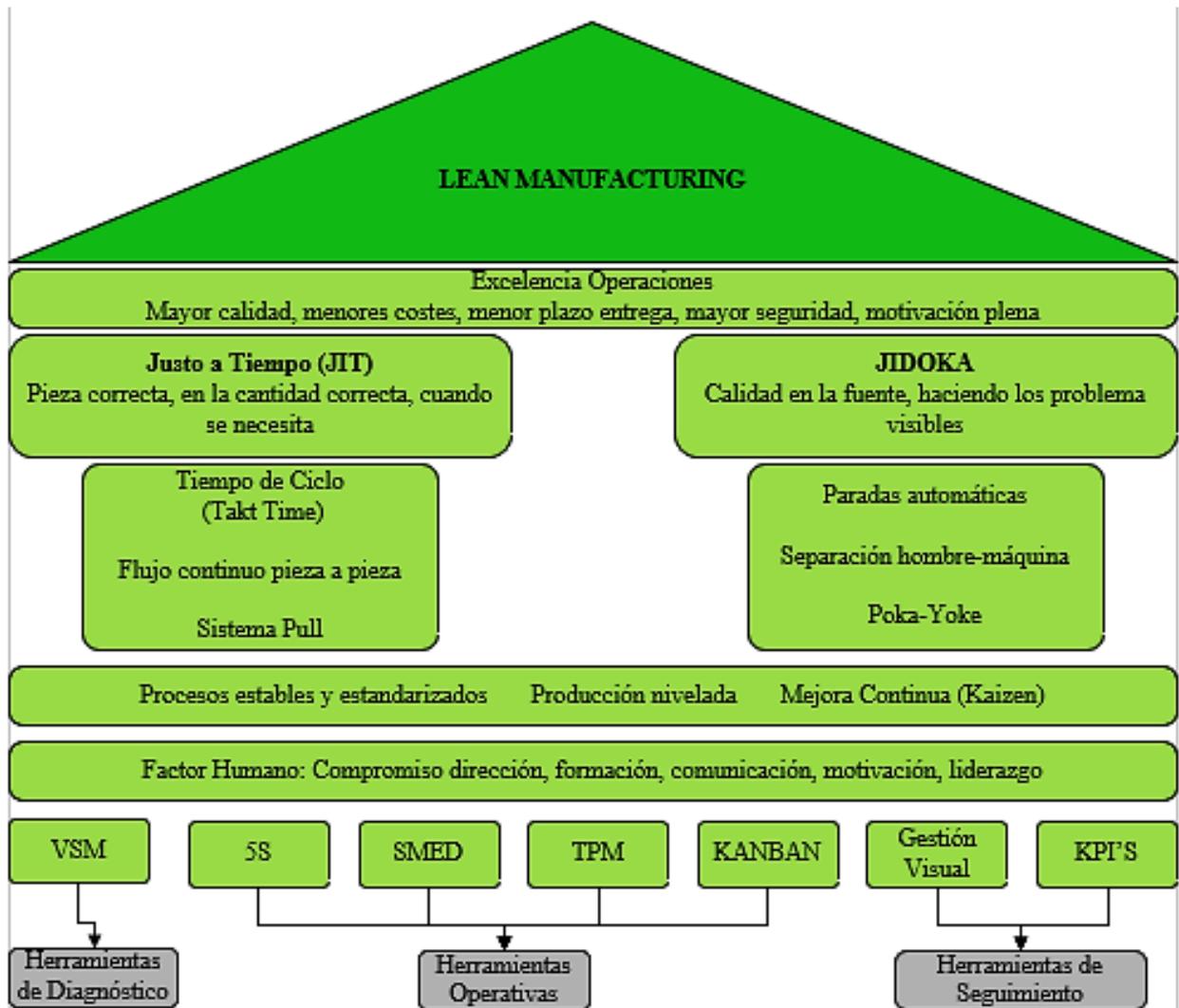


Figura 1: Casa Lean Manufacturing

Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.2.Desperdicios o mudas

Dentro de un proceso de transformación de materia o incluso en los procesos de servicios, pueden existir diversos desperdicios que no necesariamente es solo materiales, estos albergan diversos aspectos dentro de la organización, lo que ocasionan bajada de la productividad, para entender que es un desperdicio sus tipos y sus consecuencias se establece que:

Según (Socconini, 2019) existen siete tipos de desperdicios los cuales afectan negativamente a la productividad, los cuales deben ser detectados, eliminados o reducidos, es decir el desperdicio o

exceso será cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio y estos se lo puede observar en la Figura 2.

Según (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013) los despilfarros (desperdicios o mudas) son todo aquello que no añaden valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo.

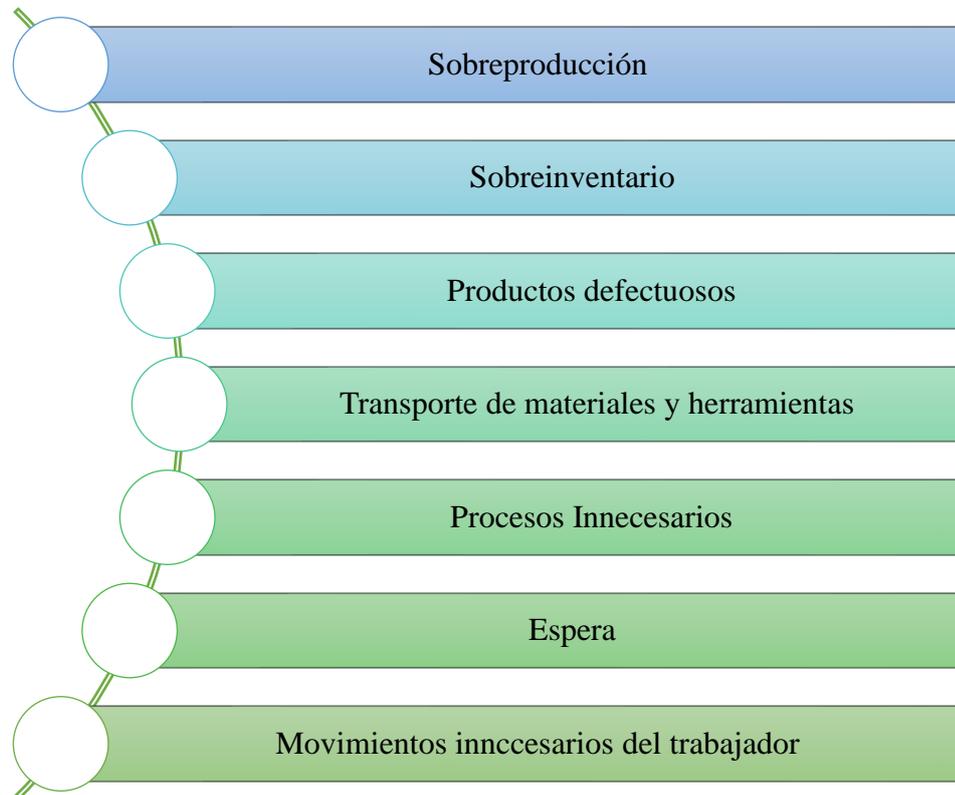


Figura 2: Los 7 grandes desperdicios

Fuente: (Socconini, 2019)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.3.Ciclo de Mejora Continua “PHVA”

Para todo diseño de proyecto se debe contemplar una mejora continua, debido a que todo proceso o actividad realizada debe tener una razón, que de ser el caso de no estar presentando los resultados esperados se pueda establecer parámetros de mejora a raíz de los anteriores realizados, es decir pese a existir fallos estos se pueden solucionar y por ende mejorar para lo cual es necesario establecer la definición y los pasos de un ciclo de mejora continua por lo que a continuación se detalla que:

También conocido como ciclo de calidad, círculo de Deming o Espiral de la mejora continua, la cual es una herramienta desarrollada inicialmente por Walter Shewhart conjuntamente con

Deming en el año de 1950, estableciendo cuatro pasos, los cuales se detallan en la Figura 3. El ciclo “PHVA” permite la ejecución de procesos de forma organizada y eficaz, con el fin de ofrecer altos estándares de calidad de un bien o servicio. (Gomez, 2015)

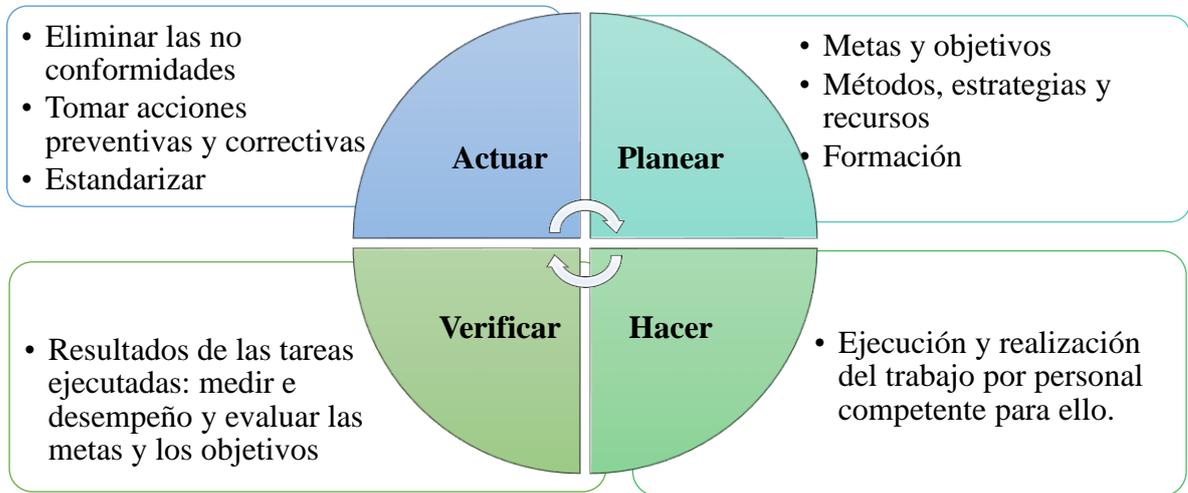


Figura 3: Ciclo PHVA

Fuente: (Gomez, 2015)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.4. Metodología 5'S

Es una técnica que deriva su nombre por las iniciales de sus procesos, cuyas palabras en japonés comienzan con la letra s (Carrillo Landazábal, Alvis Ruiz, Mendoza Álvarez, & Cohen Padilla, 2018) y estas son las que a continuación se muestra en la Figura 4:

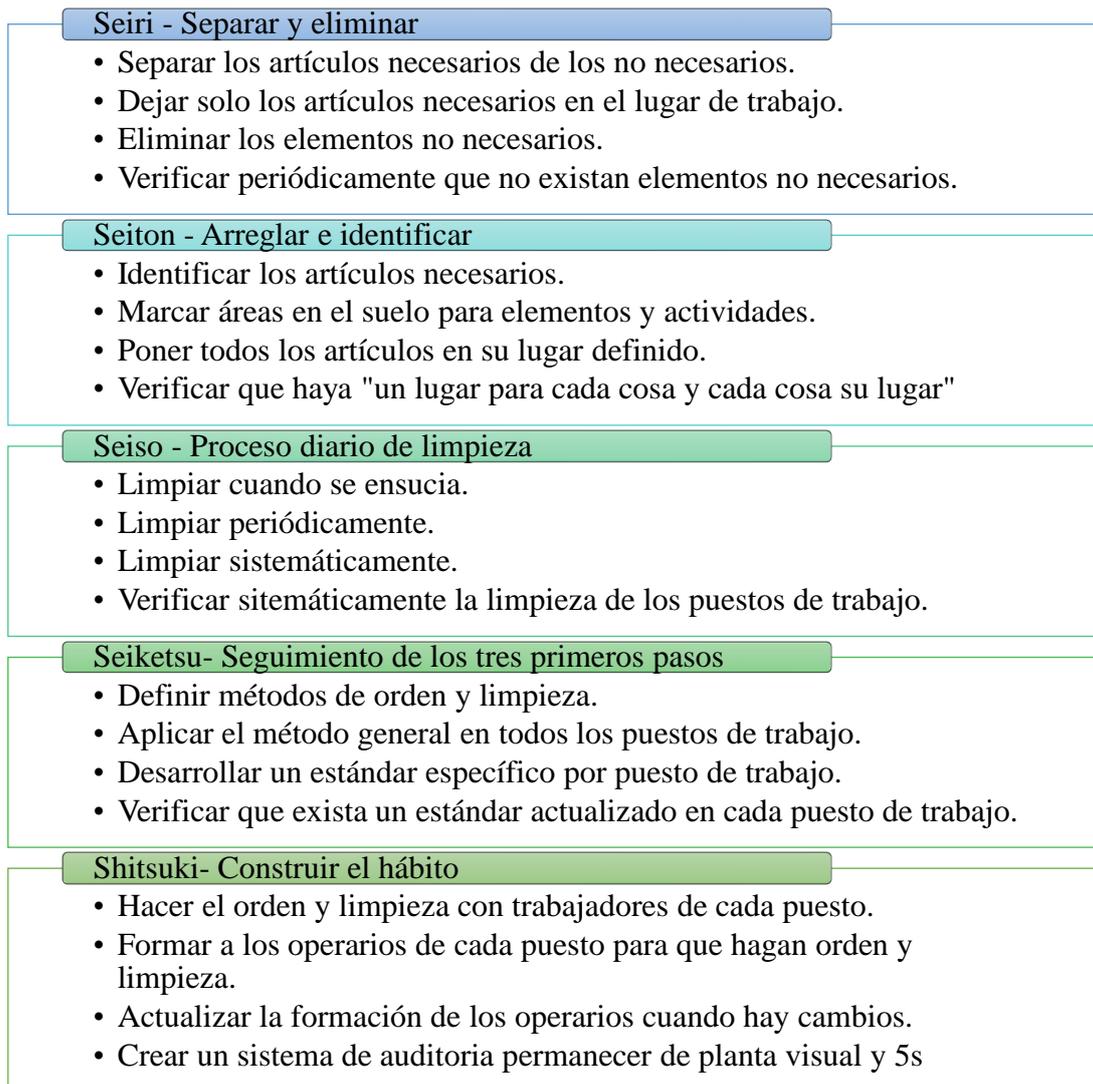


Figura 4: Metodología 5'S

Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Las 5'S están enfocadas a la apreciación y a la importancia de los detalles, ya que dentro de una organización el desorden y los malos hábitos afectan a la productividad, y al establecer una implementación involucra una asignación de recursos, las mejoras se pueden observar en un corto plazo, más sin embargo lo más complicado de la implantación es el cambio de mentalidad de los involucrados, ya que al inicio existirá resistencia al desarrollo de sus actividades laborales normales de una forma más sistemática, ordenada y eficaz de lo acostumbrado consiguiendo una reducción o eliminación de varias mudas.

2.4.1. Tarjeta Roja

Al iniciar la metodología de las 5'S el primer paso a dar es el de clasificar (seiri) con el uso de las llamadas tarjetas rojas las cuales según (Manzano Ramírez & Gibster Soler, 2016) permiten marcar o descartar algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva.

Para la identificación de objetos innecesarios se establecen tres preguntas principales:

- 1) ¿Es necesario este elemento?
- 2) Si es necesario, ¿En qué cantidad?
- 3) Si es necesario, ¿Tiene que estar localizado aquí?

The image displays two red cards used in the 5S methodology. The left card, titled 'TARJETA ROJA', is for general identification and includes fields for 'No.', 'Fecha', 'Area', 'Item', and 'Cantidad'. It features a section for 'ACCION SUGERIDA' with checkboxes for 'Agrupar en espacio separado', 'Eliminar', 'Reubicar', 'Reparar', and 'Reciclar'. It also has a 'Comentario' field and a 'Fecha p/concluir acción' field. The right card, titled 'TARJETA ROJA 5'S', is for more detailed information and includes 'Información Gen-' with fields for 'Propuesta por', 'Responsable de área', 'Area / Depto.', and 'Descripción de artículo'. It has a 'CATEGORIA' section with checkboxes for 'Máquina/Equipo', 'Material gastable', 'Herramienta', 'Materia prima', 'Instrumento', 'Trabajo en proceso', 'Partes eléctricas', 'Producto terminado', 'Partes mecánicas', and 'Otros'. It also includes an 'OTROS/COMENTARIO' field, a 'RAZON DE TARJETA' section with checkboxes for 'Innecesario', 'Defectuoso', 'Fuera de especificaciones', and 'Otros', and an 'ACCION REQUERIDA' section with checkboxes for 'Eliminar', 'Agrupar en espacio separado', and 'Retornar'. It also has an 'Otros:' field and 'Fecha inicio' and 'Final de la acción' fields.

Figura 5: Modelo de tarjetas rojas

Fuente: (Manzano Ramírez & Gibster Soler, 2016)

2.4.2. Controles visuales

El segundo paso en secuencia para la inmersión en las 5'S es organizar (seiton) con ayuda de controles visuales, los cuales se enfocan al ordenar y facilitar el desarrollo de las actividades, citando a (Manzano Ramírez & Gibster Soler, 2016) un control visual es un estándar el cual, con el uso de elementos físicos, gráficos, numéricos o de color que sean fáciles de ver y entender.

Los controles visuales son prácticos si se desea mantener el control y seguimiento en tiempo real, logrando identificar posibles condiciones anormales que pueden acontecer, entre los más destacados tenemos:



Señalización de pisos



Alertas de peligro



Paneles con siluetas de herramientas en su lugar de colocación

Figura 6: Controles visuales

Fuente: (Cruz, 2010)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.5. Gestión del Mantenimiento

Se trata de optimizar los recursos que se emplean para la realización del mantenimiento indistintamente del tipo que sea, planificando y controlando lo que se debe realizar para aprovechar al máximo la disponibilidad y la efectividad tanto de la infraestructura como de los equipos necesarios para un sistema de producción. (Garrido, 2010)

Según (Verena & Peña, 2016) la gestión de mantenimiento es parte fundamental en la conserva y preservación de activos de una empresa y de eficiencia en sus operaciones, la correcta gestión de los diferentes recursos necesarios, de forma que se pueda planificar y organizar conjuntamente con un debido seguimiento y control contribuiría a la detención de actividades de verdadero aporte y así lograr eliminar o mejorarse el resto.

De acuerdo con (Telenchana, 2017) la gestión del mantenimiento es el proceso de ingeniería que incorpora el conocimiento, inteligencia y análisis que sirve de apoyo a la toma de decisiones en el área de mantenimiento, permitiendo el análisis y modelado de resultados obteniendo el favorecimiento económico y operacional.

Pues la gestión del mantenimiento no es más que el conjunto de actividades dentro de la gestión que establecen los objetivos del mantenimiento con la planificación, control y supervisión el cual influyen directamente la productividad de la organización.

2.6. Mantenimiento

A raíz de la Primera Guerra Mundial y más aún sobre todo de la Segunda, el mantenimiento apareció con la finalidad de buscar dar solución a posibles fallas que se pueden producir, esto involucra personal y recursos para lograr este objetivo, además de que el concepto de mantenimiento desde sus inicios como solo un mantenimiento preventivo ha pasado por varias etapas hasta los diversos conceptos y metodologías actuales como se muestra en la Figura 7.

El mantenimiento no es más que el conjunto de actividades coordinadas entre la parte técnica y la administrativa, que buscan la preservación de los activos físicos que dan paso y continuidad a los procesos productivos dentro de la organización, de forma que sus operaciones sean eficientes y eficaces.

Según (Garrido, 2010) define al mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento.

Según (Loja, 2016) el mantenimiento se define como la combinación de actividades que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen, o se restablece, a un estado en el que pueden realizar las funciones.

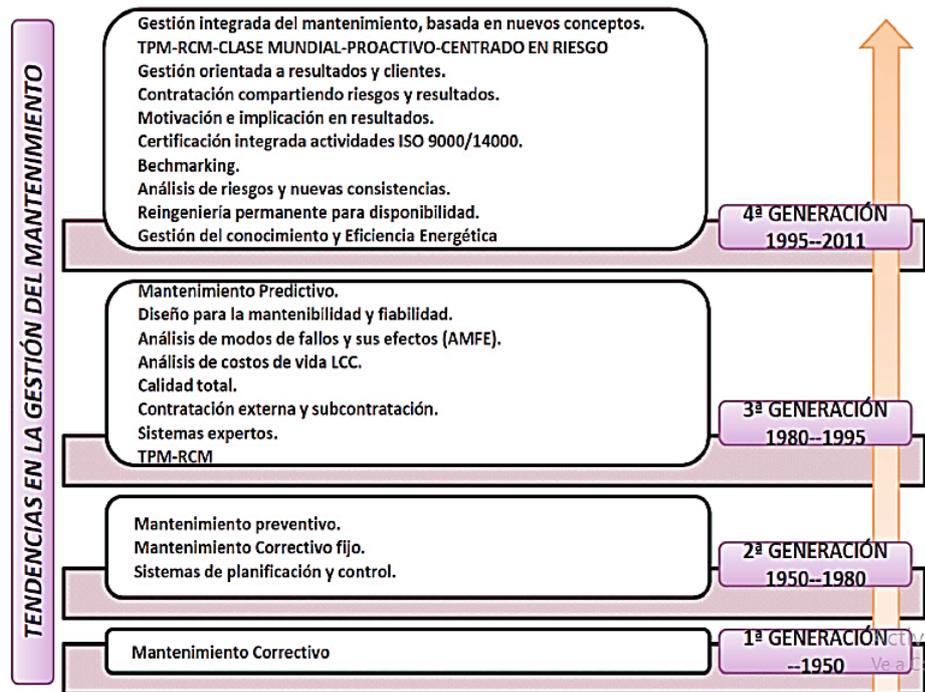


Figura 7: Tendencias de la gestión del mantenimiento

Fuente: (Carrasco, 2014)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.6.1. Tipos de Mantenimiento

Existe una gran variedad de clasificaciones en la actualidad, sus diferencias radican de acuerdo a su autor o incluso al enfoque entre todas resaltan cuatro:

- **Mantenimiento Preventivo**

Según (Telenchana, 2017) es el estudio de fallas que utiliza todos los medios disponibles para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, entre otras operaciones vitales para la continuidad de la operatividad para así adelantarse a la aparición o presencia de fallas.

Es el mantenimiento que tiene por objetivo el mantener el nivel de servicio, realizando una programación de las intervenciones de sus puntos vulnerables, pese que no se ha suscitado ningún síntoma de problema. (Álvarez, 2018)

Según (Garrido, 2010) es el conjunto de tareas designadas 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.

- **Mantenimiento Correctivo**

Es el mantenimiento ejecutado después de suscitarse una avería y es destinado a llevar un elemento a un estado en el que pueda desarrollar una función requerida. (Normalización, 2018)

Según (Carrasco, 2014) también denominado (mantenimiento reactivo) ya que tiene a lugar después de que ocurre un fallo o avería, es decir solo se realiza este mantenimiento cuando se presenta un error en el sistema para poder tomar medidas correctivas.

Según (Navarro Elola, Pastor Tejedor, & Mugaburu Lacabrera, 1997) el mantenimiento correctivo consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo, el operario o encargado notificaría las averías y posiblemente también el encargado de las reparaciones conjuntamente con la supervisión del personal de mantenimiento.

- **Mantenimiento Predictivo**

Según (Álvarez, 2018) es el que busca informar permanentemente el estado y la operatividad de las instalaciones y equipos con la identificación de variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación pueda indicar posibles complicaciones o averías, con frecuencia con el uso de tecnología o medios avanzados.

Es aquel que persigue conocer e informar el estado y operatividad mediante el conocimiento de valores de variables representativas de operatividad determinando la actuación o no al mantenimiento correctivo. (Navarro Elola, Pastor Tejedor, & Mugaburu Lacabrera, 1997)

Es el mantenimiento que se basa en la evaluación de parámetros o variables identificadas dentro de una operación u operaciones con las cuales se puede identificar algún indicio de una posible falla para de ser caso notificar al departamento de mantenimiento para que tome posibles correcciones o análisis del caso.

- **Mantenimiento Proactivo**

Es una filosofía que busca la detención y corrección de causas que generan desgaste y que ocasionales fallas en la maquinaria, una vez localizada las causas evitar a toda costa que continúen ya que esto afecta a la operatividad, desempeño y vida útil del equipo, manteniéndose dentro de los parámetros o límites máximos y mínimos sobre detección y corrección. (Normalización, 2018)

Según (Gutiérrez, 2009) es una táctica de mantenimiento dirigida fundamentalmente a la detección y la corrección de las causas que genera el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria, una vez localizadas no se debe permitir que estas continúen, para así lograr el aumento de vida de los equipos y así disminuir las tareas de mantenimiento.

Es una estrategia de mantenimiento, dirigida a la detección y corrección de causas que generan desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria o instalaciones. (Carrasco, 2014)

2.6.2. Modelos de Mantenimiento

Según cada uno de los modelos que se plasman a continuación poseen varios de los tipos de mantenimiento mencionados anteriormente, además todos se relacionan en poseer dos actividades: las inspecciones visuales las cuales permitirá detectar averías de manera breve para lograr así abaratar los costos por averías y las lubricaciones que en cualquier caso siempre es rentable a pesar de que la obtención y su debida colocación del lubricante correcto de la forma adecuada genera un costo pero él no realizarlo produciría un gasto mucho más elevado de suscitarse una avería por falta de lubricación.

Una vez hechas las observaciones pertinentes de puede establecer los diferentes modelos de mantenimiento como se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Modelos de mantenimiento

Modelos de Mantenimiento	Descripción	Actividades
Modelo Correctivo	Es el más básico, y es aplicable a equipos con el más bajo nivel de criticidad, es decir cuyas fallas no representen ningún problema, ni técnico, ni económico y este a su vez no es necesario dirigir demasiados recursos.	• Inspecciones visuales
		• Lubricación
		• Reparación de averías
Modelo Condicional	Después de las actividades iniciales continua con una serie de pruebas o ensayos los cuales se encargan de dictaminar la actuación posterior, es decir de llegar a arrojar una falla o anomalía existirá una intervención caso contrario todo está correcto, es aplicable a equipos de poco uso o de que a pesar de ser importantes en el sistema su probabilidad de fallo es baja.	• Inspecciones visuales
		• Lubricación
		• Mantenimiento Condicional
		• Reparación de averías
Modelo Sistemático	Es de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta relevancia en el sistema y cuyas averías provocan algunos trastornos, más sin embargo las actividades a realizarse dentro de este modelo no tienen una periodicidad fija, más sin embargo para la aplicación de este modelo es necesario evidenciarse algún indicio de fallo.	• Inspecciones visuales
		• Lubricación
		• Mantenimiento Preventivo Sistemático
		• Mantenimiento Condicional
		• Reparaciones de averías
Modelo de Alta Disponibilidad	El más exigente y exhaustivo de todos, se aplica a aquellos equipos que por ningún motivo pueden sufrir una avería o algún tipo de fallo, incluso su nivel de disponibilidad debe estar por encima de los 90%, este se	• Inspecciones visuales
		• Lubricación
		• Reparación de averías
		• Mantenimiento Condicional
		• Mantenimiento Sistemático

	debe a que un paro de estos equipos puede ocasionar un alto costo de producción, este modelo no incluye un mantenimiento correctivo ya que se enfoca al cero averías, sus revisiones o paros se programan con mucha antelación no necesariamente que coincidan en fechas.	• Puesta a cero periódica, en fecha determinada (Paro programado)
Otras consideraciones	Se debe tomar en cuenta dos condiciones que pueden afectar a ciertos equipos en particular, uno es la normativa legal a los que se rigen ya que en este caso se establece determinadas actividades y periodicidad preestablecida y por otra parte algunas actividades de mantenimiento que no puedan ser realizadas por equipo de mantenimiento habitual es decir se requieran medios o conocimientos específicos ya sea del fabricante o distribuidor del equipo.	

Fuente: (Garrido, 2010)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.7.Fallas

Según (Navarro Elola, Pastor Tejedor, & Mugaburu Lacabrera, 1997) un fallo no equivale a un paro, interrupción del funcionamiento del equipo, o no-desempeño absoluto de la función, es más bien cualquier incidencia relativa del estado físico del equipo, que conlleva el incumplimiento de las especificaciones o funciones asignadas.

Según (Arredondo , Morrillo , Sandoval, & Yáñez , 2016) una falla es el evento no previsible, inherente a un sistema el cual impide que se cumpla con su función bajo condiciones o estándares establecidos o a su vez que no se logre el cumplimiento de su función. Dichos sucesos pueden ser

aleatorios por lo que es necesario predecirlos y eliminarlos, con el uso de diseños mejorados de partes o una verificación continua de su funcionamiento.

2.7.1. Tipos de Fallas

De acuerdo con la (COVENIN, 1993) se puede establecer cuatro tipos de fallas las cuales se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Tipos de fallas

Por su alcance	Parcial	Origina desviaciones de funcionamiento de un sistema productivo, fuera de límites especificados, pero no la incapacidad total para cumplir su función.
	Total	Origina desviaciones o pérdidas de las características del funcionamiento de un sistema productivo, tal que produce incapacidad para cumplir su función.
Por su velocidad de aparición	Progresiva	Degrada el funcionamiento de un sistema productivo y puede ser determinada por un examen anterior de las características de este.
	Intermitente	Se presenta por lapsos de tiempo.
Por su impacto	Menor	No afecta los objetivos de producción o de servicio.
	Mayor	Afecta parcialmente los objetivos de producción o de servicio.
	Crítica	Afecta totalmente los objetivos de producción o de servicio.
Por su dependencia	Dependiente	Son aquellas que sus causas son externas al sistema.
	Independiente	Son aquellas cuyo origen son inherentes al sistema.

Fuente: (COVENIN, 1993)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.8. Análisis de Criticidad

El establecer un análisis de criticidad para valorar el estado de los equipos y así identificar cual de todos son más propenso a falla incluso para lograr establecer las acciones adecuadas que logren enfocarse a la mejora y a la reducción de esos fallos ya que no todos los equipos están sometidos

a la misma intensidad y tiempo dentro de la jornada laboral es por eso la importancia de establecer los criterios para la realización de este análisis por lo cual se establece que:

Según (Garrido, 2010) resalta que no todos los equipos tienen la misma importancia dentro de una industria, y es importante destinar los recursos adecuados y que se ajusten a las necesidades de cada equipo y para poder diferenciarlos es importante el análisis de criticidad de los equipos de la planta y para ello existe una serie de niveles de criticidad.

2.8.1. Equipos Críticos

Se enfoca a aquellos equipos cuya parada o su mal funcionamiento afectan de forma significativa a los resultados de la organización. (Garrido, 2010)

2.8.2. Equipos Importantes

Son aquellos equipos que cuando sufren un paro o avería afecta a los resultados de la organización, pero sin embargo las consecuencias son asumibles. (Garrido, 2010)

2.8.3. Equipos Prescindibles

Agrupar a aquellos equipos los cuales los resultados de la organización no dependen de su funcionamiento, puede ocasionar una pequeña incomodidad o un pequeño costo adicional, pero sin trascendencia alguna. (Garrido, 2010)

Para la valoración de la criticidad de un equipo se toma en cuenta cuatro parámetros y tres tipos de equipos como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Análisis de criticidad

Tipo de Equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.

	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al plan de producción)	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción	No afecta a la calidad	Bajo coste de Mantenimiento

Fuente: (Garrido, 2010)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Al establecer un análisis de criticidad se habla del impacto que tiene este equipo o maquinaria en el proceso productivo para establecerlo matemáticamente se establece que:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

Donde (Muñoz, 2019) expresa que:

Frecuencia. – es el número de fallas que ocurren en un sistema o proceso como lo muestra la Tabla 4.

Tabla 4: Factor de frecuencia (FF)

Factor de frecuencia (FF)	
Descripción	Ponderación
Frecuente, Más de 3 eventos al año.	5
Probable, 1-3 eventos al año.	4
Posible, 1 evento en 3 años.	3
Improbable, 1 evento en 5 años.	2
Sumamente improbable, menos de 1 evento 5 años	1

Fuente: (Muñoz, 2019)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Consecuencia. – el cual se enfoca en el impacto operacional, flexibilidad, mantenimiento, medio ambiente y la seguridad como se puede observar en la Tabla 5.

Tabla 5: Factores de Consecuencias

Factor de consecuencias	
Impacto operacional (IO)	Ponderación
Pérdidas mayores al 75% de la producción al mes.	5
Pérdidas de 50% a 74% de la producción al mes.	4
Pérdidas de 25% a 49% de la producción al mes.	3
Pérdidas de 10% a 24% de la producción al mes.	2
Pérdidas inferiores al 10% de la producción al mes.	1
Factor flexibilidad operacional (FO)	Ponderación
No existe stock, tiempos reparación altos.	5
Stock parcial, procedimiento reparación complejo.	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo.	3
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo.	2
Stock suficiente, tiempos reparación bajos.	1
Costos de mantenimiento (CM)	Ponderación
Costos materiales \geq 20000 USD.	5
Costos materiales \geq 10000 < 20000 USD.	4
Costos materiales \geq 3000 < 10000 USD.	3
Costos materiales \geq 200 < 3000 USD.	2
Costos materiales < 200.	1
Impacto medio ambiente (IMA)	Ponderación
Irreversibles.	5
Severos.	4
Medios.	3
Mínimos.	2
Sin daños.	1
Impacto seguridad (IMA)	Ponderación
Muerte o incapacidad.	5
Incapacidad parcial o permanente.	4
Daños o enfermedades severas.	3
Daños leves en personas.	2
Sin impacto en seguridad.	1

Fuente: (Muñoz, 2019)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Para establecer el tipo de criticidad se establece criterios los cuales se representan en la Tabla 6 la cual evalúa los resultados obtenidos con ayuda de la formula anteriormente mencionada.

Tabla 6: Valores de análisis de criticidad

Tipo de Criticidad	Rango	Color
Alta	$50 \geq \text{Criticidad}$	Rojo
Media	$30 \geq \text{Criticidad} \leq 49$	Amarillo
Baja	$5 \leq \text{Criticidad} \leq 29$	Verde

Fuente: (Muñoz, 2019)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Tabla 7: Formato de análisis de criticidad

Análisis de Criticidad							
Equipo	Frecuencia	Consecuencias					Nivel de Criticidad
		Impacto Operacional (IO)	Factor Flexibilidad Operacional (FO)	Costos de Mantenimiento (CM)	Impacto Ambiental (IMA)	Impacto Seguridad (IS)	

Fuente: (Muñoz, 2019)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.9. Mantenimiento Productivo Total “TPM”

Dentro de los pilares de las herramientas Lean Manufacturing está el Mantenimiento Productivo Total, el cual se centra en varios aspectos fundamentales dentro de la organización teniendo sus propios componentes los cuales fundamentan el diseño o la aplicación óptima de esta metodología para lo cual es necesario entender el funcionamiento o la razón de cada uno de estos.

Citando a (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013) el Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. Busca la mejora y la buena conservación de los activos productivos.

De acuerdo con (Suzuki, 1995) es una metodología de trabajo que ayuda a los operarios a entender su equipo y está encaminada a crear un sistema operativo que aumente la eficiencia de todos los equipos que intervienen en el proceso productivo de la empresa para garantizar su correcto funcionamiento.

2.9.1. Objetivos del Mantenimiento Productivo Total “TPM”

Esta herramienta Lean Manufacturing a igual que las demás establecen objetivos, en este caso se plantean cuatro, los mismos que se representan den la Figura 8.

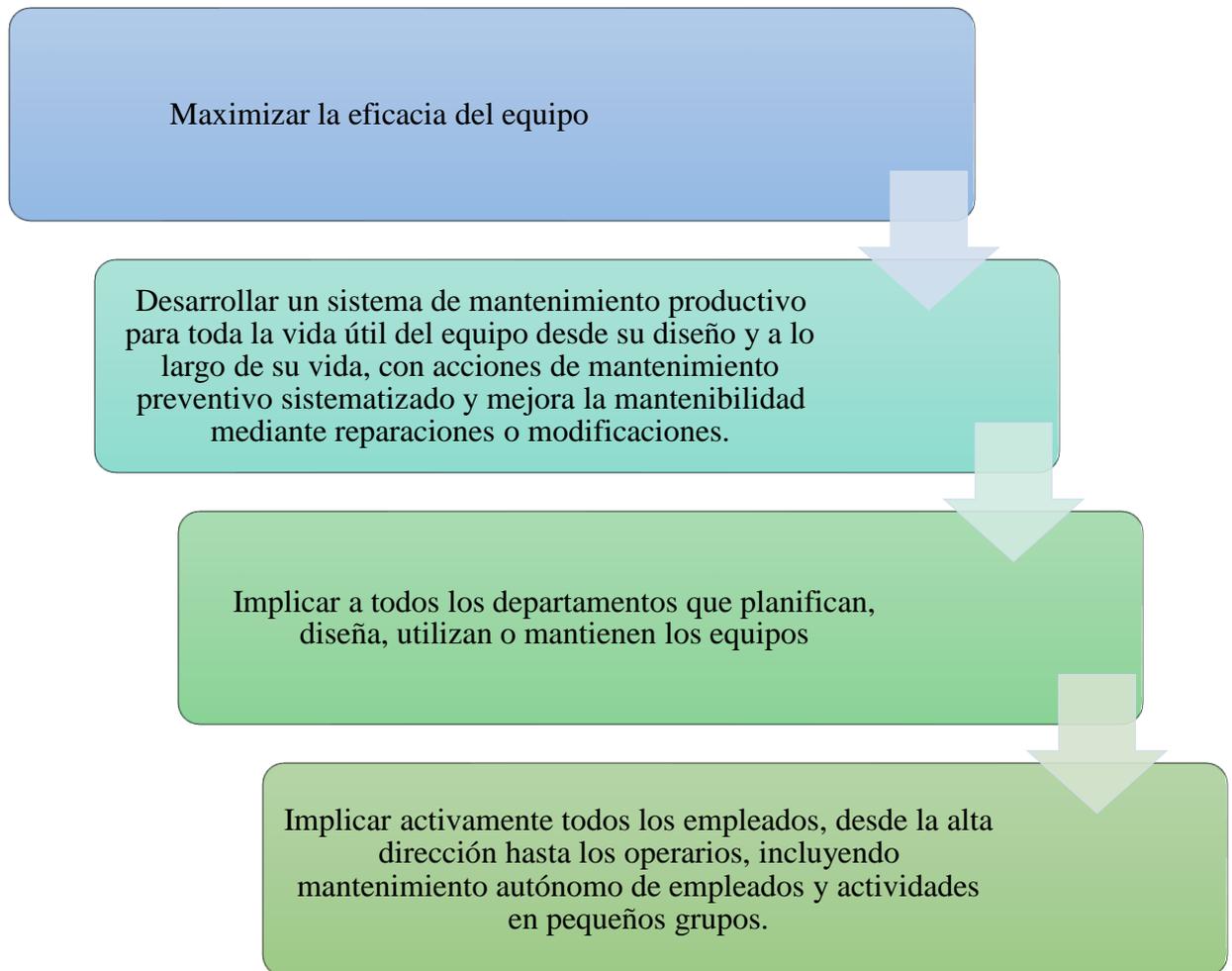


Figura 8: Objetivos del mantenimiento productivo total

Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.9.2. Beneficios

Dentro del TPM existen una amplia gama de tareas de mantenimiento los cuales se pueden practicar, y de igual forma existen varios beneficios, los cuales se pueden llegar a clasificar en dos grandes grupos, los tangibles e intangibles. Siendo que estos beneficios dependerán de la constancia de la aplicación de las tareas asignadas.

- **Beneficios Tangibles**

- (Suzuki, 1995) indica que se puede llegar a diversos beneficios tangibles, los cuales como su nombre indica los podemos percibir directamente entre los más notorios tenemos:
- Aumento de la productividad neta, entre 1,5 y 2 veces, lo cual es significativo para la empresa u organización ya que implica que las averías inesperadas o paros imprevistos se redujeron y la eficiencia global de la planta aumentó.
- Descenso de la tasa de defectos del proceso en un 90%, lo que significa que las no conformidades pasan a ser 1 de cada 10 mejorando incluso la satisfacción del cliente y de igual manera todo este proceso da paso a la mejora continua.
- Se logra una reducción de los costos de producción en un 30% ya que, al reducir los desperdicios, mejorando el rendimiento y repartiendo adecuadamente los recursos evitamos el incurrir en costos adicionales ya sean estos por averías, sobre procesamiento, esperas o incluso productos no conformes.
- El stock de los productos o el producto en proceso se reducen a la mitad ya que al lograr una mejor armonía dentro del sistema de producción se logra una secuencia continua, sin demoras excesivas o paros imprevistos.
- Se logra la reducción de accidentes ya que al ser un sistema que funciona correctamente y de igual forma su constante revisión y seguimiento ayuda a prevenir posibles accidentes los cuales pueden ser por mala gestión o negligencia de las partes interesadas mejorando el ambiente laboral.
- Obviamente la mejora continua está sujeta a los errores o a los imprevistos que se pueden suscitar ya que ningún sistema por más controlado que se lo mantenga siempre va a dar paso a una mejora.

- **Beneficios Intangibles**

- Autogestión plena, es decir los actores principales que intervienen en los procesos como son los operarios los cuales asumen su responsabilidad y se ocupan del equipo.
- Con la eliminación de las averías y defectos mejora la confianza de los operarios en que podrán realizar sus actividades.
- Se logra mejorar el ambiente laboral ya que sus puestos de trabajo se encuentran ordenado y el operario se siente a gusto con el así puede mejora su operatividad.

- Mejora la imagen de la organización hacia los clientes actuales, así como sus posibles clientes e incluso a posibles visitantes.

2.9.3. Política del Mantenimiento Productivo Total “TPM”

Una política TPM debe ser parte integral de la política global de la empresa estableciendo los objetivos y las directrices de las actividades a realizar tal como se muestra en la Figura 9.

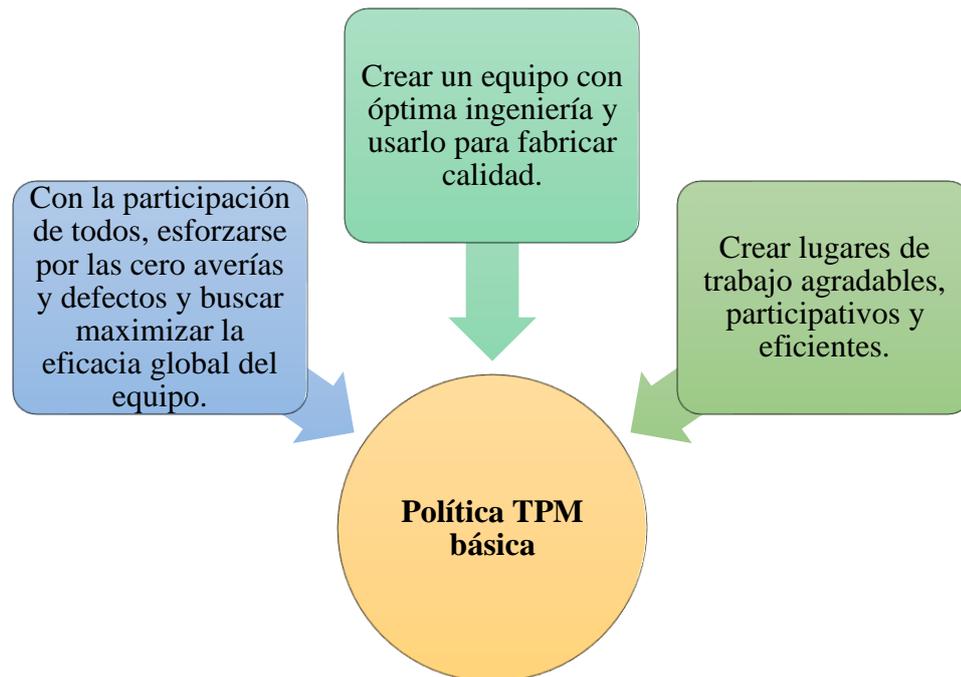


Figura 9: Política TPM básica

Fuente: (Suzuki, 1995)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.9.4. Pilares del Mantenimiento Productivo Total “TPM”

Dentro de la metodología del Mantenimiento Productivo Total se establecen ocho pilares fundamentales los cuales todos y cada uno de ellos funcionan de forma cooperativa lo que implica que su interrelacionalidad es importante ya que al pertenecer a una herramienta Lean Manufacturing se enfoca a la reducción de mudas y a la mejora de la calidad que este caso no solo se enfoca directamente a un bien o servicio sino a toda la organización y a sus componentes.

- **Pilar 1: Mejora Enfocada o Método Kaizen**

(Álvarez, 2018) declara que son actividades que se desarrollan en cooperación de las partes interesadas y con su entero compromiso con el objetivo de maximizar la efectividad de los equipos, procesos y planta, ayudando a eliminar notablemente averías en los equipos, dentro de este pilar se establecen seis tipos de pérdidas como se muestra en la Figura 10 que se pretenden eliminar.

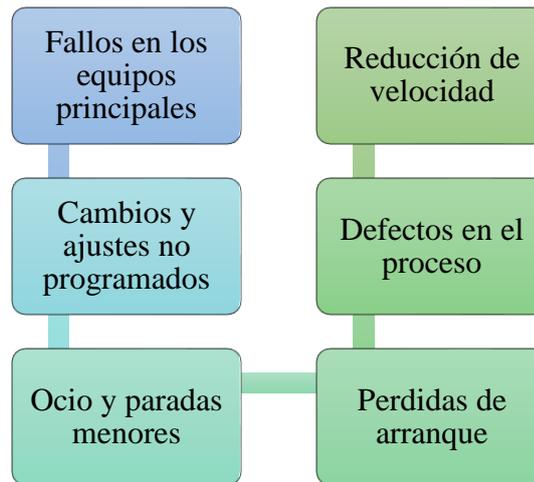


Figura 10: Mejora enfocada

Fuente: (Álvarez, 2018)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Pilar 2: Mantenimiento Autónomo o Jisho Hozen**

Tal como menciona (Álvarez, 2018) esta es uno de los pilares más importante, ya que compromete y fomenta la participación del personal en las actividades del mantenimiento involucrando al personal iniciando con el cuidado del equipo con ayuda de un continuo grado de formación y capacitación referentes al funcionamiento y la operación de dicho equipo, además de realizar actividades sin generar una carga de fatiga al operario en diversas actividades de corto tiempo las cuales se realizan en el transcurso de la jornada laboral a su vez se establece un sistema que consta de siete ítems los cuales pueden prevenir las fallas como se muestra en la Figura 11.

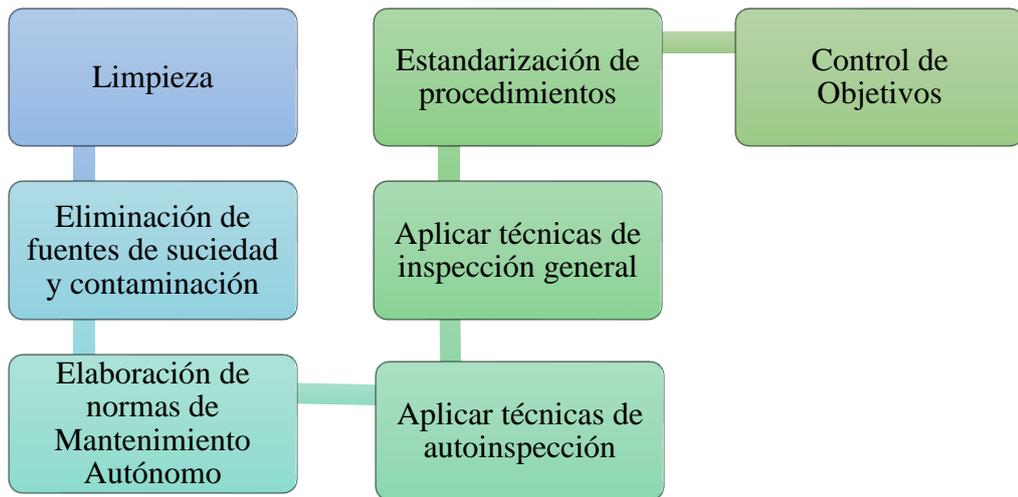


Figura 11: Mantenimiento autónomo

Fuente: (Álvarez, 2018)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Pilar 3: Mantenimiento Planificado**

Es notable lo que (Álvarez, 2018) relaciona, que este pilar se enfoca en la mantención del equipo o proceso a un estado óptimo por medio de actividades sistemáticas y metódicas para así paradas innecesarias, para lo cual se establecen seis medidas para lograr esto como lo muestra la Figura 12.



Figura 12: Mantenimiento programado

Fuente: (Álvarez, 2018)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Pilar 4: Mantenimiento de Calidad o Hinshitsu Hozen**

(Álvarez, 2018) señala que uno de los objetivos del Mantenimiento Productivo Total es el mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad controlando las condiciones de los componentes y del equipo que tienen impacto directo en la calidad del producto o servicio y para conseguir este pilar se puede usar cuatro medidas como se observa en la Figura 13.

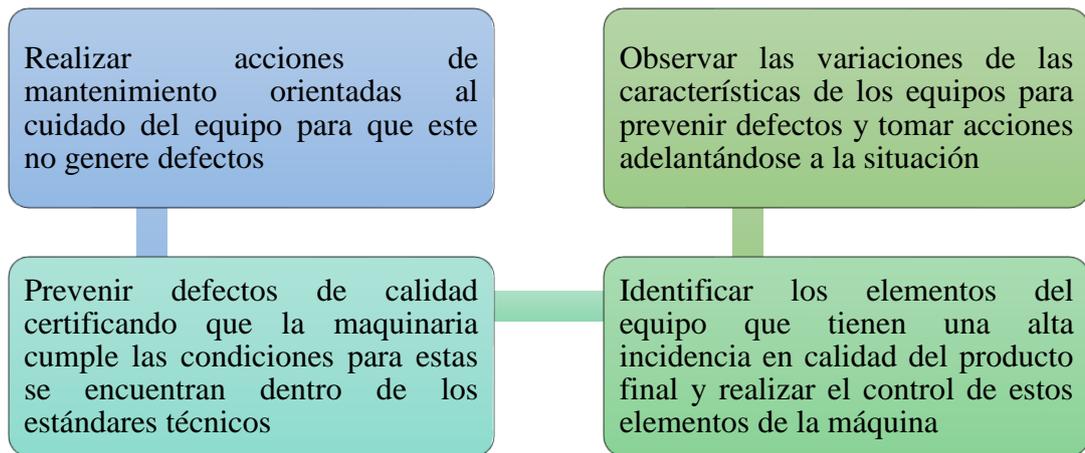


Figura 13: Mantenimiento de calidad

Fuente: (Álvarez, 2018)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Pilar 5: Prevención del Mantenimiento**

(Álvarez, 2018) sugiere que este pilar se centra en las actividades de mejora fundamentadas en la fiabilidad concentrándose en las actividades que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, al desear un nuevo equipo se podría utilizar un historial de uso de la maquinaria existente para así identificar posibles mejorar o minimizar causas de averías.

- **Pilar 6: Mantenimiento de Áreas Soportes**

Teniendo en cuenta a (Álvarez, 2018) este pilar se enfoca principalmente a que las mejoras lleguen a la gerencia al área administrativa, así como actividades de soporte, para así fortalecerlas logrando un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte, he ahí donde las siglas “TPM” toman nuevo significado.

T- Total Participación de sus miembros

P- Productividad

M- Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

- **Pilar 7: Polivalencia y Desarrollo de Actividades**

(Álvarez, 2018) plantea que es necesario una correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos, se resume en la adquisición de experiencia la cual es fundamental dentro del Mantenimiento Productivo Total y es adquirida durante un tiempo a través de la reflexión y a la resolución de problemas desarrollando habilidades para el desempeño de las siguientes actividades como lo muestra la Figura 14.

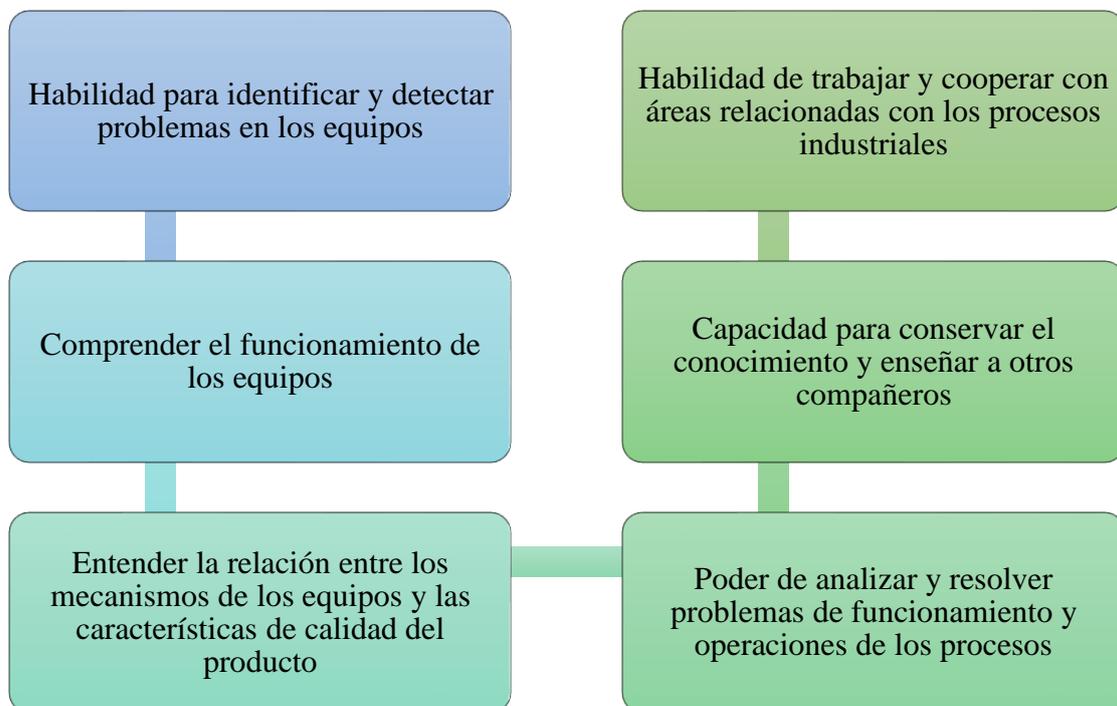


Figura 14: Polivalencia y desarrollo de actividades

Fuente: (Álvarez, 2018)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Pilar 8: Seguridad y Entorno**

Tal como lo menciona (Álvarez, 2018) este pilar busca el objetivo de “cero accidentes” y “cero contaminaciones”, para lograr un ambiente laboral seguro, higiénico y medio ambiental buenos para ser motivador, ya que un buen ambiente de trabajo promueve un buen funcionamiento del sistema reduciendo los accidentes ocasionados por mala distribución de los equipos o herramientas en el área de trabajo se puede establecer seis acciones para llegar a este pilar como se muestra en la Figura 15.

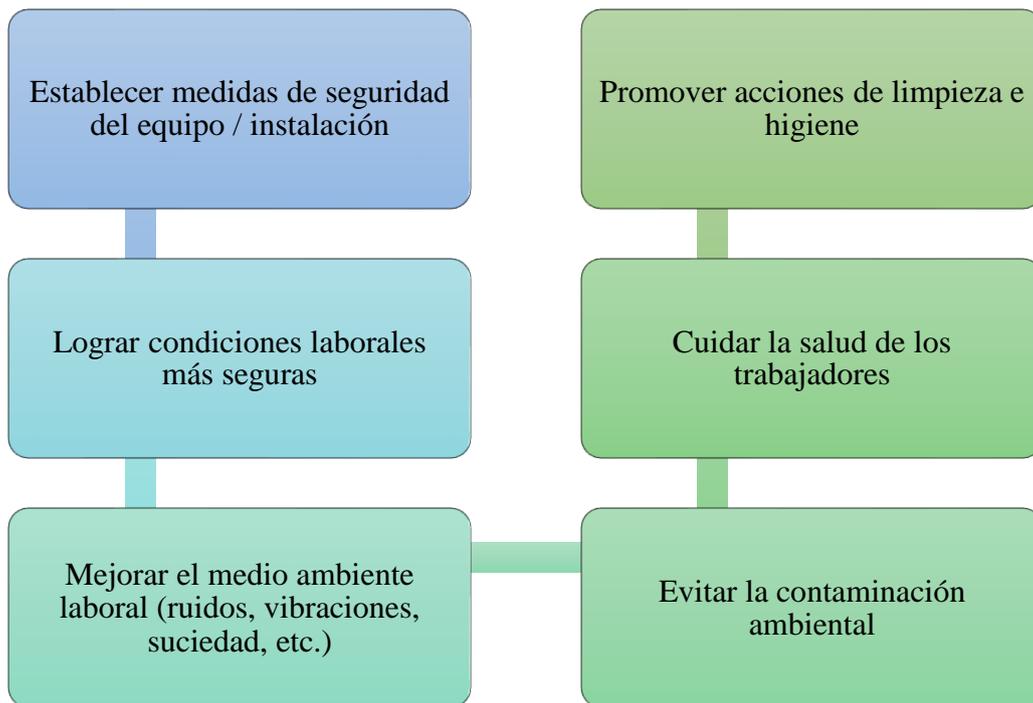


Figura 15: Seguridad y entorno

Fuente: (Álvarez, 2018)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

En resumen, todos estos pilares conforman una casa similar a la de Lean Manufacturing, pero enfocándose netamente a la mejor del mantenimiento como se muestra en la Figura 16, pero sin dejar de lado a las áreas involucradas que conforma la organización de las cuales se interrelacionan y dependen una de otra.

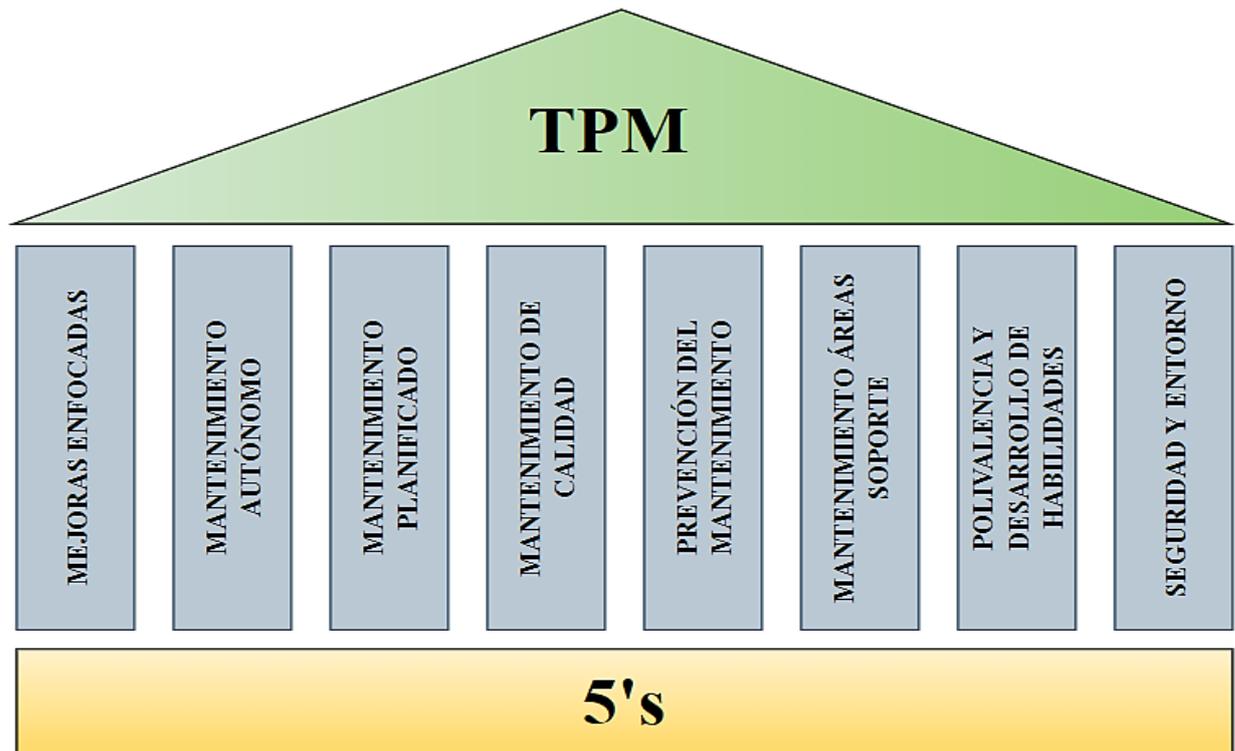


Figura 16: Pilares del mantenimiento productivo total

Fuente: (Álvarez, 2018)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.10. Análisis de modo y efecto de falla “AMEF”

Según (Aguilar, 2007) da a conocer que la metodología del análisis de modo y efecto de falas “AMEF” en sus siglas en español y Failure Mode and Effects Analysis “FMEA” en inglés es una herramienta que proporciona una orientación para identificar y evaluar las fallas potenciales de un producto o un proceso, así como de sus efectos que provocan., y propone que para realizar una “AMEF” se pueden describir ocho actividades descritas a continuación.

- Formar un equipo para la realzar el “AMEF” y así delimitar al producto o proceso que se aplicará.
- Identificar y examinar todas las formas posibles en que puedan ocurrir fallas de un producto o proceso.
- Para cada falla, identificar su efecto y estimar la severidad del mismo.
- Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia de ocurrencia de falla debido a cada causa.

- Hacer una lista de controles o mecanismos existentes para detectar la ocurrencia de la falla y estimar la probabilidad que los controles hagan la detección de la falla.
- Calcular el número prioritario de riesgo “NPR” el cual resulta de multiplicar la severidad por la ocurrencia y la detección.

$$RPN = S * O * D$$

Donde:

- **Severidad (S)**

Tabla 8: Severidad

Severidad (S)		
Efecto	Severidad del Efecto	Puntaje
Peligroso sin previo aviso	Clasificación de gravedad muy alta cuando un modo de falla potencial afectada la operación segura del sistema sin advertencia.	10
Peligroso con advertencia	Clasificación de severidad muy alta cuando un modo de falla potencial afecta la operación segura del sistema con advertencia	9
Muy alto	Sistema inoperable con fallo destructivo sin comprometer la seguridad	8
Alto	Sistema inoperable con daños en el equipo	7
Moderado	Sistema inoperable con daños menores	6
Bajo	Sistema inoperable sin daños	5
Muy bajo	Sistema operable con degradación significativa del rendimiento	4
Menor	Sistema operable con cierta degradación del rendimiento	3
Muy menor	Sistema operable con mínima interferencia	2
Ninguna	Sin efecto	1

Fuente: (Muñoz, 2019)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Detección (D)**

Tabla 9: Ocurrencia

Detección (D)		
Detección	Probabilidad de detección por control de diseño	Puntaje
Incertidumbre absoluta	El control de diseño no puede detectar la causa / mecanismo potencial y el modo de falla subsiguiente	10
Muy remoto	Posibilidad muy remota de que el control de diseño detectará la causa / mecanismo potencial y el modo de falla subsiguiente	9
Remoto	Posibilidad remota de que el control de diseño detectará la causa / mecanismo potencial y el modo de falla subsiguiente	8
Muy bajo	Muy baja probabilidad de que el control de diseño detecte la causa / mecanismo potencial y el modo de falla subsiguiente	7
Bajo	Baja probabilidad de que el control de diseño detecte la causa / mecanismo potencial y el modo de falla subsiguiente	6
Moderado	Probabilidad moderada de que el control de diseño detectará la causa / mecanismo potencial y el modo de falla subsiguiente	5
Moderadamente alto	Moderadamente alta probabilidad de que el control de diseño detecte una posible causa / mecanismo y el modo de falla subsiguiente	4
Alto	Alta probabilidad de que el control de diseño detecte la causa / mecanismo potencial y el modo de falla subsiguiente	3
Muy alto	Muy alta probabilidad de que el control de diseño detecte la causa / mecanismo potencial y el modo de falla subsiguiente	2
Casi seguro	El control de diseño detectará la causa / mecanismo potencial y el modo de falla subsiguiente	1

Fuente: (Muñoz, 2019)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Ocurrencia(O)**

Tabla 10: Detección

Ocurrencia (O)		
Probabilidad de fallo	Fallo probable	Puntaje
Muy Alto: El fracaso es casi inevitable	1 en 2	10
	1 en 3	9
Alto: Fallos repetidos	1 en 8	8
	1 en 20	7
Moderado: Fallos ocasionales	1 en 80	6
	1 en 400	5
	1 en 2000	4
Bajo: Relativamente pocos fallos	1 en 15000	3
	1 en 150000	2
Remoto: El fracaso es improbable	1 en 1500000	1

Fuente: (Muñoz, 2019)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Establecer prioridades de acuerdo al “NPR” y para el que sea más alto decidir acciones para la disminución la ocurrencia o mejorar la detección.

Tabla 11: Nivel de prioridad de acuerdo al NPR

Referencia	Prioridad
NPR > 200	Alta
125 > NPR ≤ 200	Media
125 ≤ NPR	Baja

Fuente: (Muñoz, 2019)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Revisar y establecer los resultados obtenidos, lo cual incluye precisar las acciones tomadas y volver a calcular el “NPR”.

2.11. Indicadores de Mantenimiento

Dentro de una adecuada gestión de mantenimiento es importante la evaluación indicadores los cuales nos permitan la valoración del estado de la misma para así lograr evidenciar posibles

variaciones ya sea positivas o negativas para establecer un correcto seguimiento y de ser el caso las debidas correcciones de las mismas, entre las que más resaltan son:

2.11.1. Tiempo promedio para fallar “TPPF”-Mean time to fail “MTTF”

(Reabilityweb.com, 2019) manifiesta que es un indicador que mide como su nombre lo dice el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro de un periodo considerado, ligado a la confiabilidad también llamado el “Tiempo Promedio hasta la Falla”.

$$TPPF = \frac{\Sigma \text{Tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables}}{\text{Número total de fallas detectadas en esos ítems en el periodo observado}}$$

2.11.2. Tiempo promedio para reparar “TPPR”-Mean time to repair “MTTR”

Desde el punto de vista de (Reabilityweb.com, 2019) este indicador mide la efectividad en restituir el equipo o sistema a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un periodo de tiempo determinado, es asociado a la mantenibilidad.

$$TPPR = \frac{\Sigma \text{Tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla}}{\text{Número total de fallas detectadas en esos ítems en el periodo observado}}$$

2.11.3. Tiempo promedio entre fallas “TMEF”-Mean time between failures “MTBF”

De acuerdo con (Cuatrecasas Arbós & Torrell Martínez, 2010) Las paradas breves inciden en la capacidad real de los procesos, y en la productividad, y para establecer una evaluación se utiliza el tiempo medio entre fallos o Mean Time Between Failures “MTBF”, y lo que busca es el cuantificar el tiempo que por término medio transcurre desde una parada a la siguiente, pero se debe contemplar que a diferencia de las averías las paradas breves inciden negativamente en la medida en que ocurren con frecuencia). Es decir, el “MTBF” es el cociente entre el trabajo real “TT” para operar y el número de paradas breves registrado “Npb”.

$$TMEF = \frac{TT}{Npb}$$

2.11.4. Eficiencia Global de Equipos Productivos “OEE”

Citando a (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013) el “OEE” es un indicador que se establece en un periodo de tiempo determinado para un equipo o grupos de máquinas para establecer la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido, para la utilización de este indicador se utilizan tres índices principales, disponibilidad, eficiencia y calidad, empleando la siguiente formula y en la Figura 17.

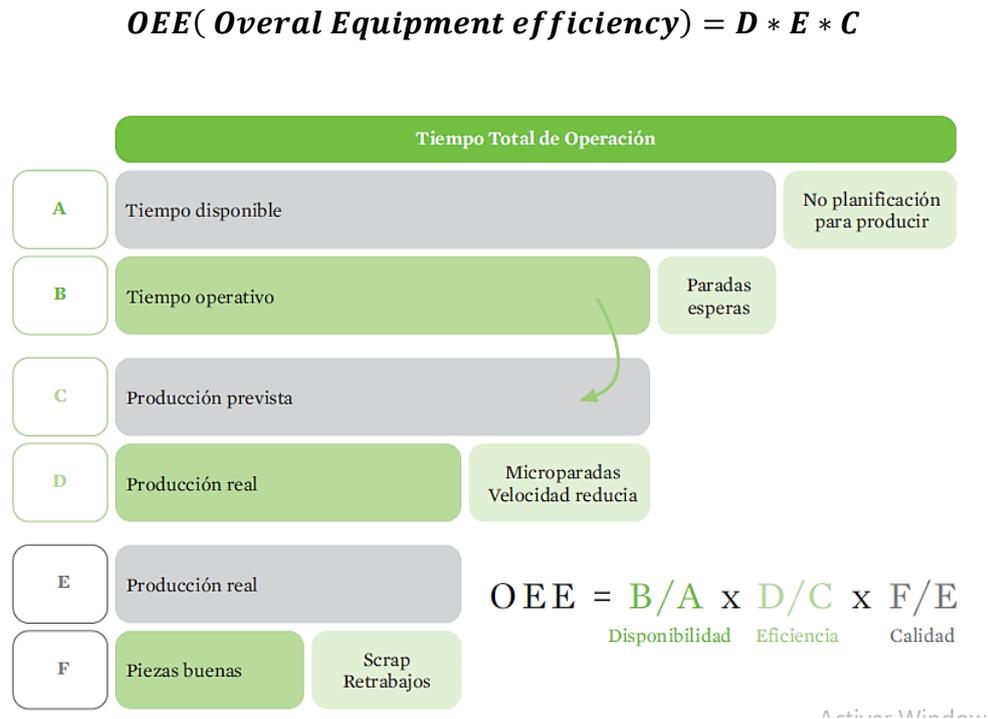


Figura 17: Eficiencia global de equipos operativos OEE

Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

- **Disponibilidad “D”.** - No es más que el cociente de dividir el número de horas totales de operación menos las horas de paros o averías, reparaciones, ajustes o cambio de técnicas dividido entre el número de horas totales de operación.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas de parada}}{\text{Horas totales}}$$

- **Eficiencia “E”.** - es el índice de nivel de funcionamiento del equipo contemplando las perdidas por tiempos muertos o improductividad es decir la producción real sobre la producción prevista.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción planificada}}$$

- **Calidad “C”**. - Es la fracción de la producción obtenida la cual cumple con los estándares de calidad reflejando la parte del tiempo empleada para la producción de esas piezas sin defectos o errores, y no es más que las piezas buenas divididas entre la producción real.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción conforme}}{\text{Producción real}}$$

El cálculo del OEE es un indicador muy amplio ya que al evaluar tres aspectos fundamentales dentro de la organización permite establecer cuáles son las fortalezas y las debilidades de la empresa para así concentrar esfuerzo y recursos en solucionar o eliminar posibles problemas que ocasionan el bajo rendimiento en uno en los tres puntos del OEE.

Para su análisis se contempla una escala con cuatro niveles de cumplimiento como se puede observar en la Tabla 12

Tabla 12: Clasificación por eficiencia global de equipos operativos

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE > 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja Competitividad
65% ≤ OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable solo si se está en proceso de mejora.
75% ≤ OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
85% ≤ OEE < 95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
OEE ≥ 95%	Excelente	Competitividad excelente

Fuente: (Hedman, Subramaniyan, & Almström, 2016)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

2.12. Marco Legal

2.12.1. Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

Citando al (IESS I. E., 2018) en el capítulo IV en específico en su artículo 92 titulado Mantenimiento establece los siguientes puntos:

- 1) El mantenimiento de máquinas deberá ser tipo preventivo y programado.
- 2) Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas.
- 3) Las operaciones de engrase y limpieza se realizarán siempre con las máquinas paradas, preferiblemente con un sistema de bloqueo, siempre desconectadas de la fuerza motriz y con un cartel bien visible indicando la situación de la máquina y prohibiendo la puesta en marcha.

En aquellos casos en que técnicamente las operaciones descritas no pudieren efectuarse con la maquinaria parada, serán realizadas con personal especializado y bajo dirección técnica competente.

- 4) La eliminación de los residuos de las máquinas de efectuará con la frecuencia necesaria para asegurar un perfecto orden y limpieza del puesto de trabajo.

2.12.2. Organización Internacional de Estandarización “ISO-9001-2015”

Con base a norma **ISO 9001:2015** Sistema de Gestión de Calidad, establece en su **Capítulo 7. Apoyo** en específico en su requisito **7.1.3 Infraestructura** establece que:

Citando a (ISO, 2015) la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios, como se observa en la Figura 18 esto puede incluir:

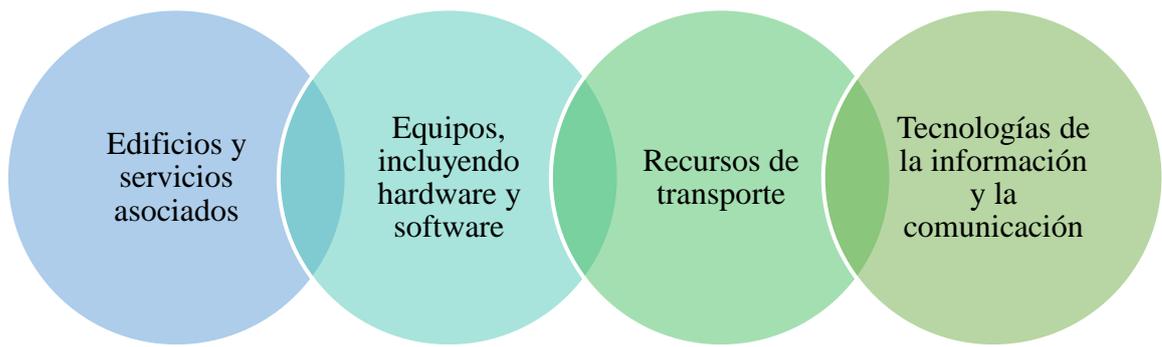


Figura 18: Infraestructura

Fuente: (ISO, 2015)

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

CAPÍTULO III. ANÁLISIS SITUACIONAL

3.1. Antecedentes Empresariales

La empresa “MASTERCUBOX S. A.” nace en Ecuador en el año de 2011, de la idea del Ingeniero Agrónomo Miguel Iturralde, más sin embargo es en el año de 2013 donde inicia la construcción de la planta de producción ubicada en la provincia de Imbabura en la ciudad de Ibarra en el valle de Salinas.

La empresa posee campos de cultivo de alfalfa y forrajes desde el campo hasta la transportación y elaboración en fábrica de productos como cubos y harinas destinados para el consumo de caballos, ganado vacuno, cuyes, etc.

En la actualidad Mastercubox S. A. es la única empresa nacional de producción de cubos de alfalfa y se encuentra creciendo en la producción de alfalfa conjuntamente con agricultores que en base a los estándares de la empresa producen forrajes de alta calidad durante todo el año, lo que permite tener productos siempre frescos.

3.1.1. Descripción Empresarial

“MASTERCUBOX S. A.” es una empresa que mantiene un nivel medio de crecimiento, se dedica a la elaboración y venta al por mayor y menor de alimentos para animales, y estos a base de alfalfa, en sus dos formatos cubos y harina de alfalfa. La empresa cuenta en la actualidad con 24 trabajadores entre personal técnico y operativo, en la actualidad en lo que va del 2020 procesa 160 sacos de cubos y 25 sacos de harina de 25 kilos por hora, más sin embargo su capacidad instalada de producción de harina es de 240 sacos por turno y de producción de cubos es de 1280 sacos por turno en tema de producto terminado y en procesamiento de materia prima o producto en proceso es de 13,5 toneladas de alfalfa al día.

El objetivo en base a su actividad económica se ubica dentro del CIIU de la siguiente manera como se muestra en la Figura 19 y su estratificación de tamaño de empresa la ubica de acuerdo al número total de trabajadores que en este caso es superior a los 10 e inferior a los 49 estableciéndola como una empresa pequeña como se muestra en la Figura 20.

Clasificación:	CLASIFICACION AMPLIADA DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS (CIIU REV. 4.0)
Código:	C1080.02
Descripción:	Fabricación de alimentos preparados para animales de granja (aves, ganado vacuno, porcino, etcétera), animales acuáticos, incluidos alimentos concentrados, suplementos alimenticios, la preparación de alimentos sin mezclar (elaborados a partir de un único producto) y los obtenidos del tratamiento de desperdicios de mataderos.

Figura 19: Clasificación aplicada de actividades económicas CIIU

Fuente: (INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, 2012)

Clasificación de la empresa	Personal ocupado	Ventas anuales
Micro empresa	1 – 9	Hasta 100.000
Pequeña empresa	10 – 49	100.001 – 1.000.000
Mediana empresa A	50 – 99	1.000.001 – 2.000.000
Mediana empresa B	100 – 199	2.000.001 – 5.000.000
Grande empresa	200 – más	5.000.001 y más

Figura 20: Estratificación de tamaño de empresa

Fuente: (INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, 2019)

Dentro de la clasificación se encuentra en la superior de nivel 1 de esta actividad económica se encuentra centro de la sección C.

3.1.2. Localización

Tabla 13: Localización

LOCALIZACIÓN	
PAÍS:	Ecuador
PROVINCIA:	Imbabura
CIUDAD	Ibarra
UBICACIÓN	Camino a Salinas-Hoja Blanca Km 1,8 sector el Condal

Fuente: Mastercubox S. A.

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

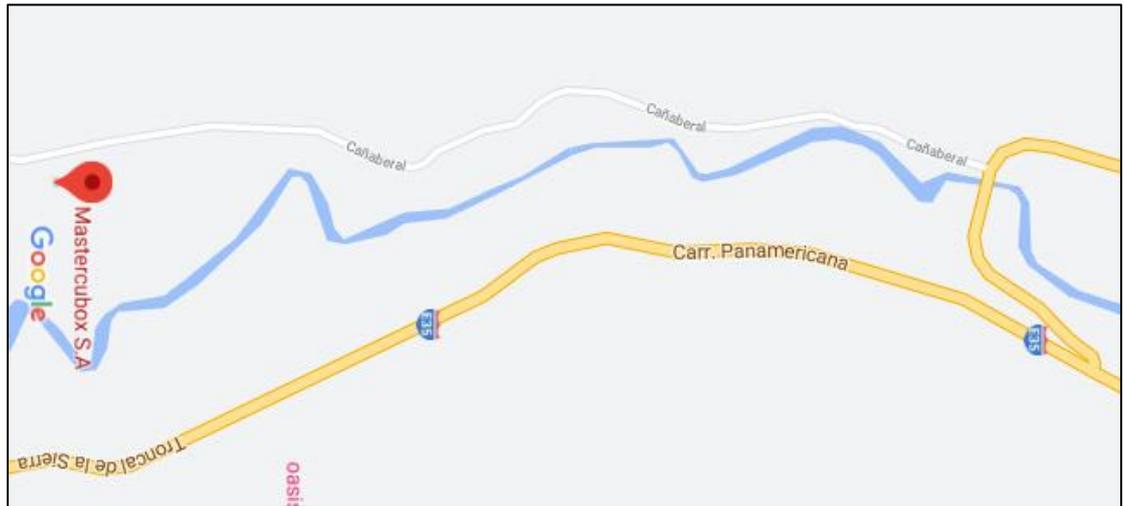


Figura 21: Ubicación

Fuente: (Maps, 2020)

3.1.3. Misión

Desarrollar productos innovadores que mejoren y faciliten la nutrición animal, en base a la producción de materias primas de excelencia que aseguren satisfacer las necesidades de nuestros clientes. (Mastercubox, 2020)

3.1.4. Visión

Ser una cadena de valor de excelencia y reconocida a nivel mundial, integrada desde el campo hacia los mercados de todo el mundo, que permita a nuestro equipo de trabajo, clientes y proveedores interactuar en búsqueda de soluciones innovadoras que permitan vínculos estables en el tiempo. (Mastercubox, 2020)

3.1.5. Valores

- Ética
- Trabajo en Equipo
- Lealtad
- Responsabilidad

3.2. Análisis de la Situación Actual

Conjuntamente con el personal encargado de la empresa a través de conversaciones y visitas se establece una valoración de tres grandes aspectos importantes de la organización los cuales son:

3.2.1. Responsabilidad Social Corporativa

Claramente (Villarroel, 2020) establece que esta se enfoca a la contribución activa y voluntaria para la mejora y fortalecimiento socioeconómico y ambiental por parte de la empresa para lo cual esta se representa con una escala de Likert siendo 10 el mayor y mejor escenario y 1 el menor o peor escenario.

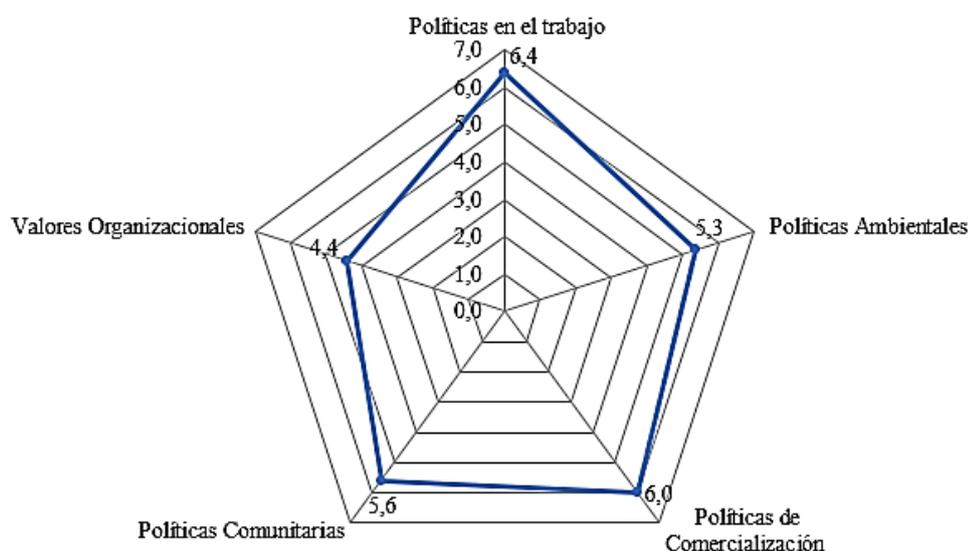


Figura 22: Resultados de responsabilidad social

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

En la Figura N°22 se puede apreciar los 5 aspectos evaluados y a los cuales se logran identificar aquellos que no están aportando a la mejora de la organización siendo los valores organizacionales y las políticas ambientales los puntos más débiles con 4,4 y 5,4 respectivamente. (Véase Anexo 1)

3.2.2. Capacidad Estratégica

Como lo hace notar (Villarroel, 2020) la capacidad estratégica no es más que la capacidad de la implementación de estrategias dentro de la organización para llevar a cabo un proyecto que contribuya al crecimiento de la empresa.

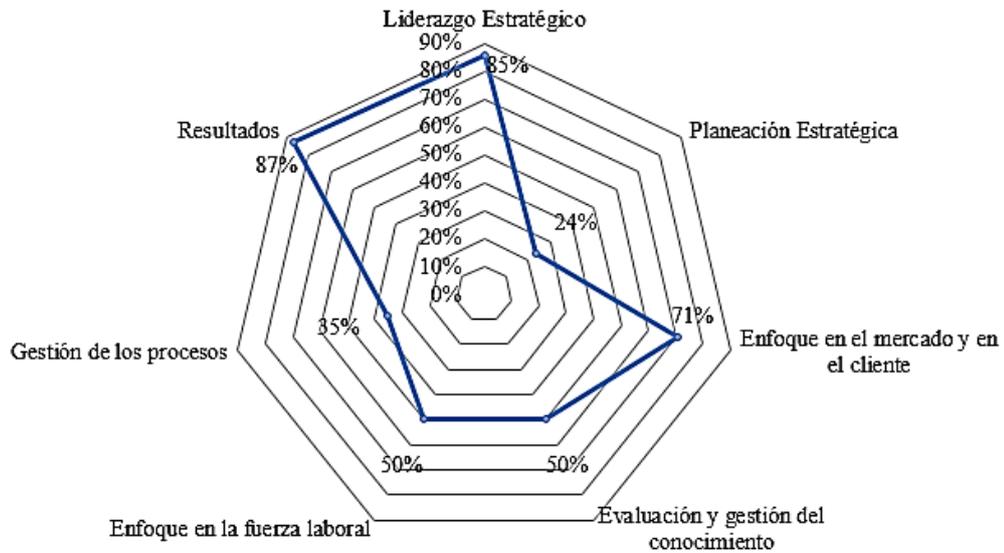


Figura 23: Resultados de capacidad estratégica

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

En la Figura 23 se puede apreciar los 7 aspectos evaluados y a los cuales se logran identificar aquellas fortalezas y debilidades dando un promedio de 69,25% siendo la planeación estratégica y gestión de los procesos las más bajas con un 24% y 35% respectivamente, pero sin embargo con ayuda de este análisis se pueden planificar estrategias para mejorar a nivel interno las falencias existentes. (Véase Anexo 2)

3.2.3. Criterios de Excelencia

Dicho con palabras de (Villarreal, 2020) es una evaluación interna o también llamada autoevaluación con ayuda de criterios se pueda aumentar la eficiencia y la eficacia de la organización.

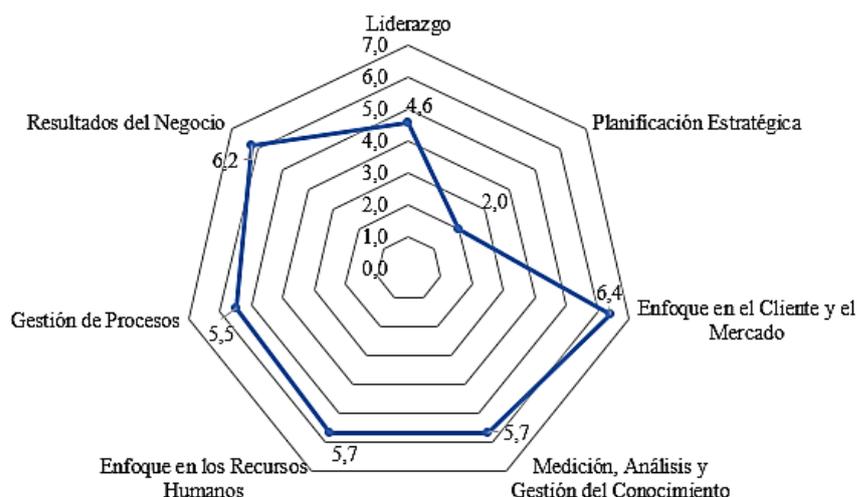


Figura 24: Resultados de criterios de excelencia

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

En la Figura N°24 se establecen 7 criterios de excelencia los cuales se enfocan a la determinación de oportunidades y amenazas, el cual nos arroja un resultado de 51,47% siendo la planificación estratégica y liderazgo los puntos más bajos con 2,0 y 4,6 respectivamente, más sin embargo a través de estos resultados se pueden proponer ideas o estrategias que mejore la eficiencia y la eficacia de la organización. (Véase Anexo 3)

3.2.4. Políticas

- **Política de la Calidad**

Mastercubox S. A es una empresa dedicada a la elaboración y venta al por mayor y menor de alimento para animales comprendido en ofrecer productos de excelente calidad, ya sea para animales de competencia, productores de leche o incluso domésticos. Al mismo tiempo se compromete en brindar un producto servicio eficaz y eficiente cumpliendo los requerimientos de los clientes haciendo llegar el producto en el momento indicado, la cantidad solicitada y la calidad exigida acompañada de una cordial atención. Además, se compromete a realizar un debido seguimiento y acompañamiento a los clientes con la finalidad de conocer sus expectativas y requerimientos, que nos permitan mejorar continuamente nuestros procesos y por ende la calidad del producto y servicio.

- **Política de Seguridad y Salud en el Trabajo**

MASTERCUBOX S. A., es una organización dedicada a la elaboración y venta al por mayor y menor de alimentos para animales, la alta dirección se compromete en aplicar medidas de prevención, higiene y seguridad, para garantizar el bienestar de sus colaboradores, y eliminar la exposición a los accidentes y enfermedades relacionadas al trabajo, para ello la organización asignara los recursos tecnológicos, económicos, humanos que sean pertinentes para poder cumplir con la gestión de Higiene y Seguridad.

MASTERCUBOX S. A., se compromete a cumplir la normativa legal vigente aplicable en el campo de higiene y seguridad, realizando un monitoreo constante y aplicando criterios de mejora continua de los procesos, permitiendo la reducción de los factores de riesgos inherentes en los puestos de trabajo. La organización convoca a todo el personal a dar la debida atención y aplicación de las normas de Seguridad y Salud contenidas en el Reglamento Interno de Seguridad y Salud.

3.2.5. Organigrama

Dentro de una organización es muy importante identificar claramente los diferentes niveles jerárquicos y es ahí donde interviene un organigrama para así lograr identificar la cadena de mando evitando funciones o documentación duplicados.

Dentro de Mastercubox S. A. se establece el siguiente organigrama representado en la Figura 25.

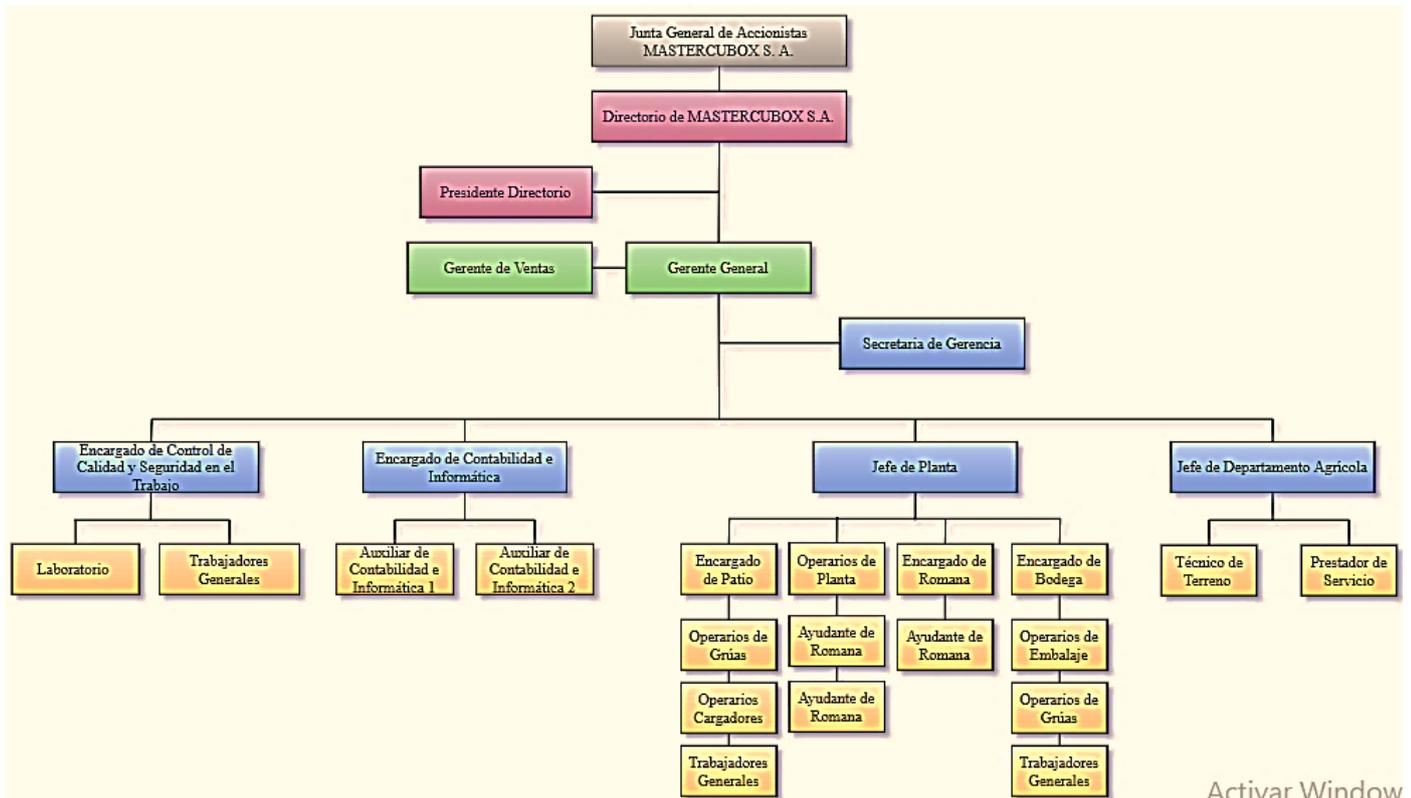


Figura 25: Organigrama de Mastercubox S. A.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

3.2.6. Jornada Laboral

La jornada laboral en Mastercubox S. A., inicia a las 8H00 a 17H00 de lunes a viernes incluyendo 60 min destinados para el almuerzo. El tiempo real con el que cuenta la empresa es de 450 minutos al día, ya que contempla 30 minutos para necesidades básicas o hidratación.

3.2.7. Maquinaria

En la actualidad la empresa realiza netamente mantenimientos correctivos y usualmente mantenimiento preventivo, así como de limpiezas superficiales, las mismas que son realizadas por los operarios y asistidas por el técnico de mantenimiento.

Como se muestra en la Tabla 14 la planta de producción de Mastercubox S. A., cuenta con las siguientes máquinas a su disposición:

Tabla 14: Listado equipos de la planta de producción

Planta de Producción				
N°	Descripción	Marca	Modelo	Código
1	Romana de Pesaje	Nacional	N/A	PP.RP.1
1	Línea de Alimentación	Nacional	N/A	PP.LA.1
1	Horno de Secado	LUCCHINI	N/A	PP.LS.1
1	Homogeneizador	Nacional	N/A	PP.LC.1
1	Cubeteadora	Nacional	N/A	PP.LC.2
1	Enfriadora	Nacional	N/A	PP.LC.3
1	Montacarga	Baoli	N/A	PP.MT.1
1	Molinos	Nacional	N/A	PP.LH.1
1	Tolva Ensacadora	Nacional	N/A	PP.LH.1
1	Medidor de Humedad N°1	WILE 26	W-253	PP.MH.1
1	Medidor de Humedad N°2	DELMHORST	F-2000	PP.MH.2
1	Balanza Electrónica	CENTURY Tools	N/A	PP.BE.1
3	Bomba Hidráulica N°1	NACIONAL	N/A	PP.BH.1
	Bomba Hidráulica N°2	NACIONAL	N/A	PP.BH.2
	Bomba Hidráulica N°3	NACIONAL	N/A	PP.BH.3
1	Compresor	NACIONAL	N/A	PP.CM.1
2	Cosedora N°1	BEYOND	GK9-370	PP.CS.1
	Cosedora N°2	ORIENT	GK26-1A	PP.CS.2

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Como se muestra en la Tabla 15 el área agrícola de Mastercubox S. A., cuenta con las siguientes máquinas a su disposición:

Tabla 15: Listado equipos del área agrícola

Área Agrícola				
N°	Descripción	Marca	Modelo	Código
2	Tractor N°1	JOHN DEERE	5403	AA.TR.1
	Tractor N°2	FORD	6600	AA.TR.2
1	Segadora	KUHN	67700	AA.SG.1
2	Hileradora N°1	FERABOLI	GOLIA	AA.HR.1
	Hileradora N°2	FARABOLI	N/A	AA.HR.2
2	Fumigadora N°1	NACIONAL	N/A	AA.FG.1
	Fumigadora N°2	NACIONAL	N/A	AA.FG.2
1	Picadora	CLAAS	JAGUAR	AA.PC.1
1	Camión	FORD	F700	AA.CM.1
2	Bomba de Riego N°1	NACIONAL	N/A	AA.BR.1
	Bomba de Riego N°2	NACIONAL	N/A	AA.BR.2

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

3.2.8. Layout

Mastercubox S. A. posee un área de 4.5 hectáreas, enfocadas al área industrial mide 1800 m² como se observa en la Figura 26.

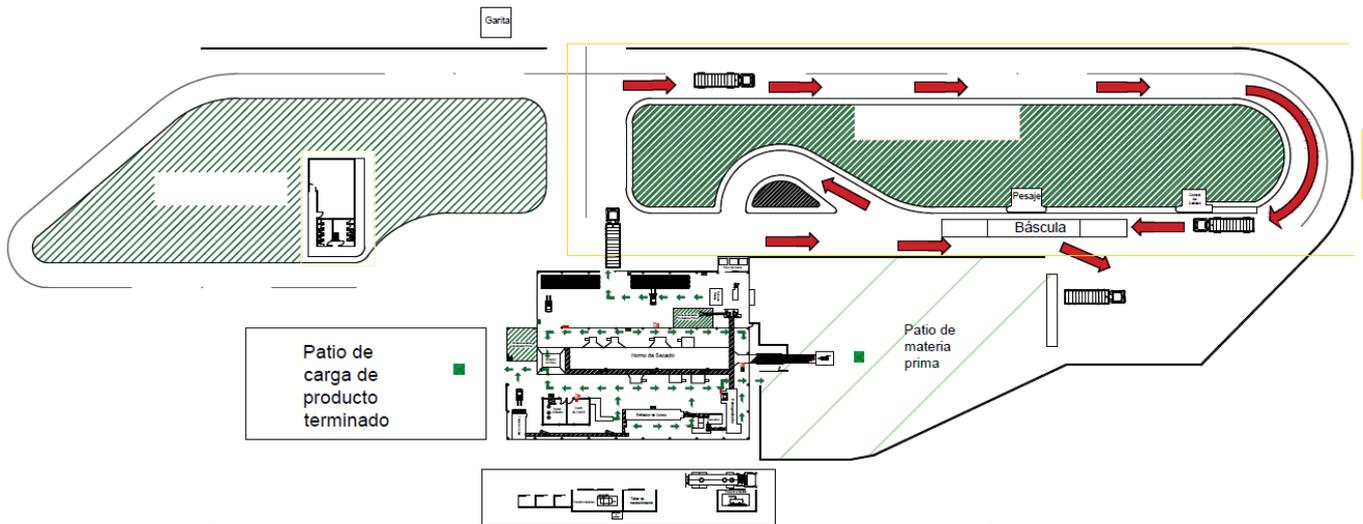


Figura 26: Layout de la empresa Mastercubox S. A.

Fuente: Mastercubox S.A.

Una parte esencial que se debe tomar en cuenta dentro de un Layout es el diagrama de recorrido que en este caso dentro la planta de producción se puede evidenciar los diferentes procesos desde la línea de secado, terminando por las líneas de cubos o la de harina de alfalfa por estas pasa la materia prima brindando valor agregado para llegar finalmente a un producto terminado la cual la empresa Mastercubox S. A se dedica a la comercializar al por mayor y menor siendo sus principales clientes los criaderos de reses ya sea para cárnicos o lecheras como también equipos de haciendas o competencia, entre otros. (Véase Anexo 4)

3.2.9. Productos

Mastercubox S. A. se dedica a producir y comercializar dos principales formatos de producto, cubos y harina de alfalfa, sin embargo, actualmente se encuentra en fases de prueba y análisis nutricional un nuevo formato de cubos hechos a base de alfalfa y zanahoria y eso sumado que a mediano plazo se podría empezar la producción de cubos de bagazo de caña de azúcar con uso industrial como combustible.

- **Cubos de Alfalfa**

Los cubos de alfalfa MASTERCUBOX S. A. son utilizados con excelentes resultados en la alimentación, contiene una composición balanceada de fibra que asegura un buen tránsito digestivo, libre de moho y polvo. Fácil dosificación, permite controlar y regular una alimentación adecuada en los animales. Su principal formato como se muestra en la Figura 27 son los sacos de 25 Kg para prevalecer el manejo ergonómico del mismo, más sin embargo se realizan bajo pedido hasta sacos de 40 kg.



Figura 27: Cubos de alfalfa

Fuente: (Mastercubox, 2020)

Sus cualidades y beneficios se detallan en la Tabla 16.

Tabla 16: Cualidades y beneficios de cubos de alfalfa:

Nombre del Producto:	Cubos de Alfalfa		
	Ítems	Porcentaje %	
		Min.	Máx.
Composición Nutricional Promedio	Energía Metabolizante (mkcal/kg):	2,4	2,6
	Proteína:	17	20
	Fibra:	25	28
	Humedad:	9	12
	Grasa:	2	4
	Ceniza:	10	13
	Calcio:	1,5	2
	Fosforo disponible:	0,18	0,2

Presentación y Empaques Comerciales	Sacos de 25 kg; 40kg	
Características Físico-Químicas y Organolépticas	Características y Especificaciones Organolépticas	
	Apariencia:	Cubos
	Color:	Verde
Requisitos Mínimos de Calidad	Certificación de Buenas Prácticas de Manufactura, en base al "Instructivo para las auditorias de Certificación de Buenas Prácticas de Manufactura y Almacenamiento de productos Veterinarios." Resolución 066.	
Consideraciones para Almacenaje	Mantener en un ambiente seco, libre de humedad y productos que emanen olores fuertes	
Formulación	Materia Prima/Insumo	Porcentaje %
	Alfalfa	100%

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Cubos de Alfavena**

Los cubos de alfavena de MASTERCUBOX S. A. son utilizados con excelentes resultados en la alimentación, contiene una composición balanceada de fibra que asegura un buen tránsito digestivo, libre de moho y polvo. Fácil dosificación, permite controlar y regular una alimentación adecuada en los animales. Su principal formato como se muestra en la Figura 28 son los sacos de 25 Kg para prevalecer el manejo ergonómico del mismo.



Figura 28: Cubos de alfavena

Fuente: (Mastercubox, 2020)

Sus cualidades y beneficios se detallan en la Tabla 17.

Tabla 17: Cualidades y beneficios de cubos de alfavena

Nombre del Producto:	Cubos de Alfavena		
Composición Nutricional Promedio	Ítems	Porcentaje %	
		Min.	Máx.
	Energía Metabolizante (mkcal/kg):	2,6	2,8
	Proteína:	14	16
	Fibra:	20	25
	Humedad:	8	10
	Extracto Etéreo:	3,5	3,7
	Fósforo:	10	13
	Calcio:	0,28	0,3
Fosforo disponible:	0,20	0,22	
Presentación y Empaques Comerciales	Sacos de 25 kg		
Características Físico-Químicas y Organolépticas	Características y Especificaciones Organolépticas		
	Apariencia:	Cubos	
	Color:	Verde amarillo	
Requisitos Mínimos de Calidad	Certificación de Buenas Prácticas de Manufactura, en base al "Instructivo para las auditorias de Certificación de Buenas Prácticas de Manufactura y Almacenamiento de productos Veterinarios." Resolución 066.		
Consideraciones para Almacenaje	Mantener en un ambiente seco, libre de humedad y productos que emanen olores fuertes		
Formulación	Materia Prima/Insumo	Porcentaje %	
	Alfalfa	60	
	Avena	40	

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Harina de Alfalfa**

La harina de alfalfa de MASTERCUBOX S. A. es utilizada con excelentes resultados en la alimentación, contiene una composición balanceada de fibra que asegura un buen tránsito digestivo, libre de moho. Fácil dosificación, permite controlar y regular una alimentación

adecuada en los animales. Su principal formato como se muestra en la Figura 29 son los sacos de 25 Kg para prevalecer el manejo ergonómico del mismo.



Figura 29: Harina de alfalfa

Fuente: (Mastercubox, 2020)

Sus cualidades y beneficios se detallan en la Tabla 18.

Tabla 18: Cualidades y beneficios de harina de alfalfa

Nombre del Producto:	Harina de Alfalfa		
Composición Nutricional Promedio	Ítems	Porcentaje %	
		Min.	Máx.
	Energía Metabolizante (mkcal/kg):	2,4	2,6
	Proteína:	20	21
	Fibra:	17	19
	Humedad:	7	10
	Grasa:	3	4
	Ceniza:	12	15
	Calcio:	1,5	2
Fosforo disponible:	0,18	0,2	
Presentación y Empaques Comerciales	Sacos de 25 kg		
Características Físico-Químicas y Organolépticas	Características y Especificaciones Organolépticas		
	Apariencia:	Cubos	
Color:	Verde		

Requisitos Mínimos de Calidad	Certificación de Buenas Prácticas de Manufactura, en base al "Instructivo para las auditorias de Certificación de Buenas Prácticas de Manufactura y Almacenamiento de productos Veterinarios." Resolución 066.	
Consideraciones para Almacenaje	Mantener en un ambiente seco, libre de humedad y productos que emanen olores fuertes	
Formulación	Materia Prima/Insumo	Porcentaje %
	Alfalfa	100%

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

3.2.10. Proceso Productivo.

El proceso productivo de la planta de producción de la empresa Mastercubox S. A es la de elaborar alimentos para animales, para el cumplimiento de este proceso se establecen dos divisiones, el área agrícola la cual se encarga del cultivo, mantenido, cosechado y transporte de la materia prima y la planta de producción que es donde se transforma dicha materia prima al producto terminado que en este caso son dos formatos cubos y harina.

- **Área Agrícola**

Esta área actualmente se desarrollan seis procesos (preparación de suelo, siembra, riego, fumigación, fertilización, cosecha) cada uno de ellos se enfoca en el cultivo y obtención de materia prima dentro de un total de 122,68 hectáreas, esto sumado a que este total no es el único punto de obtención de materia prima, dado que hasta diciembre 2020 cotaban con otras 13,8 hectáreas de terceros que proveen de materia prima a la planta de producción pero esta última cifra se ha aumentado actualmente con un total de 14,8 hectáreas de terceros.

- **Preparación de Suelo**

En la Tabla 19 se detallan las actividades de preparación de suelo.

Tabla 19: Preparación de suelo

N°	Actividades
1	Arar el terreno.
2	Rastrear el terreno.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

– **Siembra**

En la Tabla 20 se detallan las actividades de Siembra.

Tabla 20: Siembra

N°	Actividades
1	Seleccionar la semilla.
2	Esparcir las semillas en el suelo arado y rastreado.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

– **Riego**

En la Tabla 21 se detallan las actividades de Riego.

Tabla 21: Riego

N°	Actividades
1	Instalar sistema de riego (mangueras y llovederas).
2	Encender bombas y regar el campo.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

– **Fertilización**

En la Tabla 22 se detallan las actividades de Fertilización.

Tabla 22: Fertilización

N°	Actividades
1	Selección de fertilizante.
2	Repartición de fertilizante a trabajadores.
3	Esparcimiento de fertilizante por el suelo sembrado y regado.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

– Fumigación

En la Tabla 23 se detallan las actividades de Fumigación.

Tabla 23: Fumigación

N°	Actividades
1	Llenar tanques de fumigadora con agua.
2	Colocar fungicidas en tanque de fumigadora.
3	Esparcir el fungicida en el campo.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

– Cosecha

En la Tabla 24 se detallan las actividades de Cosecha.

Tabla 24: Cosecha

N°	Actividades
1	Ubicación del terreno o lote seleccionado para la cosecha.
2	Preparación de vale de cosecha agrícola.
3	Corte de alfalfa con Segadora.
4	Acumulación y formación sección continua de alfalfa cortada con hileradora.
5	Recolección alfalfa con Picadora para posterior cargar el camión.
6	Transporte de camión cargado de alfalfa hacia la planta de producción.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Planta de Producción**

Dentro de esta existe en la actualidad dos líneas de producción la primera la de cubos la cual procesa actualmente no solo alfalfa si no también avena y a su vez la segunda línea la de harina. Sin embargo, todo el proceso inicia con la recepción de la materia prima para el pesaje para proseguir con la descarga del camión y toma de muestra para la evaluación el porcentaje de pureza de la materia prima para posterior pasar por un proceso de secado de dos etapas, la primera un secado en el patio al aire libre y otro mediante el paso por un horno de secado, para posterior seguir con las líneas de transformación de la materia prima. En la actualidad la empresa se encuentra en periodo de prueba con dos nuevos formatos de cubos, uno de cubos de alfalfa con zanahoria y otro de bagazo de caña de azúcar el cual sería una opción como combustible alternativo.

Toda la planta de producción es controlada y monitoreada con ayuda del software Ignition modelando un sistema diseñado y programado por el actual jefe de planta el Ingeniero Mecatrónico Andrés Montalvo con el cual se puede establecer un debido seguimiento y control de parámetros e indicadores dentro de la producción de toda la planta específicamente las líneas de cubos, harina, secado y el control hidráulico como se observa de ejemplo el de control de cubos en la Figura 30.

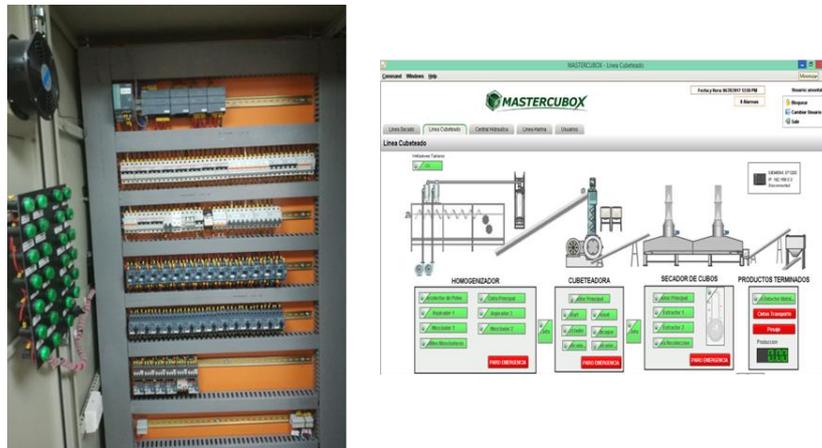


Figura 30: Tablero de control

Fuente: Mastercubox S. A

- **Recepción de materia prima**

En la Tabla 25 se detallan las actividades de recepción de materia prima.

Tabla 25: Recepción de materia prima

N°	Actividades
1	Recepción de vale de cosecha agrícola.
2	Pesaje de camión con materia prima materia prima.
3	Transporte de camón a patio de secado.
4	Medición de porcentaje de humedad de materia prima.
5	Descarga de materia prima en patio de secado.
6	Extender materia prima en patio de secado.
7	Toma de muestra de materia prima para evaluación de pureza.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

– **Alimentado de materia prima húmeda**

En la Tabla 26 se detallan las actividades de alimentado de materia prima húmeda.

Tabla 26. Alimentado de materia prima húmeda

N°	Actividades
1	Apilamiento de prima húmeda en los extremos de tolva de alimentación.
2	Alimentación de materia prima húmeda a tolva de alimentación.
3	Transporte de materia prima húmeda a tolva de alimentación a brazo mecánico.
4	Extender materia prima húmeda en banda transportadora de horno de secado.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

– **Secado de materia prima**

En la Tabla 27 se detallan las actividades de secado de materia prima en este caso cumplen el mismo proceso las dos principales materias primas es decir la alfalfa y la avena.

Tabla 27: Secado de materia prima

N°	Actividades
1	Ingreso de materia prima húmeda horno de secado desde el brazo mecánico.
2	Secado por 6 fases.
3	Demora de acuerdo al porcentaje de humedad de la materia prima húmeda en el patio de secado.
4	Medición de humedad de materia prima seca a la salida de horno de secado.
5	Apilamiento de materia prima seca en área de materia prima seca.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

– Línea de Cubos

Existe una sola línea de cubos, pero sin embargo existen dos variaciones de cubos actualmente de alfalfa y de alfavena, los que cruzan procesos equivalentes por lo que se establece el mismo orden de actividades para ambos formatos como se observa en la Tabla 28.

Tabla 28: Línea de cubos

N°	Actividades
1	Alimentado de materia prima desde área de prima seca a línea de cubos por banda transportadora.
2	Homogenizar.
3	Adición de Aditivo.
4	Cubeteado.
5	Inspección y selección de inconformidades de cubos.
6	Enfriado de cubos.
7	Ensacado y pesaje manual en formato de 25-40 kg
8	Transporte de sacos de cubos por medio de montacargas manual a área de cosido y paletizado.
9	Medición de porcentaje de humedad de sacos de cubos.
10	Cocido de saco.
11	Paletizado de sacos.
12	Contabilización de pallets y sacos producidos.
13	Transporte de sacos paletizados a área de producto terminado.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

– Línea de Harina de Alfalfa

En la Tabla N° 29 se detallan las actividades de la producción de harina de alfalfa.

Tabla 29: Línea de harina de alfalfa

N°	Actividades
1	Transporte de materia prima desde área de materia prima seca a alimentación de línea de harina.
2	Alimentación manual de materia prima seca a molinos.
3	Molido
4	Ensacado de harina en tolva de ensacado.
5	Confirmación de peso
6	Medición de porcentaje de humedad de harina ensacada.
7	Cocido de saco de harina.
8	Paletizado de sacos de harina.
9	Contabilización final de sacos paletizados.
10	Transporte de sacos paletizados a área de producto terminado.

Fuente: Mastercubox S. A

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

3.3. Análisis de Gestión de Mantenimiento

Se realiza un levantamiento de información teniendo como base a reuniones con el jefe de producción, personal técnico y personal operativo de las áreas de planta de producción y área agrícola teniendo como base en el año 2020 donde se incluye pronóstico de la producción, real, tiempos operativos y tiempo de paros.

Esta información es de gran importancia para el cálculo del principal indicador del presente proyecto de investigación el cual mide tres aspectos principales detallados en el capítulo 2, sin embargo, cabe recalcar que parte de esta información no se obtuvo de registros debido a su inexistencia, pero es de fuente directa de los encargados e involucrados directos en los diferentes procesos productivos de la organización, así como del personal técnico supervisor.

3.3.1. Análisis de Disponibilidad de Equipos 2020

El análisis se realiza a partir del año 2020 debido a que el último año es del cual más información se obtuvo, además de que el mencionado año se presentaron diferentes situaciones tanto internas como externas como son paros de producción por fallos o incluso la situación actual con el SARS

COVID-19 de los datos recopilados se sintetiza la Tabla 30 de la planta de producción y en la Tabla 31 del área agrícola.

Tabla 30: Análisis de disponibilidad de los equipos de la planta de producción

Planta de Producción				
Descripción	Tiempo Total Laborado (días)	Tiempo de paros (días)	Tiempo efectivo (días)	Disponibilidad
Romana de Pesaje	5	0	5	100%
Línea de Alimentación	112	2	110	98%
Horno de Secado	112	78	34	30%
Homogeneizador	49	0	49	100%
Cubeteadora	49	20	29	59%
Enfriadora	49	0	49	100%
Montacarga	251	5	246	98%
Molinos	27	3	24	89%
Tolva Ensacadora	27	3	24	89%
Medidor de Humedad N°1	41	0	41	100%
Medidor de Humedad N°2	40	0	40	100%
Balanza Electrónica	76	0	76	100%
Bomba Centrífuga N°1	112	0	112	100%
Bomba Centrífuga N°2	112	0	112	100%
Bomba Centrífuga N°3	259	2	257	99%
Compresor	251	0	251	100%
Cosedora N°1	113	1	112	99%
Cosedora N°2	113	1	112	99%

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Dentro de la Tabla 30 se puede observar cómo los niveles de disponibilidad de la planta de producción son relativamente altos sin embargo el equipo con más baja disponibilidad es el horno de secado con un 30%, esto se debe a que los datos se basan en información del año 2020 y a inicios de este año se originó un fallo masivo en este equipo y es por esa razón que su nivel es más bajo a comparación del resto de equipos, el otro equipo con bajo nivel de disponibilidad es la cubeteadora, esto debido a los constantes fallos que presenta, que si bien es cierto sus tiempos de paro son cortos se podrían llegar a su reducción o desaparición con una gestión adecuada de su mantenimiento.

Por otra parte, los equipos que sus valores no son inferiores al 85% deben su valor a que o no se ha provocado un fallo o el fallo es muy leve, pero sin embargo hay que dar seguimiento a estos también ya que los fallos que ahora podrían ser leves en un futuro puedan reducir su disponibilidad aún más.

Tabla 31: Análisis de disponibilidad de equipos del área agrícola

Área Agrícola				
Descripción	Tiempo Total Laborado(días)	Tiempo de paros (días)	Tiempo efectivo (días)	Disponibilidad (%)
Tractor N°1	6	1	5	83%
Tractor N°2	2	1	1	50%
Segadora	130	16	114	88%
Hileradora N°1	115	10	105	91%
Hileradora N°2	35	1	34	97%
Fumigadora N°1	100	1	99	99%
Fumigadora N°2	40	1	39	98%
Cosechadora	104	5	99	95%
Camión	95	15	80	84%
Bomba de Riego N°1	210	1	209	100%
Bomba de Riego N°2	30	1	29	97%

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Dentro de la Tabla 31 se puede observar que dentro del área agrícola existe casi una homogeneidad en sus disponibilidades por equipos, sin embargo los equipos con menor porcentaje que es el caso del tractor N° 2 con un 50% se debe a que su tiempo de laborado es bajo ya que se utiliza principalmente el tractor N° 1, dado el caso del camión con un 84% se debe a que en el año 2020 presento varios paros que sin embargo no incurrieron en tiempos largos de reparación o corrección pero por su frecuencia es el resultado menor al resto de equipos.

3.3.2. Análisis de Productividad, Eficiencia y Calidad

Para el cálculo de la productividad, eficiencia y calidad los cuales son parte del indicador primario que es el de Eficiencia General de los Equipos (OEE) se toma como base el año 2020 dado como resultado dentro de la planta de producción en sus tres líneas (secado, cubos y haría) un 43%, 53 % y 11% en productividad, 29%, 146% y 57% en eficiencia y 97% en calidad, respectivamente como se muestra en la Tabla 32. En el área agrícola en sus dos líneas (siembra y cosecha) un 127%

y 70% en productividad, 100% y 84% en eficiencia y 98% en calidad respectivamente como se muestra en la Tabla 33.

Tabla 32: Productividad, eficiencia y calidad de la planta de producción

Planta de Producción								
Línea	# de Días	Proyección (T)	Real (T)	T. Real (días)	T. Disponible (días)	Productividad (%)	Eficiencia (%)	Calidad (%)
Secado	260	1953	562	34	23	43%	29%	97%
Cubos	260	1752	2562	29	80	53%	146%	97%
Harina	260	167	96	24	128	11%	57%	97%

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

En productividad la línea de harina es la más baja, debido a que su producción es bajo y esto se debe que la empresa realiza su producción bajo pedido, es por eso que la línea de cubos posee un porcentaje mayor esto debido a que su producción fue mucho más alta que la proyección que se tenía y finalizando con la calidad las tres líneas poseen el mismo valor ya que la pérdida de materia prima dentro de la planta de producción no supera al 3% por tonelada procesada.

Tabla 33: Productividad, eficiencia y calidad del área agrícola

Línea	# de Días	Proyección (Ha) y (T)	Real (Ha) y (T)	T. Real (días)	T. disponible (días)	Productividad (%)	Eficiencia (%)	Calidad (%)
Siembra	260	15	15	19	15	127%	100%	98%
Cosecha	260	1894	1593	132	158	70%	84%	98%

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

En productividad la cosecha es la más baja, debido a que las cosechas han sido afectadas por el cambio de clima, siendo la variable principal que afecta a este indicador y por otra parte la siembra sobrepasa los niveles de productividad debido a que cumplieron con gran satisfacción su planificación y sus tiempos.

3.3.3. Análisis de Criticidad

El cálculo de nivel de criticidad fue realizado en consenso junto al jefe e ingeniero técnico del área de mantenimiento de la planta de producción y del encargado del área agrícola respectivamente, de esta última debido a que no existe en la actualidad el jefe del área agrícola se delegó su funciones temporalmente a un encargado, con ellos se procedió a realizar la valoración los criterios que se mostraron con anterioridad en la Tabla 3 arrojando los datos que se muestran, para la planta de producción en la Tabla 34 y para el área agrícola en la Tabla 35, y estos valores se identifican con tres niveles de criticidad (alto, medio y bajo) y estos a su vez son representado por un color, (rojo, amarillo y verde) respectivamente.

Tabla 34: Análisis de criticidad de equipos de planta de producción

Análisis de Criticidad Planta de Producción								
Equipo	Factor de Frecuencia (FF)	Consecuencias					Nivel de Criticidad	
		Impacto Operacional (IO)	Factor Flexibilidad Operacional (FO)	Costos de Mantenimiento (CM)	Impacto Ambiental (IMA)	Impacto Seguridad (IS)		
Romana de Pesaje	1	1	2	2	1	1	7	Baja
Línea de Alimentación	4	3	3	2	2	2	48	Media
Horno de Secado	2	5	4	4	4	4	42	Media
Homogeneizador	1	3	3	2	3	1	12	Baja
Cubeteadora	5	5	5	3	4	3	100	Alta
Enfriadora	1	3	3	2	2	2	12	Baja
Montacarga	4	4	1	2	3	2	48	Media
Molinos	4	5	3	2	2	2	56	Alta
Tolva Ensacadora	2	4	3	1	1	3	24	Baja
Medidor de Humedad N°1	1	1	1	2	1	1	6	Baja
Medidor de Humedad N°2	1	1	1	2	1	1	6	Baja
Balanza Electrónica	1	1	1	1	1	1	5	Baja
Bomba Hidráulica N°1	4	5	4	2	2	3	64	Alta
Bomba Hidráulica N°2	4	3	3	3	2	3	56	Alta
Bomba Hidráulica N°3	3	3	3	3	2	3	42	Media
Compresor	2	3	1	2	1	3	20	Baja
Cosedora N°1	1	1	1	1	1	1	5	Baja
Cosedora N°2	1	1	1	1	1	1	5	Baja

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Tabla 35: Análisis de criticidad de equipos de área agrícola

Análisis de Criticidad Área Agrícola								
Equipo	Factor de Frecuencia (FF)	Consecuencias					Nivel de Criticidad	
		Impacto Operacional (IO)	Factor Flexibilidad Operacional (FO)	Costos de Mantenimiento (CM)	Impacto Ambiental (IMA)	Impacto Seguridad (IS)		
Tractor N°1	4	1	2	2	2	2	36	Media
Tractor N°2	4	1	2	2	2	2	36	Media
Segadora	4	1	4	2	2	2	44	Media
Hileradora N°1	4	1	2	1	1	2	28	Baja
Hileradora N°2	4	1	2	1	1	2	28	Baja
Fumigadora N°1	4	1	2	1	2	2	32	Media
Fumigadora N°2	4	1	2	1	2	2	32	Media
Cosechadora	4	4	4	2	2	2	56	Alta
Camión	5	4	3	2	3	3	75	Alta
Bomba de Riego N°1	4	2	2	1	1	2	32	Media
Bomba de Riego N°2	4	2	2	1	1	2	32	Media

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Con relación a las Tablas anteriormente mostradas se pueden identificar la diversificación de los equipos tanto del área agrícola como de la planta de producción, dando como resultado que existen cuatro equipos con un nivel de criticidad medio, cuatro equipos con un nivel de criticidad alto y el restante con un nivel de criticidad bajo.

Por otra parte, dentro del área agrícola se logró la diversificación de sus equipos dando como resultado que existen dos equipos con nivel de criticidad bajo, siete equipos con nivel de criticidad medio y dos equipos con nivel de criticidad alto.

3.3.4. Aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)

Una vez realizada el análisis de criticidad de los equipos de las dos áreas, partiendo de sus resultados se elabora un análisis de modo y efecto de falla AMEF tomando los equipos con un nivel de criticidad media y alta, aquí se mide tres aspectos (severidad, ocurrencia y detección) los mismos que son explicados en el capítulo II.

Es necesario denotar que para la obtención de la información necesaria para la elaboración de este AMEF se partió conjuntamente con la ayuda y supervisión del jefe e ingeniero técnico de mantenimiento de la planta de producción, así como del encargado temporal del área agrícola por razones previamente manifestadas, arrojando los siguientes resultados para los equipos de la planta de producción esquematizados en la Tabla 36 y para el área agrícola la Tabla 37. (Véase Anexo 5)

Tabla 36: Resumen AMEF de planta de producción

Equipo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	
Cubeteadora	6	6	4	144	Media
Bomba Hidráulica N°1	6	2	5	60	Baja
Línea de Alimentación	7	5	3	105	Baja
Montacarga	7	4	3	84	Baja
Molinos	8	6	4	192	Media
Bomba Hidráulica N°2	5	4	4	80	Baja
Bomba Hidráulica N°3	6	5	4	120	Baja
Horno de Secado	7	5	3	105	Baja

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

En la Tabla que anteriormente es mostrada nos brinda que partiendo de equipos que surgieron del análisis de criticidad de la planta de producción y que luego de realizar el análisis AMEF se

establece que del total de ocho equipos tomados para este análisis a penas dos de estos (cubeteadora y molinos) presentan un número de prioridad de riesgo NPR medio y el resto con un número de prioridad de riesgo NPR bajo, pero sin embargo no se debe descuidar de estos y se recomienda dar un debido seguimiento.

Tabla 37: Resumen AMEF del área agrícola

Equipo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	
Tractor N°1	7	4	5	140	Media
Tractor N°2	7	2	5	48	Baja
Segadora	5	6	2	60	Baja
Fumigadora N°1	4	4	3	48	Baja
Fumigadora N°2	4	4	3	48	Baja
Picadora	6	6	3	108	Baja
Camión	6	4	4	96	Baja
Bomba de Riego N°1	5	4	3	60	Baja
Bomba de Riego N°2	5	4	3	60	Baja

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

En la Tabla que anteriormente es mostrada nos brinda que partiendo de equipos que surgieron del análisis de criticidad del área agrícola y que luego de realizar el análisis AMEF se establece que del total de nueve equipos tomados para este análisis a penas uno de estos (Tractor N°1) presenta un número de prioridad de riesgo NPR medio y el resto con un número de prioridad de riesgo NPR bajo, pero sin embargo no se debe descuidar de estos y se recomienda dar un debido seguimiento.

3.3.5. Cálculo Inicial de Eficiencia Global de los Equipos Operativos “OEE”

Como base para el cálculo de este indicador el cual es el producto entre (cálida, disponibilidad y eficiencia) de las dos áreas de la empresa Mastercubox S. A (Planta de Producción y Área Agrícola) dando como resultado un porcentaje del OEE representado en la Figura 31 para la planta de producción y la Figura 32 para el área agrícola, este indicador nos mostrara cual es estado actual de la empresa estableciendo una clasificación por su porcentaje como se observó en la Tabla 12, observando de manera general sus puntos débiles y sus fuertes para así estacar estrategias para lograr la reducción o eliminación de problemas que produzcan un bajo porcentaje de este indicador.

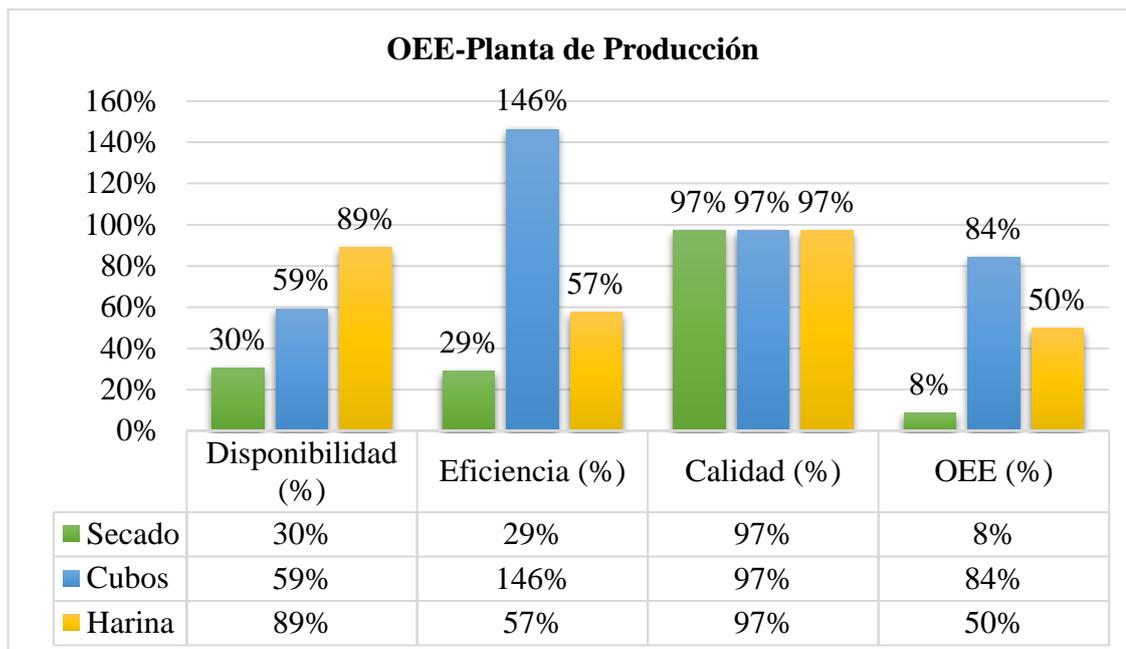


Figura 31: OEE inicial de la planta de producción

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Se puede observar una variedad de eficiencia general de los equipos (OEE) en este caso la línea de secado tiene un 8% siendo una clasificación inaceptable de acuerdo con la clasificación de este indicador, no obstante este bajo porcentaje se debe a que su disponibilidad y eficiencia son notablemente bajas, la causa de que estas dos se vieron afectadas fue por el incidente en el mes de enero el cual inhabilito sus operaciones por un poco más de tres meses en el año 2020 sin embargo en la actualidad se encuentra en óptimas condiciones y presta a mejorar este nivel.

Por otra parte, en el caso de la línea de cubos cuenta con una ponderación del 84% que de acuerdo con la clasificación (OEE) sería aceptable, pero con visión a mejorar, la razón principal de que no se llegue a una ponderación buena o excelente se debe a que los problemas con esta línea son muy frecuentes por lo que es vital buscar la mejorar para llegar a esa tan anhelada excelencia.

También con lo que respecta a la línea de secado posee una ponderación de 50% siendo equiparable al de la línea de secado clasificándola como inaceptable, pero puesto que su uso depende del pedido que se tenga es una variable que se debe tomar muy en consideración.

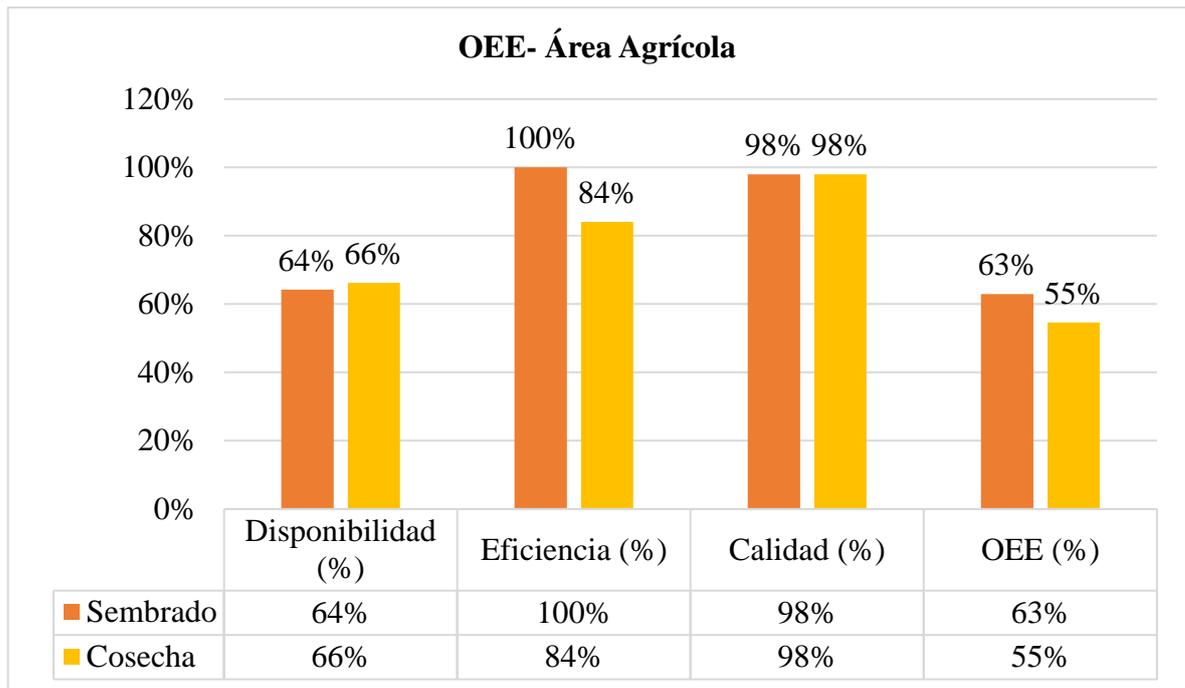


Figura 32: OEE inicial del área agrícola

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Desde una vista general de la eficiencia general de equipos (OEE) se evidencia un bajo porcentaje en las dos líneas del área agrícola siendo el OEE de cosecha el valor menos con un 55% clasificado como inaceptable, esto se debe a que este proceso o línea está sujeta a la variabilidad del clima además de que los equipos involucrados dentro de esta sufren incontables paros que por menores que sean estos la suma total de sus tiempos y su frecuencia es notablemente alta haciendo que se refleje en este indicador.

Por el lado de la siembra su valor es de 63% superior a cosecha, pero aún se clasifica como inaceptable, pero al igual que cosecha el clima afecta sus actividades, y acorde con esto también sus paros son frecuentes a pesar de que son cortos, pero aun influye en este indicador.

CAPÍTULO IV. DISEÑO DE LA PROPUESTA

4.1. Metodología 5'S

Lo que se refiere a la metodología de las 5'S es una de la casa de Lean Manufacturing, y la base de la estructura organizativa para el Mantenimiento Productivo Total, en si se enfoca a la selección o clasificación, organización, limpieza, estandarización y la disciplina, dentro de un área en específico o de una organización completa. Esta metodología busca el aprovechamiento de los recursos e infraestructura mejorando los tiempos de respuesta ante acontecimientos inesperados y a su vez dirigida a la mejora de la productividad.

Como se menciona es la base del Mantenimiento Productivo Total y está sujeta a su aplicación de manera correcta para que la cimentación del TPM sea larga, duradera y marque referente para otras organizaciones. Como toda metodología es indispensable el compromiso de todos los involucrados indistintamente la jerarquía sin dejar de lado sus funciones y responsabilidades, para lo cual es necesario seguir una serie de pasos tales como se muestra en la Figura 33



Figura 33: Implantación 5'S

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- **Sensibilizar a la alta gerencia**

Para una exitosa implantación de las 5'S es importante que la alta gerencia este consiente de las falencias existentes dentro del área o de la organización, así como le beneficiaria el adoptar esta metodología, este aspecto se lo considera como esencia o crítico porque de no brindarse

las facilidades ni el apoyo de los mandos la probabilidad de éxito se reduce y para la organización se dificultaría el desarrollar todos los planes que realice que por más brillantes que estos sean.

En el caso de Mastercubox S. A. la alta gerencia está compuesta por la junta general de accionistas, director, gerente general, jefes de áreas.

- **Estructuración de comité 5'S**

De acuerdo al tamaño de la organización este comité puede variar de integrantes, puede ampliar su número de integrantes o también reducir, pero en el caso de Mastercubox S. A al ser una pequeña empresa no está sujeta a la conformación de este comité, pero sin embargo su estructura se la compondría por representantes de:

- Alta Gerencia
- Recursos Humanos o Contabilidad
- Mantenimiento
- Gerencia de Planta
- Comité de Higiene y Seguridad Ocupacional.

De no contar como tal estas áreas se nombrará a las personas encargadas que cumplan las mismas funciones.

Una vez conformado este comité se debe establecer un líder de este comité, pero este no puede ser solo un representante único, esta función podría rotarse para mejorar la participación de todos los representantes.

Dentro de las funciones de este comité se establecen las siguientes:

- Gestionar el proceso de implementación, documentación y evaluación de resultados.
- Determinar el área o áreas pilotos para aplicación 5'S (puede realizarse en toda organización si así lo decidiesen)
- Nombrar y capacitar a facilitadores.
- Sensibilizar al personal operativo
- Evaluar resultados.

En el caso de Mastercubox S. A. los que estaría al frente de este comité un representante de la alta gerencia, uno de los jefes de área, uno de los técnicos operativos y uno del personal operativo.

- **Capacitación de facilitadores**

Es importante que a los llamados facilitadores los cuales serán los encargados de guiar al personal operativo denoten credibilidad y liderazgo ya que lideraran en el transcurso de la implementación de las 5'S además de que serán los encargados de evaluar y exponer los resultados al comité.

Dentro de las capacitaciones las cuales se recomiendan que sean periódicas, se tratan de terminología, conceptos y fundamento de las 5'S, en las mismas surgirán dudas o incluso sugerencias que podrían ser útiles para el desarrollo del proyecto.

- **Capacitación de personal operativo**

La capacitación del personal operativo también se lo puede considerar como crítico ya que a diferencia comité y los facilitadores ellos son los que van involucrarse directamente con la aplicación y es por eso que ellos también estén conscientes de su función y su importancia en todo el proceso.

Muchas de las veces consideraran que es aumentar su trabajo o incluso extender la jornada laboral sin ninguna retribución es por eso que hay que exponer de forma clara y concisa por qué y el cómo se va a llevar a cabo el programa de implementación y que ellos se sientan cómodos con el mismo.

Entre los temas más importantes a capacitar son las bases y fundamentos de las 5'S y el rol que desempeñaran para una implementación exitosa.

- **Elaboración de planificación**

En la penúltima parte del proceso antes de la ejecución es importante establecer una planificación donde contenga un cronograma donde se establezcan las actividades y el tiempo que se tiene para el cumplimiento de las mismas (véase el Anexo 6), así como los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto, cabe recalcar que el tiempo promedio para la ejecución de las primeras 3'S tendrá un tiempo no mayor a seis meses.

- **Ejecución**

Para una correcta implantación o ejecución de la metodología de las 5'S es necesario varios puntos que se van a realizar en todo el proceso para poder llevar evidencia del cambio o mejora.

Se deben tomar fotos iniciales del área o áreas piloto donde se observe su estado, la posición de la foto debe ser igual al inicio y al final de la implantación para poder percibir de mejor

manera el cambio y sobre todo estas evidencias deben ser fechadas y almacenadas correctamente.

4.1.1. Clasificar (SEIRI)

Su principal objetivo es el separar y clasificar todo aquello que sea innecesario o este ocupando espacio sin ningún propósito y lograr una mejor visualización del área y una mejor transmisibilidad y optimización de los recurso y espacio físico.

- i. Clasificar todo aquel artículo, equipo, herramienta o material que realmente se utilice en las actividades diarias.
- ii. Separar todo aquel artículo, equipo, herramienta o material que es rechazado de la clasificación y llevarlo a un almacenaje provisional que puede ser un patio o bodega para establecer las medidas con el facilitador.



Figura 34: Acumulación de elementos innecesarios y desperdicios

- iii. Se identifican anomalías, para esto se utilizarán las tarjetas rojas ya que se no saber el estatus o funcionamiento del artículo, equipo, herramienta o material pasa a evaluación del facilitador para su posterior reubicación, reparación o desecho.

TARJETA ROJA N° _____

Fecha de Revisión ___ / ___ / ___

Área / Línea _____

Item _____

Cantidad _____

ACCIÓN SUGERIDA

Agrupar en espacio separado

Eliminar

Reubicar

Reparar

Reciclar

Observaciones _____

Fecha Límite ___ / ___ / ___

Figura 35: Tarjeta roja

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- iv. Se registra cada anomalía en un formato de registro (Véase Anexo 7) donde se establece las acciones a tomar, responsables, tiempo límite para el cumplimiento de la misma.
- v. Una vez clasificado todos los artículos, equipos, herramientas o materiales esenciales o que si están en buen estado se procede a desechar el resto que no tuvo ni solución ni razón de permanecer en las instalaciones, es necesario recalcar que el reciclaje de estos desechos es importante ya que incluso con un porcentaje de lo desechado se puede obtener un rubro económico.

4.1.2. Organizar (SEITON)

Su principal función es el de ubicar, marcar o señalar cada artículo, equipo, herramienta o material de acuerdo a la frecuencia de uso, así como del lugar donde se utiliza. Se puede dividir por áreas dentro de una instalación o también en líneas como es el caso de Mastercubox S. A, esto se realiza en concordancia a lo establecido en el Decreto Ejecutivo 2393.

Para lo que se refiere a la frecuencia de utilización de artículos, equipos, herramientas o materiales, se lo realiza de acuerdo a un conversatorio y visualización de actividades de operadores para así lograr la mejor eficiencia de sus actividades mejorando incluso su ambiente de trabajo con ayuda de controles visuales (Señales de piso, alertas de peligro, mapas y resultados 5'S), ya que al estar ordenado de acuerdo a la frecuencia de uso y al mostrar las mejoras se evita que el operador se tenga que mover innecesariamente de su puesto y así se evita la pérdida de tiempo de movilizarse de un punto a otro más lejano o incluso se reduce el tiempo de búsqueda de cualquier artículo, equipo, herramienta o material.



Figura 36: Tablero de llaves de apriete

- i. Organizar los artículos, equipos, herramientas o materiales, de tal forma que el primero se ha adquirido sea el primero de salir de la bodega (PEPS / FIFO).
- ii. Marcar su silueta o colocar el nombre en su lugar asignado.
- iii. Delimitar con marcas en el suelo las áreas, equipos, materiales o insumos ya que cada cosa tiene un lugar y un lugar cada cosa.
- iv. El realizar una limpieza preliminar es importante para realizar este tipo de actividades.
- v. El uso de los controles visuales, tales pueden ser, como hacer la operación, errores que no se deben cometer, mapas de ubicación en la organización o incluso fotografías del estado actual del lugar de trabajo y del antiguo puesto de trabajo para lograr mejor impacto en los resultados.

4.1.3. Limpiar (SEISO)

Dentro del área o áreas piloto parte de la implantación de las 5'S es la limpieza que no es más que mantener las instalaciones, equipos, herramientas en óptimo estado, para lo cual es necesario establecer un régimen de:

- i. Decidir que limpiar y cómo hacerlo.
- ii. Establecer responsables o asignar la limpieza o revisión a operarios (ya que en el caso de Mastercubox sus puestos de trabajo son rotativos solo se debe realizar en un periodo consensuado con el personal operativo y el comité como se observa en la Tabla 38.

Tabla 38: Asignación de limpieza

		ASIGNACIÓN DE LIMPIEZA	
FECHA:		(SEMANAL / MENSUAL / TRIMESTRAL / ANUAL)	
ÁREA / LÍNEA	RESPONSABLES	DÍAS ASIGNADOS	
Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

- iii. Elaboración de un mapa de la fábrica denotando las áreas y los respectivos encargados asignados en el Tabla N° 8. (Véase Anexo 8)
- iv. El combinar actividades de limpieza e inspección antes, durante y después de la puesta en marcha de los equipos y estas actividades no deberían demorar más de 10 minutos por cada vez que se realice.
- v. Identificar fuentes de suciedad.
- vi. Establecer planes de acción para contrarrestar o eliminar las fuentes de suciedad.
- vii. La creación de un día específico donde todo el personal intervendría en la limpieza es importante tanto para mantener el óptimo estado de las instalaciones y sus activos como también en la cooperación y trabajo en equipo. Este día puede catalogarse como (Día de la Gran Limpieza o Día de Limpieza General)

4.1.4. Mantener o estandarizar (SEIKETSU)

Se enfoca en la mantenibilidad de las primeras 3'S para lo cual se establecen una serie de actividades enfocadas a la optimización de los procesos y al mejoramiento de los mismos.

- i. Tomando en cuenta la distribución en planta de la empresa Mastercubox S. A se fortalece el cumplimiento de las inspecciones de acuerdo a las áreas con sus responsables.

- ii. En las inspecciones de podrán evaluar las actividades de las primeras 3'S y los encargados de estas revisiones pueden ser los mismos facilitadores o incluso el supervisor del área o línea con ayuda de check-list (Véase Anexo 9) en el cual se ponderara y sus resultados se socializaran con el personal operativo y con el comité y dicha inspección de realizaran previo a una planificación de acuerdo al inicio de las actividades implantación y de acuerdo al cronograma establecido en su planificación.
- iii. Se recomienda crean incentivos por desempeño y compromiso para mejorar le compromiso y los mismos serán sujetos a y asignados por el comité y la alta gerencia.
- iv. Se debe crear y asignar responsables para la realización, colocación y actualización de los controles visuales, así como de las notificaciones de avances de la implantación.

4.1.5. Disciplina (SHITSUKE)

Con referencia a esta última sección de las 5'S la disciplina juego un papel muy importante para el desarrollo ya que si bien es cierto que las primeras 3'S son la base de esta metodología la disciplina para continuar ejecutando en un círculo de mejora continua hace que no se la deje de lado para lo cual se debe promover y ejercer esta disciplina además de que aquí también interviene el compromiso de todas las partes interesadas.

- i. Fomentar y promover la disciplina como un hábito conjuntamente con el apego a los procedimientos y los controles periódicos.
- ii. Colocar los desperdicios o elementos innecesarios en su lugar, así como el archivar correctamente documentos o incluso colocar equipos o herramientas en su lugar asignado el cual debe ser de fácil localización y fácil de recordar.
- iii. Promover el trabajo en equipo, así como los incentivos previamente mencionados.
- iv. Capacitaciones o talleres de liderazgo, compromiso corporativo y trabajo en equipo son esencial.

4.2.Gestión del Mantenimiento basado en Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Una vez realizado el análisis situacional actual de la organización desde el aspecto del mantenimiento y con las falencias en la gestión de la misma se plantea establecer una gestión del mantenimiento basándose en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) la cual se cimenta con la metodología de las 5'S y fortalecida con ocho pilares fundamentales las cuales se detallan en el capítulo II.

La gestión de mantenimiento se inicia desde el establecer el objetivo, un inicio y un final, así como los respectivos involucrados.

Objetivo

- Mantener los equipos e instalaciones en óptimas condiciones operativas para que su productividad aumente y los distintos componentes del nivel global de los equipos operativos OEE aumenten y se genera un nivel operativo mayor al actual.

Política

- Con el esfuerzo de todos y trabajando en equipo en búsqueda del cero averías y defectos con el objetivo de maximizar la eficacia global de los equipos operativos.

Inicio

- Se iniciará con la aplicación de los 8 pilares de la metodología de mantenimiento productivo total TPM enfocada a la gestión de mantenimiento, implementando herramientas como el análisis de criticidad, AMEF, requerimientos de procesos y a su vez será evaluado mediante indicadores siendo el principal el nivel global de los equipos operativos OEE.

Fin

- Entregar una serie de herramientas y un proceso a seguir para mantener en óptimo estado operativo de equipos e instalaciones y así de igual forma mantener una documentación de la gestión del mantenimiento.

Responsables

- Los involucrados directamente en la realización y aplicación de las herramientas será el personal operativo, direccionado por el técnico de mantenimiento y o jefe de área.

Figura 37: Gestión de mantenimiento

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Es indispensable el establecer un cronograma de actividades (Véase Anexo 10) para marcar el tiempo asignado para cada una de ellas, así se controla y se da un seguimiento respectivo para poder mantener una mejora continua.

4.2.1. Pilar N°1: Mejoras Enfocadas

Dentro de los aspectos que conllevan el establecer o fomentar las actividades que intervienen en las mejoras enfocadas las cuales buscan en su cumplimiento que se desarrollen conjuntamente con el personal operativo y con la supervisión del técnico de mantenimiento y jefe de área, todo esto tiene el propósito de minimizar y en lo posible eliminar los 7 grandes desperdicios o mudas, entre las actividades principales que fomentan el desarrollo del TPM tenemos:

- i. Establecer indicadores y estos a su vez tengo sus indicadores con su objetivo, métrica, responsable, formula, así como el periodo de validación del cálculo y a los interesados de este indicador. (Véase Anexo 11)
- ii. Análisis de Criticidad la cual busca establecer una priorización de los equipos los cuales de acuerdo a los parámetros expuestos en el capítulo II en las Tablas 3-7 y ejemplificados en el capítulo III en las Figuras 34-35 donde establece los equipos que necesitan una intervención inmediata o los que necesitan una mejora no inmediata pero no dejando de ser importantes. y otras que necesitan seguir monitoreándose y mejorar en lo que se pueda mejorar.
- iii. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) el cual tomando los resultados del análisis de criticidad establecer las funciones, posibles fallos como podrían suscitarse los fallos, con qué frecuencia y su impacto operacional dentro de la organización de acuerdo a los parámetros expuestos en el capítulo II en las Tablas 8-11 y ejemplificados en el capítulo III. (Véase Anexo 5)

El evaluar el desempeño de la organización mediante un indicador ayuda al mejoramiento continuo de esta organización ya que es parte del ciclo PHVA.

4.2.2. Pilar N°2: Mantenimiento Autónomo

Considerado uno de los pilares más importante, ya que compromete y fomenta la participación del personal en las actividades del mantenimiento con distintas actividades con el uso de distintas herramientas como:

- i. Fichas técnicas de equipos o también llamadas tarjetas de activos que no son más que información de gran relevancia que ayuda al personal operativo a conocer y a poder diagnosticar el estado del equipo. (Véase Anexo 12)
- ii. Check-List de revisión de equipos que tiene como propósito servir de herramienta para que cada operario el cual se encargada de una revisión rotativa de los equipos pueda identificar fallas o anomalías en los equipos y si poder lograr corregirlas y o prevenir posibles fallos o interrupciones. (Véase Anexo 13)
- iii. Tarjetas rojas que como se expuso en la metodología 5'S en su primer paso que es organizar (seiri) permite diferenciar de equipos, materiales, artículos o herramientas que no estén en funcionamiento o están ocupando un espacio sin un propósito en la organización como se observó en la Figura 35 y cualquier anomalía se puede registrar en el formato de registro de anomalías. (Véase Anexo 7)

4.2.3. Pilar N°3: Mantenimiento Planificado

Este pilar se enfoca en la mantención del equipo o proceso a un estado óptimo por medio de mantenimientos preventivos y predictivos involucrando al personal operativo por medio de actividades sistemáticas y metódicas para así evitar y o eliminar las paradas innecesarias con el uso de:

- i. Sistemas de ordenes de trabajo que se enfocaran en la obtención de información técnica, humana y económica. (Véase Anexo 14)
- ii. Planificación de mantenimiento preventivo de equipos para la planta de producción y el área agrícola, esquemmatizando de acuerdo a los requerimientos de cada equipo o sistema. (Véase Anexo 15)
- iii. Histórico de mantenimiento de cada equipo con el fin de saber los procesos de mantenimientos por los que ha pasado los equipos. (Véase Anexo 16)
- iv. Reporte de averías, paros imprevistos donde se registrará el equipo, responsable, fecha, hora, tiempo estimado de paro, tiempo real de paro, acciones tomadas, costo, si es reiteradas veces que sucede o primera vez, para mantener un historial de eventos inesperados para así llegar a una revisión detallada y buscar la raíz del problema si este se presenta reiteradas veces. (Véase Anexo 17)

4.2.4. Pilar N°4: Mantenimiento de Calidad

Se establece en la focalización del uso y mantención del equipo con el propósito de reducir o en lo posible eliminar los defectos y reprocesamiento los cuales afectan al rendimiento de la operación, por otra parte, al mencionar la calidad también hace referencia a la satisfacción del cliente lo cual va de la mano del estado óptimo de los equipos para lo cual es importante mantener un registro del rendimiento de los equipos para lo cual el crear un formato de registro es importante. (Véase Anexo 18)

4.2.5. Pilar N°5: Prevención de Mantenimiento

Este se enfoca en el diseño, el previo antes de la construcción o puesta en marcha, la selección de los equipos, pero también la selección de un reemplazo o una actualización, ya sea por una avería o porque el equipo tiene varios años operando y existen nuevos equipos más eficiente y confiables, ahí interviene lo que se llama matriz de priorización la cual ayudara a establecer la diferencia entre opciones de un equipo en específico midiendo cuatro aspectos primordiales (marca, costo, y

potencia o capacidad), utilizando una escala de Likert de acuerdo a cada uno de estos aspectos como lo detalla la Tabla 39 y su resultado serán representado en la Tabla 40.

Tabla 39: Matriz de priorización de adquisición de nuevo equipo

			FORMATO DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE ADQUISICIÓN DE NUEVO EQUIPO		
CÓDIGO:					
FECHA:					
ÁREA:					
EQUIPO:					
CRITERIOS	M	C	MTTO	P/C	TOTAL
OPCIÓN					
OP1					
OP2					
OP3					
Opn					
Conclusión:					
Elaborado por:			Sr. Earvin Guambi		

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Tabla 40: Ponderación para matriz de priorización de adquisición de nuevo equipo

Ponderación	Marca (M)	Costo (C)	Mantenimiento (MTTO)	Potencia/Capacidad (P/C)
1	Desconocida	Muy por debajo del presupuesto	Muy complicado	Limitada
2	Poco Reconocida	Bajo el presupuesto	Difícil	Baja
3	Reconocida	Dentro del presupuesto	Moderado	Similar
4	Muy Reconocida	Sobrepasa el Presupuesto	Difícil	Alta
5	Excelente	Muy por encima del presupuesto	Muy Difícil	Muy Alta

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Otro factor que influiría en la adquisición de un nuevo equipo es la experiencia, es decir si deseo un nuevo equipo no voy a adquirir el mismo sabiendo y conociendo el cómo se desempeña y ahí se empieza la búsqueda de una mejor alternativa que satisfaga las necesidades de la empresa a nivel operativo y de costo.

4.2.6. Pilar N°6: Mantenimiento Áreas Soporte

Este se centra en los procesos no agregadores de valor pero que sin embargo no dejan de ser importantes ya que la comunicación interdepartamental, y la externa son importante para la agilización de los diferentes procesos, como son la compra, contratación, adjudicación si es el caso, esto sumado a los principios de las 5'S expuestos en puntos anteriores hacen que la organización empiece el camino de la mejora continua y esto ayudara al fortalecimiento del TPM esto debido a que sin recursos necesarios ya sea técnico, humanos, financiero, etc. no existiría organización.

4.2.7. Pilar N°7: Polivalencias y Desarrollo de Habilidades

Dentro de la empresa Mastercubox S. A su personal operativo rota sus diferentes funciones eso hace que la fatiga de las diferentes tareas se reduzca, por otra parte su personal técnico cumple más de una función por lo que cada trabajador de la organización ha desarrollado diferentes habilidades o incluso ya las poseían pero sin embargo es importante un refuerzo de conocimientos o incluso una adquisición de nuevos que en el caso de implementarse una gestión de mantenimiento basado en el TPM se necesita que todo el personal conozca y se comprometa en el desarrollo de la implantación además de que se mejore la comunicación entre el personal, para esto es vital el diseño de una planificación de capacitaciones, estableciendo la temática, los objetivos, las fechas, el cargado de hacerlas, el tiempo de duración o incluso una evaluación a estas capacitaciones.(Véase Anexo 19)

Para que conste las capacitaciones es importante establecer un formato de registro de asistencia tal como se observa en la Tabla 41.

Tabla 41: Formato de registro de capacitaciones

		FORMATO DE REGISTRO DE ASISTENCIA DE CAPACITACIONES	
CÓDIGO:			
ÁREA:			
TEMA:			
FECHA:		HORA INICIO:	
RESPONSABLE:		HORA FINAL:	
# DE PARTICIPANTES	NOMBRES Y APELLIDOS	CÉDULA O PASAPORTE	CARGO
Firma de responsable			
Elaborado por:	Sr. Earvin Guambi		

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

4.2.8. Pilar N°8: Seguridad y Entorno

Para un correcto desempeño y desenvolvimiento de las actividades asignadas a los diferentes trabajadores de la empresa es importante infundir confianza y seguridad en los distintos puestos de trabajo y para esto es importante tomar como base el Decreto Ejecutivo 2393 el cual establece el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores el cual indica que toda empresa tiene que acatar las disposiciones que están descritas en este decreto para la prevención, disminución o eliminación de riesgos del trabajo y para el mejoramiento del ambiente laboral.

Y se establece tanto el cómo identificar, categorizar, evaluar y las acciones correctivas o de mitigación ante cada uno, así como la asignación de responsables, entre otros puntos.

4.3. Análisis de resultados

4.3.1. Análisis de criticidad

Tabla 42: Análisis de criticidad propuesto de planta de producción

Análisis de Criticidad Planta de Producción								
Equipo	Factor de Frecuencia	Consecuencias					Nivel de Criticidad	
		Impacto Operacional (IO)	Factor Flexibilidad Operacional (FO)	Costos de Mantenimiento (CM)	Impacto Ambiental (IMA)	Impacto Seguridad (IS)		
Romana de Pesaje	1	1	2	2	1	1	7	Baja
Línea de Alimentación	2	3	3	2	2	2	24	Baja
Horno de Secado	1	5	4	4	4	4	21	Baja
Homogeneizador	1	3	3	2	3	1	12	Baja
Cubeteadora	3	5	5	3	4	3	60	Alta
Enfriadora	1	3	3	2	2	2	12	Baja
Montacarga	2	4	1	2	3	2	24	Baja
Molinos	2	5	3	2	2	2	28	Baja
Tolva Ensacadora	2	4	3	1	1	3	24	Baja
Medidor de Humedad N°1	1	1	1	2	1	1	6	Baja
Medidor de Humedad N°2	1	1	1	2	1	1	6	Baja
Balanza Electrónica	1	1	1	1	1	1	5	Baja
Bomba Hidráulica N°1	2	5	4	2	2	3	32	Media
Bomba Hidráulica N°2	2	3	3	3	2	3	28	Baja
Bomba Hidráulica N°3	2	3	3	3	2	3	28	Baja
Compresor	2	3	1	2	1	3	20	Baja
Cosedora N°1	1	1	1	1	1	1	5	Baja
Cosedora N°2	1	1	1	1	1	1	5	Baja

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Tabla 43: Análisis de criticidad propuesto del área agrícola

Análisis de Criticidad Área Agrícola								
Equipo	Factor de Frecuencia	Consecuencias					Nivel de Criticidad	
		Impacto Operacional (IO)	Factor Flexibilidad Operacional (FO)	Costos de Mantenimiento (CM)	Impacto Ambiental (IMA)	Impacto Seguridad (IS)		
Tractor N°1	2	1	2	2	2	2	18	Baja
Tractor N°2	2	1	2	2	2	2	18	Baja
Cortadora	2	1	4	2	2	2	22	Baja
Hileradora N°1	2	1	2	1	1	2	14	Baja
Hileradora N°2	2	1	2	1	1	2	14	Baja
Fumigadora N°1	2	1	2	1	2	2	16	Baja
Fumigadora N°2	2	1	2	1	2	2	16	Baja
Cosechadora	2	4	4	2	2	2	28	Baja
Camión	3	4	3	2	3	3	45	Media
Bomba de Riego N°1	2	2	2	1	1	2	16	Baja
Bomba de Riego N°2	2	2	2	1	1	2	16	Baja

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

4.3.2. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)

Tabla 44: Análisis de modo y efecto de falla propuesto de cubeteadora

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA								
		Nombre:	Cubeteadora		Elaborado por:	Sr. Earvin Guambi		
		Código:	PP.LC.2		Revisado por:	Ing. Andrés Montalvo		
		Área:	Planta de Producción		Fecha de revisión:	10/3/2021		
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Compactar la alfalfa y o avena seca homogenizada en forma de cubos.	Incapacidad de llevar a cabo la producción de cubos	7	2	5	70	Baja	Quiebre de moldes	Perdida de producción de cubos
		7	3	7	147	Media	Quiebre de rodamientos	Mala Compactación de materia prima
		7	2	1	14	Baja	Quiebre o paro de motor	Alargue de tiempos de producción
		4	7	2	56	Baja	Atascamiento con materia prima	Retrasos en pedidos
		6	4	4	96	Baja		

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Tabla 45: Análisis de modo y efecto de falla de bomba hidráulica N°1

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA								
		Nombre:	Bomba Hidráulica N°1		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	PP.BH.1		Revisado por:		Ing. Andrés Montalvo	
		Área:	Planta de Producción		Fecha de revisión:		10/3/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Mover los motores hidráulicos de la cinta transportadora del Horno de Secado	Incapacidad de generar movimiento a cinta transportadora del horno de secado	4	3	4	48	Baja	Fuga de aceite hidráulico	Perdida de producción de cubos o harina
		7	1	2	14	Baja	Fisuras en mangueras hidráulicas	Retraso en el secado de materia prima
		6	1	10	60	Baja	Quiebre de engranes	Alargue de tiempos de producción
		7	1	3	21	Baja	Quiebre o paro de motor	Retrasos en pedidos
		6	2	5	60	Baja		

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Tabla 46: Análisis de modo y efecto de falla de camión

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA								
		Nombre:	Camión		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	AA.CM.1		Revisado por:		Sr. Klever Patricio Anangono Suárez	
		Área:	Área Agrícola		Fecha de revisión:		10/3/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Transportar la materia prima desde el campo hacia la planta de producción	Incapacidad de transportar la materia prima desde el campo hacia la planta de producción	6	4	5	120	Baja	Fusibles quemados	Retraso en entrega de materia prima a planta de producción, en la producción y en el pedido del cliente
		9	2	2	36	Baja	Paro o quiebre de motor de arranque	
		5	5	4	100	Baja	Fuga de aceite de motor	
		7	4	5	140	Media	Elevación de temperatura de motor	
		7	4	4	112	Baja	Fuga de agua del radiador	
		5	4	4	80	Baja	Bujías rotas	
6	3	4	72	Baja				

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

4.3.3. Cálculo de Eficiencia Global de los Equipos Operativos (OEE)

Tras el mejoramiento de la gestión de mantenimiento con la implantación de las 5'S y los 8 pilares del Mantenimiento Productivo Total se puede evidenciar un notable aumento en los diferentes componentes de la Eficiencia Global de los Equipos Operativos dan como resultado este importante indicador como lo muestra en la Figura 38 para la planta de producción y en la Figura 39 para el Área Agrícola.

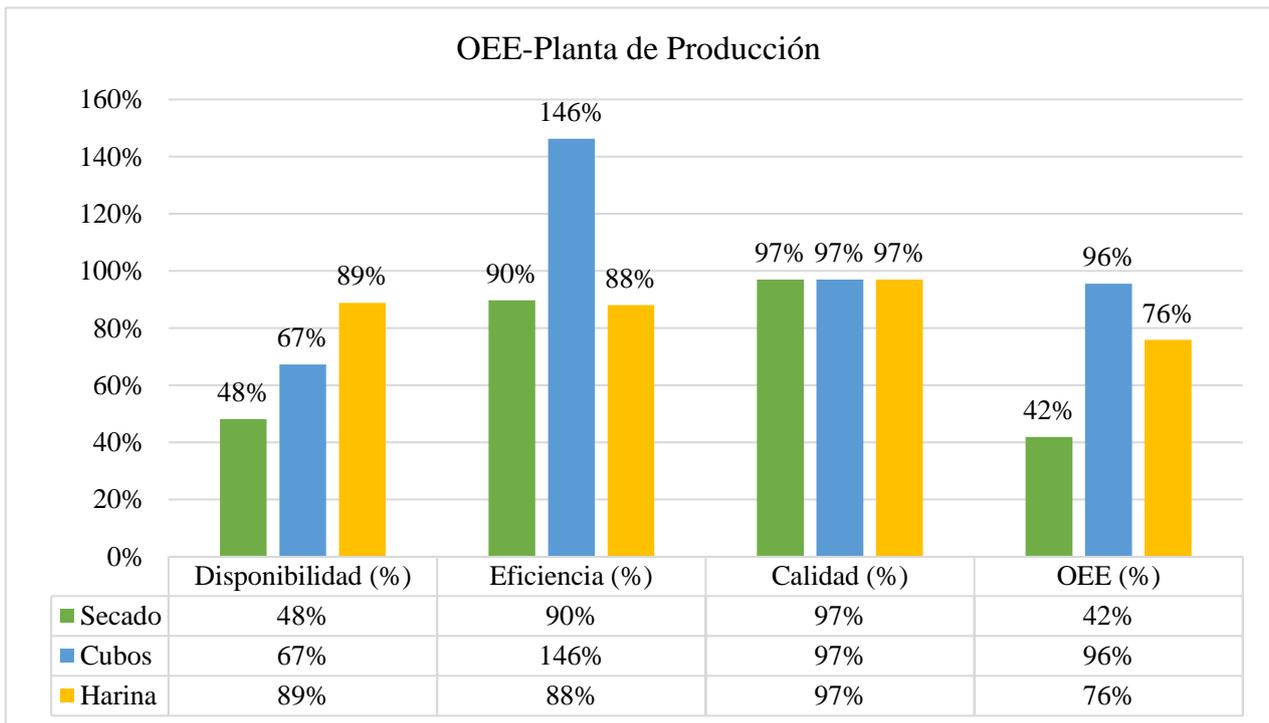


Figura 38: OEE propuesto de la planta de producción

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

En el caso de la planta de producción existe una gran elevación con respecto al cálculo inicial de este indicador como en el secado existe un aumento de 36%, en cubos un 37% y en harina un 26% dando como resultado una tasa del 29,66% de mejora en la Eficiencia Global de los Equipos Operativos el cual está estrechamente relacionado con la productividad.

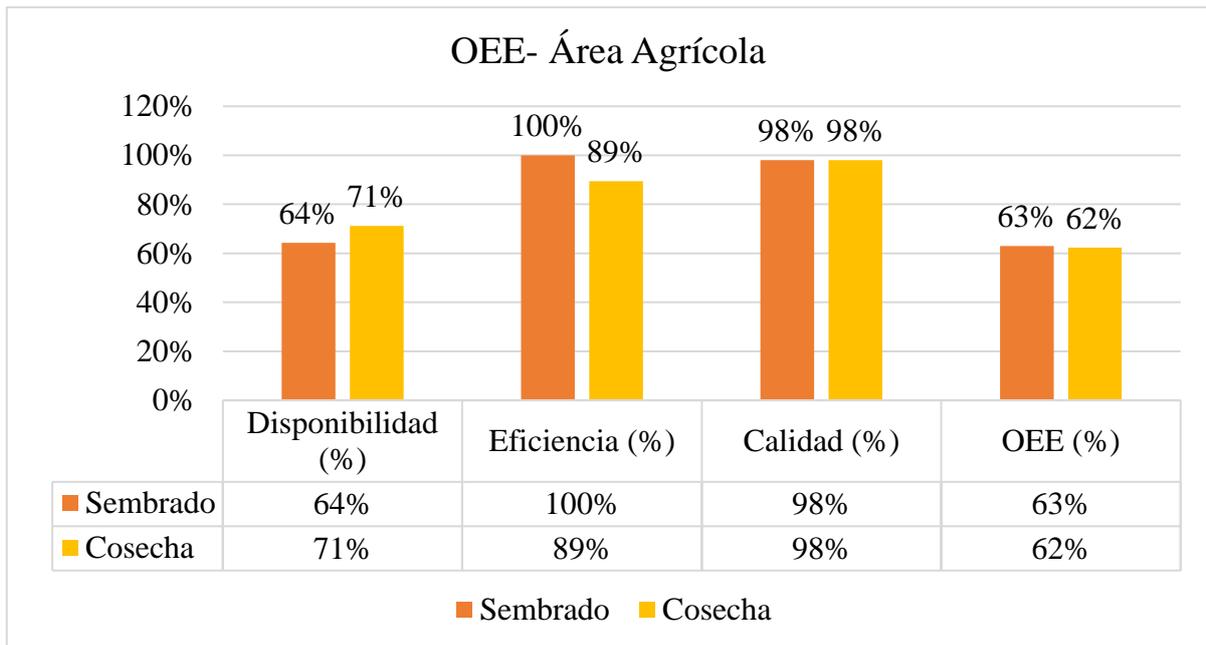


Figura 39: OEE propuesto del área agrícola

Elaborado por: Sr. Earvin Guambi

Esta el caso del área agrícola donde de igual forma se percibe una gran elevación con respecto al cálculo inicial de este indicador como en la cosecha existe un aumento de 7%, más sin embargo no se logra un incremento en la cosecha la cual se mantiene lo cual tampoco se considera como un mal resultado, pero aun así se logra evidencia una mejora en la Eficiencia Global de los Equipos Operativos el cual está estrechamente relacionado con la productividad.

CONCLUSIONES

- Con la revisión de la base teórica expuesta en el capítulo II se ha logrado una fundamentación teórica sobre el beneficio, uso y aprovechamiento de la Metodología de Mantenimiento Productivo Total, además con la comprensión de sus ocho pilares, que se encargan de la cimentación y de cómo éstos se podrían aplicar en una gestión de mantenimiento.
- Se realizó el análisis de la situación actual de la empresa Mastercubox S. A. basado en tres lineamientos, responsabilidad social, capacidad estratégica y criterios de excelencia, de aquí se ha logrado evidenciar que sus más grandes debilidades se centran en valores organizacionales, planeación estratégica, gestión de los procesos, enfoque de fuerza laboral, evaluación de la gestión del conocimiento y liderazgo.
 - Con ayuda de un análisis de criticidad se obtuvo que, en la planta de producción, existen 4 equipos con un nivel de criticidad medio, 4 equipos con un nivel de criticidad alto. Y dentro del área agrícola existen 7 equipos con nivel de criticidad medio y 2 equipos con nivel de criticidad alto.
 - Del análisis de modo y efecto de falla AMEF el cual parte desde el análisis de criticidad, se ha identificado a 2 equipos, cubeteadora y molinos que presentan un número de prioridad de riesgo NPR medio en la planta de producción y 1 equipo el tractor N°1 del área agrícola con el mismo número de prioridad de riesgo NPR medio.
 - Para finalmente establecer la eficiencia global de los equipos OEE comenzando con la de la planta de producción con un 8% para la línea de secado, 50% la línea de harina y un 84% la línea de cubos y por la parte del área agrícola con un 63% para la siembra y un 55% para la cosecha.
- Se diseñó la gestión de mantenimiento para la empresa Mastercubox S. A. con énfasis en la metodología de mantenimiento productivo total TPM, demostrando un incremento en la eficiencia global de los equipos operativos dando como resultado dentro de la planta de producción con un 42% en la línea de secado, 96% en la línea de cubos y un 76% en la línea de harina. Y dentro del área agrícola con un 63% en la siembra y un 62% en la cosecha.

RECOMENDACIONES

- Implementar la gestión de mantenimiento propuesto, así como promover la mejora del ambiente laboral y el compromiso corporativo.
- Mantener una constante actualización de las fichas técnicas de los equipos, desagregando cada uno de sus componentes o equipos acoplados.
- Realizar los controles respectivos de capacitaciones con el fin de mantener una cultura de mejora continua involucrando a todo el personal de la empresa.
- Ejecutar periódicamente análisis de criticidad y análisis de modo y efecto de falla (AMEF) para dar seguimiento a los equipos y poder elaborar estrategias para contrarrestar posibles problemas que se generen.
- Diseñar un sistema de gestión por procesos con la finalidad de complementar a la gestión de mantenimiento propuesto para maximizar sus beneficios.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, P. R. (febrero de 2007). *Academia.edu*. Obtenido de Academia.edu:
<https://www.academia.edu/14057228/PFMEA>
- Álvarez, E. F. (julio de 2018). *Repositorio de la Universidad de Oviedo*. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Oviedo:
<http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/47868/1/Gesti%C3%B3n%20de%20Mantenimiento.%20Lean%20Maintenance%20y%20TPM.pdf>
- Arredondo , D., Morrillo , L., Sandoval, Y., & Yáñez , N. (Febrero de 2016). *Academia*. Obtenido de Academia : https://www.academia.edu/25509857/Fallas_definici%C3%B3n
- Carrasco, F. J. (2014). *La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial: Investigación sobre la incidencia en sus actividades estratégicas*. Valencia: OmniaSciencia (Omnia Publishel SL).
- Carrillo Landazábal, M. S., Alvis Ruiz, C. G., Mendoza Álvarez, Y. Y., & Cohen Padilla, H. E. (2018). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena, Colombia. *SIGNOS*, 73.
- COVENIN, C. V. (1993). *COVENIN 3049-93*. Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN.
- Cruz, J. (2010). *Manual para la implementación sostenible de las 5s*. Santo Domingo: Santo Domingo, R.D.
- Cuatrecasas Arbós, L., & Torrell Martínez, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia Competitiva*. Barcelona: PROFIT editorial.
- Desarrollo, P. d. (2015). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo:
<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-9-industry-innovation-and-infrastructure.html>

- Garrido, S. G. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. S. A. Obtenido de Renovetec: <http://www.renovetec.com/ingeniería-del-mantenimiento.pdf>
- Gomez, A. Z. (2015). *Ciclo de la calidad PHVA*. Bogotá: Editorial Universidades Nacional de Colombia.
- Gutiérrez, L. A. (2009). *Mantenimiento, Planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V.
- Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (octubre de 2016). *ScienceDirect*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116311763>
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- IESS, I. E. (2010). *Instructivo de Aplicación del Reglamento para el Sistema de Auditoría de Riesgos del Trabajo SART*.
- IESS, I. E. (2018). *Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*.
- INEC, I. N. (junio de 2012). *Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC: <https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/metodologias/CIU%204.0.pdf>
- INEC, I. N. (26 de abril de 2019). *Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Estructural_Empresarial/2017/2017_ENESEM_Boletin_Tecnico.pdf
- ISO, I. S. (2015). *Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:20015*. Ginebra: ISO copyright office.

- Loja, J. E. (19 de abril de 2016). *Repositorio Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de Repositorio Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/15299/1/CD-7035.pdf>
- Manzano Ramírez, M., & Gibster Soler, V. (diciembre de 2016). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <https://riUNET.upv.es/handle/10251/80761?show=full>
- Maps, G. (23 de noviembre de 2020). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com/maps/place/Mastercubox+S.A/@0.473676,-78.1192654,15.67z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x2c7e646250e9b240!8m2!3d0.4649469!4d-78.1208885?hl=es-EC>
- Mastercubox. (2020). *Mastercubox S. A.com*. Obtenido de Mastercubox S. A.com: <https://mastercubox.com/nosotros/>
- Muñoz, B. O. (17 de diciembre de 2019). *Repositorio de la Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9639/2/04%20IND%20221%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Navarro Elola, L., Pastor Tejedor, A. C., & Mugaburu Lacabrera, J. M. (1997). *Gestión integral de Mantenimiento*. España: marcombo.
- Normalización, A. E. (2018). *Mantenimiento Terminología del mantenimiento UNE-EN 13306*. Madrid: UNE Normalización Española.
- Reabilityweb.com. (2019). *Reabilityweb.com*. Obtenido de Reabilityweb.com: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/indicadores-de-confiabilidad-propulsores-en-la-gestion-del-mantenimiento>
- Saeger, A. d. (2016). *El diagrama de Ishikawa: Solucionar los problemas desde su raíz Gestión y Marketing*. 50Minutos.es.
- Socconini, L. V. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso*. Barcelona: Marge Books.

- Suzuki, T. (1995). *TPM en industrias de proceso*. Madrid: Japan Institute of Plant Maintenance.
- Telenchana, L. S. (2017). *Gestión de Mantenimiento Diseño de Modelos Integrales*. Babahoyo: CIDEPRO Centro de Investigación y Desarrollo Profesional.
- Verena, M., & Peña, J. B. (2016). MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ENFOCADO EN LA EFICIENCIA. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 100.
- Vida, P. N. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una vida*. Obtenido de Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una vida: www.planificación.gob.ec
- Villarroel, K. P. (6 de agosto de 2020). *Repositorio de la Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10496/2/04%20IND%20257%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Responsabilidad Social Corporativa

RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA		
I	Políticas en el trabajo	6,4
1	En mi organización los directivos incentivan el desarrollo de habilidades, capacidades y destrezas para una carrera profesional de largo alcance (Por ejemplo, mediante procesos de evaluación del desempeño, planes de entrenamiento, etc.)	Algo
2	En mi organización, hay procesos que aseguran que no exista alguna forma de discriminación ya sea en el trabajo o en el reclutamiento de personal (Por ejemplo, en contra de la mujer, grupos étnicos o personas con capacidades especiales, etc.)	Totalmente
3	Los directivos en mi organización consultan con los empleados cuando se trata de asuntos importantes	Algo
4	Mi organización mantiene convenios para programas de salud, seguridad y bienestar social que nos proporcionan a los empleados suficiente protección	Poco
5	Mi organización ofrece a sus empleados un adecuado balance entre trabajo y calidad de vida (Por ejemplo, se consideran horarios de trabajo flexibles o se permite cierto tipo de trabajo hacerlo en o desde la casa)	Algo
II	Políticas Ambientales	5,3
6	En mi organización se trata de reducir el impacto ambiental, en términos de:	
	a. Conservación de energía	Algo
	b. Reciclaje o minimización del desperdicio	Poco
	c. Prevención de polución (Por ejemplo, ruido, descarga de efluentes, emisiones al aire o al agua)	Poco
	d. Programas de protección del entorno natural	Algo
	e. Opciones de transporte de personal	Algo
7	Mi organización ahorra dinero reduciendo su impacto ambiental	Poco
8	En el desarrollo de productos (bienes y servicios), mi organización considera los potenciales impactos ambientales (Por ejemplo, estimación de uso de energía, posibilidad de reciclaje o generación de polución)	Mucho
9	Mi organización proporciona información ambiental, clara y precisa a sus proveedores, clientes y a la comunidad, acerca de sus actividades y productos (bienes y servicios)	Poco
10	Mi organización ha logrado ventajas competitivas sobre sus competidores gracias a la sustentabilidad (reciclabilidad, eficiencia energética, etc.) de sus actividades y productos (bienes y servicios)	Algo
III	Políticas de Comercialización	6,0
11	Mi organización tiene como política asegurar la honestidad y calidad en todos sus contratos, acuerdos y promoción publicitaria (Por ejemplo, transparencia en sus transacciones, medidas para protección del consumidor, etc.)	Mucho
12	Mi organización etiqueta y provee información clara y precisa acerca de sus productos (bienes y servicios), incluyendo sus obligaciones postventa	Algo

13	Mi organización asegura el pago adecuado y oportuno de planillas y facturas a todos sus proveedores	Totalmente
14	Mi organización mantiene procesos que aseguran la retroalimentación, consulta o diálogo con sus clientes, proveedores y otras personas con las que mantiene relaciones	Poco
15	Mi organización registra y resuelve oportuna y apropiadamente las quejas presentadas por sus clientes, proveedores y asociados	Poco
16	Mi organización trabaja conjuntamente con otras organizaciones para resolver aspectos relacionados con la responsabilidad social corporativa	Poco
IV	Políticas Comunitarias	5,6
17	Mi organización ofrece oportunidades de entrenamiento a personas de la comunidad local (Por ejemplo, tiene programas para aprendices o pasantías preprofesionales para los jóvenes o para grupos menos favorecidos)	Poco
18	Mi organización mantiene diálogos abiertos con la comunidad local, en casos sensibles, adversos o controversiales que los puedan afectar (Por ejemplo, acumulación de desperdicios fuera de las instalaciones, obstrucción del paso o de las vías por parte de vehículos)	Mucho
19	Mi organización tiene entre sus políticas adquirir bienes o contratar servicios disponibles en la localidad	Mucho
20	Mi organización promueve la participación de los empleados en actividades de apoyo, ayuda o asesoramiento a la comunidad local	Poco
21	Mi organización mantiene programas regulares de apoyo financiero para proyectos o actividades de desarrollo y bienestar de la comunidad local	Poco
V	Valores Organizacionales	4,4
22	Mi organización tiene claramente definidos los valores compartidos y las reglas de conducta	Poco
23	Mi organización comunica y comparte sus valores con clientes, asociados, proveedores y otros involucrados (Por ejemplo, en las presentaciones públicas, material promocional o comunicaciones informales)	Poco
24	Los clientes están enterados de los valores y reglas de conducta de mi organización	Poco
25	Todos los empleados estamos enterados de los valores y reglas de conducta de mi organización	Algo
26	Mi organización mantiene programas de capacitación para que los empleados comprendamos la importancia de los valores y reglas de conducta corporativas	Poco

Anexo 2. Capacidad Estratégica

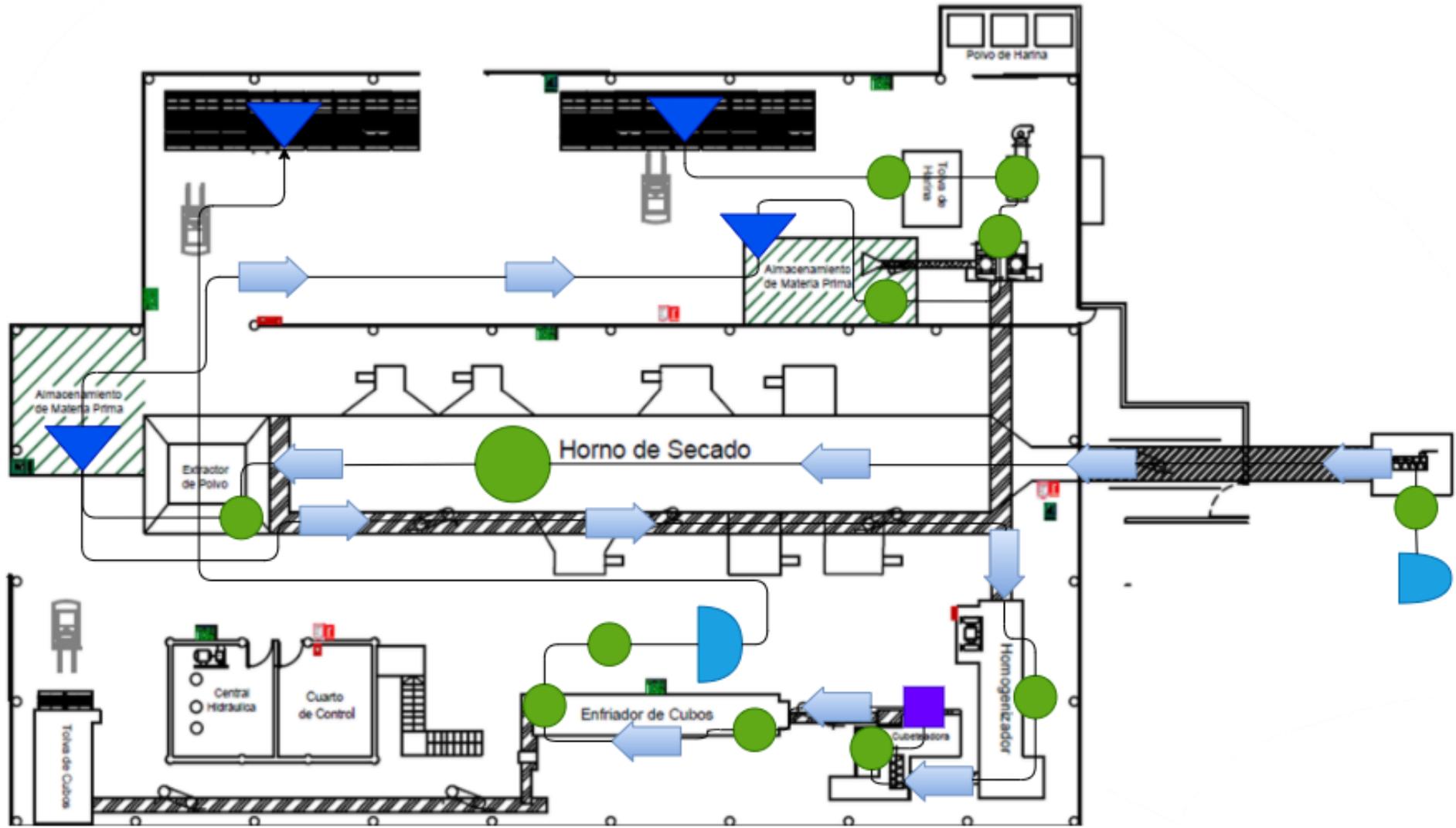
CRITERIOS	AUTO-EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	TOTAL	FORTALEZA / DEBILIDAD	Evaluación Relativa
Liderazgo Estratégico			10,25		85%
Visión y Valores	75	0,07	5,25	Fortaleza	
Gobernanza	50	0,06	3	Debilidad	
Responsabilidad Social	50	0,04	2	Debilidad	
Planeación Estratégica			2,00		24%
Desarrollo estratégico	25	0,04	1	Debilidad	
Despliegue estratégico	25	0,04	1	Debilidad	
Enfoque en el mercado y en el cliente			6		71%
Conocimiento del mercado y del cliente	75	0,04	3	Fortaleza	
Relaciones con el cliente	75	0,04	3	Fortaleza	
Evaluación y gestión del conocimiento			4,50		50%
Medición, análisis y mejoramiento organizacional	50	0,045	2,25	Fortaleza	
Gestión de la información, tecnología de información y conocimiento	50	0,045	2,25	Fortaleza	
Enfoque en la fuerza laboral			4,25		50%
Involucramiento con la fuerza laboral	50	0,045	2,25	Fortaleza	
Entorno de la fuerza laboral	50	0,04	2	Fortaleza	
Gestión de los procesos			3,00		35%
Diseño de los sistemas de trabajo	50	0,035	1,75	Fortaleza	
Gestión de los procesos de trabajo y mejoramiento	25	0,05	1,25	Debilidad	
Resultados			39,25		87%
Resultados logrados en los productos (bienes y servicios)	100	0,1	10	Fortaleza	
Resultados logrados en opinión de los usuarios/beneficiarios	100	0,1	10	Fortaleza	
Resultados financieros y de mercado	75	0,07	5,25	Fortaleza	
Resultados logrados por la fuerza laboral	75	0,07	5,25	Fortaleza	
Resultados logrados por los procesos	50	0,07	3,5	Fortaleza	
Resultados logrados por el liderazgo	75	0,07	5,25	Fortaleza	
TOTAL			69,25		

Anexo 3. Criterios para Excelencia en el Desempeño

Criterios para Excelencia en el Desempeño		
I	Liderazgo	4,6
a	Yo conozco la misión de mi organización (lo que está tratando de lograr).	Nada
b	Mis líderes superiores usan los valores de nuestra organización para guiarnos	Poco
c	Mis líderes superiores crean un ambiente de trabajo que favorece mi desempeño	Algo
d	Mis líderes superiores comparten información sobre la organización	Algo
e	Mis líderes superiores estimulan los estudios que me ayudarán a mejorar mi desempeño	Algo
f	Mi organización me deja saber lo que estima más importante	Algo
g	Mi organización me pregunta lo que yo pienso	Nada
II	Planificación Estratégica	2,0
a	A medida que planea para el futuro, mi organización me pregunta cuáles son mis ideas	Nada
b	Yo conozco las partes de los planes de mi organización que me afectarán y afectarán mi trabajo	Nada
c	Yo conozco cómo se evalúa el progreso la parte del plan relacionada con mi trabajo	Nada
III	Enfoque en el Cliente y el Mercado	6,4
a	Yo conozco quiénes son mis clientes más importantes	Algo
b	Yo me mantengo en contacto con mis clientes	Algo
c	Mis clientes me informan lo que necesitan y desean	Mucho
d	Yo pregunto si mis clientes están satisfechos o no con mi trabajo	Algo
e	Se permite tomar decisiones para resolver problemas de mis clientes	Algo
IV	Medición, Análisis y Gestión del Conocimiento	5,7
a	Yo sé cómo evaluar la calidad de mi trabajo	Algo
b	Yo sé cómo analizar la calidad de mi trabajo para saber si se necesitan cambios o mejoras	Algo
c	Yo aplico un proceso analítico para tomar decisiones sobre mi trabajo	Algo
d	Yo sé cómo las medidas que utilizo en mi trabajo se correlacionan con las medidas generales de mejora de la organización	Algo
e	Yo recibo toda la información importante que necesito para realizar mi trabajo	Algo
f	Yo recibo toda la información importante que necesito para saber cómo se encuentra mi organización	Poco
V	Enfoque en los Recursos Humanos	5,7
a	Yo puedo hacer cambios para mejorar mi trabajo	Algo
b	Las personas con quien trabajo cooperan y funcionamos como un equipo	Algo
c	Mi jefe me estimula para que desarrolle mis habilidades para el trabajo y así mejorar mi desempeño y avanzar en mi carrera	Poco
d	Me reconocen el trabajo que realizo	Algo
e	Tengo en mi lugar de trabajo las seguridades necesarias	Algo
f	Mi jefe y mi organización se interesan por mí	Algo
VI	Gestión de Procesos	5,5
a	Puedo obtener todo lo que necesito para hacer mi trabajo	Algo

b	Acumulo datos e información sobre la calidad de mi trabajo	Nada
c	Tenemos buenos procesos para realizar nuestro trabajo	Mucho
d	Tengo control sobre los procesos de mi trabajo	Algo
VII	Resultados del Negocio	6,2
a	Mis clientes están satisfechos con mi trabajo	Totalmente
b	Los productos de mi trabajo cumplen todos los requisitos	Totalmente
c	Conozco el estado financiero de mi organización	Nada
d	Mi organización utiliza mi tiempo y mi talento apropiadamente	Nada
e	Mi organización elimina, modifica o cambia todo aquello que interfiere con el mejoramiento permanente	Algo
f	Mi organización respeta las leyes, reglamentos y demás normatividad relevante	Totalmente
g	En mi organización se practican normas éticas superiores	Mucho
h	Mi organización nos apoya para ayudar a la comunidad	Nada
i	Estoy satisfecho con mi trabajo	Algo

Anexo 4. Diagrama de Recorrido Planta de Producción



Anexo 5. Análisis de Modo y Efectos de Fallas Inicial

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA								
		Nombre:	Bomba Hidráulica N°1	Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi		
		Código:	PP.BH.1	Revisado por:		Ing. Andrés Montalvo		
		Área:	Planta de Producción	Fecha de revisión:		3/2/2021		
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Mover los motores hidráulicos de la cinta transportadora del Horno de Secado	Incapacidad de generar movimiento a cinta transportadora del horno de secado	4	4	4	64	Baja	Fuga de aceite hidráulico	Perdida de producción de cubos o harina
		7	1	2	14	Baja	Fisuras en mangueras hidráulicas	Retraso en el secado de materia prima
		6	2	10	120	Baja	Quiebre de engranes	Alargue de tiempos de producción
		7	2	3	42	Baja	Quiebre o paro de motor	Retrasos en pedidos
		6	2	5	60	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Línea de Alimentación		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	PP.LA.1		Revisado por:		Ing. Andrés Montalvo	
		Área:	Planta de Producción		Fecha de revisión:		3/2/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Abastecer de materia prima húmeda del patio de secado hacia el Horno de Secado	Incapacidad de abastecer de materia prima húmeda al Horno de Secado	5	10	1	50	Baja	Atascamiento con materia prima	Perdida de producción de cubos o harina
		8	3	1	24	Baja	Quiebre de cinta transportadora	Retraso en el secado de materia prima
		7	3	6	126	Media	Quiebre de rodamiento o piñones	Alargue de tiempos de producción
		6	3	2	36	Baja	Soltura o quiebre de cadena	Retrasos en pedidos
		7	5	3	105	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Montacarga		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	PP.MT.1		Revisado por:		Ing. Andrés Montalvo	
		Área:	Planta de Producción		Fecha de revisión:		3/2/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Descargar, esparcir y acumular la materia prima en el patio de secado	Retraso de llevar a cabo la producción de línea de cubos y de harina	8	4	6	192	Media	Paro de bomba hidráulica	Retraso en la producción de cubos y harina
Acumular materia prima en área de materia prima seca		8	3	1	24	Baja	Atascamiento de pistones	Retraso en el secado de materia prima
Trasladar pallets con sacos de producto terminado a área de almacenaje de producto terminado		4	6	3	72	Baja	Fuga de aceite hidráulico	Acumulación de producto terminado fuera del área de almacenaje de producto terminado
		8	3	2	48	Baja	Mangueras hidráulicas rotas	Retrasos en el despacho de pedidos
		7	4	3	84	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Molinos			Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	PP.LH.1			Revisado por:		Ing. Andrés Montalvo	
		Área:	Planta de Producción			Fecha de revisión:		3/2/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla	
Moler materia prima para producir harina	Incapacidad de llevar a cabo la producción de harina	7	5	10	350	Alta	Paro o quiebre de martillos	Perdida en la producción de harina	
		9	10	3	270	Alta	Atascamiento con materia prima	Retraso en la producción de harina	
		7	4	1	28	Baja	Paro o quiebre de motor	Retrasos en el despacho de pedidos	
		7	4	1	28	Baja	Quiebre de bandas de transmisión		
		8	6	4	192	Media			

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Bomba Hidráulica N°2	Elaborado por:	Sr. Earvin Guambi			
		Código:	PP.BH.2	Revisado por:	Ing. Andrés Montalvo			
		Área:	Planta de Producción	Fecha de revisión:	3/2/2021			
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Mover los extractores del Horno de Secado	Incapacidad de generar movimiento a cinta extractores de Horno de secado	4	8	2	64	Baja	Fuga de aceite hidráulico	Acumulación de material particulado en Horno de Secado
		7	3	5	105	Baja	Fisura de mangueras hidráulicas	No circulación de aire
		3	4	7	84	Baja	Bandas de transmisión fisuradas o desgastadas	Crear brazas ocasionando un incendio
		7	2	1	14	Baja	Paro o quiebre de motor	Paro en el horno de secado
		5	4	4	80	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Bomba Hidráulica N°3	Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi		
		Código:	PP.BH.3	Revisado por:		Ing. Andrés Montalvo		
		Área:	Planta de Producción	Fecha de revisión:		3/2/2021		
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Mover las cintas transportadoras	Incapacidad de generar movimiento a cintas transportadoras	4	8	3	96	Baja	Fugas de aceite hidráulico	Acumulación de materia prima
		7	3	5	105	Baja	Fisuras en mangueras hidráulicas	Retraso de secado de materia prima
		7	5	8	280	Alta	Quiebre de piñones	Alargue de producción
		7	2	1	14	Baja	Paro o quiebre de motor	Retraso en la producción de cubos y harina
								Retraso en los pedidos
		6	5	4	120	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Horno de Secado		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	PP.LS.1		Revisado por:		Ing. Andrés Montalvo	
		Área:	Planta de Producción		Fecha de revisión:		3/2/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Deshidratar la materia prima	Incapacidad de deshidratar la materia prima	5	5	1	25	Baja	Paro de cinta transportadora	Atraso en la producción
		7	5	2	70	Baja	Paro en los calderos	Acumulación de materia prima húmeda en patio de secado
		6	5	2	60	Baja	Descalibración de sensores	Alargue de tiempos de producción
		10	5	5	250	Alta	Inflamación la materia prima dentro de horno de secado	Retrasos en pedidos
		7	5	3	105	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Cubeteadora			Elaborado por:	Sr. Earvin Guambi		
		Código:	PP.LC.2			Revisado por:	Ing. Andrés Montalvo		
		Área:	Planta de Producción			Fecha de revisión:	3/2/2021		
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla	
Compactar la alfalfa y o avena seca homogenizada en forma de cubos.	Incapacidad de llevar a cabo la producción de cubos	7	4	5	140	Media	Quiebre de moldes	Perdida de producción de cubos	
		7	5	7	245	Alta	Quiebre de rodamientos	Mala Compactación de materia prima	
		7	3	1	21	Baja	Quiebre o paro de motor	Alargue de tiempos de producción	
		4	10	2	80	Baja	Atascamiento con materia prima	Retrasos en pedidos	
		6	6	4	144	Media			

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Tractor N°1		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	AA.TR.1		Revisado por:		Sr. Klever Patricio Anangono Suárez	
		Área:	Área Agrícola		Fecha de revisión:		20/2/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Arar, rastrear y halar equipos con el propósito de preparar el suelo	Incapacidad de arar, rastrear y halar equipos con el propósito de preparar el suelo	6	6	5	180	Media	Fusibles quemados	Retraso en la preparación de suelos
		9	5	3	135	Media	Paro o quiebre de motor de arranque	
		5	5	5	125	Baja	Fuga de aceite de motor	
		7	4	4	112	Baja	Elevación de temperatura de motor	
		7	4	5	140	Media	Fuga de agua en radiador	
		5	3	3	45	Baja	Bujías rotas	
		7	5	4	140	Media		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Tractor N°2		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	AA.TR.2		Revisado por:		Sr. Klever Patricio Anangono Suárez	
		Área:	Área Agrícola		Fecha de revisión:		20/2/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Arar, rastrear y halar equipos con el propósito de preparar el suelo	Incapacidad de arar, rastrear y halar equipos con el propósito de preparar el suelo	6	3	5	90	Baja	Fusibles quemados	Retraso en la preparación de suelos
		9	2	3	54	Baja	Paro o quiebre de motor de arranque	
		5	2	5	50	Baja	Fuga de aceite de motor	
		7	2	4	56	Baja	Elevación de temperatura de motor	
		7	2	5	70	Baja	Fuga de agua en radiador	
		5	2	3	30	Baja	Bujías rotas	
		6	2	4	48	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Segadora		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	AA.SG.1		Revisado por:		Sr. Klever Patricio Anangono Suárez	
		Área:	Área Agrícola		Fecha de revisión:		20/2/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Realizar el corte de la materia prima en el lote.	Incapacidad de cortar la materia prima en el lote.	6	8	1	48	Baja	Atascamiento de cuchillas con maleza, basura o materiales duros.	Retraso en el proceso de hilado y cosechado, en entrega de materia prima a planta de producción, en la producción y en el pedido del cliente
		4	6	4	96	Baja	Correas flojas	
		6	6	3	108	Baja	Falla del sistema hidráulico	
		7	4	1	28	Baja	Fractura de Transmisión	
		5	6	2	60	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Fumigadora N°1	Elaborado por:	Sr. Earvin Guambi			
		Código:	AA.FG.1	Revisado por:	Sr. Klever Patricio Anangono Suárez			
		Área:	Área Agrícola	Fecha de revisión:	20/2/2021			
		Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad
Esparcir el fungicida o pesticida disuelto en agua en el campo sembrado	Incapacidad de esparcir el fungicida o pesticida disuelto en agua en el campo sembrado	6	6	4	144	Media	Taponamiento de mangueras	Proliferación de hongos o plagas dañinos para la materia prima
		3	4	3	36	Baja	Fisura de Mangueras	
		3	4	3	36	Baja	Fisura de tanques de almacenaje de líquido	
		5	4	3	60	Baja	Atasque de eje de transmisión	
		4	4	3	48	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

	Nombre:	Fumigadora N°2	Elaborado por:	Sr. Earvin Guambi				
	Código:	AA.FG.2	Revisado por:	Sr. Klever Patricio Anangono Suárez				
	Área:	Área Agrícola	Fecha de revisión:	20/2/2021				
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Esparcir fungicida o pesticida disuelto en agua en el campo sembrado	Incapacidad de esparcir pesticida o fungicida disuelto en agua en el campo sembrado	6	6	4	144	Media	Taponamiento de mangueras	Proliferación de hongos o plagas dañinos para la materia prima
		3	4	3	36	Baja	Fisura de Mangueras	
		3	4	3	36	Baja	Fisura de tanques de almacenaje de líquido	
		5	4	3	60	Baja	Atasque de eje de transmisión	
		4	4	3	48	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Picadora		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	AA.PC.1		Revisado por:		Sr. Klever Patricio Anangono Suárez	
		Área:	Área Agrícola		Fecha de revisión:		20/2/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Recolectar y picar la materia prima previamente cortada e hilada y cargar en camión	Incapacidad de recolectar y picar la materia prima previamente cortada e hilada para cargar en camión	6	9	3	162	Media	Atascamiento de recogedor o de cuchillas con materia prima, basura o materiales duros.	Retraso en entrega de materia prima a planta de producción, en la producción y en el pedido del cliente
		7	7	3	147	Media	Elevaciones o amarres inadecuados	
		6	4	3	72	Baja	Inexistencia de carcasa de alimentación	
		6	5	4	120	Baja	Pinchado de llanta	
		6	6	3	108	Baja		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Camión		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	AA.CM.1		Revisado por:		Sr. Klever Patricio Anangono Suárez	
		Área:	Área Agrícola		Fecha de revisión:		20/2/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Transportar la materia prima desde el campo hacia la planta de producción	Incapacidad de transportar la materia prima desde el campo hacia la planta de producción	6	6	5	180	Media	Fusibles quemados	Retraso en entrega de materia prima a planta de producción, en la producción y en el pedido del cliente
		9	4	2	72	Baja	Paro o quiebre de motor de arranque	
		5	5	4	100	Baja	Fuga de aceite de motor	
		7	4	5	140	Media	Elevación de temperatura de motor	
		7	5	4	140	Media	Fuga de agua del radiador	
		5	4	4	80	Baja	Bujías rotas	
6	4	4	96	Baja				

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

	Nombre:	Bomba de Riego N°1	Elaborado por:	Sr. Earvin Guambi				
	Código:	AA.BR.1	Revisado por:	Sr. Klever Patricio Anangono Suárez				
	Área:	Área Agrícola	Fecha de revisión:	20/2/2021				
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Impulsar el agua desde el reservorio hacia el campo sembrado mediante mangueras y llovederas	Incapacidad de impulsar el agua desde el reservorio hacia el campo sembrado mediante mangueras y llovederas	5	5	3	75	Baja	Taponamiento de mangueras	Déficit y alargue en el tiempo del crecimiento de la materia prima
		8	3	3	72	Baja	Quiebre o paro de motor	
	4	5	3	60	Baja	Fisuras de mangueras		
	5	4	3	60	Baja			

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA

		Nombre:	Bomba de Riego N°2		Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi	
		Código:	AA.BR.2		Revisado por:		Sr. Klever Patricio Anangono Suárez	
		Área:	Área Agrícola		Fecha de revisión:		20/2/2021	
Función	Falla Funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Prioridad	Modo de Falla	Efecto de Falla
Impulsar el agua desde el reservorio hacia el campo sembrado mediante mangueras y llovederas	Incapacidad de impulsar el agua desde el reservorio hacia el campo sembrado mediante mangueras y llovederas	5	5	3	75	Baja	Taponamiento de mangueras	Déficit y alargue en el tiempo del crecimiento de la materia prima
		8	3	3	72	Baja	Quiebre o paro de motor	
		4	5	3	60	Baja	Fisuras de mangueras	
		5	4	3	60	Baja		

Anexo 6. Cronograma 5'S

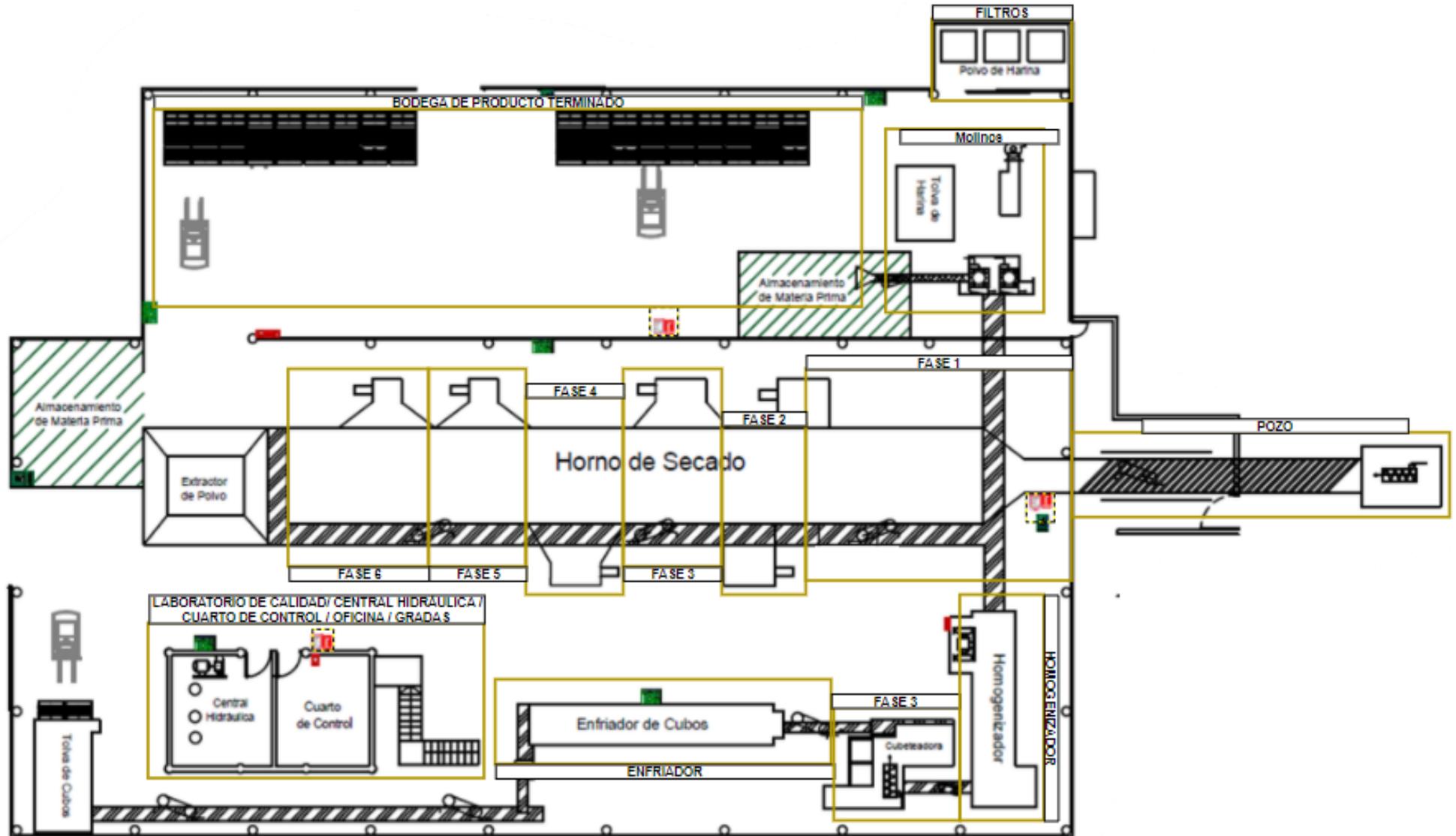
CRONOGRAMA DE DESARROLLO DE METODOLOGÍA 5'S " ÁREA PILOTO"																																											
ACTIVIDADES PROGRAMADAS	MES 1																				MES 2																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
PREDESARROLLO																																											
Sensibilizar a la alta gerencia																																											
Estructurar comité																																											
Capacitación a facilitadores																																											
Capacitación al personal operativo																																											
EJECUCIÓN																																											
Seleccionar o Clasificar (SEIRI)																																											
Diagnóstico inicial de áreas críticas dentro del área piloto																																											
Elaboración de listado de artículos, equipos, herramientas y materiales innecesarios.																																											
Agrupar y fotografiar artículos, equipos, herramientas o materiales innecesarios en almacenamiento temporal (patio o bodega) para exhibirlos en resultados al comité.																																											
Etiquetado con tarjeta roja a artículos, herramientas o materiales cuya utilización se tenga dudas																																											
Intervención de instancia responsable para el arreglo o posterior desechado de los artículos, equipos, herramientas y materiales etiquetados.																																											
Agrupar y fotografiar artículos, equipos, herramientas o materiales etiquetados en almacenamiento temporal (patio o bodega) para exhibirlos en resultados al comité.																																											
Desechar posterior a la intervención de instancia responsable de artículo, equipos, herramientas o materiales innecesarios.																																											
Organizar (SEITON)																																											
Establecer la frecuencia y secuencia de uso de artículos, equipos, herramientas o materiales de acuerdo al criterio primario y así ubicarlo en un determinado lugar de trabajo.																																											
Organizar los artículos, equipos, herramientas o materiales de forma que el primero en entrar es el primero en salir (FIFO/PEPS)																																											
Definir nombre y rotulado identificándose área o funciones de artículos, equipos, herramientas, materiales.																																											
Señalizar las áreas del piso (en planta de producción)																																											
Limpiar (SEISO)																																											
Definir responsables de limpieza (rotarito) así como delimitar áreas.																																											
Identificar fuentes de suciedad.																																											
Ejecutar acciones para eliminar fuentes de suciedad.																																											
Mantener o Estandarizar (SEIKETSU)																																											
Realizar evacuación de progreso de las primeras 3'S																																											
Informe y rendición de estatus de la implantación por parte de facilitadores al comité																																											
Emitir resultados de reunión a personal operativo para corrección de observaciones de presentarse.																																											
Disciplina (SHITSUKE)																																											
Establecer controles visuales para mejorar la disciplina y el trabajo en equipo.																																											
Elaborado por:																																											

Sr. Earvin Guambi

Anexo 7. Formato de Registro de Anomalías

			FORMATO REGISTRO DE ANOMALÍAS					
N°	FECHA DE REVISIÓN	ÍTEM	ÁREA	LÍNEA	RAZÓN DE INCONFORMIDAD	ACCIONES A TOMAR	RESPONSABLE(S)	FECHA LÍMITE
ÁREA		LÍNEA		RAZÓN DE INCONFORMIDAD		ACCIONES A TOMAR		
PP = Planta de Producción AG = Área Agrícola		LA = Línea de Alimentado LS = Línea de Secado LC = Línea de Cubos LH = Línea de Harina		Dañado; Mal estado; Sucio; otros		Reparar; Pintar; Calibrar; Limpiar; Cambiar; otros		
Elaborado por:					Sr. Earvin Guambi			

Anexo 8. División de planta de producción



Anexo 9. Check-list Evaluación 3'S

		CHECK-LIST DE EVALUACIÓN DE PROCESO DE PRIMERAS 3'S				
		PONDERACIÓN				
S	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1
		CLASIFICAR / SEIRI	¿Se realizó el listado de elementos necesarios e innecesarios?			
¿Se distingue con facilidad los elementos necesarios de los que no lo son?						
¿Se desecharon los elementos que se consideraron innecesarios?						
ORDENAR / SEITON	¿Se logra divisar el lugar de las cosas?					
	¿Se facilita la localización de cada cosa?					
	¿Se puede diferenciar las áreas y las señaléticas existentes?					
	¿Existen controles visuales en las diferentes áreas?					
LIMPIAR / SEISO	¿Se puede evidenciar suciedad?					
	¿Se practica la limpieza periódicamente?					
	¿Se realiza limpieza orden en el transcurso de la jornada laboral?					
	¿Se realizan inspecciones?					
5 = Excelente; 4 = Muy bien; 3 = Bien; 2 = Poco; 1 = Nada						
Elabora por:		Sr. Earvin Guambi				

Anexo 10. Cronograma de implementación TPM

	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN TPM																				
	MES																				
	M1				M2				M3				M4				M5				
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
PREDESARROLLO																					
Elaboración de Cronograma de Actividades	█																				
Aprobar el Cronograma de Actividades	█																				
Socializar la distribución en planta y la decisión de líneas en la planta de producción.	█																				
Capacitar sobre conceptos y funcionamiento de TPM en la organización y el rol que desempeñaran y su importancia.		█																			
EJECUCIÓN																					
PILAR N°1: MEJORAS ENFOCADAS																					
Establecer y difundir los indicadores			█																		
Realizar un análisis de criticidad de los equipos.			█																		
Realizar el análisis de modo y efecto de fallo AMEF de los resultados del análisis de criticidad.				█																	
PILAR N°2: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																					
Elaborar fichas técnicas de los equipos.					█	█															
Entrenar al personal para el llenado del check-list de revisión de equipos.								█													
Revisión y confirmación de realización de aplicación de 1° s (clasificar)									█												
PILAR N°3: MANTENIMIENTO PLANIFICADO																					
Entrenar al personal para el llenado de ordenes de trabajo, histórico de mantenimiento y reporte de averías y socializar la planificación de mantenimiento.										█											
PILAR N°4: MANTENIMIENTO DE CALIDAD																					
Socializar y entrenar al personal para el llenado del registro de rendimiento de los equipos.											█										
PILAR N°5: PREVENCIÓN DE MANTENIMIENTO																					
De necesitarse un nuevo equipo, llenar el formato de matriz de priorización de adquisición de nuevo equipo.												█	█								
PILAR N°6: MANTENIMIENTO ÁREAS SOPORTE																					
Realizar una capacitación de los diferentes procesos de la organización, así como los roles que desempeñan cada trabajador, así como la importancia de la comunicación directa.																█	█				
PILAR N°7: POLIVALENCIAS Y DESARROLLO DE HABILIDADES																					
Elaborar un cronograma de capacitaciones, así como del contenido de cada tema y el personal asignado a su ejecución.																	█				
PILAR N°8: SEGURIDAD Y ENTORNO																					
Ejecutar los puntos y artículos del decreto ejecutivo 2393 para mejorar el ambiente laboral.																		█	█	█	█
Elaborado por:	Sr. Earvin Guambi																				

Anexo 11. Fichas de Indicadores

		FICHA TÉCNICA DE INDICADORES				
Perspectiva:	PROCESOS INTERNOS	Objetivo:			Medir el tiempo promedio de operación de un equipo sin interrupciones.	
Código:		Versión:	1	Vigencia:	1 AÑO	Página: 1
DEFINICIÓN DEL INDICADOR						
NOMBRE DEL INDICADOR:		Tiempo promedio para fallar (TPPF) / (MTTF)				
OBJETIVO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	LÍNEA BASE	MÉTA DEL OBJETIVO			
Medir el tiempo operativo hasta el momento que exista una interrupción o fallo.	Rendimiento	Por el conjunto de irregularidades dentro de la producción y manejo de los recursos, se presentan paros en equipos inesperados.	META	PLAZO DE CUMPLIMIENTO	VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO	
			Establecer el tiempo en que un equipo o una línea puede mantener sus operaciones sin interrupciones con el fin de establecer las circunstancias y los modos de esta interrupción.	1 año	1 año	
INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR						
UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META VIGENCIA	RESPONSABLE DE MEDICIÓN	RESPONSABLE DE ANÁLISIS	INTERESADOS EN EL RESULTADO	
Horas-días-meses-años	diaria-mensual-anual	Anual	Técnico de Mantenimiento (Planta de Producción) /Supervisor de personal (Área Agrícola)	Jefe de Área	Alta Gerencia	
FUENTE DE INFORMACIÓN			FÓRMULA DE CÁLCULO			
Registro de fallos			$TPPF = \frac{\Sigma \text{Tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables}}{\text{Número total de fallas detectadas en esos ítems en el periodo observado}}$			
Elaborado por:			Sr. Earvin Guambi			



FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Perspectiva:	PROCESOS INTERNOS	Objetivo:	Medir la efectividad en restituir el equipo o línea a condiciones operativas óptimas después de que existió una interrupción.
---------------------	-------------------	------------------	---

Código:	Versión:	1	Vigencia:	1 AÑO	Página:	2
----------------	-----------------	---	------------------	-------	----------------	---

DEFINICIÓN DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Tiempo promedio para reparar (TPPR) / (MTTR)
------------------------------	--

OBJETIVO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	LÍNEA BASE	META DEL OBJETIVO		
			META	PLAZO DE CUMPLIMIENTO	VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO
Medir el tiempo promedio que se toma la reparación o colocación de un equipo o línea en optimo estado o en condicones operativas.	Rendimiento	Por el conjunto de irregularidades dentro de la producción y manejo de los recursos, se presentan paros en equipos inesperados.	Establecer el tiempo que toma la reparación o la puesta en marcha de un equipo o una línea después de un fallo o interrupción.	1 año	1 año

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR

UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META VIGENCIA	RESPONSABLE DE MEDICIÓN	RESPONSABLE DE ANÁLISIS	INTERESADOS EN EL RESULTADO
Horas-días-meses-años	diaria-mensual-anual	Anual	Técnico de Mantenimiento (Planta de Producción) /Supervisor	Jefe de Área	Alta Gerencia

FUENTE DE INFORMACIÓN

FÓRMULA DE CÁLCULO

Registro de fallos	$TPPR = \frac{\Sigma \text{Tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla}}{\text{Número total de fallas detectadas en esos ítems en el periodo observado}}$
--------------------	---

Elaborado por:

Sr. Earvin Guambi



FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Perspectiva:	PROCESOS INTERNOS	Objetivo:	Medir la capacidad real de los procesos, cuantificando el tiempo que transcurre desde un paro o imprevisto hasta la siguiente.
---------------------	-------------------	------------------	--

Código:		Versión:	1	Vigencia:	1 AÑO	Página:	3
----------------	--	-----------------	---	------------------	-------	----------------	---

DEFINICIÓN DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Tiempo promedio entre fallas (TMEF) / (MTBF)				
OBJETIVO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	LÍNEA BASE	META DEL OBJETIVO		
Medir el tiempo que tarda en suscitarse una interrupción o falla y otra.	Rendimiento	Por el conjunto de irregularidades dentro de la producción y manejo de los recursos, se presentan paros en equipos inesperados.	META	PLAZO DE CUMPLIMIENTO	VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO
			Establecer el tiempo promedio en la que se suscita una interrupción o falla.	1 año	1 año

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR

UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META VIGENCIA	RESPONSABLE DE MEDICIÓN	RESPONSABLE DE ANÁLISIS	INTERESADOS EN EL RESULTADO
Horas-días-meses-años	diaria-mensual-anual	Anual	Técnico de Mantenimiento (Planta de Producción) /Supervisor	Jefe de Área	Alta Gerencia

FUENTE DE INFORMACIÓN

FÓRMULA DE CÁLCULO

Registro de fallos	$TMEF = \frac{TT}{Npb}$
--------------------	-------------------------

Elaborado por:

Sr. Earvin Guambi



FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Perspectiva:	PROCESOS INTERNOS	Objetivo:	Establecer un nivel de eficiencia global de los equipos productivos mediante la valoración de la calidad, disponibilidad y eficiencia.
Código:		Versión:	1
		Vigencia:	1 AÑO
		Página:	4

DEFINICIÓN DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Eficiencia Global de Equipos Productivos (OEE)				
OBJETIVO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	LÍNEA BASE	MÉTA DEL OBJETIVO		
Medir la disponibilidad, calidad y eficiencia de un equipo o sistema	Rendimiento	Por el conjunto de irregularidades dentro de la producción y manejo de los recursos, se presentan paros en equipos inesperados.	META	PLAZO DE CUMPLIMIENTO	VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO
			Establecer un nivel global de los equipos valorando la disponibilidad, calidad y eficiencia en tiempo determinado.	1 año	1 año

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR

UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META VIGENCIA	RESPONSABLE DE MEDICIÓN	RESPONSABLE DE ANÁLISIS	INTERESADOS EN EL RESULTADO
Horas-días-meses-años	diaria-mensual-anual	Anual	Técnico de Mantenimiento (Planta de Producción) /Supervisor	Jefe de Área	Alta Gerencia

FUENTE DE INFORMACIÓN

FÓRMULA DE CÁLCULO

Registro de producción, fallos.	<i>OEE(Overal Equipment efficiency) = D * E * C</i>
---------------------------------	---

Elaborado por:

Sr. Earvin Guambi



FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Perspectiva:	PROCESOS INTERNOS	Objetivo:	Medir el tiempo promedio en la que un equipo o sistema está en óptimas condiciones de operación.
---------------------	-------------------	------------------	--

Código:		Versión:	1	Vigencia:	1 AÑO	Página:	5
----------------	--	-----------------	---	------------------	-------	----------------	---

DEFINICIÓN DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Disponibilidad				
OBJETIVO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	LÍNEA BASE	META DEL OBJETIVO		
Medir tiempo promedio en la que un equipo o sistema está en óptimas condiciones de operación.	Rendimiento	Por el conjunto de irregularidades dentro de la producción y manejo de los recursos, se presentan paros en equipos inesperados.	META	PLAZO DE CUMPLIMIENTO	VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO
			Establecer un nivel de disponibilidad en el que consta el tiempo promedio que un sistema o equipo está en operaciones.	1 año	1 año

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR

UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META VIGENCIA	RESPONSABLE DE MEDICIÓN	RESPONSABLE DE ANÁLISIS	INTERESADOS EN EL RESULTADO
Horas-días-meses-años	diaria-mensual-anual	Anual	Técnico de Mantenimiento (Planta de Producción) /Supervisor de personal (Área Agrícola)	Jefe de Área	Alta Gerencia

FUENTE DE INFORMACIÓN

FÓRMULA DE CÁLCULO

Registro de producción, fallos.	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas de parada}}{\text{Horas totales}}$
---------------------------------	--

Elaborado por:

Sr. Earvin Guambi



FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Perspectiva:	PROCESOS INTERNOS	Objetivo:	Medir el rendimiento entre lo que se planifica realizar incluyendo los recursos como tiempo o materiales y lo realizado en realidad.
---------------------	-------------------	------------------	--

Código:		Versión:	1	Vigencia:	1 AÑO	Página:	6
----------------	--	-----------------	---	------------------	-------	----------------	---

DEFINICIÓN DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:		Eficiencia			
OBJETIVO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	LÍNEA BASE	MÉTA DEL OBJETIVO		
			META	PLAZO DE CUMPLIMIENTO	VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO
Medir el rendimiento entre lo que se planifica realizar incluyendo los recursos como tiempo o materiales y lo realizado en realidad.	Rendimiento	Por el conjunto de irregularidades dentro de la producción y manejo de los recursos, se presentan paros en equipos inesperados.	Establecer el rendimiento entre lo que se planifica realizar incluyendo los recursos como tiempo o materiales y lo realizado en realidad.	1 año	1 año

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR

UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META VIGENCIA	RESPONSABLE DE MEDICIÓN	RESPONSABLE DE ANÁLISIS	INTERESADOS EN EL RESULTADO
Horas-días-meses-años	diaria-mensual-anual	Anual	Técnico de Mantenimiento (Planta de Producción) /Supervisor de personal (Área Agrícola)	Jefe de Área	Alta Gerencia

FUENTE DE INFORMACIÓN

FÓRMULA DE CÁLCULO

Registro de producción, fallos.	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción planificada}}$
---------------------------------	--

Elaborado por:

Sr. Earvin Guambi



FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Perspectiva:	PROCESOS INTERNOS	Objetivo:	Mide la fracción de la producción obtenida del total que cumple con los estándares de la producción real.
---------------------	-------------------	------------------	---

Código:		Versión:	1	Vigencia:	1 AÑO	Página:	7
----------------	--	-----------------	---	------------------	-------	----------------	---

DEFINICIÓN DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Calidad				
OBJETIVO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	LÍNEA BASE	MÉTA DEL OBJETIVO		
Medir la fracción de producción real la cual cumple con los estándares de total de la producción.	Rendimiento	Por el conjunto de irregularidades dentro de la producción y manejo de los recursos, se presentan paros en equipos inesperados.	META	PLAZO DE CUMPLIMIENTO	VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO
			Establecer la cantidad de la producción que cumple con los estándares para ser considerado conforme.	1 año	1 año

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR

UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META VIGENCIA	RESPONSABLE DE MEDICIÓN	RESPONSABLE DE ANÁLISIS	INTERESADOS EN EL RESULTADO
Horas-días-meses-años	diaria-mensual-anual	Anual	Técnico de Mantenimiento (Planta de Producción) /Supervisor de personal (Área Agrícola)	Jefe de Área	Alta Gerencia

FUENTE DE INFORMACIÓN

FÓRMULA DE CÁLCULO

Registro de producción, fallos.	$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción conforme}}{\text{Producción real}}$
---------------------------------	--

Elaborado por:

Sr. Earvin Guambi

Anexo 12. Fichas Técnicas de Equipos

FICHA TÉCNICA										
MÁQUINA-EQUIPO	LÍNEA DE ALIMENTACIÓN	UBICACIÓN			Planta Mastercubox					
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN			Línea de Alimentación					
SERIE	N/A	CÓDIGO INVENTARIO			PP.LA.1					
MARCA	NACIONAL									
EQUIPOS ACOPLADOS										
TOLVA	TORNILLO SIN FIN	CINTA TRANSPORTADORA	BRAZO OSCILANTE	MOTOR H. TOLVA DANFOSS OMP 100	MOTOR H. CINTA DANFOSS OMV 315	MOTOR H. BRAZO DANFOSS OMP 100	MOTOR H. BRAZO DANFOSS OMP 50	Reductor de velocidad Borelli		
DESCRIPCIÓN		LÍNEA DE ALIMENTACIÓN								
<p>*Ingreso de materia prima para su posterior secado</p>										
INSTRUCCIONES DE USO										
<p>*Verificar que la línea se encuentren libres de suciedad. *Verificar las conexiones hidráulicas y mecánicas de cada equipo. *Comprobar que no exista fugas en las líneas hidráulica de los equipos. *No sobre cargar a los equipos del límite establecido en la alimentación de materia prima. *Abastecer de manera uniforme y controlada la materia prima. *Verificar que la materia prima ingrese en buenas condiciones, cumpliendo con los parámetros establecidos.</p>										
FUNCIÓN										
<p>*Transporta y abastece de materia prima al horno de secado.</p>										
MANTENIMIENTO										
<p>*Eliminar residuos sólidos ajenos a la materia prima.</p>										
ELABORADO POR:		Sr. Earvin Guambi			REVISADO POR:		Jefe de Planta: Ing. Andrés Montalvo		FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	1/3/2021

FICHA TÉCNICA HORNO DE SECADO						
MÁQUINA-EQUIPO		LÍNEA DE SECADO		UBICACIÓN		Planta Mastercubox
FABRICANTE		MASTERCUBOX		SECCIÓN		Línea de Secado
SERIE		N/A		CÓDIGO INVENTARIO		PP.LS.1
MARCA		NACIONAL				
CARACTERÍSTICAS GENERALES						
MATERIAL	ACERO	CAPACIDAD DE TRABAJO	4 ton/h			
EQUIPOS ACOPLADOS						
CINTA TRANSPORTADORA	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	ETAPA 5	ETAPA 6
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				LÍNEA DE ALIMENTACIÓN		
Equipo construido por la empresa Mastercubox.						
INSTRUCCIONES DE USO						
*Revisar la temperatura, de cada etapa. *Verificar que el equipo no presente ruidos anormales. *Mantener encendido solo en su funcionamiento. *Lavar y desinfectar cada vez que se utilice.						
FUNCIÓN						
Calentar a una temperatura muy superior al ambiente, para deshidratar la materia prima en el trayecto de las etapas del mismo y enviarla a la siguiente línea a través de la cinta transportadora.						
MANTENIMIENTO						
<ul style="list-style-type: none"> Verificación del caudal de la bomba cada 3 semanas. Verificación de temperatura de entrada y salida del producto todos los días . Verificar el estado de la máquina antes de empezar todos los días . Verificar el estado de la máquina en general (tubos, bombas, tuercas, termómetro, Etc.) cada 8 días. 						
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN						
<ul style="list-style-type: none"> El proceso se inicia con la circulación de agua caliente, para reblandecer y/o disolver la suciedad adherida a las superficies que puedan ser barridas por el flujo, durante 8 min., luego se hace circular una solución de detergente alcalina (sosa cáustica- en concentraciones del 0.2% al 2%) a 75 °C durante 20 min.(actúan como emulsionantes, disuelven proteínas y actúan como agentes bactericidas. Este producto reacciona con las grasas depositadas y produce agentes tensoactivas que mejoran el proceso de lavado). Enjuagar el detergente alcalino con abundante agua (hasta eliminar los restos de solución limpiadora), si las horas de producción o trabajo exceden las 8 horas hacer un lavado intermedio. Hacer circular una solución ácida (nitríco 0.5% o el fosfórico (H2PO4) 2%.Otros ácidos pueden ocasionar problemas e corrosión.) a 70 °C durante 15 min. Enjuagar con abundante agua durante 8 min. Desinfectar con hipoclorito de sodio- enjuagar. Para la higiene en los pasteurizadores deberás utilizar soluciones alcalinas diarias (con eso removerás grasas y proteínas que son los depósitos mayores) y soluciones ácidas con una frecuencia que variara según las sales disueltas en el agua. Con los ácidos removerás los depósitos minerales de la leche (es el menor residuo al paso de la leche) y del agua (variara la cantidad según la DUREZA del agua). Para esto te recomendaría que realices un analisis del agua 1- Ante un agua blanda (2 días de lavado acida luego del alcalino) 2- Ante un agua semidura (4 días de lavado acida luego del alcalino) 3- Ante un agua dura (acida todos los días luego del alcalino).						
ELABORADO POR:	Sr. Earvin Guambi		REVISADO POR:			
					1/3/2021	

FICHA TÉCNICA HOGOGENEIZADORA																
MÁQUINA-EQUIPO	HOMOGENEIZADOR	UBICACIÓN			Planta Mastercubox											
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN			Línea de Cubos											
SERIE	N/A	CÓDIGO INVENTARIO			PP.LC.1											
MARCA	NACIONAL															
CAPACIDAD	4 t															
EQUIPOS ACOPLADOS																
Moto Reductor Rossi	Motor ABB Motors 45 kg	Motor SEW EURODRIVE DFT90L-6	Motor SEW EURODRIVE R82R62-VU11HS	Motr ABB Motors 16 kg	Moto Reductor Bonfiglioli Group	Rodillos de Paletas	Extractor N°1	Extractor N°2	Extractor N°3							
DESCRIPCIÓN			HOMOGENEIZADOR													
*Proceso antes del cubeteado.																
INSTRUCCIONES DE USO																
*Verificar que la lbandas transportadoras se encuentren libres. *Verificar las conexiones y mecánicas de cada motorl. *Comprobar que no exista fugas en las motoredutores. *No sobre cargar a los equipos del límite establecido en la alimentación de materia prima seca. uniforme y controlada la materia prima seca. ingrese en buenas condiciones, cumpliendo con los parámetros establecidos.																
*Abastecer de manera *Verificar que la materia prima seca																
FUNCIÓN																
homogeneizar la materia prima seca para que sea uniforme y se proceso de mejor manera en el cubeteado.																
MANTENIMIENTO																
*Eliminar residuos sólidos ajenos a la materia prima. *Alinear cabezotes *Lubricar caenas y piñones *Retirar el materia lantiaculado del área circundante																
ELABORADO POR:										REVISADO POR:			FECHA DE ACTUALIZACIÓN:			
Sr. Earvin Guambi										Jefe de Planta: Ing. Andrés Montalvo			1/3/2021			

FICHA TÉCNICA CUBETEADORA



MÁQUINA-EQUIPO	CUBETEADORA	UBICACIÓN	Planta Mastercubox
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN	Línea de Cubos
SERIE	N/A	CÓDIGO INVENTARIO	PP.I.C.2
MARCA	NACIONAL		
CAPACIDAD	4t		

CARACTERÍSTICAS GENERALES

MATERIAL	ACERO	ANCHO	3,9 m	LARGO	5,20 m
----------	-------	-------	-------	-------	--------

EQUIPOS ACOPLADOS

Aspirador	Motoreductor Dresser Electra Motors	Reductor SITI	Motor SIEMENS	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">CUBETEADORA WARREN & BAERG</td> <td rowspan="3">BOMBA NEUMÁTICA</td> <td rowspan="3">2 TANQUES DE 1000 LITROS</td> <td rowspan="3">Motor Hidráulico</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">TORNILLO SIN FIN</td> <td>Largo: 2,50 m</td> </tr> <tr> <td>Ancho: 0,40 m</td> </tr> <tr> <td>Material: Acero</td> </tr> </table>	CUBETEADORA WARREN & BAERG		BOMBA NEUMÁTICA	2 TANQUES DE 1000 LITROS	Motor Hidráulico	TORNILLO SIN FIN	Largo: 2,50 m	Ancho: 0,40 m	Material: Acero
CUBETEADORA WARREN & BAERG		BOMBA NEUMÁTICA	2 TANQUES DE 1000 LITROS	Motor Hidráulico									
TORNILLO SIN FIN	Largo: 2,50 m												
	Ancho: 0,40 m												
	Material: Acero												

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Principal agregado de valor de materia prima

INSTRUCCIONES DE USO

- *Revisar la entrada de materia prima entre homogeneizador y tornillo sin fin.
- *Verificar que no presente ruidos anormales.
- *Verificar que el desplazamiento de la materia prima sea balanceador en el tornillo sin fin.

FUNCIÓN

Formar cubos a partir de materia prima y aditivos.

MANTENIMIENTO

- *Limpiar los aspersores de tanques de aditivo.
- *Destaponar los moldes de cubeteadora y aspiradores.
- *Limpiar bandas transportadoras del material particulado.
- piñones y cadenas de motores así como relizar verificación de estado.

*Lubricar

CUBETEADORA



Elaborado por:

Sr. Earvin Guarbi

Revisado por:

Jefe de Planta: Ing. Andrés Montalvo

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

1/3/2021

FICHA TÉCNICA ENFRIADOR DE CUBOS							
MÁQUINA-EQUIPO		ENFRIADOR DE CUBOS		UBICACIÓN		Planta Mastercubox	
FABRICANTE		MASTERCUBOX		SECCIÓN		Línea de Cubos	
SERIE		N/A		CÓDIGO INVENTARIO		PP.LC.3	
MARCA		NACIONAL					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
MATERIAL	ACERO	ANCHO	2,9 m	LARGO	7,20 m		
EQUIPOS ACOPLADOS							
CINTRA TRANSPORTADORA METÁLICA	BANDAS DE RETORNO	MOTOREDUCTOR	ASPIRADOR	VENTILADORES	BOMBA NEUMÁTICA		
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				ENFRIADOR DE CUBOS			
Conformado por acero el cual tiene el proposito de reducir la temperatura de cubos para su posterior ensacado, cosido y paletizado.							
INSTRUCCIONES DE USO							
*Revisar la entrada de cubos no este taponada. *Verificar que las bandas de retornos no esten atascadas *Mantener un flujo constante para que el ensacado sea continuo.							
FUNCIÓN							
*Reducir la temperatura de cubos para su pesaje, ensacado, cocido y paletizado.							
MANTENIMIENTO							
*Limpiar bandas de retorno. *Destaponar la banda de entrada de cubos. *Mantener limpia la salida de cubos para poder pesar, ensacar y transporte de producto terminado. *Lubricar piñones y cadenas de motores asi como relizar verificación de estado. * Limpiar de material particulado en sus estructura.							
ELABORADO POR:				Sr. Earvin Guambi		REVISADO POR:	
				Jefe de Planta: Ing. Andrés Montalvo		FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	
						1/3/2021	

FICHA TÉCNICA MOLINOS



MÁQUINA-EQUIPO	MOLINOS	UBICACIÓN	Planta Mastercubox
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN	Línea de Harina
SERIE	N/A	CÓDIGO INVENTARIO	PP.LH.1
MARCA	NACIONAL		

CARACTERÍSTICAS GENERALES

MATERIAL	ACERO	CAPACIDAD	0,750 t			
----------	-------	-----------	---------	--	--	--

EQUIPOS ACOPLADOS

MOLINO N°1	MOLINO N°2	CINTA DE ABASTECIMIENTO	CICLONES	FILTROS	TOLVA ENSACADORA
------------	------------	-------------------------	----------	---------	------------------

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Conformado por acero el cual tiene el propósito de convertir la materia prima en harina.

INSTRUCCIONES DE USO

- *Revisar la entrada de materia prima no este taponada.
- *Verificar los martillos de molinos están en buen estado y que se encuentre sin residuos extraños.
- *Mantener un flujo constante para que el ensacado sea continuo.

FUNCIÓN

*Moler la materia prima y transformarla en harina en formato de 25kg.

MANTENIMIENTO

- *Destaponar la banda de entrada de materia prima.
- *Mantener limpios los filtros para evitar taponamientos.
- *Lubricar piñones y cadenas de motores así como realizar verificación de estado.
- * Limpiar de material particulado en sus estructura.

MOLINOS



ELABORADO POR:

Sr. Eirvin Guambi

REVISADO POR:

Jefe de Planta: Ing. Andrés Montalvo

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

1/3/2021

FICHA TÉCNICA TRACTOR N°1



MÁQUINA-EQUIPO	TRACTOR N°1	UBICACIÓN	Área Agrícola
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN	Área Agrícola
SERIE	5403	CÓDIGO INVENTARIO	AA.TR.1
MARCA	JOHN DEERE		

CARACTERÍSTICAS GENERALES

POTENCIA DE MOTOR	48 kW (64 hp)	POTENCIA MÁX.	2400 rpm	# DE CILINDROS	3	MARCHAS	9 AVANCE	TENSIÓN	12 V	BATERÍA	80 Ah	TANQUE DE COMBUSTIBLE	68 L	SISTEMA HIDRÁULICO	38 L
		RANGO DE POTENCIA	2200-2400 rpm	CILINDRAJE	2,9 L		3 RETROCESO	ALTERNADOR	40 A			SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	9,5 L		

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Tractor principal por su fiabilidad y por su capacidad y por poseer menor tiempo.

INSTRUCCIONES DE USO

- *Revisar nivel de combustible, aceite, refrigerante y batería.
- *Verificar el estado del motor antes de su encendido.
- *Evitar sobrepasar la capacidad del fabricante.

FUNCIÓN

- *Preparar el suelo previo al sembrado.
- *Transportar bombas de fumigar y bombas de riego.

MANTENIMIENTO

- *Limpiar de tierra o polvo existente en su superficie.
- *Verificar nivel de agua de radiado, aceite y refrigerante.
- *Mantener limpio el sistema hidráulico.
- *Verificar nivel de aire en llantas.
- * Revisar nivel de combustible.

TRACTOR N°1



ELABORADO POR:

Sr. Earvin Guambi

REVISADO POR:

Sr. Klever Patricio Anangono Suárez

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

1/3/2021

FICHA TÉCNICA DE TRACTOR N°2



MÁQUINA-EQUIPO	TRACTOR N°2	UBICACIÓN	Área Agrícola
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN	Área Agrícola
SERIE	F6600	CÓDIGO INVENTARIO	AA.TR.2
MARCA	FORD		

CARACTERÍSTICAS GENERALES

POTENCIA DE MOTOR	57,4 kW	POTENCIA MÁX.	2100 rpm	# DE CILINDROS	4	MARCHAS	9 AVANCE	TENSIÓN	12 V	BATERÍA	80 Ah	TANQUE DE COMBUSTIBLE	68 L	SISTEMA HIDRÁULICO	36,7 L
				CILINDRAJE	2,9 L		3 RETROCESO	ALTERNADOR	128 A			SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	9,5 L		

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Tractor principal por su fiabilidad y por su capacidad y por poseer menor tiempo.

INSTRUCCIONES DE USO

- *Revisar nivel de combustible, aceite, refrigerante y batería.
- *Verificar el estado del motor antes de su encendido.
- *Evitar sobrepasar la capacidad del fabricante.

FUNCIÓN

- *Preparar el suelo previo al sembrado.
- *Transportar bombas de fumigar y bombas de riego.

MANTENIMIENTO

- *Limpiar de tierra o polvo existente en su superficie.
- *Verificar nivel de agua de radiado, aceite y refrigerante.
- *Mantener limpio el sistema hidráulico.
- *Verificar nivel de aire en llantas.
- * Revisar nivel de combustible.

TRACTOR N°2



ELABORADO POR:

Sr. Earvin Guanbi

REVISADO POR:

Sr. Klever Patricio Anangono Suárez

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

1/3/2021

FICHA TÉCNICA SEGADORA



MÁQUINA-EQUIPO	SEGADORA	UBICACIÓN	Área Agrícola
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN	Área Agrícola
SERIE	67700	CÓDIGO INVENTARIO	AA.SG.1
MARCA	KUHN		

CARACTERÍSTICAS GENERALES

ANCHURA DE TRABAJO	2,4 m	ANCHURA DE HILERA	1,7 m	POTENCIA	31 kW	VELOCIDAD TDF	540 U/min	N° DE DISCOS	6				
				PESO	0,538 t								

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Diseño sencillo, excelente calidad

INSTRUCCIONES DE USO

- *Mantener en un lugar limpio y seco para evitar que se oxiden los discos de corte.
- *Lubricar adecuadamente las uniones del cabezote.
- *No sobrepasar los parámetros de uso del fabricante.

FUNCIÓN

*Cortar el campo asignado de materia prima previo al picado y cargado del camión.

MANTENIMIENTO

- *Limpiar de tierra o polvo existente en su superficie.
- *Mantener limpio el sistema hidráulico.
- * Revisar que no exista fisuras en la estructura o torceduras.

SEGADORA



ELABORADO POR:

Sr. Earvin Guambi

REVISADO POR:

Sr. Klever Patricio Anangono Suárez

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

1/3/2021

FICHA TÉCNICA FUMIGADORA N°1



MÁQUINA-EQUIPO	FUMIGADORA N°1	UBICACIÓN	Área Agrícola
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN	Área Agrícola
SERIE	S/A	CÓDIGO INVENTARIO	AA.FG.1
MARCA	NACIONAL		

CARACTERÍSTICAS GENERALES

CAPACIDAD DE FUMIGADO	1 ha/h	CAPACIDAD DE ALMACENAJE	2000 L						
-----------------------	--------	-------------------------	--------	--	--	--	--	--	--

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Estructura con dos tanques de almacenaje de líquidos con una bomba centrífuga.

INSTRUCCIONES DE USO

- *Verter el soluto (insecticida, fungicida) en solvente (agua) en parte de acuerdo al soluto
- *Mantener destaponadas las mangueras.
- *No sobrepasar los parámetros de uso.

FUNCIÓN

*Esparcir soluto (insecticida, fungicida) en cultivos a fin de mejorar el rendimiento del mismo.

MANTENIMIENTO

- *Limpiar de tierra o polvo existente en su superficie.
- *Mantener limpio el sistema de bomba centrífuga
- * Revisar que no exista fisuras en la estructura o torceduras.

FUMIGADORA N°1



ELABORADO POR:

Sr. Earvin Guambi

REVISADO POR:

Sr. Klever Patricio Anangono Suárez

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

1/3/2021

FICHA TÉCNICA FUMIGADORA N°2



MÁQUINA-EQUIPO	FUMIGADORA N°2	UBICACIÓN	Área Agrícola
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN	Área Agrícola
SERIE	S/A	CÓDIGO INVENTARIO	AA.FG.2
MARCA	NACIONAL		

CARACTERÍSTICAS GENERALES

CAPACIDAD DE FUMIGADO	0,5 ha/h	CAPACIDAD DE ALMACENAJE	2000 L						
-----------------------	----------	-------------------------	--------	--	--	--	--	--	--

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Estructura con dos tanques de almacenaje de líquidos con una bomba centrífuga.

INSTRUCCIONES DE USO

- *Verter el soluto (insecticida, fungicida) en solvente (agua) en parte de acuerdo al soluto
- *Mantener destaponadas las mangueras.
- *No sobrepasar los parámetros de uso.

FUNCIÓN

*Esparcir soluto (insecticida, fungicida) en cultivos a fin de mejorar el rendimiento del mismo.

MANTENIMIENTO

- *Limpiar de tierra o polvo existente en su superficie.
- *Mantener limpio el sistema de bomba centrífuga
- * Revisar que no exista fisuras en la estructura o torceduras.

FUMIGADORA N°2



ELABORADO POR:

Sr. Earvin Guambi

REVISADO POR:

Sr. Klever Patricio Anangono Suárez

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

1/3/2021

FICHA TÉCNICA PICADORA														
MÁQUINA-EQUIPO	PICADORA		UBICACIÓN				Área Agrícola							
FABRICANTE	MASTERCUBOX		SECCIÓN				Área Agrícola							
SERIE	JAGUAR 900		CÓDIGO INVENTARIO				AA.PC.1							
MARCA	CLAAS													
CARACTERÍSTICAS GENERALES														
DIRECCIÓN	HH	PESO	11,56 t	VELOCIDAD	40 km/h	MODELO DE MOTOR (Mercedes-Benz)	OM502 LA	ANCHO	3,995 m	ALTO	3,728 m	POTENCIA DE MOTOR	458 kW	
INSTRUCCIONES DE USO							PICADORA							
<p>*Revisar nivel de combustible, aceite, refrigerante y batería. *Verificar el estado del motor antes de su encendido. *Evitar sobrepasar la capacidad del fabricante.</p>														
FUNCIÓN														
<p>*Recoger la materia prima cortada e hilada del campo, picar y cargar a camión.</p>														
MANTENIMIENTO														
<p>*Limpiar de tierra o polvo existente en su superficie. *Verificar nivel de agua de radiado, aceite y refrigerante. *Mantener limpio el sistema hidráulico. *Verificar nivel de aire en llantas. * Revisar nivel de combustible.</p>														
ELABORADO POR:				Sr. Earvin Guambi		REVISADO POR:				Sr. Klever Patricio Anangono Suárez		FECHA DE ACTUALIZACIÓN:		1/3/2021

FICHA TÉCNICA CAMIÓN														
MÁQUINA-EQUIPO		CAMIÓN		UBICACIÓN		Área Agrícola								
FABRICANTE		MASTERCUBOX		SECCIÓN		Área Agrícola								
SERIE		F 700		CÓDIGO INVENTARIO		AA.CM.1								
MARCA		FORD												
CARACTERÍSTICAS GENERALES														
REVOLUCIÓN POR MINUTO	2800 rpm	CAJA DE VELOCIDADES	5 marchas	LARGO	5,72 m	ALTO	2,466 m	PESO	12t	TANQUE DE COMBUSTIBLE	35 gal			
				ANCHO	2,432 m									
INSTRUCCIONES DE USO										CAMIÓN				
<p>*Revisar nivel de combustible, aceite, refrigerante y batería. *Verificar el estado del motor antes de su encendido. *Evitar sobrepasar la capacidad del fabricante.</p>														
FUNCIÓN														
<p>*Transportar la materia prima desde el campo hasta la planta de producción para el procesamiento de la misma.</p>														
MANTENIMIENTO														
<p>*Limpiar de tierra o polvo existente en su superficie. *Verificar nivel de agua de radiado, aceite y refrigerante. *Mantener limpio el sistema hidráulico. *Verificar nivel de aire en llantas. * Revisar nivel de combustible.</p>														
ELABORADO POR:					Sr. Earvin Guambi			REVISADO POR:		Sr. Klever Patricio Anangono Suárez		FECHA DE ACTUALIZACIÓN:		1/3/2021

FICHA TÉCNICA BOMBA DE RIEGO N°1



MÁQUINA-EQUIPO	BOMBA DE RIEGO N°1	UBICACIÓN	Área Agrícola
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN	Área Agrícola
SERIE	S/A	CÓDIGO INVENTARIO	AA.BR.1
MARCA	NACIONAL		

CARACTERÍSTICAS GENERALES

CAPACIDAD DE FUMIGADO	3 Ha/h								
------------------------------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	BOMBA DE RIEGO N°1
Estructura con bomba centrífuga para el riego de la plantación de materia prima.	
INSTRUCCIONES DE USO	
*Colocar el extremo de la punta en el reservorio y colocar las mangueras de riego conjuntamente con llovederas. *Mantener destaponadas las mangueras. *No sobrepasar los parámetros de uso.	
FUNCIÓN	
*Bombear el agua de reservorios a cultivos a fin de mejorar el rendimiento y crecimiento del mismo.	
MANTENIMIENTO	
*Limpiar de tierra o polvo existente en su superficie. *Mantener limpio el sistema de bomba centrífuga * Revisar que no exista fisuras en la estructura o torceduras.	

ELABORADO POR:

Sr. Earvin Guambi

REVISADO POR:

Sr. Klever Patricio Anangono Suárez

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

1/3/2021

FICHA TÉCNICA BOMBA DE RIEGO N°2



MÁQUINA-EQUIPO	BOMBA DE RIEGO N°2	UBICACIÓN	Área Agrícola
FABRICANTE	MASTERCUBOX	SECCIÓN	Área Agrícola
SERIE	S/A	CÓDIGO INVENTARIO	AA.BR.2
MARCA	NACIONAL		

CARACTERÍSTICAS GENERALES

CAPACIDAD DE FUMIGADO	5 ha/h								
-----------------------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Estructura con bomba centrífuga para el regado de la plantación de materia prima.

INSTRUCCIONES DE USO

- *Colocar el extremo de la punta en el reservorio y colocar las mangueras de riego conjuntamente con llovederas.
- *Mantener destanonadas las mangueras.
- *No sobrepasar los parametros de uso.

FUNCIÓN

*Bombear el agua de reservorios a cultivos a fin de mejorar el rendimiento y crecimiento del mismo.

MANTENIMIENTO

- *Limpiar de tierra o polvo existente en su superficie.
- *Mantener limpio el sistema de bomba centrífuga
- * Revisar que no exista fisuras en la estructura o torceduras.

BOMBA DE RIEGO N°2



ELABORADO POR:

Sr. Earvin Guambi

REVISADO POR:

Sr. Klever Patricio Anangono Suárez

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

1/3/2021

Anexo 13. Formato de Chequeo de Equipos

		FORMATO DE CHEQUEO DE EQUIPOS		
CÓDIGO:				
ÁREA / LÍNEA:				
FECHA:				
EQUIPO:		CÓDIGO DE EQUIPO:		
ÍTEM	ACTIVIDAD	A	NA	OBSERVACIONES
A = APROBADO NA = NO APROBADO				
Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi		

Anexo 14. Formato de Orden de Mantenimiento

		FORMATO DE ORDEN DE MANTENIMIENTO		
CÓDIGO:		CÓDIGO:		
ÁREA / LÍNEA:		CÓDIGO:		
EQUIPO:		CÓDIGO:		
TIPO DE MANTENIMIENTO:	PREVENTIVO		EMERGENCIA	
	CORRECTIVO		INSPECCIÓN	
SOLICITADA POR:	FECHA DE SOLICITUD	AUTORIZADA POR:		FECHA DE EJECUCIÓN
TAREAS A CUMPLIR				
DETALLE DE TAREAS	TIEMPO PROGRAMADO	TIEMPO REAL	OBSERBACIONES	
PRESUPUESTO				
MATERIAL REQUERIDO	CÓDIGO	CANTIDAD PLANIFICADA	CANTIDAD UTILIZADA	PRECIO (\$)
			TOTAL	
RRHH				
ENCARGADO	HORAS REQUERIDAS		HORAS REALES	
CULMINACIÓN DE ACTIVIDADES				
FIRMA DE EJECUTOR		FIRMA DE SUPERVISOR		
Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi		



CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CÓDIGO:																																																					
ÁREA:	AGRÍCOLA																																																				
EQUIPO	CÓDIGO	MESES																																																			
		M1				M2				M3				M4				M5				M6				M7				M8				M9				M10				M11				M12							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Tractor N°1	AA.TR.1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tractor N°2	AA.TR.2			■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■					
Segadora	AA.SG.1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Hileradora N°1	AA.HR.1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Hileradora N°2	AA.HR.2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Fumigadora N°1	AA.FG.1	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■							
Fumigadora N°2	AA.FG.2	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■							
Picadora	AA.PC.1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Camión	AA.CM.1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Bomba de Riego N°1	AA.BR.1	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■							
Bomba de Riego N°2	AA.BR.2	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■							
Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi																																																			

Anexo 16. Formato de Registro de Mantenimiento

			FORMATO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO				
			CÓDIGO:				
ÁREA:				ENCARGADO:			
EQUIPO	CÓDIGO	MARCA	MODELO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FECHA	CÓDIGO DE ORDEN DE MANTENIMIENTO	OBSERVACIONES
Elaborado por:		Sr. Earvin Guambi					

Anexo 17. Formato de Registro de Averías

			FORMATO DE REGISTRO DE AVERÍAS					
CÓDIGO:								
ÁREA:								
PRIMERA VEZ:								
FECHA	EQUIPO	CÓDIGO	HORA DE INICIO	DESCRIPCIÓN DE AVERÍA	EQUIPO EN:		HORA DE PUESTA EN MARCHA	OBSERVACIONES
					M	P		
COSTO ESTIMADO DE REPARACIÓN						COSTO REAL		
M = Marcha P = Paro								
Elaborado por:				Sr. Earvin Guambi				

Anexo 18. Formato de Registro de Operación

		FORMATO DE REGISTRO DE OPERACIÓN	
CÓDIGO:			
ÁREA / LÍNEA:		FECHA:	
EQUIPO:		CÓDIGO:	
HORA DE ENCENDIDO:		HORA DE APAGADO:	
TIEMPO TOTAL OPERADO:			
	VALOR	UNIDAD	
PROCESAMIENTO ESPERADO			
PROCESAMIENTO REAL			
CANTIDAD REAL CON CALIDAD			
Elaborado por:	Sr. Earvin Guambi		

Anexo 19. Plan y registro de capacitaciones

		PLAN DE CAPACITACIÓN		
CÓDIGO:				
ÁREA:				
PERIODO:				
TEMA	OBJETIVO	ENCARGADO	# SESIONES	DURACIÓN
Metodología 5'S	Promover el uso y entendimiento de esta metodología y el rol que desempeña en el rendimiento de la empresa y la utilidad que aporta a la organización y el llenado de formatos dentro de la metodología para la obtención de información.			
Mantenimiento Productivo Total	Mostrar los lineamientos y beneficios que conlleva la aplicación del TPM dentro de la organización. así como el llenado de formato de registros que intervienen en esta metodología.			
Análisis de Modo y Efecto de Fallo	Explicar la categorización de los diferentes equipos y el cómo llenar el formato de este análisis para que se promueva la comunicación entre el personal.			
Riesgos Laborales	Identificar y explicar los diferentes riesgos que están presentes dentro de la organización, así como el uso adecuado de las EPP'S.			
Riesgos Ergonómicos	Identificar y explicar las consecuencias de los diferentes riesgos ergonómicos así de posibles soluciones o formas de contrarrestarlas o evitarlas.			
Usos de Extintores y Primeros Auxilios	Mostrar el uso adecuado de los extintores, así como su ubicación y mostrar técnicas de primeros auxilios por si se presenta una emergencia.			
Ruta de Evacuación y acciones ante desastres naturales	Exponer las diferentes rutas de evacuación existentes, así como puntos de encuentro y las acciones a tomar en caso de un siniestro.			
Relaciones Humanas y Liderazgo	Promover el trabajo en equipo y el liderazgo para fortalecer las relaciones laborales en la organización y mejorar el ambiente laboral.			
Procesos Productivos	Exponer lo diferentes procesos de producción, así como del funcionamiento de los diferentes equipos y la importancia del mantenimiento preventivo con el fin de reducir los paros imprevistos y mejorar el rendimiento de la organización.			
Elaborado por:	Sr. Earvin Guambi			