



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PARA ANIMALES Y DISEÑO
DE UN PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL, PARA LA PLANTA
DE ALIMENTOS DE ANIMALES “DEL PRADO”**

Erwin Vinicio Ruiz Díaz

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, julio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PARA ANIMALES Y DISEÑO
DE UN PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL, PARA LA PLANTA
DE ALIMENTOS DE ANIMALES “DEL PRADO”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ERWIN VINICIO RUIZ DÍAZ

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Norma Iliana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADORA	Ing. Miriam Patricia Rubio Contreras de Akú
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PARA ANIMALES Y DISEÑO
DE UN PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL, PARA LA PLANTA
DE ALIMENTOS DE ANIMALES “DEL PRADO”,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en julio de 2006.

Erwin Vinicio Ruiz Díaz

ACTO QUE DEDICO A

Dios, por sobre todas las cosas en esta vida, gracias por tus sabios consejos a través de tus siervos, por tu paciencia e infinito amor que tú mostraste en la cruz del calvario por mí, hoy he llegado a cumplir uno de varios objetivos que me he trazado en esta vida y que gracias a ti, todo lo que aún he de lograr en esta vida, te lo dedico a ti, mi Padre Eterno.

Mi papá, Jacinto Ruiz, por aconsejarme y apoyarme en todo momento de mi vida, en las buenas y en las malas, por nunca dejar de creer en mi y por ser un padre ejemplar.

Mi mamá, Leonarda Díaz, por su infinito amor hacia mí, por estar siempre pendiente de mi persona, por ser mi amiga aparte de madre, por cuidarme en las enfermedades críticas que atravesé durante mis años de estudiante universitario, y por nunca dejar de creer en mí.

Mi Familia, que durante todo el tiempo creyeron en mí y me apoyaron de diferentes maneras, para ustedes va este logro alcanzado por mi persona.

Mis verdaderos amigos, que han estado conmigo desde hace varios años y a los que conocí en la Facultad de Ingeniería, que me han demostrado el verdadero valor de la amistad, enseñándome las virtudes que realmente valen en esta vida por sobre todas las cosas materiales; les dedico este logro alcanzado.

AGRADECIMIENTOS A

DIOS

Por haberme conocido desde mucho tiempo atrás, por ser el señor de todo mi ser y por haberme predestinado para lograr todas mis metas con la ayuda de Él. “Y sabemos que para los que aman a Dios, todas las cosas cooperan para bien, esto es, para los que son llamados conforme a su propósito. Porque a los que de antemano conoció, también los predestinó a ser hechos conforme a la imagen de su Hijo, para que Él sea el primogénito entre muchos hermanos; y a los que predestinó, a esos también llamó; y a los que llamó, a esos también justificó; y a los que justificó, a esos también glorificó”. Romanos 8: 28 al 31.

MI PAPÁ

Gracias por ser uno de los pilares más importantes que Dios puso en mi vida, a través de su gran apoyo, cariño, comprensión, y por ser un amigo con el cual siempre he de confiar toda mi vida.

MI MAMÁ

Por ser como una estrella en la noche y velar por mí en los momentos más difíciles de mi vida, por nunca dejar de apoyarme y por siempre creer que todo lo lograré en esta vida con la ayuda de Dios.

MI HERMANO

Nelson Leonel Ruiz Díaz, por apoyarme y ser más que un hermano, un amigo en el cual puedo confiar, y que este logro te sirva de ejemplo que tu también puedes alcanzar las metas que te propongas en tu vida, y alcanzar más cosas de las que yo he alcanzado hasta este momento, si en primer lugar pones a Dios como lo primordial en tu vida, hermano mío.

MIS TÍOS Y TÍAS

Por su incondicional apoyo hacia mi persona y a mi familia, en los momentos más difíciles de mi vida, durante mis años como estudiante universitario.

MIS PRIMOS

Silvia Jeaneth, Gerson, Isaí y demás primos, que este logro alcanzado por mí, les sirva de ejemplo para nunca darse por vencido, y seguir en la búsqueda constante de sus metas personales que se tracen a lo largo de sus vidas.

MIS ABUELOS

Por sus sabios consejos y cuidados a lo largo de todos los años de mi existencia.

MI ASESOR

Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel, por su tiempo y dedicación a lo largo de todo el proceso de la elaboración del presente trabajo de graduación.

PLANTA DEL PRADO

Al jefe de producción Sr. Amarildo Chávez, al supervisor de calidad Sr. Byron Rosales, al personal operativo y de mantenimiento por su amistad, colaboración y apoyo para la realización del presente trabajo de graduación.

MIS AMIGOS

David Pineda, Roberth Gutiérrez, Lenin Hernández, César Ajuchan, Luis Estuardo Solares, Elmer Joel Solares, Julián Ramírez, y Armando Alvarado, por brindarme su sincera amistad y por estar conmigo en los momentos alegres y tristes de mi vida, por ser como mis hermanos y por que cada uno de ustedes me han ayudado de diferente manera para llegar a concluir mis estudios universitarios y ser testigos de mis logros obtenidos hasta el día de hoy. Por estar a lo largo de estos años y compartir muchas vivencias y ayudarme a salir adelante en diferentes problemas que he atravesado, por esto y por mucho más, GRACIAS; y es a ustedes a quien dedico también el presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV

1. GENERALIDADES

1.1	Descripción y antecedentes de la empresa	1
1.1.1	Fundación	2
1.2	Visión, misión y valores	2
1.3	Estructura organizacional	3
1.4	Ubicación	6

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1	Situación actual del mantenimiento	7
2.1.1	Análisis del mantenimiento general mediante el método causa y efecto	8
2.1.2	Análisis actual del departamento de mantenimiento	10
2.1.2.1	Análisis del personal	11
2.1.2.2	Análisis de los costos de mantenimiento	12
2.1.2.3	Análisis de la ejecución de las tareas de mantenimiento	14

2.1.2.4	Análisis de los métodos de control de mantenimiento	14
2.1.3	Análisis actual de la maquinaria	15
2.2	Situación actual de la seguridad e higiene industrial	25
2.2.1	Análisis de la seguridad e higiene industrial mediante el método causa y efecto	25
2.2.2	Análisis de condiciones inseguras mediante el método L.E.S.T.	28
2.2.3.	Diagnóstico de actos y condiciones inseguras en las diferentes áreas de trabajo	39
2.2.3.1	Área de bodegas de materia prima	41
2.2.3.1.1	Bodega de macro ingredientes	41
2.2.3.1.2	Bodega de micro ingredientes	42
2.2.3.2	Área de línea peletizadora	44
2.2.3.3	Área de línea finalizadora	46
2.2.3.4	Área de mezclado principal	48
2.2.3.5	Área de silos de almacenamiento de materia prima	49
2.2.3.5.1.	Área de silos de maíz	49
2.2.3.5.2.	Área de silos de afrecho	50
2.2.3.6	Área de bodegas	51
2.2.4	Factores de riesgo	52
2.2.4.1	Riesgos físicos	52
2.2.4.1.1	Ruido	53
2.2.4.1.2	Ventilación	54
2.2.4.1.2.1.	Cálculo del sistema de ventilación	55
2.2.4.1.3	Iluminación	59
2.2.5	Hábitos de higiene industrial	61
2.2.6	Normas y políticas	61
2.2.7	Equipo de protección personal	61
2.2.8	Señalización industrial	62

2.2.9	Equipo de protección contra incendio	62
2.2.10	Capacitación	62
3.	DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
3.1	Diseño de la organización	64
3.1.1	Organigrama del departamento de mantenimiento	64
3.1.2	Descripción de requisitos de puestos o cargos	65
3.1.3	Cobertura del programa	71
3.1.4	Normas generales	71
3.1.4.1	Definición de prioridad de tareas de mantenimiento	72
3.2	Inventario de máquinas	74
3.3	Diseño de la documentación a emplear	80
3.3.1	Recopilación de tareas de mantenimiento	80
3.3.2	Diseño de manuales y fichas para el programa de mantenimiento preventivo	82
3.3.2.1	Manual de procedimientos de mantenimiento	82
3.3.2.2	Ficha de programación de rutinas de mantenimiento	119
3.3.2.3	Ficha histórica	120
3.3.2.4	Ficha de informe de trabajo semanal	121
3.3.2.5	Ficha de control de paros	122
3.4	Control del programa de mantenimiento preventivo	123
3.4.1	Metodología a utilizar en la ejecución de las rutinas de mantenimiento	123
3.4.2	Fichas de control	124
3.4.2.1	Ficha técnica de registro	125
3.4.2.2	Ficha de orden de trabajo	126
3.4.2.3	Ficha de control de costos	128
3.4.2.4	Ficha de control de órdenes de trabajo	129

4. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

4.1	Propuesta de señalización industrial	132
4.1.1	Área de bodegas de materia prima	133
4.1.1.1	Bodega de macro ingredientes	133
4.1.1.1.1	Señalización de salidas de emergencia	134
4.1.1.1.2	Señalización de clasificación de materia prima	134
4.1.1.1.3	Señalización de precaución en el uso de escaleras	135
4.1.1.1.4	Señalización de uso de equipo de protección personal	136
4.1.1.1.5	Señalización del equipo contra incendio	136
4.1.1.2	Bodega de micro ingredientes	136
4.1.1.2.1	Señalización de clasificación de materia prima	137
4.1.1.2.2	Señalización de uso de equipo de protección personal	138
4.1.1.2.3	Señalización de riesgo de productos químicos	139
4.1.2	Área de línea de peletizado	139
4.1.2.1	Señalización de choque eléctrico	140
4.1.2.2	Señalización de accidente	140
4.1.2.3	Señalización de quemaduras	140
4.1.2.4	Señalización de uso del equipo de protección personal	141
4.1.2.5	Señalización del equipo contra incendio	141
4.1.2.6	Señalización de salida de emergencia	142
4.1.3	Área de línea de finalizadora	142
4.1.3.1	Señalización de choque eléctrico	143

4.1.3.2	Señalización de accidente	143
4.1.3.3	Señalización de uso del equipo de protección personal	143
4.1.3.4	Señalización del equipo contra incendio	144
4.1.3.5	Señalización de ruta de evacuación y salida de emergencia	144
4.1.4	Área de mezclado principal	145
4.1.4.1	Señalización de choque eléctrico	145
4.1.4.2	Señalización de accidente	146
4.1.4.3	Señalización de quemaduras	146
4.1.4.4	Señalización de uso del equipo de protección personal	146
4.1.4.5	Señalización de equipo contra incendio	147
4.1.5	Área de silos de almacenamiento de materia prima	147
4.1.5.1	Área de silos de maíz	147
4.1.5.1.1	Señalización de choque eléctrico	148
4.1.5.1.2	Señalización de accidente	148
4.1.5.1.3	Señalización de uso de equipo de protección personal	149
4.1.5.2	Área de silos de afrecho	149
4.1.5.2.1	Señalización de choque eléctrico	150
4.1.5.2.2	Señalización de accidente	150
4.1.6	Área de bodegas	150
4.1.6.1	Señalización de salida	151
4.1.6.2	Señalización de clasificación de producto terminado	151
4.1.6.3	Señalización del equipo contra incendio	153
4.2	Equipo de protección personal	157
4.2.1	Equipo protector de rostro y ojos	158
4.2.1.1.	Gafas	158
4.2.1.2.	Protección facial	158
4.2.2	Equipo protector de oídos	159

4.2.3	Equipo protector de respiración	160
4.2.4	Equipo para la cabeza	161
4.2.5	Equipo protector contra lesiones	161
4.2.6	Distribución de equipo de protección personal	167
4.3	Medidas de seguridad industrial	169
4.3.1	Prevención de riesgos en el manejo de la electricidad	169
4.3.2	Prevención de riesgos en el manejo de equipo de aire comprimido	170
4.3.3	Prevención de riesgos a causa del ruido	171
4.3.4	Resguardo de máquinas	173
4.3.5	Condiciones físicas de la planta	175
4.3.5.1	Pisos	175
4.3.5.2	Paredes	176
4.3.5.3	Ventilación	177
4.3.5.4	Iluminación	178
4.3.5.4.1	Cálculo del sistema de iluminación	179
4.4	Medidas de higiene industrial	185
4.4.1	Medida de manejo de productos químicos	185
4.4.2	Medida de manejo de desechos lubricantes y combustibles	186
4.4.2.1	Combustibles	187
4.4.2.2	Lubricantes	187
4.4.3	Medidas de limpieza general	188
4.5	Medidas de protección contra incendios	189
4.5.1	Normas preventivas contra incendios	189
4.5.2	Sustancias combustibles inflamables	190
4.5.3	Extintores	191
4.5.3.1	Uso apropiado de extintores	194
4.6	Control del programa de seguridad e higiene industrial	194
4.6.1	Brigada de emergencia	195
4.6.2	Comité de seguridad e higiene industrial	196

4.6.3	Metodología a utilizar en la ejecución de las rutinas de supervisión, referente a la seguridad e higiene industrial de la planta	200
4.6.4	Documentación de control	200
4.6.4.1	Formato de control de condiciones inseguras	201
4.6.4.2	Formato de control de programación de tareas de higiene industrial	203
4.6.4.3	Formato de control de uso de extintor	204
4.6.4.4	Formato de control de extintores	205
4.6.4.5	Formato de control de accidentes	206
4.6.5	Programa de mejora continua	209

5. ANÁLISIS DE COSTOS

5.1	Costos de implementación de un plan de mantenimiento preventivo	211
5.1.1	Costo de recursos humanos	212
5.1.2	Costo de útiles de escritorio y oficina	212
5.1.3	Costos de lubricantes	212
5.1.4	Costo de herramientas	213
5.1.5	Costo de repuestos en bodega	213
5.1.6	Costo total del programa de mantenimiento preventivo	213
5.1.6.1	Beneficios del programa de mantenimiento preventivo	217
5.2	Costos de implementación de un plan de seguridad e higiene industrial	219
5.2.1	Costo de señalización industrial	219
5.2.2	Costo de equipo de protección individual	222
5.2.3	Costo de extintores	223
5.2.4	Costo de capacitación	224
5.2.5	Costo total de implementación del programa de seguridad e higiene industrial	225

5.2.5.1 Beneficios del programa de seguridad industrial e higiene industrial	229
CONCLUSIONES	231
RECOMENDACIONES	233
BIBLIOGRAFÍA	235
APÉNDICE	237

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Estructura organizacional	5
2	Ubicación de la planta	6
3	Análisis actual del mantenimiento	10
4	Elevador de cangilones	16
5	Máquina <i>blender</i>	17
6	Máquina enfriadora	18
7	Máquina envasadora	18
8	Máquina finalizadora	19
9	Máquina peletizadora	20
10	Máquina mezcladora	21
11	Molino de martillos	21
12	Separador vibrante	22
13	Transportador de banda	23
14	Transportador helicoidal	24
15	Ventilador centrífugo	24
16	Análisis actual de la seguridad e higiene industrial	27
17	Histograma y mapeo de riesgos del área de bodega de macro ingredientes	31

18	Histograma y mapeo de riesgos del área de bodega de micro ingredientes	32
19	Histograma y mapeo de riesgos del área de línea peletizadora	33
20	Histograma y mapeo de riesgos del área de línea finalizadora	34
21	Histograma y mapeo de riesgos del área de mezclado principal	35
22	Histograma y mapeo de riesgos del área de silos de maíz	36
23	Histograma y mapeo de riesgos del área de silos de afrecho	37
24	Histograma y mapeo de bodega de producto terminado	38
25	Ficha de diagnóstico de condiciones inseguras	40
26	Bodega de micro ingredientes	43
27	Área de línea peletizadora	46
28	Área de línea finalizadora	47
29	Área de mezclado principal o cuarto de máquinas	48
30	Área de silos de maíz	50
31	Área de bodegas	52
32	Extractores de techo eólicos	54
33	Distribución de extractores de techo en el área de peletizado	57
34	Lámpara de <i>metalarc</i> con difusor	60
35	Distribución actual de lámparas en el área de peletizado	60
36	Organigrama del departamento de mantenimiento	65
37	Ficha de recopilación de tareas de mantenimiento preventivo	81
38	Ficha de programación de rutinas de mantenimiento preventivo	119
39	Ficha histórica	120
40	Ficha de informe semanal de trabajo	121
41	Ficha de control de paros	122
42	Ficha técnica de registro	125
43	Ficha de orden de trabajo	127
44	Ficha de control de costos	128
45	Ficha de control de órdenes de trabajo	129

46	Rótulo para la identificación de materias primas	134
47	Calcomanía para la identificación de materias primas	137
48	Rótulo para la identificación de bodegas de producto terminado	152
49	Señalización industrial a utilizar en las diferentes áreas de trabajo	153
50	Descripción del equipo de protección personal a utilizar	163
51	Resguardo de protección para elementos de transmisión	174
52	Descripción de dimensiones del área de peletizado	180
53	Descripción de altura del plano de montaje	181
54	Descripción física y técnica de la lámpara	182
55	Descripción de la cantidad de luxes para el área de peletizado	183
56	Distribución de lámparas para el área de peletizado	183
57	Organigrama del comité de seguridad e higiene industrial	197
58	Ficha de control de condiciones inseguras	202
59	Ficha de programación de tareas de limpieza	203
60	Ficha de control de uso de extintor	204
61	Ficha de control de mantenimiento de extintores	205
62	Ficha de control de accidentes	207
63	Método de mejora continua	209
64	Comparación del costo de un accidente frente al costo de implementación de un programa de seguridad e higiene industrial	228
65	Croquis de bodega de macro ingredientes	237
66	Croquis de bodega de sacos en bodega de macro ingredientes	238
67	Croquis de bodega de micro ingredientes	240
68	Croquis de área de línea peletizadora	241
69	Croquis de área de línea finalizadora, B.P.T. 1 y silos de afrecho	243
70	Croquis de área de mezclador principal o cuarto de máquinas	245
71	Croquis de bodega de producto terminado # 2	246
72	Croquis de bodega de producto terminado # 3	247
73	Croquis de silos de maíz y patio principal	248

TABLAS

I	Costos de mantenimiento de octubre de 2005 a marzo de 2006	12
II	Parámetros físicos de la planta a evaluar	28
III	Sistema de ponderación de variables	29
IV	Análisis de las áreas de trabajo mediante el método L.E.S.T	30
V	Niveles de ruido en las diferentes áreas de trabajo	53
VI	Número de renovaciones de aire por hora	55
VII	Descripción de funciones del supervisor de mantenimiento	66
VIII	Descripción de funciones del mecánico industrial	68
IX	Descripción de funciones del mecánico electricista	69
X	Descripción de funciones del ayudante de mecánicos	70
XI	Inventario de la maquinaria	76
XII	Mantenimiento preventivo para bombas hidráulicas	85
XIII	Mantenimiento preventivo para caldera	86
XIV	Mantenimiento preventivo para compresores de aires	88
XV	Mantenimiento preventivo para cajas reductoras	90
XVI	Mantenimiento preventivo para elevador de cangilones	91
XVII	Mantenimiento preventivo para máquina enfriadora	93
XVIII	Mantenimiento preventivo para filtro de imanes	94
XIX	Mantenimiento preventivo para tableros de mando eléctrico	94
XX	Mantenimiento preventivo para máquina finalizadora	95
XXI	Mantenimiento preventivo para máquina envasadora	97
XXII	Mantenimiento preventivo para máquina mezcladora	98
XXIII	Mantenimiento preventivo para molino de martillos	100
XXIV	Mantenimiento preventivo para motovibradores	102

XXV	Mantenimiento preventivo para motores eléctricos	103
XXVI	Mantenimiento preventivo para filtro de mangas	105
XXVII	Mantenimiento preventivo para máquina peletizadora	106
XXVIII	Mantenimiento preventivo separador vibrante	109
XXIX	Mantenimiento preventivo para máquina <i>blender</i>	110
XXX	Mantenimiento preventivo para transportadores helicoidales	112
XXXI	Mantenimiento preventivo para transportadora de banda eléctrica	114
XXXII	Mantenimiento preventivo para transportador móvil de banda	115
XXXIII	Mantenimiento preventivo para válvulas rotatorias	117
XXXIV	Mantenimiento preventivo para ventiladores centrífugos	118
XXXV	Rótulos a utilizar para la identificación de materia prima	135
XXXVI	Calcomanías a utilizar para la identificación de materia prima	138
XXXVII	Rótulos a utilizar para la identificación de bodegas	152
XXXVIII	Distribución de equipo de protección personal	167
XXXIX	Exposición permitida al ruido	171
XL	Niveles de ruido a controlar en las áreas de trabajo	172
XLI	Maquinaria que necesita resguardo	174
XLII	Datos a ingresar en el <i>software</i> de iluminación	179
XLIII	Porcentaje de reflectancias para paredes, techos y pisos	180
XLIV	Resultados obtenidos por el método de cavidad zonal	184
XLV	Clasificación de extintores	191
XLVI	Distribución de extintores en las diferentes áreas de trabajo	193
XLVII	Costo de inversión del programa de mantenimiento preventivo	214
XLVIII	Costo de señalización industrial para la prevención de riesgos	220
XLIX	Costo de señalización de materias primas y áreas de trabajo	221
L	Costo total de señalización industrial	221
LI	Costo de equipo de protección personal	222
LII	Costo de extintores	223
LIII	Costo de capacitación	224

LIV	Costo total del programa de seguridad e higiene industrial	226
LV	Costo de un accidente en la línea peletizadora	227
LVI	Señalización en bodega de macro ingredientes y bodega de sacos	239
LVII	Señalización en bodega de micro ingredientes	240
LVIII	Señalización en el área de línea peletizadora	242
LIX	Señalización del área de finalizadora, B.P.T.1 y silos de afrecho	244
LX	Señalización en el área de mezclado principal	245
LXI	Señalización en bodega de producto terminado # 2	246
LXII	Señalización en bodega de producto terminado # 3	247
LXIII	Señalización en silos de maíz y patio principal	249

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Q	Quetzal.
Db	Decibel.
CFM	Pies cúbicos por minuto.
Cms	Centímetros.
BPT	Bodega de producto terminado.
LMPA	Maquinaria que se encarga de transportar el afrecho hasta los silos de almacenamiento.
LMPS	Maquinaria que se encarga de almacenar la soya en su respectiva tolva.
LMPM	Maquinaria que se encarga de transportar el maíz en granos, hasta los silos de almacenamiento.
LP	Maquinaria que pertenece a la línea peletizadora.
LF	Maquinaria que pertenece a la línea finalizadora.
LP_LF	Maquinaria que pertenece a la línea de mezclado principal.

S1	Sector de trabajo que identifica el área de línea peletizadora.
S2	Sector de trabajo que identifica el área de línea finalizadora.
S3	Sector de trabajo que identifica el área de mezclado principal o cuarto de máquinas.
S4	Sector de trabajo que identifica el área de silos de maíz.
S5	Sector de trabajo que identifica el área de silos de afrecho.
S6	Sector de trabajo que identifica el área de patio principal y bodega de producto terminado # 2.
VEIN	Ventilador centrífugo industrial.
ME	Motor eléctrico.
CR	Caja reductora.
MVBR	Motovibrador.
VR	Válvula rotatoria.
TSF	Transportador helicoidal
TMBE	Transportadora móvil de banda eléctrica.
TBE	Transportadora de banda eléctrica.

GLOSARIO

Accidente	Cualquier acontecimiento inesperado o imprevisto que interrumpe o interfiere el proceso ordenado de la actividad que se trate. No implica necesariamente una lesión.
Acople	Dispositivo que se utiliza para unir dos ejes en sus extremos, con el fin de transmitir potencia.
Caja reductora	Conjunto de engranajes rectos o helicoidales dispuestos de tal forma que reduzcan la velocidad de entrada.
Cangilón	Recipiente de metal en forma de cántaro, que sirve para transportar y contener materia prima en granos.
Chumacera	Es un cojinete con base de metal sobre la cual descansa el eje de una máquina.
Cojinete	Es un elemento de máquina que tiene como finalidad servir de apoyo a los ejes que giran en el espacio, para que estos puedan rotar libremente y soportar las cargas que actúan sobre los mismos.

Control	Función administrativa que consiste en medir y corregir la realización de las actividades de los subordinados, con el fin de asegurar que se logren los planes y objetivos de la empresa o departamento.
Departamento	Área, división o sucursal de una empresa.
Higiene industrial	Método científico que tiene por objeto conservar y mejorar la salud física de los trabajadores, en relación inmediata con el trabajo desempeñado.
Inhalación	Aspirar, en forma de gas o líquido pulverizado, una sustancia.
Lesión	Daño o detrimento corporal físico o mental, causado por un evento no deseado de trabajo o de una exposición prolongada a factores externos, capaces de producir una enfermedad.
Limpieza	Es la acción de eliminar la suciedad en máquinas, herramientas y áreas de trabajo.
Lubricación	Son los trabajos de mantenimiento que tienen como objetivo, engrasar elementos de máquina con el fin de disminuir el desgaste físico que sufren.
Organizar	Acción de establecer una estructura intencional de papeles, para lograr un fin, coordinando personas y los medios adecuados.

Peletizado	Operación que consiste en transformar una mezcla homogénea de materias primas, a un estado sólido poroso en forma de cilindro.
Peligro	Está relacionado con las propiedades o características de un sistema, proceso, equipo, herramienta, actividad o condición insegura potencial para producir daños a las personas, instalaciones y/o ambiente.
Prioridad	Precedencia de una cosa o actividad a otra dependiente o procedente de ella, ya en el tiempo o ya en el orden.
Procedimientos	Planes que establecen métodos para manejar las actividades futuras. Son guías de la acción; detallan la manera exacta en la que deben realizarse ciertas actividades.
Programas	Conjunto de metas, políticas, procedimientos, reglas, asignaciones de tareas, pasos, recursos a emplear y otros elementos necesarios para ejecutar un curso de acción, normalmente apoyados por capital y presupuestos de operación.
Renovación	Cambio de una atmósfera enrarecida, por una limpia y fresca.
Riesgo	Probabilidad de la ocurrencia de un daño.

Seguridad industrial

Conjunto de conocimientos científicos de aplicación tecnológica, que tiene por objeto evitar accidentes en el trabajo.

Sustitución

Son los trabajos de mantenimiento que tienen como objetivo cambiar un elemento máquina en mal estado, por otro con las mismas características y en buen estado.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado a través del programa de EPS en la empresa “Del Prado, S.A.”, donde se demuestra los aspectos que se deben considerar al diseñar un programa de mantenimiento preventivo y un programa de seguridad e higiene industrial, en una empresa que se dedica a la producción de alimentos para animales de granja. La planta está compuesta por las siguientes áreas de trabajo: bodegas de materia prima, taller de mantenimiento, silos de almacenamiento, bodegas de producto terminado y área de producción, siendo estas áreas donde se efectuó el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

El presente informe de EPS se inicia con una breve descripción de los antecedentes históricos de la planta, luego se analiza la situación actual del mantenimiento que se le brinda a toda la maquinaria de la planta, donde se logró determinar la falta de un programa de mantenimiento preventivo que ayude a mejorar el rendimiento de la maquinaria. Para el desarrollo del programa de seguridad industrial, se realizó un estudio basándose en observaciones a las diferentes áreas de trabajo, determinando así los actos y condiciones inseguras que debían ser corregidos adecuadamente.

Un programa de mantenimiento preventivo es necesario ante la constante búsqueda de la disponibilidad de los equipos y maquinaria, minimizando los costos de mantenimiento y el tiempo perdido que se tiene por la falta de disponibilidad de los repuestos adecuados en bodega. El programa de mantenimiento preventivo incluye la planificación de trabajos, programación y frecuencia con la que se deben ejecutar los trabajos, de tal forma que el mantenimiento sea eficaz y eficiente en toda la maquinaria de la planta.

La estructura del departamento de mantenimiento es rediseñada con el fin de contar con un supervisor de mantenimiento, que lleve el control de todas las actividades del departamento de mantenimiento.

Para el control y seguimiento del programa de mantenimiento preventivo, se crean formatos de control con los cuales se pretende crear un archivo, que pueda aportar información sobre los repuestos que se deben tener en bodega, e información para poder predecir fallas en los equipos y poder corregirlas antes que sucedan.

El diseño de un programa de seguridad e higiene industrial se realizó con el fin de hacer de la planta, un lugar seguro contra accidentes y enfermedades. Por tal motivo, se implementó el uso de señalización industrial en todas las áreas de trabajo, para la prevención de riesgos, así como el uso del equipo de protección personal por parte de los trabajadores. La reubicación de los extintores y la capacitación con respecto a su uso, ayudará a tener trabajadores preparados para actuar en caso de un incendio. Se crearon medidas a seguir con respecto a los problemas que se tienen con el ruido, la ventilación y la iluminación en las diferentes áreas de trabajo. Para el control del programa de seguridad e higiene industrial se crean formatos adecuados que permitirán evaluar el rendimiento del programa mediante el sistema de mejora continua.

Por último, se realiza un análisis de costos para la implementación de cada uno de los programas diseñados, identificando de manera clara en qué se invertirá el capital, y se describen los beneficios que se obtendrán con la implementación de cada uno de los proyectos.

OBJETIVOS

Generales

1. Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para el área de producción, que permita el desarrollo efectivo de las funciones del departamento de mantenimiento, y que minimice las fallas de la maquinaria que intervienen en el proceso de elaboración de alimentos para animales de granja.
2. Establecer un programa de seguridad e higiene industrial, en el cual todos los miembros de la planta sean responsables de las instalaciones y seres humanos que trabajan en la misma, a fin de prevenir enfermedades y accidentes laborales, que repercutan en costos de operación, deterioro de instalaciones y pérdida de vidas humanas.

Específicos

1. Realizar un análisis organizacional de la situación real del departamento de mantenimiento, para definir las necesidades que ésta tiene.
2. Identificar y clasificar la maquinaria con que se cuenta en el área de producción.
3. Establecer planes de mantenimiento que permitan programar los recursos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento.

4. Determinar los costos de implementación del programa de mantenimiento preventivo.
5. Realizar un análisis organizacional de necesidades y problemas existentes con referentes a la seguridad e higiene industrial.
6. Diseñar formatos de apoyo para la evaluación y diagnóstico de riesgos en cada área de trabajo de la planta.
7. Elaborar un programa de seguridad e higiene industrial que permita combatir los riesgos existentes en las áreas de trabajo.
8. Involucrar a todo el personal operativo en el aseguramiento de la seguridad.
9. Determinar los costos de implementación del programa de seguridad e higiene industrial.

INTRODUCCIÓN

La necesidad existente por parte de la planta de alimentos para animales “Del Prado” S.A., de evitar la interrupción de las jornadas de producción, debido a los paros en la maquinaria, como la prevención de accidentes y enfermedades dentro de las diferentes áreas de trabajo, producto de los actos y condiciones inseguras existentes.

Este trabajo de graduación consta de cinco capítulos, en los cuales se presenta un aporte de ideas para la solución de los problemas que tiene la planta actualmente. En el primer capítulo se da una breve descripción histórica de la planta. En el segundo capítulo, se analiza la situación actual con respecto al mantenimiento de la maquinaria y a la evaluación de riesgos en las diferentes áreas de trabajo. El tercer capítulo contiene el programa de mantenimiento preventivo; aquí se describe la forma en que se planifica, programa y controla dicho programa, para que las actividades de mantenimiento se desarrollen de la mejor manera. En el cuarto capítulo se presenta el programa de seguridad e higiene industrial, donde se describen las medidas de prevención que tiendan a mejorar las áreas de trabajo, minimizar los accidentes y lesiones dentro de la planta. También se describe el uso de los formatos diseñados para el control, seguimiento y evaluación del programa. En el último capítulo, se presenta el análisis de costos para la implementación del programa de mantenimiento preventivo y seguridad e higiene industrial, como también se describen los beneficios que se obtienen al implementarse de manera adecuada cada uno de los programas.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción y antecedentes de la empresa

La historia de la planta de alimentos para animales “Del Prado” S.A. se remonta a los orígenes de la planta madre que es Molino Central de Guatemala S.A. cuando se encontraba ubicada en las cercanías del área conocida actualmente como “el trébol”, en ciudad de Guatemala del lado de la zona 3. La construcción de obras y nuevas calles después del período de la revolución de 1944 obligo a Molino Central de Guatemala S.A. a trasladarse a su ubicación actual en el año de 1947. Años más tarde con esta nueva ubicación nace, la planta de alimentos para animales “Del Prado” S.A.

La planta de alimentos para animales “Del prado”, S.A., es una empresa netamente guatemalteca, dedicada a la elaboración de alimentos para animales de granja. La historia de la planta data a finales de la década de los cincuenta, cuando nace la idea de aprovechar los subproductos del trigo que generaba la planta madre que es Molino Central de Guatemala S.A.

La producción de la planta se inicia solo con productos para ganado, a través de los años fue creciendo y diversificando su línea de producción creando así concentrados para aves, perros, cerdos, y producto peletizado en ganado, perros y cerdos. La producción diaria también fue creciendo, en los inicios de la planta se llegaba a producir 24 toneladas diarias, luego 30 toneladas, luego 40 toneladas, hasta llegar a producir actualmente 76 toneladas diarias. En la actualidad la planta sigue creciendo y agregando nuevos productos a su línea de concentrados.

1.1.1. Fundación

La planta de alimentos para animales “Del Prado”, S.A. fue fundada en ciudad de Guatemala en el año de 1958, por un doctor veterinario quien tuvo la idea de utilizar los subproductos que se obtenían del trigo, generados por Molino Central de Guatemala, S.A. para producir concentrado para ganado e industrializar su proceso.

1.2. Visión, misión y valores

A continuación se describen la visión, misión y valores de la planta de alimentos para animales “Del Prado”, S.A.

- Visión

Llegar a ser una de las empresas líderes en el mercado de alimentos para animales de granja, a través de la satisfacción garantizada de nuestros clientes.

- Misión

Ser la empresa de alimentos para animales de granja que ofrezca la mayor satisfacción a los clientes en los mercados que atiende. Para ello la planta de alimentos para animales “Del Prado”, S.A. debe satisfacer las expectativas de sus clientes en cuanto a: calidad, precios, responsabilidad, servicio y apoyo técnico único en su clase.

- Valores

Trabajar con una cultura organizacional basada en:

- a) Trabajo en equipo.
- b) Desarrollo personal.
- c) Confianza.
- d) Ética.
- e) Alta motivación.

1.3. Estructura organizacional

La planta de alimentos para animales “Del Prado”, S.A., dentro de sus principios fundamentales para el buen desempeño funcional como empresa, posee una estructura organizacional lineal vertical o jerárquica para establecer responsabilidades, obligaciones y funciones en cada puesto de trabajo. El uso de este tipo de estructura organizacional se debe al tamaño actual de la planta, la cual no sobrepasa la cantidad total de cincuenta trabajadores y se adecua a las necesidades principales de la planta.

Las ventajas que se tienen al utilizar una organización lineal vertical o jerárquica son:

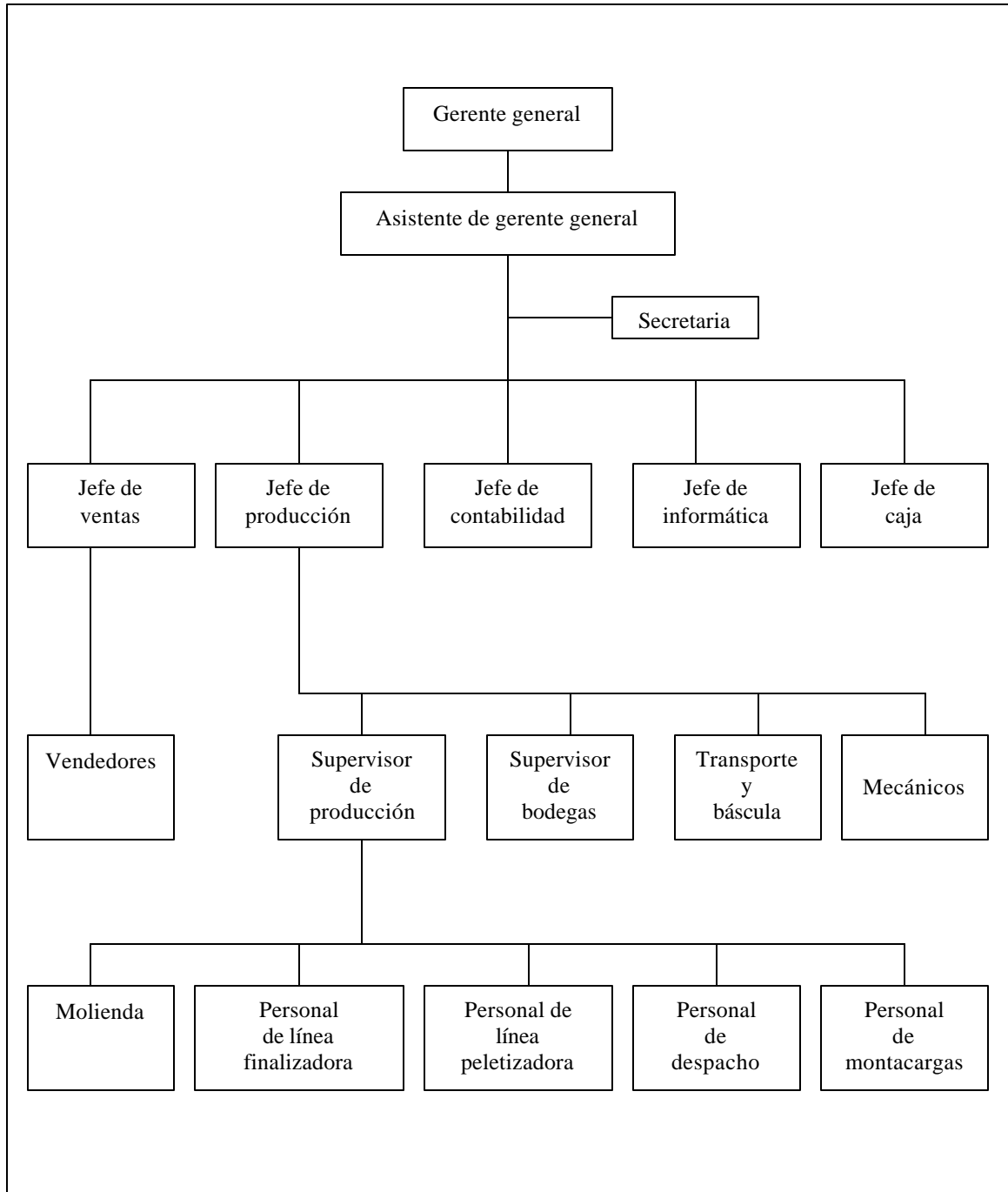
- Mayor facilidad en la toma de decisiones.
- La estructura organizacional es clara y sencilla.
- La disciplina es fácil de mantener.
- Intercambio de destrezas comunes entre superiores y subordinados.
- Respaldo a la especialización de las habilidades.
- Estimular el desarrollo de carrera y el entrenamiento dentro del área funcional.

Los beneficios que experimenta la planta bajo una estructura organizacional lineal vertical o jerárquica son:

- El trabajo es desarrollado bajo una departamentalización, la cual esta en función de las actividades y procesos distintos que se realizan dentro de la planta.
- El agrupamiento de personas en un departamento específico incrementa el desarrollo de habilidades en las personas más eficientes.
- Proporciona un buen entrenamiento para los gerentes de primera línea.
- Todo el personal de la planta entiende y comprende con facilidad la estructura organizacional de la planta.
- Los objetivos generales de la planta se logran a través de los objetivos de cada departamento de la planta.
- La transmisión de autoridad se realiza a través de una sola línea entre los diversos departamentos.

La estructura organizacional vertical lineal es la más adecuada para la planta, debido a que no cuenta con una cantidad muy grande de trabajadores que obligue a cambiar el sistema organizacional actual. En la figura número 1 se presenta el organigrama general de la planta.

Figura 1. Estructura organizacional



Fuente: planta Del Prado, S.A.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Situación actual del mantenimiento

La situación actual de la planta con respecto al mantenimiento que se le brinda a toda la maquinaria, fue realizada a través de evaluaciones durante el desarrollo de los trabajos de mantenimiento, como también mediante el apoyo práctico en las jornadas de trabajo y el contacto verbal con los mecánicos y encargados del departamento de mantenimiento.

En las evaluaciones del tipo verbal con los mecánicos y encargados se logro determinar que dentro de la planta se maneja un mal concepto de mantenimiento. El concepto de mantenimiento que se maneja es el siguiente: “todo trabajo de mantenimiento únicamente se ejecuta cuando una máquina a dejado de funcionar correctamente”. Debido a esta idea se hace muy notoria su aplicación como por ejemplo la poca importancia que se le brinda a las tareas de mantenimiento preventivo.

En la evaluación sobre la forma de trabajo del departamento de mantenimiento se logró observar que las únicas tareas de mantenimiento preventivo que se realizan se enfocan únicamente a la lubricación y limpieza de las máquinas. En la ejecución de las tareas de mantenimiento correctivo la falta de herramientas y equipo adecuado son un aspecto que influye sobre la eficiencia y confiabilidad de los trabajos de mantenimiento que se realizan.

La falta de un programa de mantenimiento se refleja muy claramente en el desempeño actual de la maquinaria. Los problemas que se tienen actualmente por este motivo son:

- Paros continuos en la maquinaria.
- Pago de horas extras a personal de mantenimiento.
- Tiempo de ocio por parte del personal de mantenimiento.
- Atrasos en las órdenes de producción.
- Pago de horas extras a personal de producción.
- Aumento de los costos de mantenimiento y producción.

2.1.1. Análisis del mantenimiento general mediante el método causa y efecto

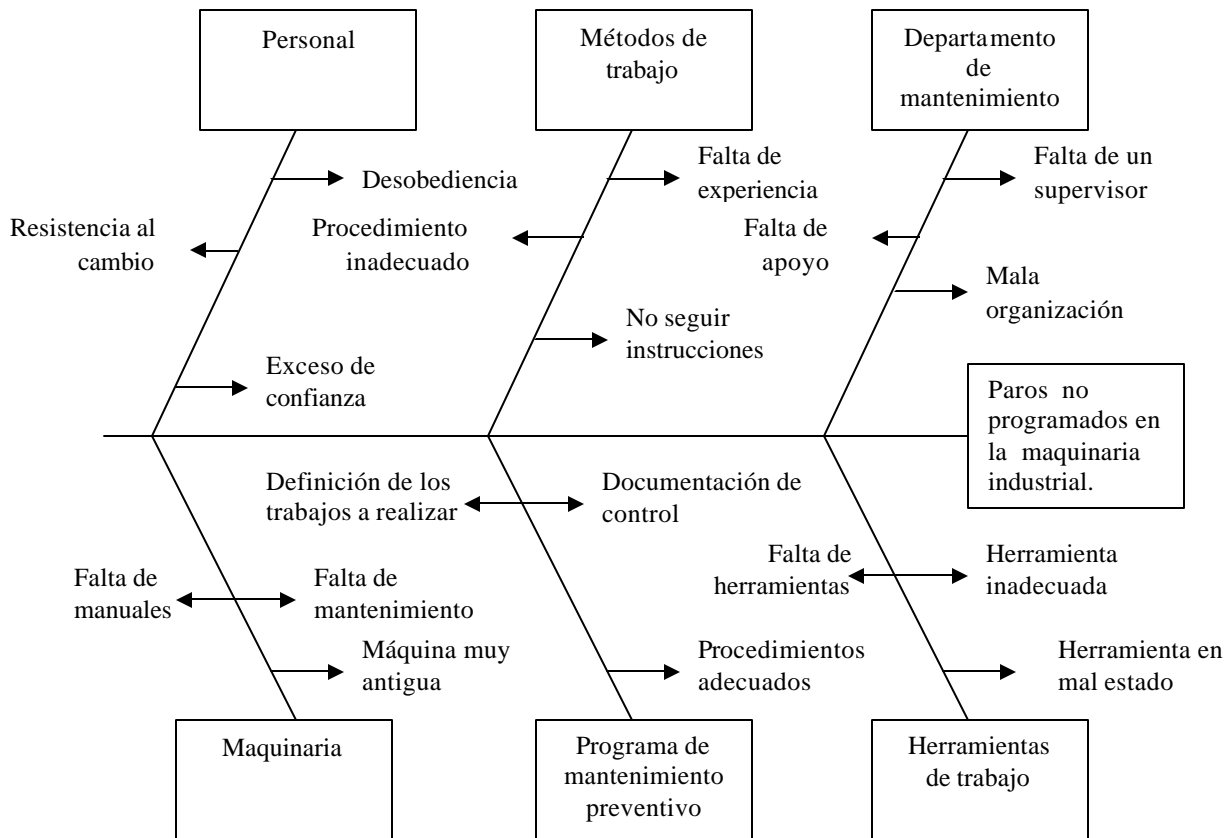
La herramienta de análisis utilizada para determinar la situación actual del mantenimiento de la maquinaria de la planta fue a través del método de Causa y Efecto o diagrama de Ishikawa. La elección de esta herramienta de análisis se debe a la facilidad de descripción de una forma clara y sencilla a todo el personal de mantenimiento, producción y gerencia acerca de la situación actual que atraviesa el departamento de mantenimiento con respecto a los paros no programados en la maquinaria industrial de la planta.

El método de Causa y Efecto presenta de manera gráfica todos los elementos principales de un sistema que originan el problema en discusión. Para el análisis del mantenimiento actual de la maquinaria industrial de la planta, se definió como problema principal, los paros no programados en la maquinaria industrial y los elementos principales o causas que originan este problema son:

- La falta de un programa de mantenimiento preventivo con el cual se pueda llevar un control adecuado de las tareas de mantenimiento.
- La falta de capacitación y supervisión del personal de mantenimiento.
- La falta de un supervisor de mantenimiento a cargo del departamento de mantenimiento.
- La antigüedad de la maquinaria.
- La falta de herramientas adecuadas para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento.
- Los métodos de trabajo inadecuados del personal de mantenimiento en la ejecución de los trabajos de mantenimiento correctivo.
- La desobediencia por parte del personal de mantenimiento para realizar los trabajos de mantenimiento periódicos a la maquinaria de la planta.

La descripción de los elementos principales o las causas que originan el paro no programado de la maquinaria industrial de la planta, descritos anteriormente se pueden observar en la figura número 3. La representación gráfica describe el análisis completo del problema principal y las causas que lo originan aplicando el método de Causa y Efecto. Basándose en el análisis realizado se logró determinar que para corregir el problema principal es necesario atacar las causas mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo que elimine los paros inesperados de la maquinaria de la planta, mediante trabajos de mantenimiento efectivos que garanticen el servicio y confiabilidad de la maquinaria de la planta.

Figura 3. Análisis actual del mantenimiento



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

2.1.2. Análisis actual del departamento de mantenimiento

El personal que conforma el departamento de mantenimiento de la planta está constituido por el jefe de producción, quien asume todas las responsabilidades del departamento de mantenimiento. Los mecánicos de la planta, que son las personas encargadas de velar por el buen funcionamiento de todo el equipo instalado en las diferentes áreas de trabajo.

Actualmente, el mal desempeño del departamento de mantenimiento se debe a la falta de un orden técnico administrativo, la cuál puede ser mejorada mediante la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo. En la actualidad el jefe de producción tiene toda la buena intención de cambiar el sistema de trabajo mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo que ofrezca como resultados un buen servicio y confiabilidad de funcionamiento de toda la maquinaria de la planta.

2.1.2.1. Análisis del personal

El personal con el que cuenta el departamento de mantenimiento es el siguiente:

- Un mecánico industrial.
- Un mecánico electricista.
- Un ayudante de mecánicos.

Los mecánicos de la planta son los encargados de velar por el buen funcionamiento de toda la maquinaria de la planta. La condición física de los mecánicos para trabajar es una limitante debido a que dos de ellos, son personas de gran edad. El sistema actual de trabajo es un método empírico que ha prevalecido por muchos años y es un método al cual están acostumbrados los mecánicos de la planta.

La falta de capacitación constante al personal de mantenimiento ha limitado a brindarle poca importancia al mantenimiento de la maquinaria, por tal razón la idea de implementar un plan de mantenimiento preventivo crea una prematura idea de resistencia al cambio, debido a que se tiene el concepto que esto hará más difícil la ejecución de las tareas de mantenimiento.

El poco personal de mantenimiento con el que se cuenta, se debe al tamaño actual de la planta, debido a que esta no es muy grande y su jornada de trabajo se limita a la jornada ordinaria de lunes a sábado.

2.1.2.2. Análisis de los costos de mantenimiento

En la actualidad los costos de mantenimiento son altos debido a los paros continuos de máquinas importantes en las diferentes líneas de producción. Los resultados que se obtienen por el paro de una máquina son: el alto costo en la compra de repuestos, pago de horas extras a los mecánicos por efectuar tareas de mantenimiento correctivo y pago a personal de mantenimiento externo por efectuar tareas de reparación.

Por los costos altos de mantenimiento, fue necesario la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, que ayude a minimizar los altos costos de mantenimiento que se tienen en la actualidad. A continuación se presenta en la tabla I, el análisis de los costos de mantenimiento, durante los meses de octubre del 2005 a marzo del 2006.

Tabla I. Costos de mantenimiento de octubre del 2005 a marzo de 2006

Año	Mes	Costo de mantenimiento (Q.)
2005	Octubre	34,100.00
2005	Noviembre	32,200.00
2005	Diciembre	35,200.00
2006	Enero	37,500.00
2006	Febrero	32,700.00
2006	Marzo	35,000.00

Fuente: Planta Del Prado, S.A.

En la tabla anterior, se puede observar que durante los seis meses analizados, el mes de noviembre del 2005 presenta el menor costo actual obtenido, con un monto de Q 32,200.00 y el mes que presenta el mayor costo, es el mes de enero del 2006 con un monto de Q 37,500.00. El valor promedio de los costos de mantenimiento obtenido durante los seis meses analizados asciende a un monto de Q 34,500.00. Con el valor promedio de los costos de mantenimiento nos sirve para comprender, que existe una gran diferencia de capital entre el menor monto obtenido y el mayor monto obtenido durante el periodo analizado, dejando muy claramente que los costos de mantenimiento no son constantes de mes a mes, sino que son muy variables. Por tal situación es necesario la implementación de un plan de mantenimiento preventivo que ayude a minimizar los costos de mantenimiento actuales y con ello controlar que no exista una variación de capital muy significativa entre los costos de mantenimiento de un mes a otro. Un programa de mantenimiento preventivo ayudará a determinar el presupuesto con que se debe contar durante el mes de trabajo, para realizar las tareas de mantenimiento a la maquinaria de la planta.

2.1.2.3. Análisis de la ejecución de las tareas de mantenimiento

La falta de herramientas durante la ejecución de los trabajos de mantenimiento, hace que los trabajos efectuados por el personal de mantenimiento no sean muy confiables y por ende esto se refleja en el desempeño de los equipos.

Los mecánicos son conscientes que no realizan en ocasiones un buen trabajo pero se justifican por el motivo de no tener las herramientas adecuadas para trabajar y debido a este problema, en ocasiones es el mismo mecánico quien trae herramientas de su propiedad para la ejecución de los trabajos de mantenimiento.

La falta de apoyo y de constantes capacitaciones que ayuden a mejorar los procedimientos de trabajo en la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo como correctivo, son otros factores que inciden en el mal desempeño de la maquinaria.

2.1.2.4. Análisis de los métodos de control de mantenimiento

El sistema actual de trabajo es de forma empírica, por tal razón, no existen ningún tipo de formatos de control que registren los trabajos de mantenimiento que se han efectuado a los equipos. Por tal motivo, es imposible el conocer cualquier tipo de información que ayude a conocer los tipos de fallas más comunes en la maquinaria de la planta.

2.1.3. Análisis actual de la maquinaria

La maquinaria que posee la empresa se caracteriza por ser muy antigua y la mayoría de ellas son de origen alemán. La distribución de las mismas está en función de las diferentes líneas de producción.

La breve descripción de las máquinas instaladas en las diferentes áreas de trabajo se presenta a continuación:

1. Bombas hidráulicas: son máquinas empleadas para elevar la presión de un fluido y desplazarlo de un lugar a otro mediante tuberías. La aplicación de este equipo se utiliza para alimentar de agua la caldera de la planta y para alimentar la máquina blender con miel de caña para la elaboración del producto alimenticio para ganado.
2. Caldera pirotubular: máquina empleada para convertir el agua en estado líquido a estado gaseoso (vapor) elevando su presión por encima del valor de la presión atmosférica. El vapor que produce la caldera es utilizado para el funcionamiento de la máquina blender y para mantener a una temperatura adecuada los depósitos de aceite de palma.
3. Cajas reductoras: son máquinas empleadas para reducir la velocidad de un motor eléctrico mediante un mecanismo de engrane o espira. Su uso dentro de la planta es a través de las siguientes máquinas: elevadores de cangilones, transportadores helicoidales y válvulas rotatorias.
4. Compresores de aire: son máquinas empleadas para elevar la presión del aire de la atmósfera para su posterior uso en equipos que necesitan aire comprimido para poder trabajar. El uso de aire comprimido dentro de la planta se hace a través de las siguientes máquinas: filtro de mangas y cilindros neumáticos.

5. Elevadores de cangilones: son máquinas que se utilizan para el transporte ascendente / descendente de la materia prima granular en los diferentes silos de almacenamiento de la planta (ver figura 4).

Figura 4. Elevador de cangilones

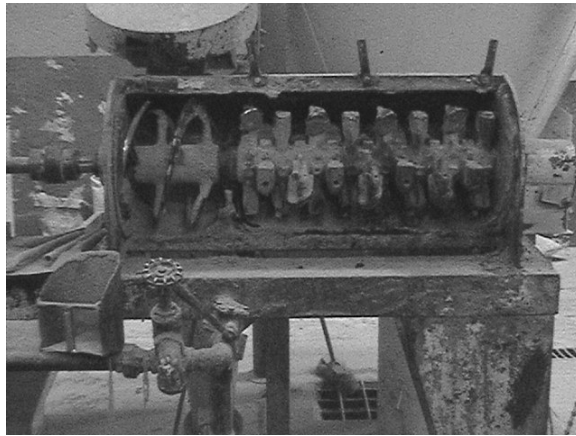


Fuente: Planta Del Prado, S.A.

6. Filtro de imanes permanentes: máquina que tiene la función principal de atrapar materiales ferromagnéticos que viajan en los granos de maíz, mediante un núcleo magnético el cual está compuesto por un conjunto de imanes.
7. Filtro de mangas: máquina que se utiliza para la separación de elementos sólidos y gaseosos por medio de sus mangas de tela. Su aplicación dentro de la planta es para la separación de la molienda de maíz de una corriente de aire. La corriente de aire se utiliza como medio de transporte desde el molino de martillos hasta el filtro de mangas.

8. Máquina blender: máquina que se utiliza para realizar la última mezcla entre la materia prima procedente de la máquina envasadora con miel de caña (ver figura 5). El proceso de mezclado se realiza por medio del eje principal de la máquina.

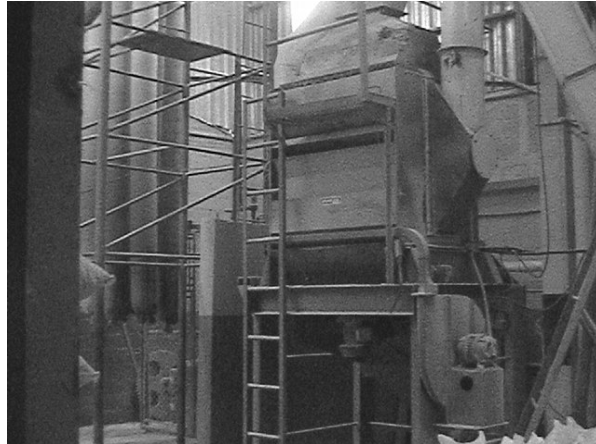
Figura 5. Máquina blender



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

9. Máquina enfriadora: máquina que mediante la utilización de dos ventiladores centrífugos crea una corriente de succión, la cual se aprovecha para extraer el calor del producto peletizado que viaja a través del cuerpo de la máquina enfriadora (ver figura 6).

Figura 6. Máquina enfriadora



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

10. Máquina envasadora: máquina que se utiliza para mezclar el producto harinoso procedente de la máquina finalizadora (ver figura 7). El mezclado se lleva a cabo por medio de un eje en forma de espira.

Figura 7. Máquina envasadora



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

11. Motores eléctricos: son máquinas encargadas de convertir la energía eléctrica en energía mecánica a través de materiales ferromagnéticos. Su aplicación dentro de la planta es para todas aquellas máquinas que necesitan energía mecánica para funcionar.

12. Máquina finalizadora: máquina que tiene como función principal atrapar todo elemento incrustado en el producto harinoso que viaja a través de ella como por ejemplo: tornillos, piezas pequeñas de madera y todo elemento sólido que afecte la calidad del producto (ver figura 8).

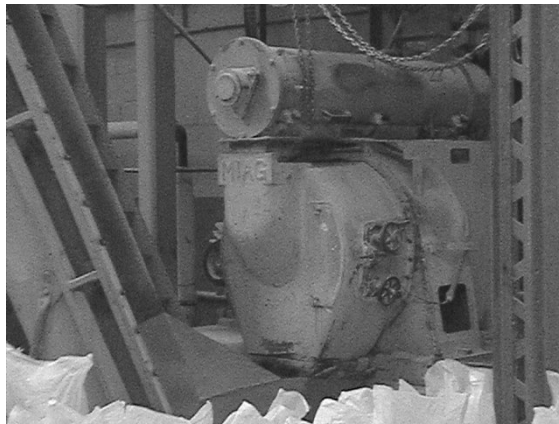
Figura 8. Máquina finalizadora



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

13. Máquina peletizadora: máquina que tiene la función principal de dar forma de cilindros sólidos porosos pequeños a la materia prima que ingresa a la peletizadora en forma de harina. Este proceso de transformación de la materia prima se le conoce como peletizado, por tal razón esta es una de las máquinas más importantes con las que cuenta la planta para la elaboración de producto alimenticio para animales (ver figura 9).

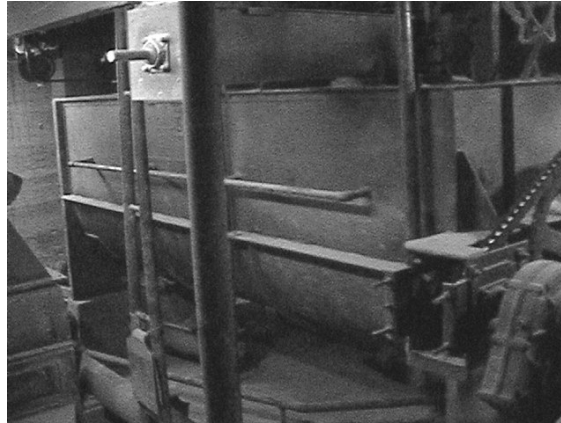
Figura 9. Máquina peletizadora



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

14. Máquina mezcladora: máquina que tiene la función principal de mezclar todas las materias primas harinosas y líquidas a utilizar, para la obtención de una mezcla homogénea y uniforme. Dicha máquina contiene varias entradas por donde se hace ingresar las materias primas en sus diferentes estados. El mezclado se lleva a cabo a mediante su eje principal en forma de espira (ver figura 10).

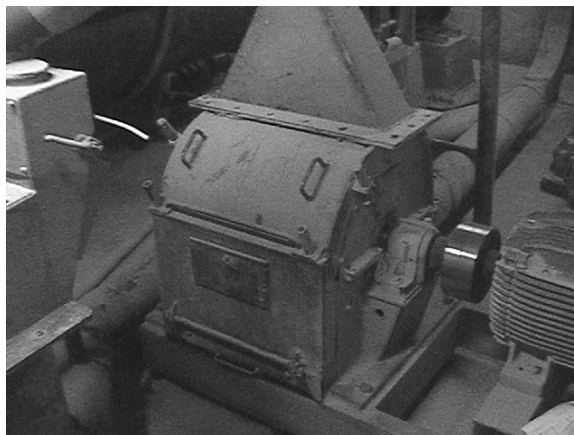
Figura 10. Máquina mezcladora



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

15. Molinos de martillos: máquina que cumple la función de la molienda de maíz mediante el uso de un conjunto de placas metálicas llamadas martillos (ver figura 11).

Figura 11. Molino de martillos



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

16. Motovibradores: son máquinas que al igual que los motores eléctricos convierten la energía eléctrica en energía mecánica, pero su diferencia con respecto a un motor eléctrico estriba en que la energía mecánica es aprovechada para producir un efecto de vibración. La vibración se obtiene de la configuración de diseño de las cabezas vibratorias montadas en los extremos del motovibrador. Su aplicación dentro de la planta es para el funcionamiento de la máquina enfriadora y el vaciado de silos de afrecho.
17. Separador vibrante: máquina encargada de separar las partículas harinosas incrustadas en el producto peletizado, para posteriormente llevarlas a la máquina peletizadora para su reprocesamiento (ver figura 12).

Figura 12. Separador vibrante



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

18. Tableros de mando eléctrico: son equipos en los cuales se encuentran instaladas las botoneras de arranque con las cuales se controlan la función de encendido / apagado de las diferentes máquinas de la planta.
19. Transportadores de banda: son máquinas que por medio de una banda de material elastómero se hace transportar los sacos producto terminado del área de producción al área de bodegas de producto terminado (ver figura 13).

Figura 13. Transportador de banda



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

20. Válvulas rotatorias: son máquinas que se utilizan para regular el paso de producto harinoso de un lugar a otro, mediante un rotor con aspas que ayudan a realizar esta función. Su aplicación dentro de la planta es en las siguientes máquinas: filtro de mangas y máquina peletizadora.
21. Transportadores helicoidales: son máquinas que basándose en la forma física de su eje, que es similar a una espira se utiliza para transportar productos granulares y harinosos de un lugar a otro (ver figura 14).

Figura 14. Transportador helicoidal



Fuente: Del Prado, S.A.

22. Ventiladores centrífugos: son máquinas capaces de generar una corriente de succión debido a la configuración física de sus aspas. Su aplicación dentro de la planta es para la extracción de calor del producto peletizado en la máquina enfriadora, como también en el desplazamiento vertical de la molienda de maíz hacia el filtro de mangas (ver figura 15).

Figura 15. Ventilador centrífugo



Fuente: Del Prado, S.A.

2.2. Situación actual de la seguridad e higiene industrial

En la actualidad la planta no cuenta con medidas de seguridad e higiene industrial de ningún tipo, debido a que los accidentes que han ocurrido durante los últimos años son pocos y se limitan a lesiones físicas. Por tal razón la importancia que se le brinda al tema de la seguridad industrial es muy deficiente.

En la planta los trabajadores están expuestos a varios riesgos potenciales debido al tipo de trabajos que realizan. La falta de capacitación en los trabajadores de la planta crea una situación de incertidumbre sobre cómo deben reaccionar en caso de una emergencia.

Para la realización de la evaluación del estado actual de la planta se realizaron entrevistas y pláticas con los trabajadores de toda la planta e inspecciones visuales para la identificación de condiciones inseguras que existen dentro de las diferentes áreas de trabajo.

2.2.1. Análisis de la seguridad e higiene industrial mediante el método causa y efecto

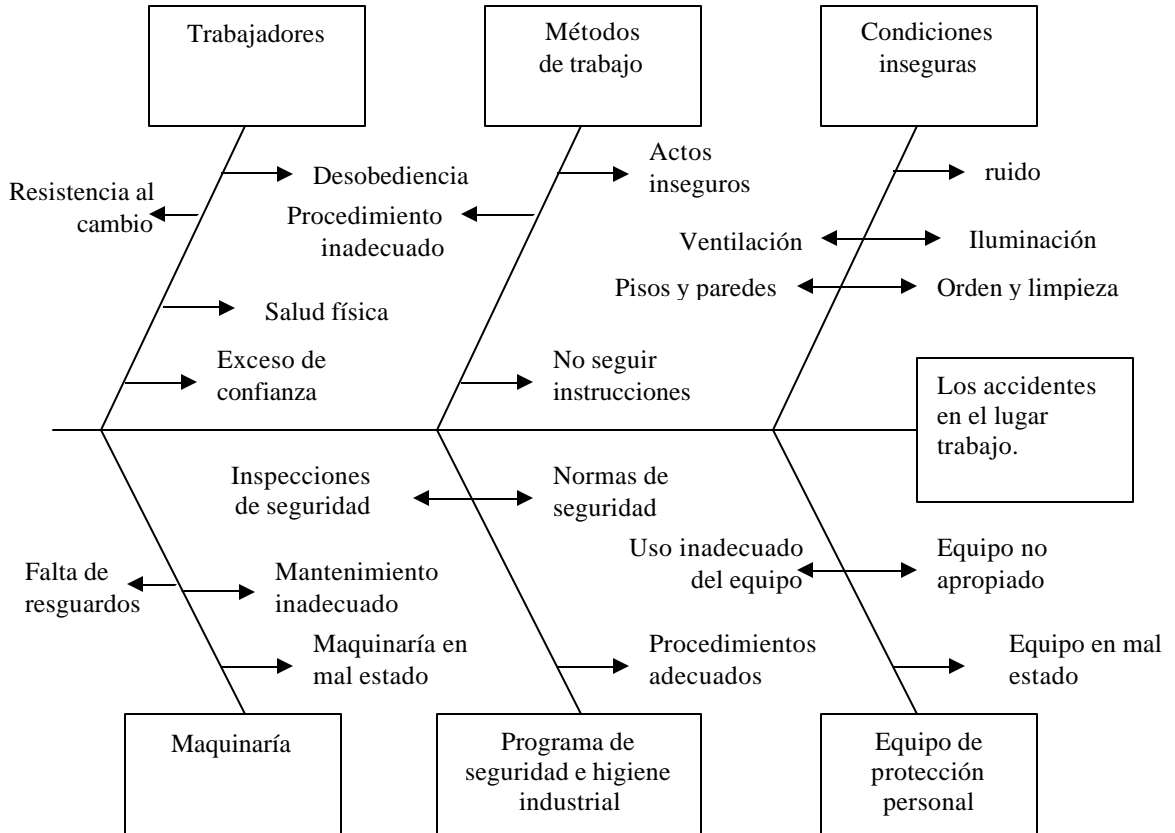
Una de las herramientas de análisis utilizada para el diagnóstico de la situación actual con referente a la seguridad e higiene industrial de la planta, fue el método de Causa y Efecto o diagrama espina de pescado. El uso de este método se debe a la forma gráfica, clara y sencilla de explicar a todo el personal operativo de la planta, sobre las causas principales que originan los accidentes en el lugar de trabajo. El problema principal se define como los accidentes que ocurren en el lugar de trabajo y las causas o elementos del sistema que originan el problema principal son:

- La falta de un programa de seguridad e higiene industrial que regule las actividades de alto riesgo dentro de la planta a partir de un seguimiento y control adecuado
- La falta de rutinas de mantenimiento preventivo a la maquinaria industrial, es un factor de riesgo para la ocurrencia de accidentes a los operarios de las máquinas, debido a la falta de supervisión del estado de los resguardos de protección y el buen funcionamiento general de las máquinas.
- La falta de un control adecuado en los factores de riesgo físico como lo son: pisos, paredes, ruido, iluminación y ventilación que puedan afectar la salud física de los trabajadores de la planta.
- La falta de equipo de protección personal en puestos de alto riesgo y el exceso de confianza por parte de los trabajadores en la ejecución de sus labores diarias son factores que determinan las causas de un accidente.

La descripción gráfica del método de Causa y Efecto se muestra en la figura 16, en la cual se describen las causas descritas anteriormente.

Para combatir el problema principal que son los accidentes en el lugar de trabajo, se debe controlar primeramente las causas que originan los accidentes a través de programas y medidas de prevención, de tal forma que al combatirlas se logre minimizar la ocurrencia de accidentes en las diferentes áreas de trabajo de la planta.

Figura 16. Análisis actual de la seguridad e higiene industrial



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

2.2.2. Análisis de condiciones inseguras mediante el método L.E.S.T.

La aplicación del método de análisis L.E.S.T. (Laboratorio de economía y sociología del trabajo), a las diferentes áreas de trabajo de la planta, servirá como herramienta de apoyo para la evaluación de las condiciones de trabajo de la forma más objetiva y global, estableciendo un diagnóstico final que indique si cada una de las condiciones físicas de trabajo son satisfactoria, molesta o nocivas.

Para la realización del diagnóstico de las diferentes áreas de trabajo de la planta, mediante la utilización del método L.E.S.T. (Laboratorio de economía y sociología del trabajo), se consideraron, 23 variables agrupadas en 6 grupos de la siguiente manera tal como se muestra en la tabla II.

Tabla II. Parámetros físicos de la planta a evaluar

Ambiente físico	Seguridad	Carga física	Carga mental	Aspectos psicosociales	Normativa y capacitación
<ul style="list-style-type: none"> • Área física • Orden y limpieza • Iluminación • Ventilación • Riesgo químico • Ruido • Riesgo eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Protección de maquinaria • Equipo de protección personal • Equipo contra incendio • Transporte montacargas • Almacenamiento / estiba • Mantenimiento preventivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo físico estático • Trabajo físico dinámico 	<ul style="list-style-type: none"> • complejidad • Atención • Memoria operativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativa • Relación con el mando • Alcoholismo y drogadicción 	<ul style="list-style-type: none"> • Normas, procedimientos • Capacitación técnica en seguridad e higiene industrial

Fuente: Instituto Guatemalteco de Seguridad Social de Guatemala

La evaluación de cada una de las 23 variables se basa en las puntuaciones obtenidas por cada una de ellas de manera subjetiva. La puntuación obtenida oscila entre 0 y 10 y la interpretación de dichas ponderaciones se describe a continuación en la tabla III.

Tabla III. Sistema de ponderación de variables

Descripción del resultado	Puntuación
Situación satisfactoria	0,1,2
Molestias medias, existe riesgo de fatiga	3,4,5,6
Molestias fuertes y fatiga	7,8,9,10

Fuente: Instituto Guatemalteco de Seguridad Social de Guatemala

La forma de presentar los resultados obtenidos a través del método de análisis L.E.S.T. (Laboratorio de economía y sociología del trabajo), se realiza a través de un histograma donde se gráfica la ponderación obtenida por cada una de las 23 variables. Dicha representación gráfica permite tener una idea acerca de las condiciones físicas actuales de trabajo y establecer de esta manera, programas y medidas de seguridad e higiene industrial que ayuden a prevenir la ocurrencia de enfermedades y accidentes en las diferentes áreas de trabajo de la planta.

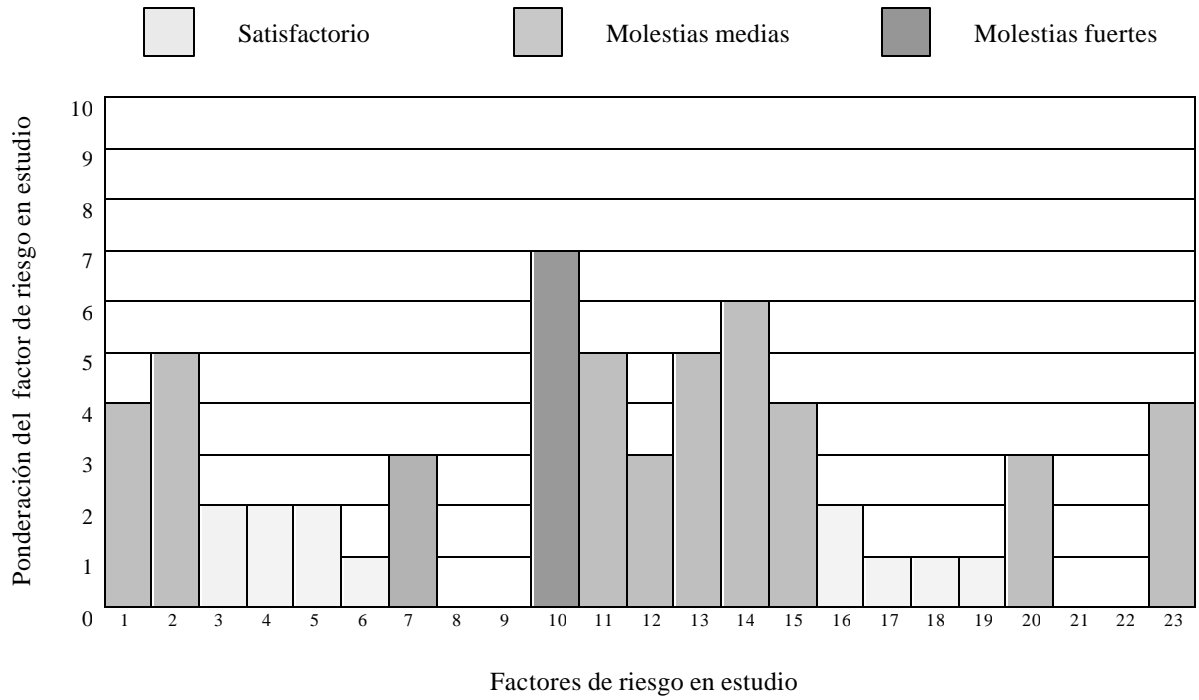
El método de análisis L.E.S.T. (Laboratorio de economía y sociología del trabajo), se utilizó como herramienta de diagnóstico para la evaluación de las condiciones físicas de la planta en las siguientes áreas de trabajo: bodegas de materia prima, área de producción, área de silos y bodegas de producto terminado. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla IV y la representación de resultados mediante histogramas y mapeo de riesgos se presenta en las figuras de la 17 a la 24.

Tabla IV. Análisis de las áreas de trabajo mediante el método L.E.S.T.

		Area de trabajo							
		Bodega de Macro ingrediente	Bodega de micro ingredientes	Área de línea peletizadora	Área de línea finalizadora	Área de mezclado principal	Área de silos de maíz	Área de silos de afrecho	Bodegas de producto terminado
No	Descripción	Ambiente físico							
1	Pisos y paredes	4	3	1	1	1	1	1	5
2	Orden y limpieza	5	8	6	6	7	5	5	5
3	Iluminación	2	2	6	3	2	1	2	4
4	Ventilación	2	5	7	7	3	1	2	1
5	Ruido	2	2	8	2	9	7	2	2
6	Riesgo eléctrico	1	3	5	5	5	3	5	1
7	Riesgo químico	3	5	3	3	0	0	0	0
Descripción		Seguridad							
8	Protección de maquinaria	0	0	7	7	7	5	5	3
9	Mantenimiento preventivo	0	0	8	8	8	8	8	0
10	Equipo de protección personal	7	7	7	7	5	7	7	7
11	Equipo contra incendio	5	5	8	8	8	5	5	8
12	Transporte / montacargas	3	3	0	0	0	0	0	3
13	Almacenamiento / estiba	5	5	0	0	0	0	0	5
Descripción		Carga física							
14	Trabajo físico dinámico	6	6	5	6	4	4	4	6
15	Trabajo físico estático	4	6	5	6	4	4	4	6
Descripción		Carga mental							
16	Complejidad	2	3	4	4	5	3	2	2
17	Atención	1	1	1	1	1	1	1	1
18	Memoria operativa	1	1	1	1	1	1	1	1
Descripción		Aspecto psicosociales							
19	Iniciativa	1	1	1	1	1	1	1	1
20	Relación con el mando	3	3	3	3	3	3	3	3
21	Alcoholismo y drogadicción	0	0	0	0	0	0	0	0
Descripción		Normativa y capacitación							
22	Normas y procedimientos	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Capacitación técnica en S.H.I.	4	4	4	4	4	4	4	4

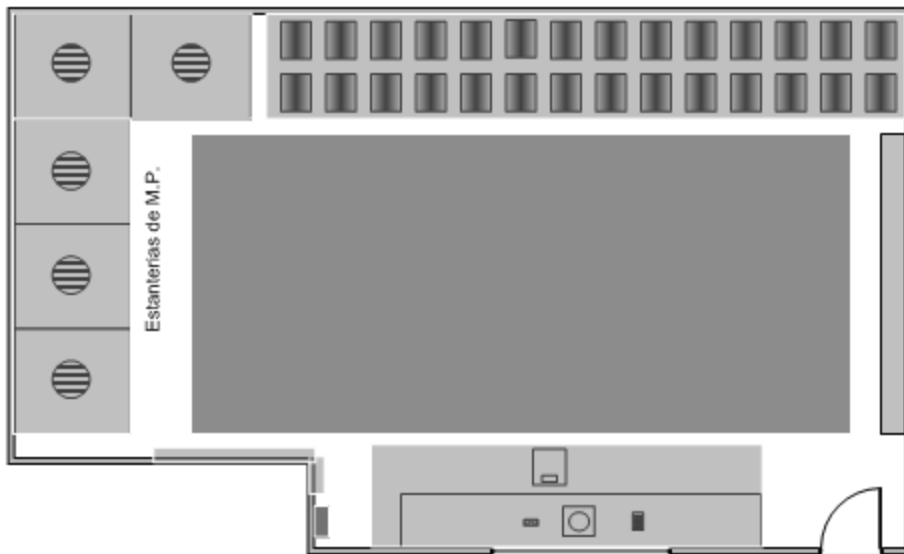
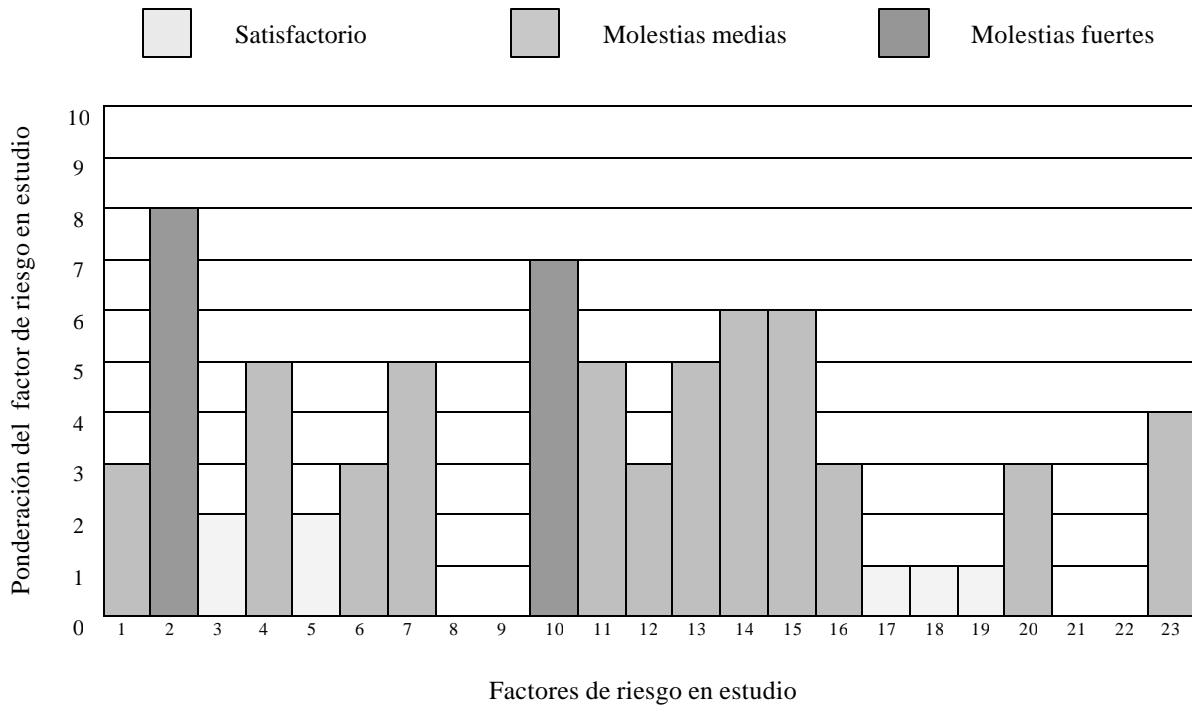
Fuente: Análisis de condiciones inseguras de planta Del Prado, S.A.

Figura 17. Histograma y mapeo de riesgos del área de bodega de macro ingredientes



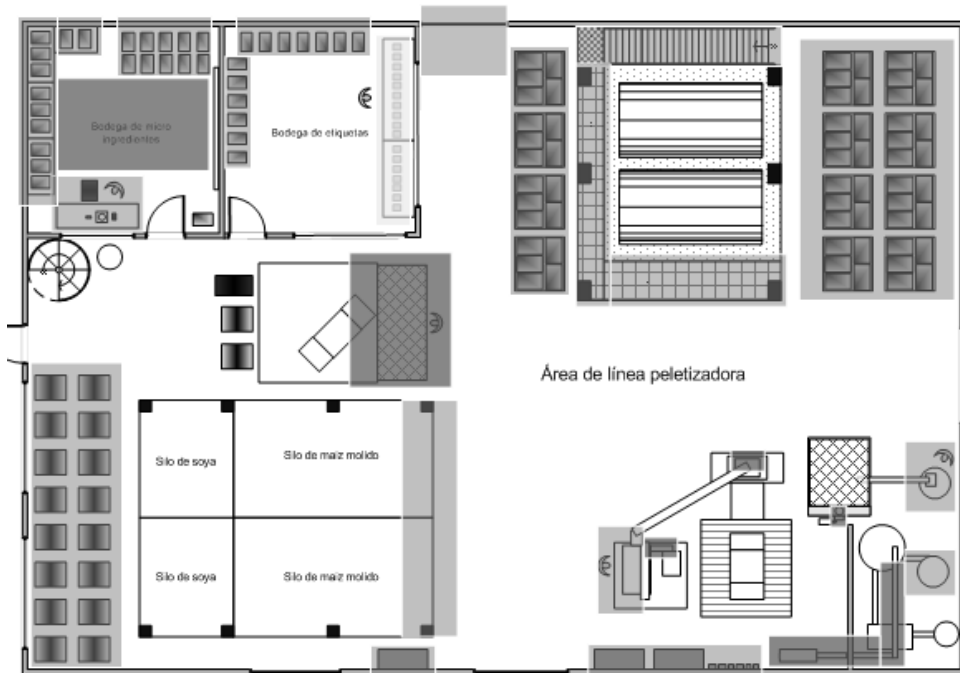
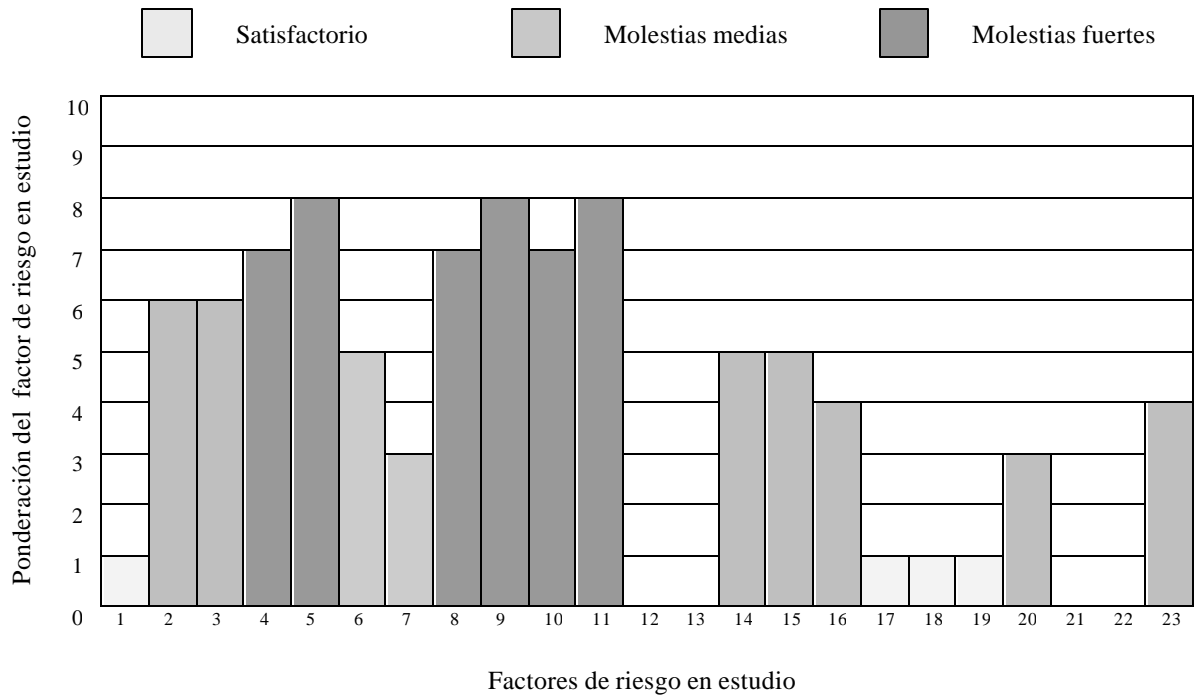
Fuente: Análisis de condiciones inseguras de planta Del Prado, S.A.

Figura 18. Histograma y mapeo de riesgos del área de bodega de micro ingredientes



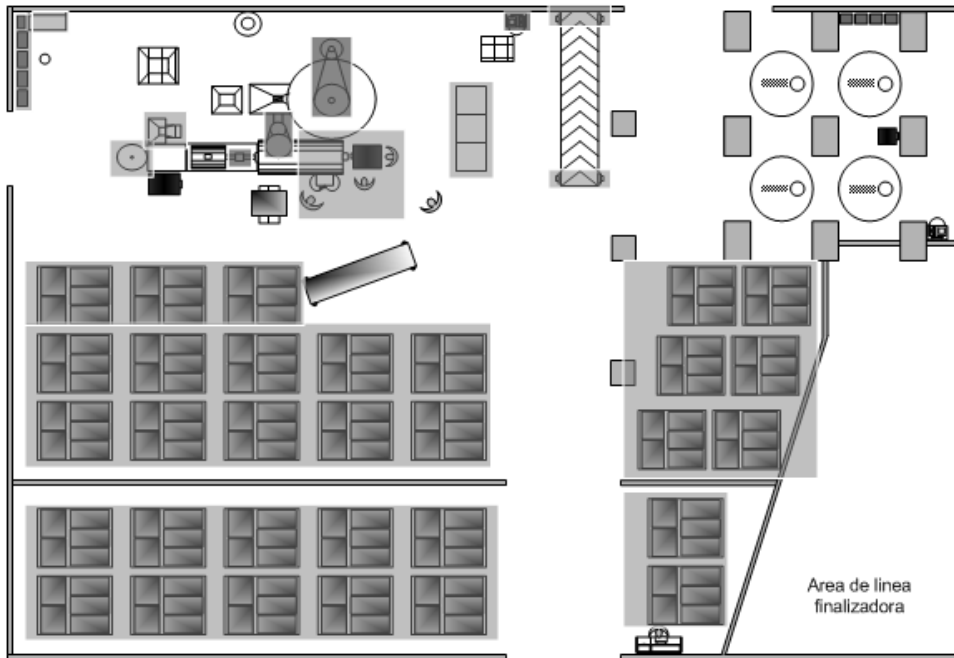
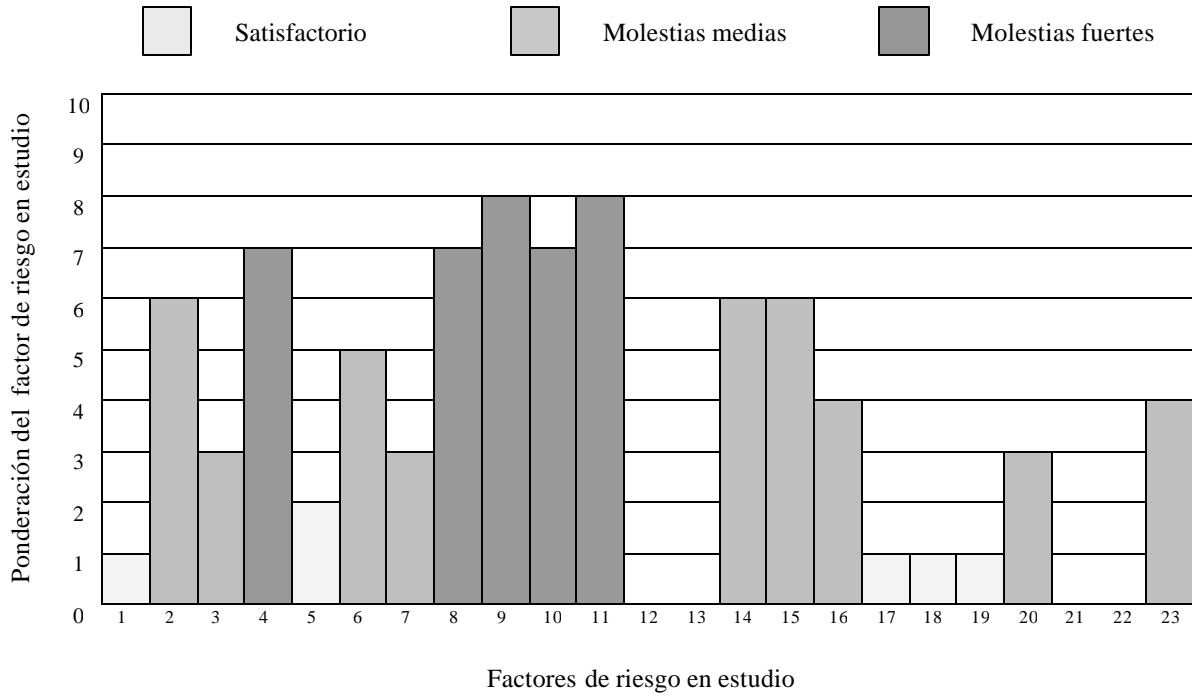
Fuente: Análisis de condiciones inseguras de planta Del Prado, S.A.

Figura 19. Histograma y mapeo de riesgos del área de línea peletizadora



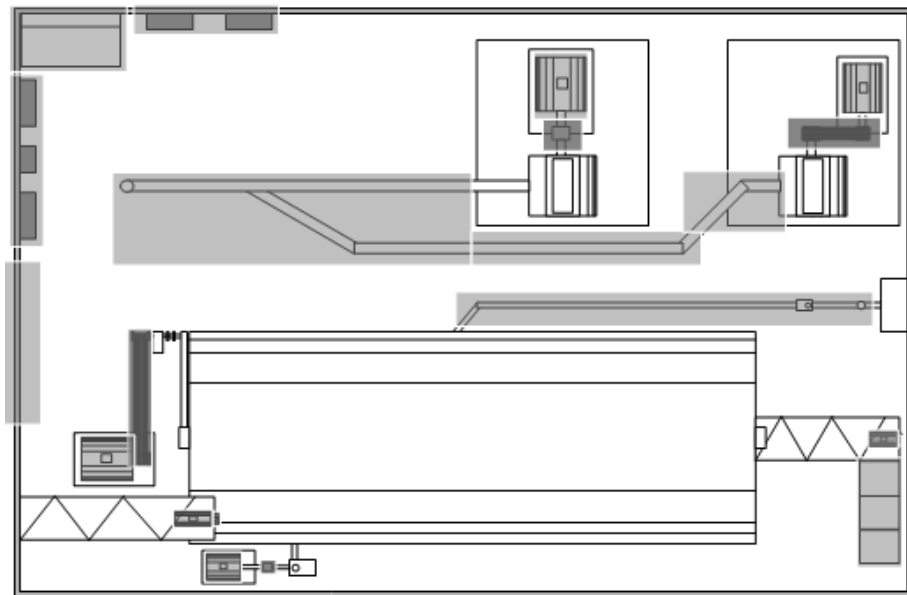
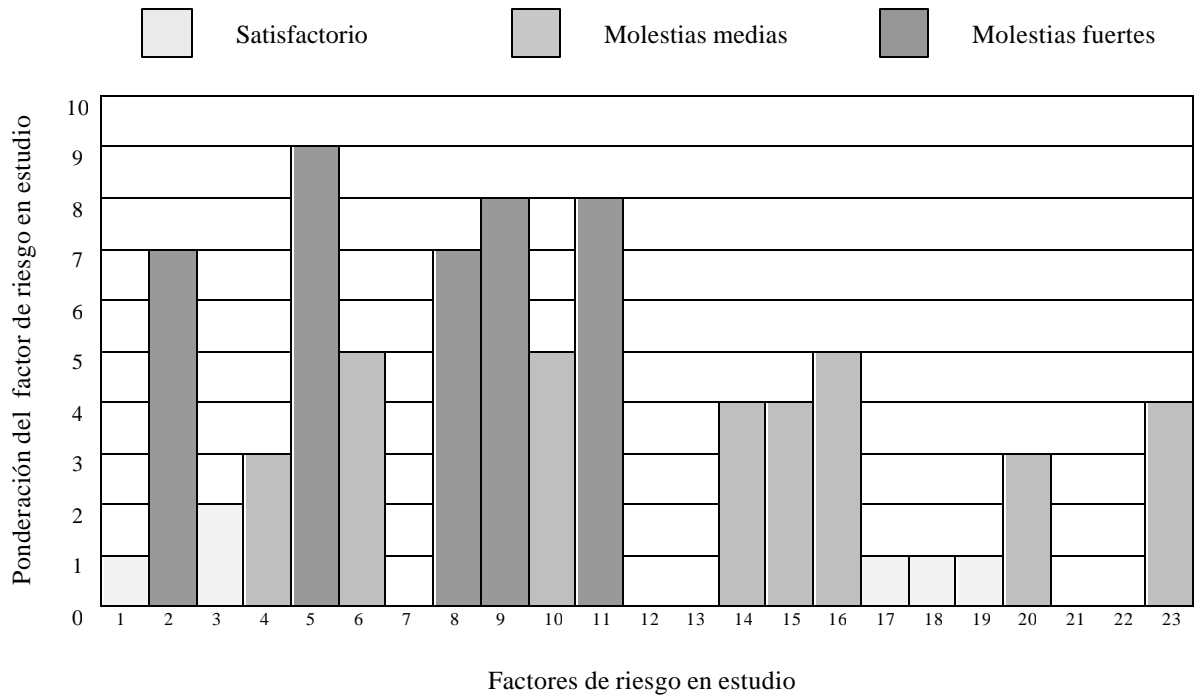
Fuente: Análisis de condiciones inseguras de planta Del Prado, S.A.

Figura 20. Histograma y mapeo de riesgos del área de línea finalizadora



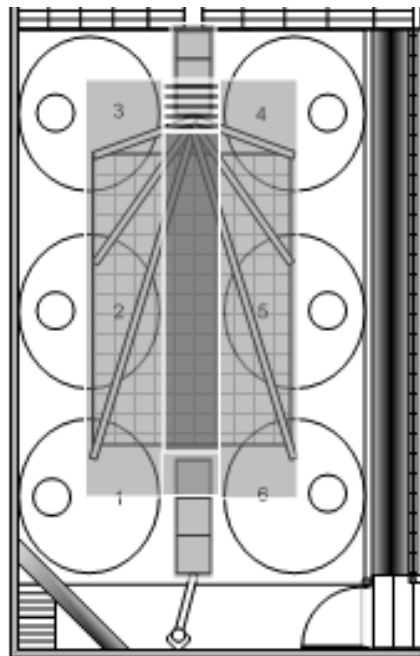
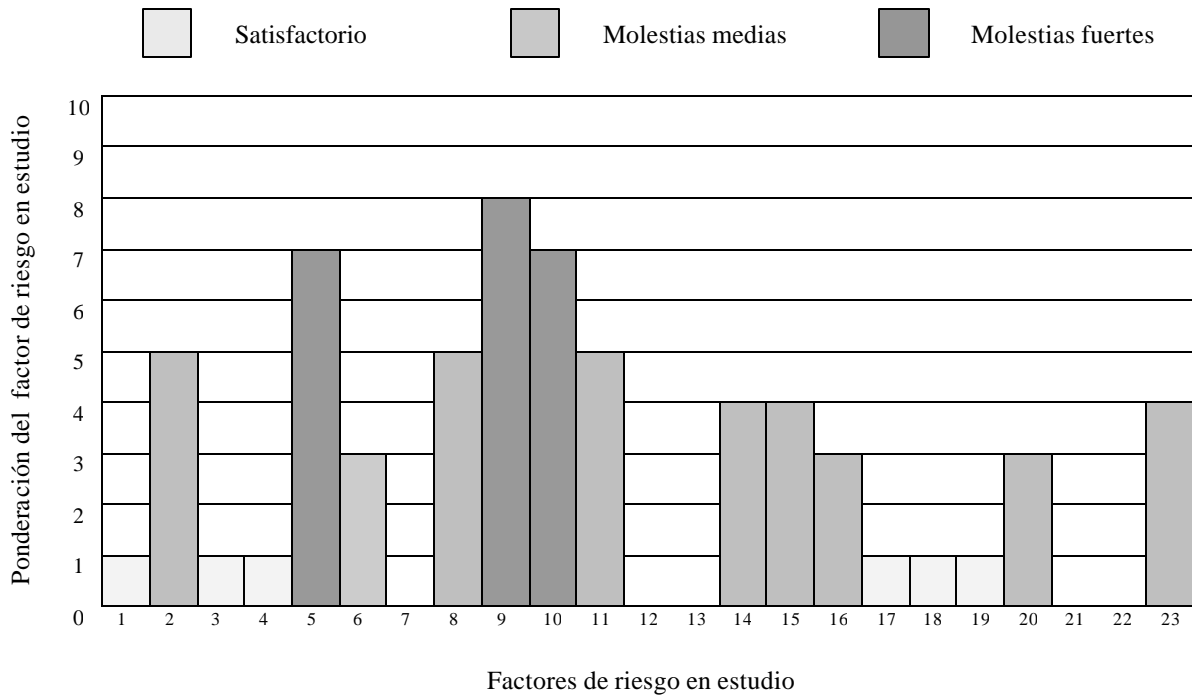
Fuente: Análisis de condiciones inseguras de planta Del Prado, S.A.

Figura 21. Histograma y mapeo de riesgos del área de mezclado principal



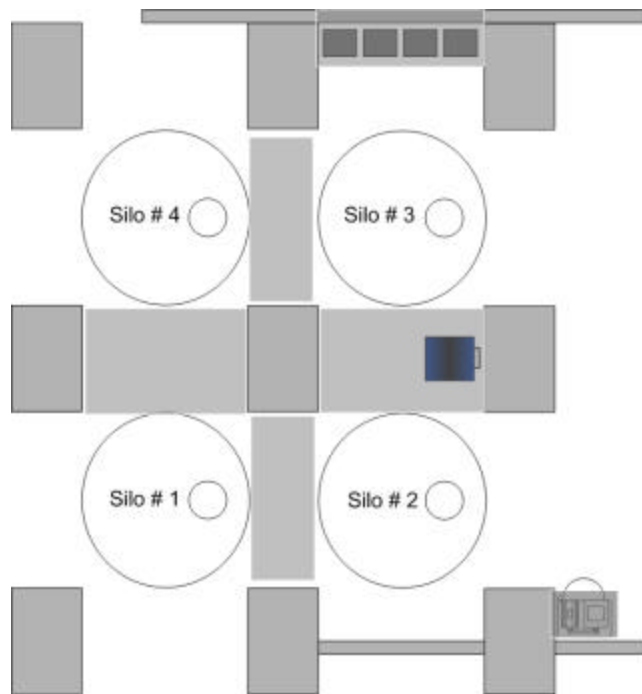
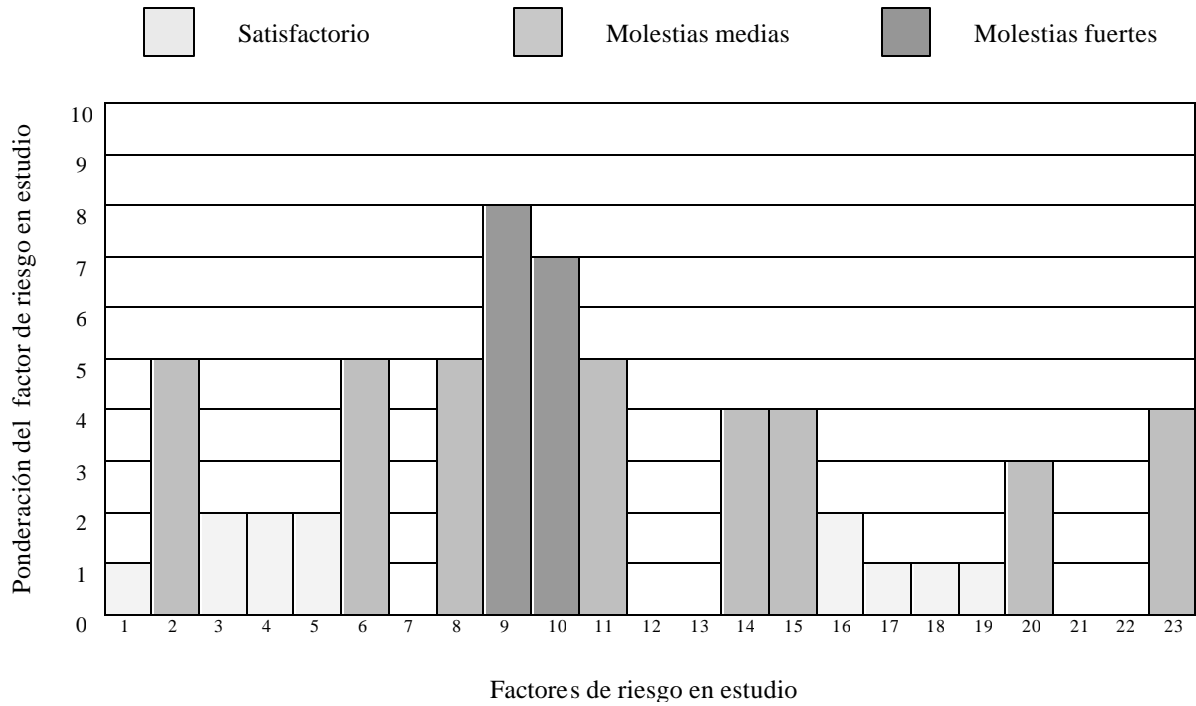
Fuente: Análisis de condiciones inseguras de planta Del Prado, S.A.

Figura 22. Histograma y mapeo de riesgos del área de silos de maíz



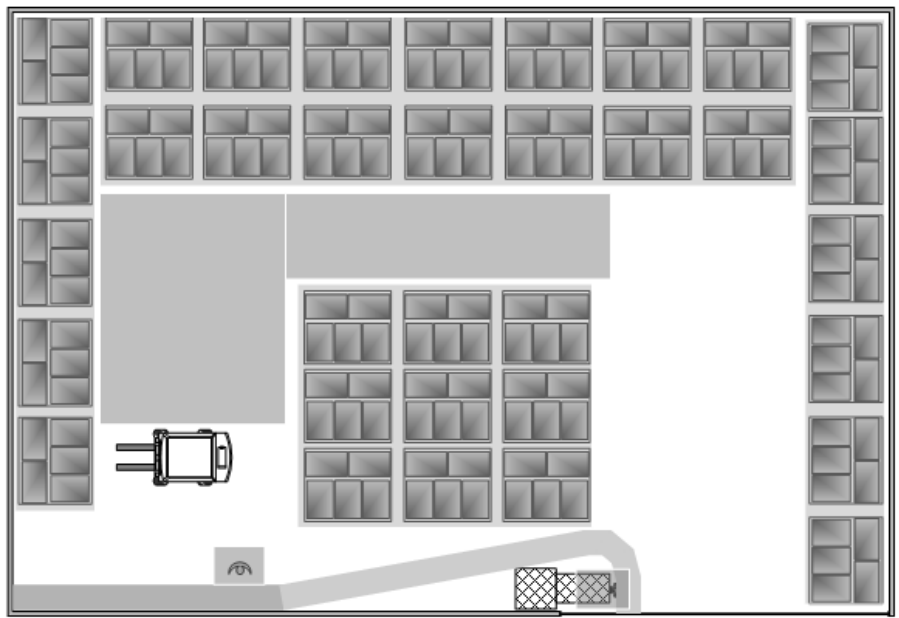
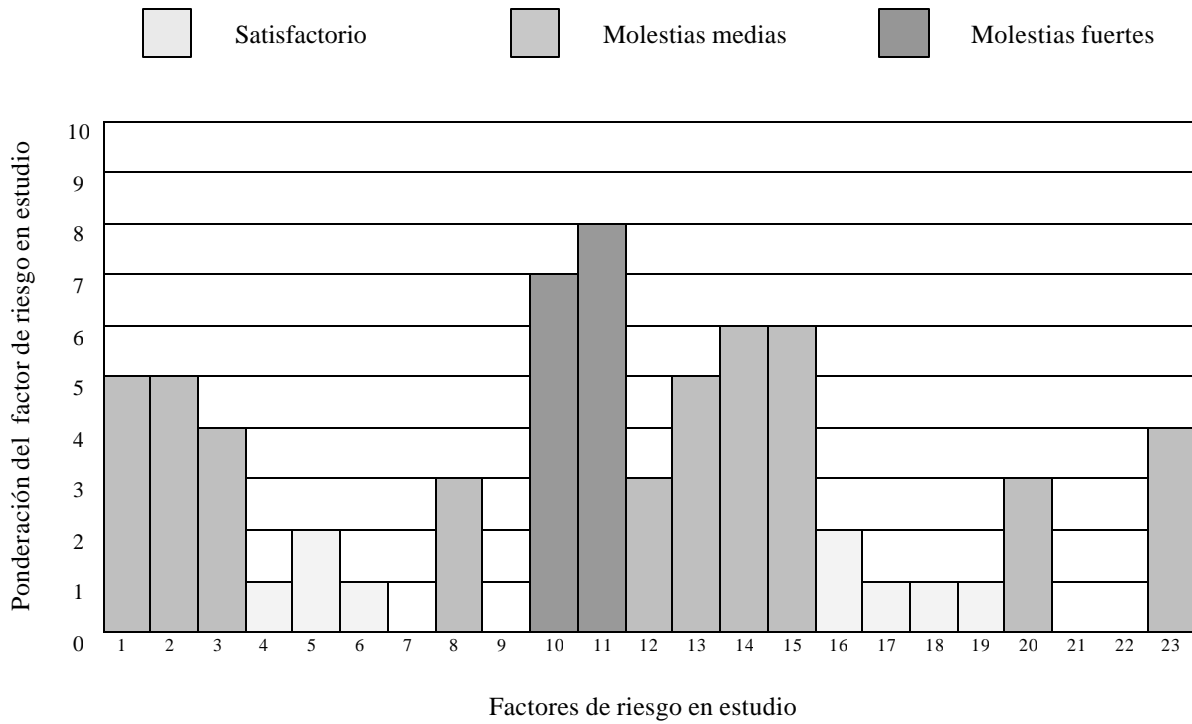
Fuente: Análisis de condiciones inseguras de planta Del Prado, S.A.

Figura 23. Histograma y mapeo de riesgos del área de silos de afrecho



Fuente: Análisis de condiciones inseguras de planta Del Prado, S.A.

Figura 24. Histograma y mapeo de riesgos del área de bodegas de producto terminado




Fuente: Análisis de condiciones inseguras de planta Del Prado, S.A.

2.2.3. Diagnóstico de actos y condiciones inseguras en las diferentes áreas de trabajo

La evaluación de actos y condiciones inseguras es una de las etapas de investigación más importantes que se realizó durante el desarrollo del programa de seguridad e higiene industrial. La metodología utilizada para el diagnóstico de las condiciones inseguras fue a partir de inspecciones visuales a las instalaciones físicas de la planta como al desenvolvimiento de los trabajadores en sus respectivos puestos de trabajo.

La identificación de condiciones inseguras que se observaron durante las inspecciones, se anotaron en el formulario correspondiente de diagnóstico (ver figura 25), que posteriormente se utilizó para estudiar a fondo el problema y con ello determinar los cambios que deben realizarse dentro de las diferentes áreas de trabajo para lograr proteger al trabajador de accidentes y enfermedades.

Figura 25. Ficha de diagnóstico de condiciones inseguras

 Ficha de diagnóstico de condiciones inseguras	
No de ficha:	Fecha de elaboración:
Elaborado por:	Firma:
Departamento:	Sector:
Condiciones del área de trabajo Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Observaciones: _____	Orden y limpieza Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Observaciones: _____
Condición de las instalaciones eléctricas Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Observaciones: _____	Iluminación Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Observaciones: _____
Ventilación Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Observaciones: _____	Ruido Normal <input type="checkbox"/> Fuerte <input type="checkbox"/> Molesto <input type="checkbox"/> Observaciones: _____
Pisos Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Observaciones: _____	Resguardo de protección de la maquinaria Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Observaciones: _____
Tuberías Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Observaciones: _____	Existen extintores instalados? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Observaciones: _____
Existe material inflamable? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Observaciones: _____	Existe señalización industrial? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Observaciones: _____
Observaciones: _____ _____	

Fuente: Diseño de ficha de diagnóstico de condiciones inseguras

2.2.3.1. Área de bodegas de materia prima

Estas áreas de trabajo se utilizan para almacenar la diversidad de materia prima que se utiliza en el proceso de elaboración de alimentos para animales. Las materias primas que se almacenan en estas bodegas se clasifican de dos tipos: las que se usan en mayor proporción se almacenan en la bodega de macro ingredientes y las que se usan en menor proporción debido a su alto contenido químico se almacenan en la bodega de micro ingredientes.

2.2.3.1.1. Bodega de macro ingredientes

Los trabajos que se realizan en esta área son: el pesado de materia prima y traslado de sacos de materia prima hacia los diversos puntos de vaciado. El análisis de actos y condiciones inseguras se realizó estudiando los puestos de trabajo y las condiciones físicas del área.

El traslado de materia prima de bodega de macro ingredientes a los diferentes puntos de vaciado es un puesto de trabajo, que debido al esfuerzo físico que se necesita y a la falta de equipo de protección personal expone al trabajador a los siguientes riesgos: lesiones en la espalda, daños a la integridad física de las manos y golpes en la cabeza.

El pesado de materia prima es otro puesto de trabajo. Los riesgos a los cuales está expuesto este trabajador por la falta de equipo de protección personal son: la dificultad para respirar y la irritación de los ojos. Esto ocurre debido a que cuando se pesa la materia prima se forma un ambiente denso que provoca una condición difícil para trabajar.

En lo que se refiere a condiciones inseguras de trabajo se lograron determinar las siguientes:

- El piso presenta grietas.
- No existe ningún tipo de señalización industrial para la prevención de accidentes.
- Existen cables eléctricos sueltos que no tienen función alguna.
- Falta orden y limpieza.
- No existen áreas identificadas para la colocación de la materia prima.
- Las láminas transparentes que sirven para la iluminación en el día están muy sucias.
- Existen lámparas quemadas en el sistema de iluminación artificial.
- Extintor mal ubicado.

2.2.3.1.2 Bodega de micro ingredientes

Los trabajos que se realizan en esta área son similares a los que se realizan en la bodega de macro ingredientes. La diferencia esta en que las materias primas con las que se trabajan en esta área contienen un alto grado de contenido químico y por lo cual los riesgos en su manejo son: la intoxicación por la inhalación de productos químicos y la irritación en los ojos. Estos problemas son muy frecuentes en los trabajadores de esta área debido a la falta de equipo de protección personal.

En lo que se refiere a condiciones inseguras de trabajo se lograron determinar las siguientes:

- El piso esta deteriorado.
- Las paredes presentan grietas (ver figura 26).
- No existen áreas identificadas para la colocación de la materia prima en las estanterías (ver figura 26).
- No existe ningún tipo de señalización industrial para la prevención de riesgos.

Figura 26. Bodega de micro ingredientes



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

2.2.3.2. Área de línea peletizadora

Es en esta área donde se localiza todo el conjunto de máquinas que conforma la línea peletizadora la cual se utiliza para el proceso de peletizado (ver figura 27). Los puestos de trabajo que existen en esta área son:

- Operario pesador de maíz y vertedor de micro ingredientes: es la persona responsable de suministrar la cantidad adecuada de maíz molido y del vertido de micro ingredientes a la máquina mezcladora.
- Operario pesador de soya y vertedor de macro ingredientes: es la persona responsable de suministrar la cantidad adecuada de soya y del vertido de macro ingredientes a la máquina mezcladora.

Por la similitud de operaciones que se realizan en los puestos de trabajo descritos anteriormente, los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores por el manejo de sacos de materia prima son: dificultad para respirar, irritación de ojos, lesiones en la espalda y daños en la integridad física de las manos.

- Operario de máquina peletizadora: es la persona responsable del manejo de la máquina peletizadora quien debe velar para que la máquina no se sature de producto y de brindar asistencia mecánica a la máquina cuando esta presente dificultades para funcionar.

Los riesgos a los cuales esta expuesto este trabajador debido al funcionamiento de la máquina peletizadora son: daño al sistema auditivo por el alto nivel de ruido, golpes en la cabeza, irritación de ojos durante la supervisión del producto que sale de la máquina, y quemaduras en la piel debido al contacto ocasional con el cuerpo de físico de la máquina.

- Empacador: es la persona responsable de empacar en sacos el producto peletizado terminado para luego ordenarlos en su respectiva tarima.

Los riesgos a los cuales esta expuesto esta persona son: golpes en la cabeza, daño a la integridad física de las manos y lesiones en la espalda debido al ordenado y estibado de sacos en las tarimas de producto terminado.

En lo que se refiere a condiciones inseguras de trabajo se lograron determinar las siguientes:

- El piso esta agrietado.
- Las láminas transparentes que sirven para la iluminación están muy sucias (ver figura 27).
- Falta orden y limpieza (ver figura 27).
- El ambiente es muy nebuloso debido a las fugas en tuberías que conducen materia prima (ver figura 27).
- Existen cables eléctricos sueltos que deberían estar en su tubería correspondiente.
- No existen resguardos de protección en algunas máquinas.
- Existe ruido excesivo en los alrededores de la máquina peletizadora.
- Existen tuberías de vapor sin su correspondiente señalización.
- No existe ningún tipo de señalización industrial para la prevención de riesgos.
- Hay partes del techo en donde las láminas no están muy bien colocadas.
- Extintor mal ubicado.

Figura 27. Área de línea peletizadora



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

2.2.3.3. Área de línea finalizadora

Se conoce como área de línea finalizadora al lugar donde se localiza el conjunto de máquinas que se utilizan para producir el alimento para aves y ganado (ver figura 28). El proceso de transformación de la materia prima en esta línea de producción, requiere únicamente a operarios que se limiten al empaque de sacos con producto terminado. Los operarios de esta área son responsables de la ordenación y estibado de los sacos con producto terminado en las tarimas. Los riesgos a los cuales están expuestos este grupo de trabajadores son: golpes en la cabeza, lesiones en las manos y espalda por el manejo de sacos durante las operaciones de ordenado y estibado.

En lo que se refiere a condiciones inseguras de trabajo se lograron determinar las siguientes:

- El piso esta agrietado (ver figura 28).
- Las láminas transparentes que sirven para la iluminación están muy sucias.
- Falta orden y limpieza (ver figura 28).
- No existen resguardos de protección en algunas máquinas.
- Existen cables eléctricos sin carga que no cumplen ninguna función.
- Falta de limpieza dentro de los tableros de mando eléctrico.
- No existe ningún tipo de señalización industrial para la prevención de riesgos.
- Contaminación del ambiente debido a fugas de materia prima en tuberías.
- Extintor mal ubicado.

Figura 28. Área de línea finalizadora



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

2.2.3.4. Área de mezclado principal

Se conoce con el nombre de mezclado principal o cuarto de máquinas al área donde se localiza la máquina mezcladora y las siguientes máquinas: molinos de martillos, transportadores helicoidales y bombas hidráulicas (ver figura 29). Las máquinas instaladas en esta área se caracterizan por no requerir personal para que sean operadas, únicamente se limitan a ser inspeccionadas periódicamente para observar su buen funcionamiento.

El análisis de esta área se limitó únicamente a identificar condiciones inseguras las cuales se presentan a continuación:

- El nivel de ruido es demasiado alto.
- No existe ningún tipo de señalización industrial para la prevención de riesgos.
- No existe un extintor instalado en esta área.
- No hay resguardos de protección en algunas máquinas (ver figura 29).
- Existen cables eléctricos sueltos que deberían estar en su tubería correspondiente.

Figura 29. Área de mezclado principal o cuarto de máquinas



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

2.2.3.5. Área de silos de almacenamiento de materia prima

En estas áreas de trabajo se localizan los silos de almacenamiento de materia prima en forma granular como lo es: el maíz y el afrecho. El propósito de su almacenaje en silos es para su disponibilidad inmediata debido a su gran demanda en la elaboración de los productos alimenticios para animales.

2.2.3.5.1. Área de silos de maíz

Son silos construidos específicamente para el almacenaje de maíz en granos (ver figura 30). Esta área de trabajo se caracteriza por la localización de máquinas que se utilizan para el almacenamiento y transporte de maíz. Los trabajadores en esta área de trabajo no son indispensables debido a que todo el proceso de almacenamiento y transporte es efectuado por la maquinaria correspondiente. Las condiciones inseguras identificadas en esta área son:

- Altos niveles de ruido cuando trabajan las máquinas.
- No existen resguardos de protección en algunas máquinas (ver figura 30).
- No existe ningún tipo de señalización industrial para la prevención de riesgos.
- Conexiones eléctricas expuestas.

Figura 30. Área de silos de maíz



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

2.2.3.5.2. Área de silos de afrecho

Son silos utilizados específicamente para el almacenaje de afrecho. La diferencia con los silos de almacenamiento de maíz es su capacidad de almacenamiento y su estructura física. La maquinaria instalada en esta área se utiliza únicamente para la operación de almacenamiento de afrecho. La operación de vaciado de los silos se lleva a cabo utilizando trabajadores que empacan sacos de afrecho para su posterior almacenamiento en bodega de macro ingredientes. Los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores de esta área son: golpes en la cabeza, lesiones en la espalda y manos.

Las condiciones de inseguras identificadas en esta área son:

- El piso presenta grietas
- No existen resguardos de protección en algunas máquinas.
- No existe ningún tipo de señalización industrial para la prevención de riesgos.

2.2.3.6. Área de bodegas

Las áreas de bodegas son utilizadas para el almacenamiento de producto terminado procedente del área de producción (ver figura 31). Los puestos de trabajo que existen en esta área son:

- Operador de montacargas: es la persona responsable del uso de montacargas en las siguientes operaciones: almacenamiento de producto terminado en bodegas y despacho de producto terminado a clientes de la planta.

Los riesgos a los cuales esta expuesto el trabajador son: golpes en la cabeza, lesión de espalda y manos debido a la colocación de sacos de producto terminado en las tarimas para su posterior traslado por medio del montacargas.

- Despachadores: son las personas encargadas de colocar los sacos de producto terminado en los diferentes medios de transporte que utilicen los clientes de la planta.

Los riesgos a los cuales están expuestos este conjunto de trabajadores son: golpes en la cabeza y lesiones en la espalda y manos debido al trabajo que realizan.

Las condiciones inseguras identificadas en las diferentes bodegas de producto terminado son:

- El piso presenta grietas.
- No existe ningún tipo de señalización industrial para la prevención de riesgos.
- Extintores mal ubicados.

Figura 31. Área de bodegas



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

2.2.4. Factores de riesgo

El bienestar de los trabajadores de la planta debe de considerarse desde el punto de vista de evitar que sufran accidentes y enfermedades ocupacionales, por tal situación es necesaria la evaluación de los riesgos físicos a los cuales se exponen.

2.2.4.1. Riesgos físicos

Se consideran como riesgos físicos a todas aquellas condiciones inseguras que existen dentro de la planta que ponen en peligro el bienestar de los trabajadores como lo pueden ser el mal estado de: la ventilación, la iluminación, el ruido, pisos y paredes. Los cuales deben de identificarse y combatirse a partir de medidas de prevención que ayuden a mejorar las condiciones físicas en las diferentes áreas de trabajo de la planta.

2.2.4.1.1. Ruido

En la actualidad existe demasiado ruido en algunas áreas de trabajo de la planta las personas afectadas se quejan de frecuentes dolores de cabeza y alteración de los nervios.

Por tal situación fue necesario la realización de un estudio de ruido en las diferentes áreas de trabajo. Para la medición del ruido se utilizó un decibelímetro con el cual se efectuaron mediciones en las diferentes áreas de trabajo. Los resultados que se obtuvieron se presentan en la tabla V.

Los niveles de ruido permisibles para el sistema auditivo son inferiores a los 90 Db y todo nivel de ruido que sobrepasa los 90 Db son dañinos para el sistema auditivo. Con los resultados obtenidos para el área de mezclado principal, silos de maíz y línea peletizadora se logra observar que los niveles de ruido son excesivos y sobrepasan el nivel permisible, por lo cual se deben de tomar las medidas necesarias para proteger la salud de los trabajadores de dichas áreas de trabajo.

Tabla V. Niveles de ruido en las diferentes áreas de trabajo

Área	Nivel de ruido (Db.)
Bodega de macro ingredientes	62
Bodega de micro ingredientes	54
Línea peletizadora	93
Área de línea finalizadora	79
Mezclado principal o cuarto de maquinas	102
Silos de afrecho	73
Silos de maíz	97
Bodega de producto terminado # 1	73
Bodega de producto terminado # 2	59
Bodega de producto terminado # 3	66

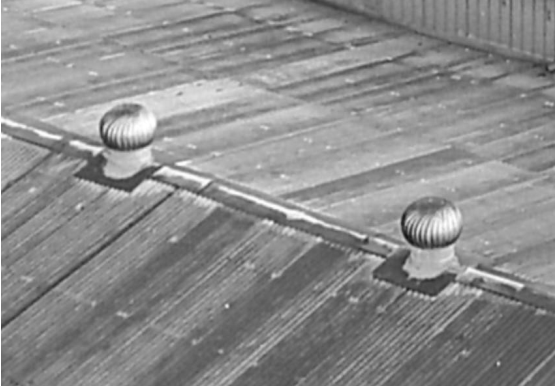
Fuente: Estudio del ruido en las diferentes áreas de trabajo de planta Del Prado, S.A.

2.2.4.1.2. Ventilación

La ventilación de las diferentes áreas de trabajo de la planta se lleva a cabo por medio de extractores de techo eólicos (ver figura 32), los cuales cumplen un buen trabajo en las áreas de bodegas de materia prima y producto terminado. En el área de peletizado los extractores de techo eólicos, son poco eficientes para renovar el aire contaminado. El problema que se presenta se debe a la formación de un ambiente nebuloso, debido a las fugas de materia prima que se tienen en la red de tuberías que transportan materias primas harinosas.

Esta situación acarrea problemas en la salud de los trabajadores, quienes se quejan de los siguientes síntomas: dificultad para respirar, irritación de ojos y ardor en la garganta.

Figura 32. Extractores de techo eólicos

Extractores de techo eólicos	Especificaciones técnicas
	<ul style="list-style-type: none">• Diámetro de la boca de aspiración: 61 cms. (24 pulgadas).• Capacidad de extracción: 2500 m³/hora (1472 CFM).• Eje construido de acero SAE 1045.• Boca de aspiración construida de aluminio galvanizado.• Alabes exteriores construidos de aluminio relaminado.• Posee 2 cojinetes sellados.• Inicio de funcionamiento a una velocidad de viento de 8 Km./hr.

Fuente: Planta Del Prado, S.A.

2.2.4.1.2.1. Cálculo del sistema de ventilación

La ventilación utilizada en el área de peletizado se lleva a cabo por medio de extractores de techo eólicos, los cuales tienen una capacidad de 1472 CFM y existe una cantidad de 8 extractores instalados en el techo del área de peletizado (ver figura 33). Para comprobar si el problema de ventilación del área de peletizado se debe a las fugas en las tuberías que conducen materia prima harinosa o al sistema de ventilación, se procederá a realizar el cálculo matemático del sistema de ventilación para el área de peletizado.

Para el cálculo de la ventilación es necesario conocer el número adecuado de renovaciones de aire que debe de tener el área de trabajo, por lo tanto en la Tabla VI se presenta la cantidad aconsejable de renovaciones de aire por hora, para diferentes áreas de trabajo.

Tabla VI. Número de renovaciones de aire por hora

Naturaleza del local	Renovaciones de aire a la hora
Ambientes nocivos	30 – 60
Bancos	2 – 4
Bares de hoteles	4 – 6
Bibliotecas	4 – 5
Cafés y bares de cafés	10 – 12
Cines	10 – 15
Cocinas comerciales	15 – 20
Cocinas domesticas	10 – 15
Cocinas grandes para hospitales	20 – 30
Discotecas	20 – 30
Fabricas en general	6 – 10

Tabla VI. Número de renovaciones de aire por hora (Continuación)

Naturaleza del local	Renovaciones de aire a la hora
Forja	15 – 20
Fundiciones	20 – 30
Garajes	6 – 8
Hospitales	4 – 8
Iglesias	1 / 2 a 1
Laboratorios	5 – 15
Lavandería	20 - 30
Naves deportivas	4 – 8
Panadería	20 – 30
Pollería	6 – 10
Quirófanos	8 – 10
Residencia	1 – 2
Restaurante	6 – 12
Sala de baile	6 – 8
Sala de calderas	20 – 40
Sala de máquinas	20 – 30
Sala para clases (aulas)	4 – 8
Talleres de fabricación	6 – 10
Talleres de pintura	30 – 60
Talleres con hornos	30 – 60
Talleres con soldadura	15 – 25
Teatros	10 – 15
Tiendas	6 – 8
Tren laminador	15 – 20
Vestuarios en piscinas	8 – 10

Fuente: Enrique Carnicer Royo., Ventilación industrial, página 18.

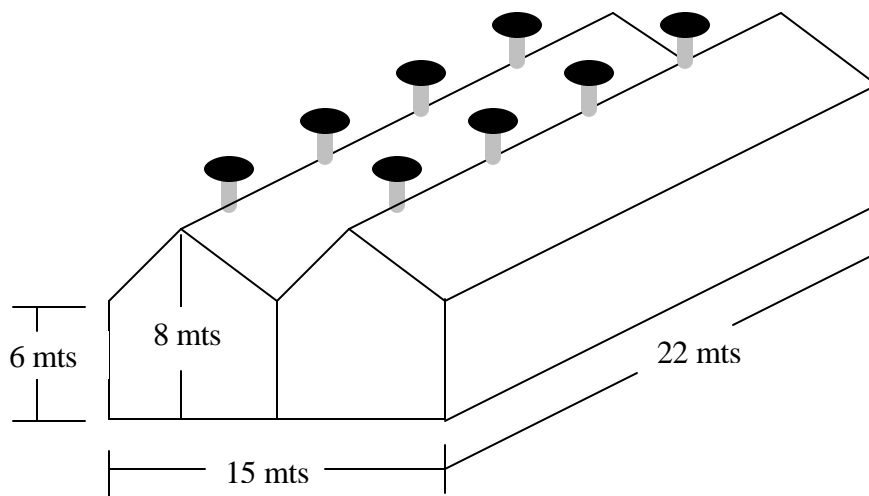
Para determinar el número de renovaciones por hora que se necesitan en el área de peletizado se necesitan realizar los siguientes cálculos:

Volumen [mts. ³] = $V = \text{longitud} * \text{ancho} * \text{altura media}$

Caudal [(mts. ³) / hr. o CFM] = $V * \text{renovaciones} / \text{hora}$

No de extractores de techo = $Q / \text{capacidad de un extractor de techo}$

Figura 33. Distribución de extractores de techo en el área de peletizado



Fuente: Planta del prado, S.A.

a) Volumen:

$$\text{Altura media} = (8 + 6) / 2 = 7 \text{ mts.}$$

$$V = 22 * 15 * 7 = 2,310 \text{ mts.}^3$$

De la tabla VI (página 55), de valores se puede determinar las renovaciones de aire por hora, la cual es de 6 a 10 renovaciones por hora, para fabricas industriales y en la cual se tomara el valor de 8 renovaciones por hora, para el cálculo de la ventilación.

b) Caudal:

$$Q = 2,310 \text{ [mts. } ^3 \text{]} * 8 \text{ [renov. /hr.]} = 18,480 \text{ [mts. } ^3 \text{ / hr.]}$$

Conversión de metros cúbicos * hora a pies cúbicos * minuto (CFM).

$$Q = 18,480 \text{ [mts. } ^3 \text{ / hr.]} * 1 \text{ hr. / 60 min.} * 35.31 \text{ ft } ^3 \text{ / mts. } ^3$$

$$Q = 10,875.48 \sim 10,876 \text{ CFM.}$$

Como podemos observar el valor del caudal de aire a renovar es de 10,876 CFM en el área de peletizado.

c) Cantidad adecuada de extractores de techo:

$$\text{Cantidad de extractores de techo} = 10,876 \text{ CFM} / 1472 \text{ CFM}$$

$$\text{Cantidad de extractores de techo} = 7.39 \sim 8$$

El resultado obtenido indica que para tener el área de peletizado ventilada adecuadamente se deben de tener instalados 8 extractores de techo, cantidad que con concuerda con la cantidad de extractores de techo instalados actualmente en el área de peletizado. Lo anterior indica que el problema de ventilación se debe a las fugas de materia prima harinosa que se transporta en el sistema de tuberías en el área de producción.

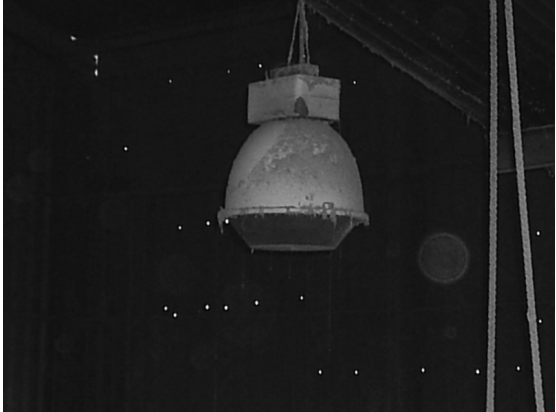
2.2.4.1.3. Iluminación

La realización de las jornadas de producción se realiza en la jornada ordinaria, por tal motivo el sistema de iluminación de las diferentes áreas de trabajo se lleva a cabo mediante el aprovechamiento de la luz solar a través de láminas transparentes colocadas adecuadamente en el techo de la planta. En la actualidad existe el problema que por la falta de limpieza de las láminas transparentes no se aproveche al máximo la luz solar, esto crea que la iluminación de las áreas de trabajo sea deficiente.

El sistema de iluminación artificial de la planta se compone de lámparas de tipo metalarc con difusor de seguridad, 240 Voltios alternos y con potencia de 400 Watts (ver figura 34), de las cuales existe una cantidad de 6 lámparas instaladas en el área de peletizado (ver figura 35). El sistema de iluminación artificial se utiliza únicamente cuando las condiciones climáticas no permiten aprovechar la luz solar por medio de las láminas transparentes. El valor promedio de luxes en el sistema actual de iluminación del área de peletizado es de 226 luxes, medición que fue obtenida a partir del uso de un fotómetro en el área de peletizado. Es importante mencionar que la cantidad adecuada de luxes para los trabajos de operación de máquinas que requieren solo visión intermitente es de 500 luxes, según recomendación de la norma americana de la I.E.S. (sociedad americana de ingenieros en iluminación).

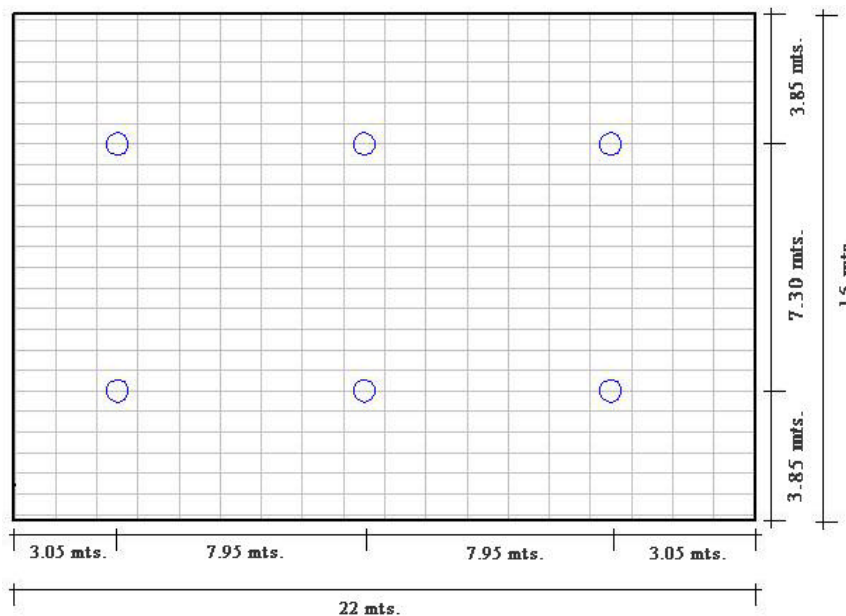
Las lámparas instaladas en área de peletizado carecen de limpieza, como también de mantenimiento de las lámparas que se queman debido al tiempo de vida útil excedido. La reflexión de la iluminación en las paredes es mala debido a que las paredes tienen adherida a su superficie materia prima harinosa. Esta situación crea que el sistema de iluminación artificial del área de peletizado no sea la adecuada para trabajar.

Figura 34. Lámpara de metalarc con difusor

Lámpara de metalarc con difusor	Especificaciones técnicas
	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de trabajo: 240 Vac. • Potencia: 400 Watts. • Balastro de aluminio inyectado con recubrimiento de pintura electrostática en polvo. • Refractor aluminio pulido con diámetro de 63.5 cms. (25 pulgadas). • Difusor acrílico prismático. • 36,000 Lúmenes iniciales. • Vida promedio: 20,000 hrs. • Factor de depreciación: 0.72

Fuente: Planta Del Prado, S.A.

Figura 35. Distribución actual de lámparas en el área de peletizado



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

2.2.5. Hábitos de higiene industrial

La limpieza de las diferentes áreas de trabajo es deficiente debido a que se carece de un programa de higiene. Los días sábados de cada semana son utilizados para la limpieza de las diferentes áreas de trabajo. La existencia de fugas de materia prima y el manejo de materias primas harinosas produce que las áreas de trabajo se ensucien con gran facilidad.

La falta de responsabilidad por parte de cada trabajador en la limpieza de su propia área de trabajo como de las herramientas que este utilice, es otro factor que influye en la limpieza actual de las diferentes áreas de trabajo.

2.2.6. Normas y políticas

La planta no cuenta con un programa de normas y políticas en materia de seguridad e higiene industrial, debido a ello los trabajadores se encuentran constantemente en riesgo cuando realizan sus actividades diarias.

2.2.7. Equipo de protección personal

El equipo de protección personal con que cuenta la planta no es suficiente. La mayor parte de los puestos de trabajo exigen el uso de los equipos de protección. Los trabajadores que poseen equipo de protección no hacen uso de ellos, debido a que les produce incomodidad y por la falta de conocimiento sobre los beneficios que trae consigo su uso adecuado.

2.2.8. Señalización industrial

Las diferentes áreas de trabajo no cuentan con ningún tipo de señalización que indique a los trabajadores sobre los peligros y riesgos que corren al manipular las máquinas y herramientas, así como de las acciones de prevención al realizar su trabajo.

Las bodegas de materia prima carecen de señalización que permita su fácil identificación. Las áreas de trabajo no se encuentran debidamente identificadas.

2.2.9. Equipo de protección contra incendio

El equipo de protección contra incendio con que cuenta la planta se limita a 8 extintores de tipo ABC con contenido de polvo químico seco y con una capacidad de 10 libras. Los extintores están en buen estado y sujetos a un mantenimiento mensual, el cual es proporcionado por una empresa guatemalteca llamada servicios calificados. El problema que se tiene es la falta de extintores en las diferentes áreas de trabajo, debido a que los ocho extintores están almacenados en conjunto en la bodega de etiquetas y esta situación no permite tener al alcance un extintor como mínimo en cada una de las diferentes áreas de trabajo de la planta.

2.2.10. Capacitación

Los trabajadores de la planta no cuentan con ningún tipo de capacitación en seguridad e higiene industrial, son pocos los que pueden utilizar un extintor. Por tal motivo muchos desconocen la importancia que tiene la seguridad e higiene industrial.

3. DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El diseño de un programa de mantenimiento preventivo se basa en la necesidad que tiene el departamento de mantenimiento para poder eliminar los paros continuos de la maquinaria durante las jornadas de producción y los altos costos de mantenimiento que se tienen por efectuar las reparaciones.

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo ayudará a administrar de una mejor manera los trabajos de mantenimiento que se realicen a la maquinaria instalada dentro de la planta. Un programa de este tipo trae grandes beneficios pero también acarrea grandes responsabilidades, los resultados se lograrán observar a corto y largo plazo, pero es muy necesario la colaboración del departamento de gerencia, producción y mantenimiento para lograr alcanzar los objetivos trazados.

Los parámetros que se estudian para el diseño del programa de mantenimiento preventivo son:

- Diseño de la organización del departamento de mantenimiento y descripción de puestos.
- Normas generales.
- Inventario físico de máquinas.
- Programa de tareas de mantenimiento preventivo.
- Metodología para la asignación de los trabajos de mantenimiento.
- Documentación de control y seguimiento.

3.1. Diseño de la organización

El diseño de un programa de mantenimiento preventivo debe de involucrar a todo el departamento de mantenimiento, por ello el organizar de la mejor manera dicho departamento, facilitará en gran manera la implementación y el seguimiento del programa.

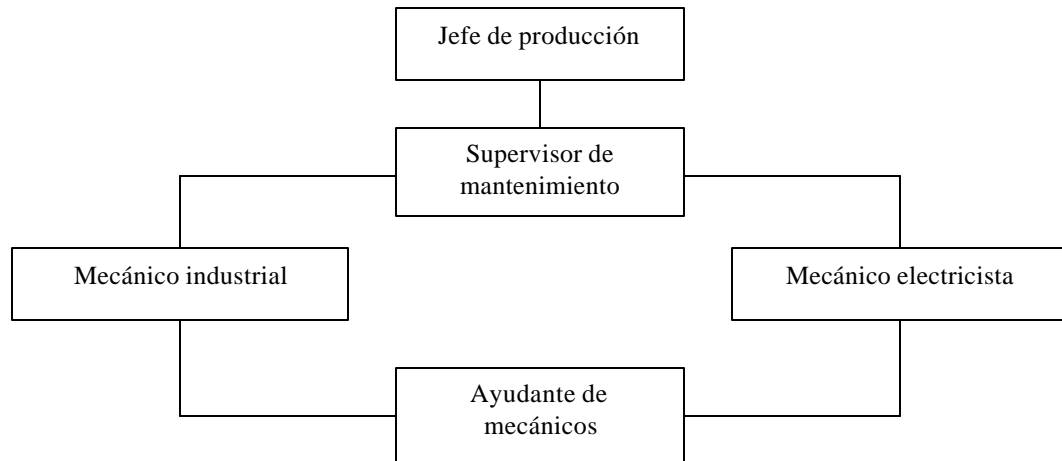
Organizar es el proceso de asignar el trabajo y la responsabilidad de funciones a individuos, juntamente con la delegación adecuada de autoridad. El proceso de organización del departamento de mantenimiento se realiza por tres razones principales que son: hacer responsable a alguien de las tareas de mantenimiento, identificar las tareas que se deben de llevar a cabo y asignar trabajos a los individuos para lograr cumplir las tareas.

3.1.1. Organigrama del departamento de mantenimiento

Para una adecuada organización del departamento de mantenimiento, es necesario definir las responsabilidades que corresponden a cada puesto, la cual es posible describirlas mediante un organigrama y una descripción de puestos de trabajo.

La estructura que se propone para la organización del departamento de mantenimiento se puede observar en el organigrama de la figura 36.

Figura 36. Organigrama del departamento de mantenimiento



Fuente: Diseño de reestructuración del departamento de mantenimiento

3.1.2. Descripción y requisitos de puestos o cargos

La descripción y requisitos de puestos, ayudarán al supervisor de mantenimiento a asignar responsabilidades y evaluar la capacidad de sus subordinados. A continuación se describen los requisitos que debe tener cada persona que conforma el departamento de mantenimiento.

Los puestos del departamento de mantenimiento son los siguientes:

- Supervisor de mantenimiento (puesto 1, ver tabla VII).
- Mecánico industrial (puesto 2, ver tabla VIII).
- Mecánico electricista (puesto 3, ver tabla IX).
- Ayudante de mecánicos (puesto 4, ver tabla X).

Tabla VII. Descripción de funciones del supervisor de mantenimiento



<p>Planta de alimentos para animales “Del Prado”, S.A.</p> <p>Departamento de mantenimiento</p> <p>Puesto No. 1</p> <p>SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Unidad: Departamento de mantenimiento.• Titulo del puesto: Supervisor del área de mantenimiento.• Supervisa a: Personal de mantenimiento.• Responsable ante: Gerente general y jefe de producción.• Función básica: Programar, controlar y supervisar las actividades del departamento de mantenimiento como también garantizar el buen funcionamiento y conservación de la maquinaria de la planta.• Responsabilidades específicas<ol style="list-style-type: none">a) Organizar, planificar, programar, distribuir y supervisar los trabajos que debe realizar el departamento de mantenimiento.b) Verificar la existencia de materiales, repuestos e insumos para desarrollar las actividades programadas.c) Presentar informes semanales de mantenimiento.d) Controlar y evaluar el programa de mantenimiento.e) Archivar y controlar las fichas técnicas de registro de cada máquina.f) Archivar y controlar las fichas históricas.g) Archivar las órdenes de trabajo.h) Diseñar y controlar los reportes de gastos por máquina.i) Capacitar al personal para el uso de la documentación del programa de mantenimiento preventivo.	

Tabla VII. Descripción de funciones del supervisor de mantenimiento (continuación)

<ul style="list-style-type: none">j) Llevar un control de costos por paros no programados, mano de obra y pérdida de producción.k) Estudiar las actividades ejecutadas y entregar un informe al jefe de producción.• Requisitos<ul style="list-style-type: none">a) Título a nivel medio en la especialización de bachiller industrial y perito en mecánica industrial o electricidad industrial.b) Estudios universitarios en la especialización de ingeniería mecánica (preferiblemente).• Experiencia<ul style="list-style-type: none">a) Relación con industrias harineras.b) Instalación y mantenimiento de maquinaria industrial.c) Experiencia en manejo de trámites administrativos de un departamento de mantenimiento.d) Experiencia en instalaciones eléctricas.e) Experiencia laboral mínima de 3 años en puesto similar.


Fuente: Diseño de reestructuración del departamento de mantenimiento

Tabla VIII. Descripción de funciones del mecánico industrial

<p>Planta de alimentos para animales “Del Prado”, S.A.</p> <p>Departamento de mantenimiento</p> <p>Puesto No. 2</p> <p>MECÁNICO INDUSTRIAL</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Unidad: Departamento de mantenimiento.• Título del puesto: Mecánico industrial.• Supervisa a: Ayudante de mecánicos.• Responsable ante: Supervisor de mantenimiento.• Función básica: Realizar los trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo a todas las máquinas industriales de la planta.• Responsabilidades específicas.<ul style="list-style-type: none">a) Desarrollar trabajos de mantenimiento programados.b) Llenar las hojas de control para los reportes de los trabajos de mantenimiento.c) Reportar cualquier falla al supervisor de mantenimiento.d) Desarrollar las rutinas de mantenimiento.• Requisitos<ul style="list-style-type: none">a) Título de bachiller industrial y perito en mecánica general, mecánica eléctrica o mantenimiento.• Experiencia<ul style="list-style-type: none">a) Experiencia mínima de dos años en mantenimiento de máquinas industriales, calderas, compresores, motores eléctricos, lubricación y soldadura.	


Fuente: Diseño de reestructuración del departamento de mantenimiento

Tabla IX. Descripción de funciones del mecánico electricista

<p>Planta de alimentos para animales “Del Prado”, S.A.</p> <p>Departamento de mantenimiento</p> <p>Puesto No. 3</p> <p>MECÁNICO ELECTRICISTA</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Unidad: Departamento de mantenimiento.• Título del puesto: Mecánico electricista.• Supervisa a: Ayudante de mecánicos.• Responsable ante: Supervisor de mantenimiento.• Función básica: Realizar los trabajos de mantenimiento eléctrico preventivo y correctivo a todas las máquinas industriales de la planta y mantener en óptimas condiciones toda la red eléctrica de las diferentes áreas de trabajo.• Responsabilidades específicas<ul style="list-style-type: none">a) Desarrollar los trabajos de mantenimiento programados.b) Llenar las hojas de control para los reportes de los trabajos de mantenimiento.c) Reportar cualquier falla al supervisor de mantenimiento.d) Desarrollar el mantenimiento correctivo y preventivo de todo el sistema y equipo eléctrico.• Requisitos<ul style="list-style-type: none">a) Título de bachiller industrial y perito en electricidad.• Experiencia<ul style="list-style-type: none">a) Experiencia mínima de dos años en mantenimiento de motores eléctricos y red eléctrica en general.	

Fuente: Diseño de reestructuración del departamento de mantenimiento

Tabla X. Descripción de funciones del ayudante de mecánicos

<p>Planta de alimentos para animales “Del Prado”, S.A.</p> <p>Departamento de mantenimiento</p> <p>Puesto No. 4</p> <p>AYUDANTE DE MECÁNICOS</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Unidad: Departamento de mantenimiento.• Título del puesto: Ayudante de mecánicos.• Supervisa a: Ninguno.• Responsable ante: Mecánico industrial y mecánico electricista.• Función básica: Auxiliar al mecánico de mantenimiento industrial y al mecánico electricista en las tareas de mantenimiento que estas personas realizan.• Responsabilidades específicas<ul style="list-style-type: none">a) Desarrollar los trabajos de mantenimiento programados.b) Llenar las hojas de control para los informes de los trabajos de mantenimiento.c) Reportar cualquier falla al supervisor de mantenimiento.d) Desarrollar las rutinas de mantenimiento.e) Ayudar al mecánico de mantenimiento industrial y al mecánico electricista en las actividades que estas personas realizan dentro de la planta.• Requisitos<ul style="list-style-type: none">a) Título de bachiller industrial y perito en mecánica general, mecánica eléctrica o mantenimiento industrial.• Experiencia<ul style="list-style-type: none">a) No indispensable	

Fuente: Diseño de reestructuración del departamento de mantenimiento

3.1.3. Cobertura del programa

El programa de mantenimiento preventivo abarcará toda el área de producción, la elección de dicha área se debe a los paros continuos de las máquinas y al alto costo de mantenimiento correctivo en repuestos y materiales. Al implementar un programa de mantenimiento preventivo en toda el área de producción permitirá evaluar los costos de mantenimiento y observar si hay un aumento o una disminución y con ello determinar la continuidad del programa.

Las líneas de producción que se contemplan abarcar con el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo son:

- Línea de materia prima para el almacenamiento de afrecho (LMPA).
- Línea de materia prima para el almacenamiento de soya (LMPS).
- Línea de materia prima para la molienda y almacenamiento de maíz (LMPM).
- Línea de peletizado (LP).
- Línea finalizadora (LF).
- Línea de mezclado principal (LP_LF).

3.1.4. Normas generales

Para el buen desarrollo del programa de mantenimiento preventivo, este debe ser reconocido como un factor importante en el desempeño de la producción, como también una parte indispensable en el mantenimiento y el medio que garantizará la confianza de cualquier máquina.

Para alcanzar los objetivos trazados en un programa de mantenimiento preventivo, es necesario que el departamento de mantenimiento, cuente con un buen sistema de administración, planeación, programación, adiestramiento, informes de control de actividades y talleres con herramientas.

Para planificar los trabajos de mantenimiento preventivo se deben seguir las siguientes normas:

- Definir la prioridad de los trabajos de mantenimiento.
- Establecer los objetivos del mantenimiento.
- Determinar los recursos a utilizar para cumplir con dichos objetivos.
- Determinar la metodología de acción.
- Determinar el presupuesto con el que se cuenta.
- Determinar los costos del programa, comparando la reducción de costos de mantenimiento con el incremento del rendimiento de la maquinaria.

Es importante mencionar que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo debe de hacerse con mucha cautela, para evitar que el costo de mantenimiento preventivo supere al mantenimiento correctivo.

Los resultados de un programa de mantenimiento preventivo se reflejan en una producción continua y una reducción en los costos de mantenimiento.

3.1.4.1. Definición de prioridad de las tareas de mantenimiento

Para poder establecer las prioridades de los trabajos o tareas de mantenimiento es necesario conocer el tiempo de ejecución de un trabajo de mantenimiento. Este tiempo permite asignar una carga de trabajo adecuada para cada uno de los mecánicos del departamento de mantenimiento.

Las prioridades de los trabajos se evalúan por medio de una orden de trabajo (ver figura 43), en la cual el supervisor de mantenimiento indica la prioridad del trabajo y la metodología que se tendrá que realizar.

La prioridad indica el orden de la realización de la orden de trabajo, las prioridades que se contemplan son las siguientes:

1. Trabajo con prioridad de emergencia: son los trabajos que de no atenderse lo más pronto posible, ponen en peligro el funcionamiento de la planta y la seguridad de los trabajadores. Este tipo de trabajo se analiza por parte del supervisor de mantenimiento, con el fin de establecer las soluciones y asignar este tipo de trabajo a las personas indicadas para su pronta ejecución. Los mecánicos encargados de realizar dicho trabajo, deberán de abandonar inmediatamente las actividades programadas. Se debe de proporcionar a los mecánicos todo el equipo necesario, para la pronta solución de este tipo de falla. Este tipo de trabajos no se programan pero se debe de almacenar toda la información del trabajo realizado para que se incluya en el reporte semanal de mantenimiento (ver figura 40) y en la ficha histórica de la máquina en estudio (ver figura 39).
2. Trabajo con prioridad de urgencia: son los trabajos que requieren que su realización sea ejecutada en un lapso menor de 48 horas posterior a su requisición. Cuando se solicita un trabajo con esta prioridad, el supervisor de mantenimiento tiene el tiempo necesario para evaluar y adecuar su programa de mantenimiento semanal de tal forma que las actividades de urgencia puedan ser ejecutadas lo antes posible. Al concluir un trabajo con prioridad de urgencia, se debe de continuar con el desarrollo de las actividades programadas de mantenimiento. Los trabajos de urgencia como los de emergencia no se programan pero se debe de almacenar toda la información del trabajo realizado, para que se incluya en el reporte semanal de mantenimiento (ver figura 40) y en la ficha histórica de la máquina en estudio (ver figura 39).

3. Trabajo con prioridad corto: son los trabajos que para su ejecución no requieren de materiales de repuesto, su ejecución se debe de llevar a cabo en un lapso menor o igual a una hora y por su naturaleza surge de improviso, por lo cual no se puede programar. El supervisor de mantenimiento al recibir una de orden de trabajo (ver figura 43) con esta prioridad, deberá de asignar este tipo de trabajo al mecánico que tenga menor carga de trabajo, para no afectar el desarrollo del programa semanal de mantenimiento. Todo trabajo de esta magnitud debe de generar información para que se incluya en el reporte semanal de mantenimiento (ver figura 40) y en la ficha histórica de la máquina en estudio (ver figura 39).

4. Trabajo con prioridad normal: son todos los trabajos de carácter preventivo o correctivo que se han programado para que se ejecuten durante la semana de trabajo, bajo una fecha y un lapso de ejecución determinado. Este tipo de trabajo debe ser programado por el supervisor de mantenimiento y se refiere básicamente a las actividades que se hacen referencia en los manuales de mantenimiento preventivo como a las actividades solicitadas por el jefe de producción. Las fechas y horas programadas para la ejecución de este tipo de trabajos se deben de presentar al jefe de producción para que se realicen los cambios si estos fueren necesarios, con el fin de no interrumpir las jornadas de producción. Este tipo de trabajo generará información para que se incluya en el reporte semanal de mantenimiento (ver figura 40) y en la ficha histórica de la máquina en estudio (ver figura 39).

3.2. Inventario de máquinas

La creación de un inventario físico de máquinas permite conocer de una forma clara y sencilla los datos principales de cada máquina y determinar el grado de importancia de cada una dentro de la planta.

El inventario físico de la maquinaria fue tomado por medio de fichas técnicas de registro.

Los datos que se describen en el inventario de la maquinaria (ver tabla XI) son los siguientes:

1. Área: identifica el área de trabajo en la cual se localiza la máquina.
2. Nombre : se refiere al nombre de la máquina
3. Marca: casa constructora de la máquina.
4. Código de mantenimiento: es el conjunto de cuatro palabras y una cifra numérica de dos dígitos que se utiliza para identificar la localización exacta de la máquina en estudio. El significado de cada una de las cuatro palabras es la siguiente: la primera palabra identifica el área de trabajo a la cual pertenece la máquina en estudio, la segunda palabra identifica la línea de producción a la cual pertenece la máquina en estudio, la tercera palabra identifica la marca de la casa constructora de la máquina en estudio, la cuarta palabra identifica mediante una palabra corta o una abreviatura el nombre de la máquina en estudio y la cifra numérica de dos dígitos identifica el número correlativo de la máquina en estudio con el fin de diferenciar una máquina del mismo diseño con otra.

Tabla XI. Inventario de la maquinaria

Área	Nombre	Marca	Código de mantenimiento
S1	Caldera	Cleaver Brooks	S1 LP BOILER CALDERA
S1	Quemador	Power Flame	S1 LP PFB QUEMADOR
S1	Motor eléctrico	Baldor	S1 LP BALDOR ME 1
S1	Bomba centrifuga		S1 LP BOMBA C 1
S1	Motor eléctrico	General & Electric	S1 LP G&E ME 2
S1	Cilindro azul		S1 LP DEPOSITO 1
S1	Cilindro gris		S1 LP DEPOSITO 2
S1	Bomba hidráulica		S1 LP BOMBA H 2
S1	Motor eléctrico	Lite line	S1 LP LITE LINE A ME 3
S1	Distribuidor de vapor		S1 DV
S1	Silo pequeño		S1 LP SILO PT 1
S1	Separador vibrante		S1 LP ZARANDA
S1	Motor eléctrico	Lite line A	S1 LP LITE LINE A ME 4
S1	Ventilador industrial	Miag	S1 LP MIAG VEIN 1
S1	Motor eléctrico	Baldor	S1 LP BALDOR ME 5
S1	Elevador de cangilones		S1 LP ELEVADOR 1
S1	Motor eléctrico		S1 LP ME 6
S1	Enfriadora	Buhler	S1 LP BUHLER ENFRIADORA
S1	Motovibrador	Magnetic	S1 LP MAGNETIC MVBR 1
S1	Ventilador industrial		S1 LP VEIN 2
S1	Motor eléctrico	Ercole Marelli	S1 LP ERCOLE MARELLI ME 7
S1	Filtro de aire		S1 LP FILTRO 1
S1	Válvula rotatoria		S1 LP VR 1
S1	Motor eléctrico	Hinz	S1 LP HINZ ME 8
S1	Caja reductora	Hinz	S1 LP HINZ CR 1
S1	Elevador de cangilones		S1 LP ELEVADOR 2
S1	Motor eléctrico	Nord	S1 LP NORD ME 9
S1	Peletizadora	Miag	S1 LP MIAG PELETIZADORA
S1	Motor eléctrico	Asea	S1 LP ASEA ME 10
S1	Motor eléctrico	Schorch	S1 LP SCHORCH ME 11
S1	Motor eléctrico	Eurodrive	S1 LP EURODRIVE ME 12
S1	Caja reductora	Eurodrive	S1 LP EURODRIVE CR 2
S1	Válvula rotatoria	Buhler	S1 LMPM BUHLER VR 2
S1	Motor eléctrico	Lander Bulach	S1 LMPM LANDER ME 13
S1	Transportador helicoidal		S1 LP TSF 1

Tabla XI. Inventario de la maquinaria (continuación)

Área	Nombre	Marca	Código de mantenimiento
S1	Motor eléctrico	Weg	S1 LP WEG ME 14
S1	Caja reductora	Ceremial	S1 LP CEREMIAL CR 3
S1	Transportador helicoidal		S1 LP TSF 2
S1	Motor eléctrico	Bauer	S1 LP BAUER ME 15
S1	Caja reductora		S1 LP CR 4
S1	Transportador helicoidal		S1 LMPM TSF 3
S1	Motor eléctrico	Weg	S1 LMPM WEG ME 16
S1	Caja reductora	Ceremial	S1 LMPM CEREMIAL CR 5
S1	Transportador helicoidal		S1 LMPS TSF 4
S1	Motor eléctrico	Sthepan Werke	S1 LMPS STHEPAN ME 17
S1	Caja reductora	Henry	S1 LMPS HENYA CR 6
S1	Elevador de cangilones		S1 LMPS ELEVADOR 3
S1	Motor eléctrico	Bauer	S1 LMPS BAUER ME 18
S1	Ventilador industrial		S1 LMPM VEIN 3
S1	Motor eléctrico	BBC Brown	S1 LMPM BBC ME 19
S1	Filtro de mangas.	Buhler	S1 LMPM BUHLER FDM
S1	Válvula rotatoria	Buhler	S1 LMPM BUHLER VR 3
S1	Tablero eléctrico		S1 TME 1
S1	Tablero eléctrico		S1 TME 2
S1	Tablero eléctrico		S1 TME 3
S1	Tablero eléctrico		S1 TME 4
S1	Tablero eléctrico		S1 TME 5
S1	Tablero eléctrico		S1 TME 6
S1	Tablero eléctrico		S1 TME 7
S1	Tablero eléctrico		S1 TME 8
S1	Tablero eléctrico		S1 TME 9
S2	Compresor	Quincy	S2 QUINCY COMPRESOR 1
S2	Motor eléctrico	Baldor	S2 BALDOR ME 20
S2	Compresor	Sanborn	S2 LMPM SANBORN COMPRESOR 2
S2	Motor eléctrico	Weg	S2 LMPM WEG ME 21
S2	Elevador de cangilones		S2 LP_LF ELEVADOR 4
S2	Motor eléctrico		S2 LP_LF ME 22
S2	Finalizadora		S2 LP_LF FINALIZADORA
S2	Motor eléctrico	WEG	S2 LP_LF WEG ME 23
S2	Envasadora		S2 LF ENVASADORA
S2	Motor eléctrico	Lite Line A	S2 LF LITE LINE A ME 24
S2	Blender		S2 LF BLENDER
S2	Motor eléctrico	General & Electric	S2 LF G&E ME 25

Tabla XI. Inventario de la maquinaria (continuación)

Área	Nombre	Marca	Código de mantenimiento
S2	Motor eléctrico	Baldor	S2 LF BALDOR ME 26
S2	Filtro de imanes	Chema Perm	S2 LMPM CHEMA PERM FDI
S2	Transportador de banda		S2 BODEGA TMBE
S2	Motor eléctrico	Weg	S2 BODEGA WEG ME 27
S2	Tablero eléctrico		S2 TME 10
S2	Tablero eléctrico		S2 TME 11
S2	Tablero eléctrico		S2 TME 12
S2	Tablero eléctrico		S2 TME 13
S2	Tablero eléctrico		S2 TME 14
S2	Tablero eléctrico		S2 TME 15
S2	Tablero eléctrico		S2 TME 16
S3	Transportador helicoidal		S3 LP_LF TSF 5
S3	Motor eléctrico	Abb	S3 LP_LF ABB ME 28
S3	Caja reductora.	Abb	S3 LP_LF ABB CR 7
S3	Transportador helicoidal		S3 LP_LF TSF 6
S3	Motor eléctrico	Westinghouse	S3 LP_LF WESTINGHOUSE ME 29
S3	Caja reductora	Westinghouse	S3 LP_LF WESTINGHOUSE CR 8
S3	Transportador helicoidal		S3 LP_LF TSF 7
S3	Motor eléctrico	Motovario	S3 LP_LF MOTOVARIO ME 30
S3	Caja reductora	Motovario	S3 LP_LF MOTOVARIO CR 9
S3	Mezcladora	Sprout Waldron	S3 LP_LF SPROUT MEZCLADORA
S3	Motor eléctrico	Westinghouse	S3 LP_LF WESTINGHOUSE ME 31
S3	Molino de maíz		S3 LMPM MOLINO 1
S3	Motor eléctrico	Weg	S3 LMPM WEG ME 32
S3	Molino de maíz		S3 LMPM MOLINO 2
S3	Motor eléctrico	Weg	S3 LMPM WEG ME 33
S3	Bomba de melaza	Viking	S3 LF VIKING BOMBA 3
S3	Motor eléctrico	Weg	S3 LF WEG ME 34
S3	Tablero eléctrico		S3 TME 17
S3	Tablero eléctrico		S3 TME 18
S3	Tablero eléctrico		S3 TME 19
S3	Tablero eléctrico		S3 TME 20
S4	Elevador de cangilones		S4 LMPM ELEVADOR 5
S4	Motor eléctrico	Weg	S4 LMPM WEG ME 35
S4	Elevador de cangilones		S4 LMPM ELEVADOR 6
S4	Motor eléctrico	Weg	S4 LMPM WEG ME 36
S4	Transportador helicoidal		S4 LMPM TSF 11
S4	Motor eléctrico	Weg	S4 LMPM WEG 43

Tabla XI. Inventario de la maquinaria (continuación)

Área	Nombre	Marca	Código de mantenimiento
S4	Transportador helicoidal		S4 LMPM TSF 12
S4	Motor eléctrico	Nord	S4 LMPM NORD ME 107
S4	Caja reductora		S4 LMPM CR 14
S4	Transportador helicoidal		S4 LMPM TSF 13
S4	Motor eléctrico		S4 LMPM ME 108
S4	Caja reductora		S4 LMPM CR 15
S5	Silo		S5 LMPA SILO 1
S5	Motovibrador	Magnetic	S5 LMPA MAGNETIC MVBR 2
S5	Silo		S5 LMPA SILO 2
S5	Motovibrador	Magnetic	S5 LMPA MAGNETIC MVBR 3
S5	Silo		S5 LMPA SILO 3
S5	Motovibrador	Magnetic	S5 LMPA MAGNETIC MVBR 4
S5	Silo		S5 LMPA SILO 4
S5	Motovibrador	Magnetic	S5 LMPA MAGNETIC MVBR 5
S5	Transportador helicoidal		S5 LMPA TSF 8
S5	Motor eléctrico	Motovario	S5 LMPA MOTOVARIO ME 37
S5	Caja reductora	Motovario	S5 LMPA MOTOVARIO CR 10
S5	Transportador helicoidal		S5 LMPA TSF 9
S5	Motor eléctrico		S5 LMPA ME 38
S5	Elevador de cangilones		S5 LMPA ELEVADOR 7
S5	Motor eléctrico	Leroy Somer	S5 LMPA LEROY SOMER ME 39
S5	Caja reductora	Leroy Somer	S5 LMPA LEROY SOMER CR 11
S5	Transportador helicoidal		S5 LMPA TSF 10
S5	Motor eléctrico		S5 LMPA ME 40
S5	Motor eléctrico	Eurodrive	S5 LMPA EURODRIVE ME 41
S5	Caja reductora	Eurodrive	S5 LMPA EURODRIVE CR 12
S5	Tablero eléctrico		S5 TME 21
S5	Tablero eléctrico		S5 TME 22
S5	Tablero eléctrico		S5 TME 23
S5	Tablero eléctrico		S5 TME 24
S6	Transportador de banda		S6 BODEGA TBE
S6	Motor eléctrico	Motovario	S6 BODEGA MOTOVARIO ME 42
S6	Caja reductora	Motovario	S6 BODEGA MOTOVARIO CR 13

Fuente: Visitas al área de producción de planta Del Prado, S.A.

3.3. Diseño de la documentación a emplear

Un programa de mantenimiento preventivo debe de contemplar el diseño y creación de formatos o fichas, con el objetivo de llevar un control sobre los trabajos de mantenimiento que se deben de ejecutar en la maquinaria de la planta.

3.3.1. Recopilación de tareas de mantenimiento

La recopilación de las tareas o rutinas de mantenimiento de una máquina nueva que se instale dentro de la planta, deberá de anotarse en la ficha correspondiente. Toda la información escrita en la ficha de recopilación de tareas de mantenimiento (ver figura 37), será utilizada para que la máquina en estudio ingrese al programa de mantenimiento preventivo. La documentación básica a crear será: manual de rutinas de mantenimiento preventivo, ficha técnica de registro (ver figura 42), ficha histórica de mantenimiento (ver figura 39) y ficha de programación de tareas de mantenimiento preventivo (ver figura 38).

Figura 37. Ficha de recopilación de tareas de mantenimiento preventivo

Planta de alimentos para animales “Del Prado”, S.A.				
Departamento de mantenimiento				
Ficha de recopilación de tareas de mantenimiento preventivo				
Ficha No: _____				
Nombre de la máquina:		Marca de la máquina:		
Fecha de ingreso:		Área:		
Línea de producción:		Código de mantenimiento:		
Descripción de básica de funcionamiento:				
No. Tarea	Descripción	Elemento	Frecuencia	Repuestos
F. _____ Mecánico		F. _____ Supervisor de mantenimiento		

Fuente: Diseño de ficha de recopilación de tareas de mantenimiento preventivo

3.3.2. Diseño de manuales y fichas para el programa de mantenimiento preventivo

Cuando la forma de ejecutar las tareas de mantenimiento reúne la experiencia práctica de los mecánicos familiarizados con la maquinaria de la planta, con el conocimiento teórico que aporta la ingeniería mecánica, se logra obtener muy buenos resultados. Es por dicho motivo que es necesario el diseñar manuales de mantenimiento preventivo con el fin de recopilar todas las tareas de mantenimiento que ayuden a conservar el buen funcionamiento de la maquinaria.

El diseño y creación de fichas para llevar el control de la programación de los trabajos de mantenimiento ayudará a conocer que es lo que debe de realizarse durante la semana de trabajo.

A continuación se presenta la documentación a emplear en la implementación y desarrollo del programa de mantenimiento preventivo.

- Manual de procedimientos de mantenimiento.
- Ficha de programación de rutinas de mantenimiento.
- Ficha histórica.
- Ficha de informe semanal de trabajo.
- Ficha de control de paros.

3.3.2.1. Manual de procedimientos de mantenimiento

Un manual de mantenimiento expone de manera clara lo más sustancial con respecto a la manera más adecuada de realizar un trabajo de mantenimiento preventivo.

Un manual de mantenimiento preventivo expone los trabajos que se deben de ejecutar sobre la máquina en estudio, con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento de la misma. Los trabajos que se describen en un manual de mantenimiento son diseñados bajo los cinco principios básicos del mantenimiento preventivo que son: sustitución, limpieza, lubricación, ajustes e inspección.

La clasificación de los trabajos de mantenimiento que se presentan en un manual de mantenimiento preventivo son los siguientes:

1. Trabajo de mantenimiento mecánico: este tipo de trabajos se limita a las siguientes acciones: inspeccionar los ajustes de tornillos, medir la tensión en una faja trapezoidal, graduar piezas mecánicas e inspeccionar el buen funcionamiento de la máquina en estudio.
2. Trabajo de mantenimiento eléctrico: este tipo de trabajos se limita a las siguientes acciones: realizar mediciones de voltaje, realizar mediciones de corriente, realizar mediciones de continuidad eléctrica y comprobar el buen funcionamiento de todo dispositivo eléctrico instalado en la máquina en estudio.
3. Trabajos de sustitución: este tipo de trabajos se enfoca únicamente al reemplazo de piezas como lo pueden ser: tornillos, cojinetes, fajas trapezoidales, engranajes, mangas, etc. La frecuencia de reemplazo estará en función de la opinión experta de un mecánico o por la casa fabricante de la máquina en estudio.
4. Trabajos de limpieza: este tipo de trabajos se enfoca únicamente a eliminar partículas adheridas en el cuerpo de la máquina tanto de forma externa como interna, para evitar fallos en el funcionamiento de la máquina en estudio.

5. Trabajos de lubricación: este tipo de trabajos se limita a evitar el desgaste de piezas mecánicas en continuo contacto mediante la aplicación del aceite o grasa lubricante adecuado para la pieza mecánica en estudio.

Un manual de mantenimiento preventivo indica el tipo de trabajo a realizar, el elemento sobre el cual se desarrollará el trabajo, la frecuencia del mismo, la especificación de quien lo tiene que ejecutar y los materiales a utilizar. El programa de trabajo para cada máquina se describe de una manera clara dentro de cada manual y es como el que se describe a continuación en las tablas XII a la XXXIV.

Tabla XII. Mantenimiento preventivo para bombas hidráulicas

Trabajo A realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del buen funcionamiento de la bomba	Bomba	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, la bomba este totalmente apagada	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa del cuerpo de la bomba	Bomba	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Engrasar los cojinetes de la bomba mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, Wipe
Limpieza del filtro de partículas sólidas instalada en la salida de la cisterna de agua	Filtro	Mecánico	Mensual	Wipe, juego de llaves
Realizar una inspección visual acerca de la integridad física de los empaques y sellos de bronce	Empaques y sellos de bronce	Mecánico	Cada 6 meses	Wipe, juego de llaves
Realizar una inspección visual acerca del desgaste de los tacos en el mecanismo de acople	Acople y Tacos	Mecánico	Cada 6 meses	Wipe, juego de llaves
Limpieza interna de la cisterna de agua	Cisterna	Mecánico	Anual	Cepillos, wipe
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multimetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XIII. Mantenimiento preventivo para caldera

Trabajo A realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Purgar la caldera	Llave de purga	Mecánico	Diario	
Purgar la columna de agua mediante la llave Mc donnell	Llave de paso	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, la caldera este totalmente apagada	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa del cuerpo de la caldera	Caldera	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Realizar una prueba de funcionamiento de la válvula de seguridad	Válvula de seguridad	Mecánico	Cada 2 semanas	
Limpieza interna de la boquilla o mecha del quemador	Boquilla del quemador	Mecánico	Mensual	Wipe, juego de llaves
Limpieza interna de los filtros de combustible del quemador	Filtros de combustible	Mecánico	Mensual	Wipe, llaves hexagonales, juego de llaves
Comprobar el buen funcionamiento de la botonera de arranque de la caldera y del quemador de combustible	Botoneras de arranque	Electricista	Mensual	Multimetro, limpia contactos, wipe
Realizar una inspección visual acerca de la integridad física de los empaques	Empaques	Mecánico	Anual	Wipe

Tabla XIII. Mantenimiento preventivo para caldera (continuación)

Trabajo A realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Localizar incrustaciones en los tubos internos	Tubos internos	Mecánico	Anual	Wipe, desarmadores, cincel, martillo
Localizar picaduras en los tubos internos	Tubos internos	Mecánico	Anual	Wipe
Localizar ampollas en los tubos internos	Tubos internos	Mecánico	Anual	Wipe
Limpieza minuciosa de los tubos internos	Tubos internos	Mecánico	Anual	Wipe, compresor portátil
Limpieza interna de la caldera	Caldera	Mecánico	Anual	Wipe, compresor portátil
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Mecánico	Anual	Multímetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XIV. Mantenimiento preventivo para compresores de aire

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Medir la presión de trabajo	Manómetro	Mecánico	Diario	
Limpiar el depósito de impurezas acumuladas en la parte inferior del compresor	Deposito de impurezas	Mecánico	Diario	
Realizar una inspección visual acerca del buen funcionamiento del compresor	Compresor	Mecánico	Diario	
Realizar una inspección visual acerca de la integridad física del carter de protección	Carter de protección	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, el compresor este totalmente apagado	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Medir el nivel de aceite de la caja mecánica mediante el visor	Caja mecánica	Mecánico	Diario	Wipe, Aceite Quin – Cip, juego de llaves
Realizar una inspección visual acerca de la existencia de fugas de aceite en la caja mecánica	Caja mecánica	Mecánico	Diario	Wipe
Limpieza externa del cuerpo del compresor	Compresor	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Medir la tensión de la faja trapecoidal	Faja trapecoidal	Mecánico	Mensual	Juego de llaves

Tabla XIV. Mantenimiento preventivo para compresores de aire (continuación)

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar el ajuste de poleas	Poleas	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Realizar una inspección visual y auditiva para la localización de fugas de aire comprimido	Compresor	Mecánico	Mensual	Wipe, sikaflex
Limpieza interna del filtro de aire	Filtro de aire	Mecánico	Mensual	Juego de llaves, wipe
Cambio de aceite de la caja mecánica	Caja mecánica	Mecánico	Cada 6 meses	Wipe, Aceite Quin – Cip, juego de llaves
Comprobar el buen funcionamiento del manómetro de presión	Manómetro	Mecánico	Cada 6 meses	
Comprobar del buen funcionamiento de la botonera de arranque	Botonera de arranque	Electricista	Cada 6 meses	Multimetro, limpia contactos eléctrico, wipe
Limpieza interna del filtro de humedad	Filtro de humedad	Mecánico	Cada 6 meses	Wipe, esponja, agua, jabón,
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multimetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XV. Mantenimiento preventivo para cajas reductoras

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Limpieza externa del cuerpo de la caja reductora	Caja reductora	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Realizar una inspección auditiva a los cojinetes de la caja reductora para verificar la integridad física de los mismos	Cojinetes	Mecánico	Cada 2 meses	
Medir el nivel de aceite mediante su respectivo visor	Caja reductora	Mecánico	Cada 4 meses	Aceite Texaco Thuban Gear SAE 140, wipe, juego de llaves
Limpieza interna del cuerpo de la caja reductora	Caja reductora	Mecánico	Anual	Wipe, solvente,
Cambiar el aceite lubricante de la caja reductora	Caja reductora	Mecánico	Cada 2 años	Wipe, Aceite SAE 140, juego de llaves

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XVI. Mantenimiento preventivo para elevadores de cangilones

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del buen funcionamiento del elevador de cangilones	Elevador de cangilones	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, el elevador de cangilones este totalmente apagado	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa sobre el cuerpo del elevador de cangilones	Elevador de cangilones	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Realizar una inspección visual sobre la película lubricante del juego de sprockets y cadena de transmisión de movimiento	Sprockets y cadena	Mecánico	Semanal	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar el conjunto de sprockets y cadena de transmisión de movimiento	Sprockets y cadena	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar los cojinetes de los ejes mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Cada 6 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Controlar la tensión del juego de fajas trapezoidales	Fajas trapezoidales	Mecánico	Cada 2 meses	Juego de llaves
Realizar el ajuste de poleas	Poleas	Mecánico	Cada 2 meses	Juego de llaves

**Tabla XVI. Mantenimiento preventivo para elevadores de cangilones
(continuación)**

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Controlar el ajuste de cojinetes	Cojinetes	Mecánico	Cada 3 meses	Juego de llaves
Controlar la tensión de la faja porta cangilones mediante su perno de ajuste	Faja porta cangilones	Mecánico	Cada 6 meses	Juego de llaves
Controlar la descarga de producto mediante la observación visual de los cangilones	Cangilones	Mecánico	Cada 6 meses	Juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multimetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XVII. Mantenimiento preventivo para máquina enfriadora

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del buen funcionamiento de la máquina enfriadora	Máquina enfriadora	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, la máquina enfriadora este totalmente apagada	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa sobre el cuerpo de la máquina enfriadora	Máquina enfriadora	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Realizar una inspección visual y auditiva para la localización de fugas de aire y materia prima	Tubería	Mecánico	Semanal	Wipe, sikaflex
Comprobar el buen funcionamiento de los finales de carrera eléctricos	Finales de carrera eléctricos	Electricista	Mensual	Multimetro, juego de llaves
Limpieza de las telas internas de la máquina enfriadora	Telas internas	Mecánico	Cada 3 meses	Wipe, cepillo, juego de llaves
Limpieza interna del cuerpo de la máquina enfriadora	Máquina enfriadora	Mecánico	Anual	Wipe, cepillo, juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multimetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XVIII. Mantenimiento preventivo para filtro de imanes

Trabajo A realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Limpieza interna del cuerpo del filtro de imanes permanentes para la extracción de elementos ferromagnéticos en el núcleo	Filtro de imanes permanentes	Mecánico	Cada 2 semanas	Wipe, juego de llaves

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XIX. Mantenimiento preventivo para tableros de mando eléctrico

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Limpieza externa sobre el cuerpo del tablero de mando eléctrico	Tablero de mando eléctrico	Electricista	Semanal	Wipe
Limpieza interna del tablero de mando eléctrico	Tablero de mando eléctrico	Electricista	Cada 2 semanas	Limpia contactos eléctrico, cinta de aislar, wipe
Pintar el cuerpo del tablero de mando eléctrico	Tablero de mando eléctrico	Electricista	Cada 2 años	Solvente, pintura, brocha, lija

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XX. Mantenimiento preventivo para máquina finalizadora

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Comprobar después de cada jornada de trabajo, la máquina finalizadora este totalmente apagada	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza interna de la camisa o envoltura del eje principal	Camisa o envoltura del eje principal	Mecánico	Diario	Wipe, cepillo, juego de llaves
Limpieza externa sobre el cuerpo de la máquina finalizadora	Máquina finalizadora	Mecánico	Diario	Wipe, esponja
Realizar una inspección visual para la localización de fugas de materia prima	Tubería	Mecánico	Semanal	Wipe, sikaflex
Lubricar los cojinetes del eje principal mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Cada 3 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Medir la tensión del juego de fajas trapecoidales	Fajas trapecoidales	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Realizar el ajuste de poleas	Poleas	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Realizar una inspección auditiva para corroborar el estado físico de los cojinetes	Cojinetes	Mecánico	Mensual	

Tabla XX. Mantenimiento preventivo para máquina finalizadora (continuación)

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del desgaste físico de las cuchillas del eje principal	Cuchillas	Mecánico	Anual	Juego de llaves
Realizar una inspección visual acerca del desgaste físico de la camisa o envoltura del eje principal	Camisa o envoltura del eje principal	Mecánico	Anual	Juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multímetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXI. Mantenimiento preventivo para máquina envasadora

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Comprobar después de cada jornada de trabajo, la máquina envasadora este totalmente apagada	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa sobre el cuerpo de la máquina envasadora	Máquina envasadora	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Limpieza interna de la máquina envasadora	Máquina envasadora	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja, cepillo, juego de llaves
Realizar una inspección visual para la localización de fugas de materia prima	Tubería	Mecánico	Semanal	Wipe, sikaflex
Lubricar los cojinetes del eje principal mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Medir la tensión del juego de fajas trapecoidales	Fajas trapecoidales	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Realizar el ajuste de poleas	Poleas	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Mecánico	Anual	Multimetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXII. Mantenimiento preventivo para máquina mezcladora

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del buen funcionamiento de la máquina mezcladora	Máquina mezcladora	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, la máquina mezcladora este totalmente apagada	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa sobre el cuerpo de la máquina mezcladora	Máquina mezcladora	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Limpieza interna de la máquina mezcladora	Máquina mezcladora	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja, cepillo, Juego de llaves
Realizar una inspección visual sobre la película lubricante del juego de sprockets y cadena de transmisión de movimiento	Sprockets y cadena	Mecánico	Semanal	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar el conjunto de sprockets y cadena de transmisión de movimiento	Sprockets y cadena	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar los cojinetes del eje principal mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Cambiar el aceite lubricante de la caja reductora	Caja reductora	Mecánico	Cada 6 semanas	Aceite Texaco Thuban Gear SAE 140, wipe, Juego de llaves

Tabla XXII. Mantenimiento preventivo para máquina mezcladora (continuación)

Trabajo A realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Medir la tensión del juego de fajas trapezoidales	Fajas trapezoidales	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Realizar el ajuste de poleas	Poleas	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Lubricar el conjunto de cremallera y piñón	Cremallera y piñón	Mecánico	Mensual	Grasa Shell Alvania EP 2, wiper
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multímetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXIII. Mantenimiento preventivo para molino de martillos

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del buen funcionamiento del molino de martillos	Molino de martillos	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, el molino de martillos este totalmente apagado	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Realizar una inspección visual acerca del desgaste de los tacos en el mecanismo de acople	Tacos y acople	Mecánico	Diario	
Realizar una inspección visual a una muestra de maíz molido para determinar el estado físico de la criba o camisa del molino de martillos	Criba o camisa del eje principal	Mecánico	Diario	
Realizar una inspección visual al conjunto de martillos para observar el grado de desgaste	Conjunto de martillos	Mecánico	Semanal	Juego de llaves, wipe
Limpieza externa sobre el cuerpo del molino de martillos	Molino de martillos	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Lubricar los cojinetes con base (chumaceras)	Chumacera	Mecánico	Cada 6 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe

Tabla XXIII. Mantenimiento preventivo para molino de martillos (continuación)

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Medir la tensión del juego de fajas trapecoidales	Fajas trapecoidales	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Realizar el ajuste de poleas	Poleas	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Sustituir la criba o camisa del eje principal	Criba o camisa del eje principal	Mecánico	Cada 6 meses	Juego de llaves, wiper
Sustituir el conjunto de martillos	Conjunto de martillos	Mecánico	Cada 6 meses	Juego de llaves, wiper
Limpieza interna del molino de martillos	Molino de martillos	Mecánico	Anual	Wiper, esponja, cepillo, juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multímetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXIV. Mantenimiento preventivo para motovibradores

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Limpieza externa sobre el cuerpo del motovibrador	Motovibrador	Electricista	Semanal	Wipe
Comprobar el buen funcionamiento del contactor magnético	Contactador magnético	Electricista	Mensual	Juego de llaves, multímetro, limpia contactos eléctrico
Comprobar el buen funcionamiento de la botonera de arranque	Botonera de arranque	Electricista	Mensual	Juego de llaves, multímetro, limpia contactos eléctrico
Medir el consumo de amperaje	Motovibrador	Electricista	Mensual	Multímetro
Barnizar el conjunto de bobinas del motovibrador	Conjunto de bobinas	Electricista	Anual	Barniz en spray, wipe, juego de llaves
Realizar una inspección auditiva a los cojinetes del motovibrador para verificar la integridad física de los mismos	Cojinetes	Electricista	Anual	
Limpieza interna del motovibrador	Motovibrador	Electricista	Anual	Wipe, juego de llaves
Pintar el cuerpo del motovibrador	Motovibrador	Electricista	Cada 2 años	Wipe, pintura, solvente, brocha

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXV. Mantenimiento preventivo para motores eléctricos

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Limpieza externa sobre el cuerpo del motor eléctrico	Motor eléctrico	Electricista	Semanal	Wipe
Comprobar el buen funcionamiento del contactor magnético	Contactador magnético	Electricista	Mensual	Juego de llaves, multímetro, limpia contactos eléctrico
Comprobar el buen funcionamiento de la botonera de arranque	Botonera de arranque	Electricista	Mensual	Juego de llaves, multímetro, limpia contactos eléctrico
Medir el consumo de amperaje	Motor eléctrico	Electricista	Mensual	Multímetro
Realizar una medición de vibraciones	Motor eléctrico	Electricista	Mensual	Desarmador grande
Realizar una inspección auditiva a los cojinetes del motor eléctrico para verificar la integridad física de los mismos	Cojinetes	Electricista	Cada 2 meses	
Lubricar los cojinetes mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Electricista	Cada 6 meses	Grasa Shell Alvania R3, wipe
Controlar el balanceo entre la carcasa del motor y el eje	Eje y carcasa	Electricista	Anual	Nivel de albañil

Tabla XXV. Mantenimiento preventivo para motores eléctricos (continuación)

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Limpiar el sistema de enfriamiento	Sistema de enfriamiento	Electricista	Anual	Wipe, cepillo, juego de llaves
Barnizar el conjunto de bobinas	Conjunto de bobinas	Electricista	Anual	Barniz en spray, wipe, juego de llaves
Realizar una inspección visual acerca del estado físico de los bushings	Bushings	Electricista	Anual	Juego de llaves
Limpieza interna del motor eléctrico	Motor eléctrico	Electricista	Anual	Wipe, juego de llaves
Pintar el cuerpo del motor eléctrico	Motor eléctrico	Electricista	Cada 2 años	Wipe, pintura, solvente, brocha

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXVI. Mantenimiento preventivo para filtro de mangas

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del buen funcionamiento del filtro de mangas	Filtro de mangas	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, el filtro de mangas este totalmente apagado	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa sobre el cuerpo del filtro de mangas	Filtro de mangas	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Realizar una inspección visual para la localización de fugas de materia prima	Tubería	Mecánico	Semanal	Wipe, sikaflex
Comprobar el buen funcionamiento de las electro válvulas neumáticas	Electro válvulas neumáticas	Electricista	Mensual	Wipe, multímetro, Juego de llaves
Limpieza interna del tablero electrónico	Tablero electrónico	Electricista	Mensual	Wipe, brocha, Juego de llaves
Limpieza interna del filtro de mangas	Filtro de mangas	Mecánico	Cada 6 meses	Wipe, esponja, cepillo, juego de llaves
Limpieza cada una de las 24 mangas del filtro	Mangas	Mecánico	Cada 6 meses	Cepillo, juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	electricista	Anual	Multímetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXVII. Mantenimiento preventivo para máquina peletizadora

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del buen funcionamiento de la máquina peletizadora	Máquina peletizadora	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, que la máquina peletizadora esté totalmente apagada	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa sobre el cuerpo de la máquina peletizadora	Máquina peletizadora	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Limpieza interna de la máquina peletizadora	Máquina peletizadora	Mecánico	Semanal	Wipe, cepillo, juego de llaves
Comprobar la separación correcta entre el rodillo principal y los rodillos secundarios	Rodillo principal y rodillos secundarios	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Comprobar el buen funcionamiento de los finales de carrera eléctricos	Finales de carrera eléctricos	Electricista	Mensual	Multímetro, juego de llaves
Lubricar los cojinetes del eje principal de la cámara de vapor mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Mensual	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar los cojinetes de los rodillos secundarios mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Mensual	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe

Tabla XXVII. Mantenimiento preventivo para máquina peletizadora (continuación)

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Lubricar los cojinetes de los rodillos principales mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Cada 2 meses	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar el eje principal	Eje principal	Mecánico	Cada 2 meses	Gasolina, grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Medir la tensión del juego de fajas trapecoidales principales	Fajas trapecoidales	Mecánico	Cada 2 meses	Juego de llaves
Realizar el ajuste de poleas principales	Poleas	Mecánico	Cada 2 meses	Juego de llaves
Medir la tensión del juego de fajas trapecoidales secundarias	Fajas trapecoidales	Mecánico	Cada 2 meses	Juego de llaves
Realizar el ajuste de poleas secundarias	Poleas	Mecánico	Cada 2 meses	Juego de llaves
Limpieza interna de la válvula anti - retorno	Válvula anti - retorno	Mecánico	Cada 3 meses	Wipe, juego de llaves
Limpieza interna de la válvula reguladora de vapor	Válvula reguladora de vapor	Mecánico	Cada 3 meses	Wipe, juego de llaves

Tabla XXVII. Mantenimiento preventivo para máquina peletizadora (continuación)

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Limpieza interna de las trampas de agua	Trampas de agua	Mecánico	Cada 4 meses	Wipe, juego de llaves
Sustituir el juego de retenedores del eje principal	Retenedores	Mecánico	Cada 6 meses	Juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multímetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXVIII. Mantenimiento preventivo para separador vibrante

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Comprobar después de cada jornada de trabajo, el separador vibrante este totalmente apagado	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa sobre el cuerpo del separador vibrante	Separador vibrante	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Realizar una inspección visual para la localización de fugas de materia prima	Tubería	Mecánico	Semanal	Wipe, sikaflex
Medir la tensión de la faja trapezoidal	Faja trapezoidal	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Lubricar los cojinetes de los ejes mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Mensual	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar el mecanismo de vibración	Mecanismo de vibración	Mecánico	Mensual	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Realizar una inspección visual para comprobar el estado físico de las mallas separadoras	Mallas separadoras	Mecánico	Cada 6 meses	Juego de llaves
Limpieza interna del separador vibrante	Separador vibrante	Mecánico	Anual	Wipe, cepillo, juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multimetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXIX. Mantenimiento preventivo para máquina blender

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Comprobar después de cada jornada de trabajo, la máquina blender esté totalmente apagada	Botone ra de arranque	Electricista	Diario	
Inspeccionar el buen funcionamiento del transportador helicoidal acoplado a la máquina blender	Transportador helicoidal	Mecánico	Diario	
Realizar una inspección visual para la localización de fugas de materia prima	Tubería	Mecánico	Diario	Wipe, sikaflex
Limpieza interna de la máquina blender	Máquina blender	Mecánico	Cada 3 días	Wipe, cepillo, juego de llaves
Limpieza externa sobre el cuerpo de la máquina blender	Máquina blender	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Lubricar los cojinetes del eje principal mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Medir la tensión del juego de fajas trapecoidales	Fajas trapecoidales	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Realizar el ajuste de poleas	Poleas	Mecánico	Mensual	Juego de llaves

Tabla XXIX. Mantenimiento preventivo para máquina blender (continuación)

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del desgaste de los tacos en el mecanismo de acople	Tacos y acople	Mecánico	Mensual	
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multimetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXX. Mantenimiento preventivo para transportadores helicoidales

Trabajo A realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Comprobar después de cada jornada de trabajo, el transportador helicoidal este totalmente apagado	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa sobre el cuerpo del transportador helicoidal	Transportador helicoidal	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Limpieza interna del transportador helicoidal	Transportador helicoidal	Mecánico	Semanal	Wipe, cepillo, Juego de llaves
Realizar una inspección visual para la localización de fugas de materia prima	Tubería	Mecánico	Semanal	Wipe, sikaflex
Realizar una inspección visual sobre la película lubricante del juego de sprockets y cadena de transmisión de movimiento	Sprockets y cadena	Mecánico	Semanal	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar los cojinetes del eje principal mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar el conjunto de sprockets y cadena de transmisión de movimiento	Sprockets y cadena	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe

Tabla XXX. Mantenimiento preventivo para transportadores helicoidales (continuación)

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca de la integridad física de los cojinetes deslizantes	Cojinetes deslizantes	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Medir la tensión del juego de fajas trapezoidales	Fajas trapezoidales	Mecánico	Cada 2 meses	Juego de llaves
Realizar el ajuste de poleas	Poleas	Mecánico	Cada 2 meses	Juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multímetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXXI. Mantenimiento preventivo para transportador de banda eléctrica

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Comprobar después de cada jornada de trabajo, el transportador de banda eléctrica este totalmente apagado	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza interna del transportador de banda eléctrica	Transportador de banda eléctrica	Mecánico	Semanal	Wipe, cepillo, juego de llaves
Realizar una inspección visual sobre la película lubricante del juego de sprockets y cadena de transmisión de movimiento	Sprockets y cadena	Mecánico	Semanal	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar el conjunto de sprockets y cadena de transmisión de movimiento	Sprockets y cadena	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar las chumaceras mediante los soportes engrasadores	Chumaceras	Mecánico	Cada 3 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Comprobar la tensión de la banda transportadora	Banda transportadora	Mecánico	Cada 4 meses	Juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multimetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXXII. Mantenimiento preventivo para transportador móvil de banda

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Comprobar después de cada jornada de trabajo, la transportadora móvil de banda este totalmente apagada	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Realizar una inspección visual sobre la película lubricante del juego de sprockets y cadena de transmisión de movimiento	Sprockets y cadena	Mecánico	Semanal	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Limpieza externa sobre el cuerpo de la transportadora móvil de banda eléctrica	Transportador móvil de banda eléctrica	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Lubricar el conjunto de sprockets y cadena de transmisión de movimiento	Sprockets y cadena	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Lubricar las chumaceras mediante los soportes engrasadores	Chumaceras	Mecánico	Cada 2 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Medir la tensión del juego de fajas trapecoidales	Fajas trapecoidales	Mecánico	Mensual	Juego de llaves

Tabla XXXII. Mantenimiento preventivo para transportador móvil de banda (continuación)

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar el ajuste de poleas	Poleas	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Comprobar la tensión de la banda transportadora	Banda transportadora	Mecánico	Cada 2 meses	Juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multímetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXXIII. Mantenimiento preventivo para válvulas rotatorias

Trabajo A realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del buen funcionamiento de la válvula rotaria	Válvula rotatoria	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, la válvula rotatoria este totalmente apagada	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa sobre el cuerpo de la válvula rotatoria	Válvula rotatoria	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Lubricar los cojinetes del eje principal mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Cada 3 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Comprobar la correcta alineación del rotor de la válvula rotatoria	Rotor	Mecánico	Anual	Juego de llaves
Limpieza interna de la válvula rotatoria	Válvula rotatoria	Mecánico	Anual	Wipe, cepillos, Juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multimetro

Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

Tabla XXXIV. Mantenimiento preventivo para ventiladores centrífugos

Trabajo a realizar	Elemento	Ejecuta	Frecuencia	Materiales y repuestos
Realizar una inspección visual acerca del buen funcionamiento del ventilador industrial	Ventilador industrial	Mecánico	Diario	
Comprobar después de cada jornada de trabajo, el ventilador industrial este totalmente apagado	Botonera de arranque	Electricista	Diario	
Limpieza externa sobre el cuerpo del ventilador industrial	Ventilador industrial	Mecánico	Semanal	Wipe, esponja
Lubricar los cojinetes del eje principal mediante los soportes engrasadores	Cojinetes	Mecánico	Cada 6 semanas	Grasa Shell Alvania EP 2, wipe
Medir la tensión del juego de fajas trapecoidales	Fajas trapecoidales	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Realizar el ajuste de poleas	Poleas	Mecánico	Mensual	Juego de llaves
Limpieza interna del ventilador industrial	Ventilador industrial	Mecánico	Anual	Wipe, cepillos, Juego de llaves
Revisar el sistema eléctrico	Sistema eléctrico	Electricista	Anual	Multimetro


Fuente: Diseño de rutinas de mantenimiento preventivo

3.3.2.2. Ficha de programación de rutinas de mantenimiento

Este documento presenta de forma clara y resumida los trabajos a realizar sobre la máquina en estudio, recomendando la frecuencia con la que se deben de ejecutar las rutinas (ver figura 38). Los datos que se registran en esta ficha son:

- Fecha de realización del trabajo de mantenimiento preventivo.
- Fecha de programación de la próxima visita.

Figura 38. Ficha de programación de rutinas de mantenimiento preventivo

	Ficha de programación de rutinas de mantenimiento preventivo	
	Cajas reductoras	
	Hoja No.	
	Marca:	Fecha de realización:
	No serie:	Mecánico:
	Área de trabajo:	Supervisor:
	Código de mantenimiento:	Firma de aprobación:

Trabajo a realizar	Fecha de realización	Próxima vi sita
(S) Limpieza externa		
(2M) Inspección de la integridad física de los cojinetes		
(4M) Inspección del nivel de aceite mediante visor		
(A) Limpieza interna		
(2A) Cambio de aceite de la caja reductora		

Observaciones: _____

Abreviaturas: D = Diario S = Semanal M = Mensual A = Anual


Fuente: Diseño de ficha de programación de rutinas de mantenimiento

3.3.2.3. Ficha histórica

Este documento se utiliza para archivar toda la información de los trabajos de mantenimiento que se han realizado acerca de la máquina en estudio, como también de los repuestos y herramientas que se utilizarón (ver figura 39). Toda esta información sirve para predecir fallas en el futuro y tener en bodega los repuestos necesarios. Los datos que se registran en esta ficha son:

- Nombre de la máquina, marca, número de serie, modelo, área de trabajo, fecha.
- Código de mantenimiento.
- Elemento: se refiere a la pieza mecánica sobre la cual se trabajo.
- Descripción del trabajo que se realizo.
- Número de repuestos utilizados.
- Repuestos utilizados.
- Costo del repuesto utilizado.
- Observaciones.

Figura 39. Ficha histórica

 Ficha histórica de mantenimiento Hoja No. _____						
Nombre de la máquina: _____			Modelo: _____			
Marca: _____			Línea de producción : _____			
No. de serie: _____			Código de mantenimiento: _____			
Área de trabajo: _____						
Fecha	Elemento	Descripción del trabajo	Número de repuestos	Repuestos utilizados	Costo	Observaciones


Fuente: Diseño de ficha de histórica

3.3.2.4. Ficha de informe de trabajo semanal

Este documento se utiliza para reportar todos los trabajos de mantenimiento que se realizaron durante la última semana de trabajo (ver figura 40). Los datos que se registran en esta ficha son:

- Período del informe.
- Número de informe.
- Número de orden de trabajo.
- Fecha de ejecución de la orden de trabajo.
- Nombre de la máquina, código de mantenimiento.
- Descripción del trabajo.
- Repuestos utilizados.
- Cantidad y costo de los repuestos utilizados.
- Tipo de mantenimiento: correctivo o preventivo.

Figura 40. Ficha de informe semanal de trabajo

		Informe semanal de mantenimiento						
								Hoja No. _____
Período de trabajo del: _____ al: _____								
Fecha	No. de orden de trabajo	Máquina	Código de mantenimiento	Descripción	Número de repuestos	Repuestos utilizados	Costo	Tipo de mantenimiento


Fuente: Diseño de ficha de informe semanal de trabajo

3.3.2.5. Ficha de control de paros

Este documento se utiliza para archivar la información detallada de los distintos paros que se producen en las máquinas debido a problemas mecánicos. Cada máquina debe de contar con su propia ficha de control de paros (ver figura 41). Los datos que se registran en esta ficha son:

- Nombre de la máquina, marca, número de serie, modelo, área de trabajo.
- No de informe.
- Código de mantenimiento.
- Fecha de paro.
- Motivo del paro.
- Duración del paro en minutos.
- Firmas.
- Observaciones.

Figura 41. Ficha de control de paros

 Ficha de control de paros					
Nombre de la máquina: _____ Marca: _____ No. de serie: _____ Área de trabajo: _____				Hoja No. _____ Modelo: _____ Línea de producción : _____ Código de mantenimiento: _____	
Fecha	Motivo	Duración	(f) Operario	(f) mantenimiento	Observaciones

Fuente: Diseño de ficha de control de paros

3.4. Control del programa de mantenimiento preventivo

Para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento que se han de realizar se contará con una metodología de acción a seguir, la cual estará apoyada con fichas o formatos para su respectivo control.

3.4.1. Metodología a utilizar en la ejecución de las rutinas de mantenimiento

La asignación de los trabajos de mantenimiento la ejecuta el supervisor de mantenimiento en función de las órdenes de trabajo recibidas y las fichas de programación de rutinas de mantenimiento.

La asignación se lleva a cabo por medio del siguiente procedimiento

1. El supervisor de mantenimiento revisa todas las ordenes de trabajo (ver figura 43), que se han recibido hasta el momento y las clasifica en función de la prioridad que presenten para su pronta ejecución.
2. El supervisor de mantenimiento revisa la ficha de programación de rutinas de mantenimiento preventivo de cada máquina (ver figura 38), para poder llenar las ordenes de trabajo que se ejecutarán durante la semana de trabajo.
3. Teniendo listas todas las ordenes de trabajo que se ejecutarán durante la semana, procede a anotar el número de las ordenes en la ficha de control de ordenes de trabajo (ver figura 45).
4. El supervisor entrega una copia de la ficha de control de ordenes de trabajo al jefe de producción, para que conjuntamente la evalúen y procedan a realizar los cambios correspondientes si fueren necesarios.

5. El supervisor de mantenimiento reúne a los mecánicos y les explica los trabajos de mantenimiento que han de realizar, mediante una copia de las órdenes de trabajo.
6. La asignación de los trabajos de mantenimiento a cada uno de los mecánicos debe ser de forma balanceada, con el fin de no saturar a los mecánicos con excesivas cargas de trabajo.
7. Cuando se ha terminado la ejecución de un trabajo de mantenimiento, se procede a llenar inmediatamente toda la documentación que se necesite para llevar un control de lo programado.
8. Cuando se ha terminado la semana de trabajo, el supervisor genera todos los informes necesarios para evaluar el rendimiento del programa de mantenimiento preventivo.

3.4.2 Fichas de control

Las fichas son los documentos de control que se utilizaran para el seguimiento y desarrollo del programa de mantenimiento preventivo, con la finalidad de registrar y almacenar todo trabajo de mantenimiento que se realice a la maquinaria de la planta. Las fichas de control a utilizar son:


- Ficha técnica de registro.
- Ficha de orden de trabajo.
- Ficha de control de costos.
- Ficha de control de órdenes de trabajo.

3.4.2.1. Ficha técnica de registro

En esta ficha se anotan todos los datos más importantes de la máquina en estudio. Esta ficha se utiliza como referencia para obtener información de una manera rápida sobre los repuestos recomendables y parámetros generales de funcionamiento de la máquina en estudio (ver figura 42). Los datos que se registran en esta ficha son:

- Nombre de la máquina, código de mantenimiento, área de trabajo, marca, modelo.
- Motor eléctrico, revoluciones por minuto, frecuencia, voltaje, amperaje, potencia.
- Repuestos recomendables: descripción, cantidad, código.

Figura 42. Ficha técnica de registro

 Ficha técnica de registro			
Equipo:		Página:	
Localización:		Codificación:	
Departamento:		Observaciones:	
Línea de producción:			
País de procedencia:		Modelo:	
Marca:		Tamaño:	
No de serie:			
Motor eléctrico			
Marca:		Codificación:	
Modelo:		No serie:	
Voltaje:		Hz:	
Amperaje:		Hp:	
Rpm:		Kw:	
Repuestos recomendables			
Cantidad	Descripción	Número	Código

Fuente: Diseño de ficha técnica de registro

3.4.2.2. Ficha de orden de trabajo

Este documento se utiliza para solicitar y autorizar un trabajo de mantenimiento, identificando la actividad que se debe realizar, especificando el tipo de trabajo y los repuestos a utilizar. El supervisor de mantenimiento mediante su firma es la única persona que puede autorizar la ejecución de una orden de trabajo. Los datos que se piden en una orden de trabajo deben de llenarse de forma clara ya que de la información que se tenga dependerá el éxito del programa de mantenimiento preventivo (ver figura 43).

Los datos que se registran en esta ficha son:

- Fecha y hora de solicitud.
- Número de orden de trabajo.
- Nombre de la persona quien solicita el trabajo de mantenimiento.
- Departamento que solicita el trabajo.
- Nombre de la máquina sobre la cual se trabajará.
- Código de mantenimiento de la máquina.
- Prioridad del trabajo a ejecutar.
- Nombre del mecánico asignado para la ejecución de la orden de trabajo.
- Hora de inicio y de conclusión del trabajo a ejecutar.
- Descripción del problema.
- Solución al problema.
- Descripción de los materiales y repuestos a utilizar.
- Firmas.

Figura 43. Ficha de orden de trabajo

Orden de trabajo			
No de orden:	Fecha de solicitud:		
Solicitado por:	Hora de solicitud:		
Departamento:	Sector:		
Máquina:	Código:		
Prioridad	1	2	3
Programación de la tarea de mantenimiento			
Asignado a	Hora de inicio	Hora de finalización	
Descripción del trabajo			
Falla: _____			
Causa: _____			
Solución: _____			
Materiales y repuestos			
Código	Descripción	Cantidad	Costo
F. _____ Solicitado		F. _____ Mantenimiento	
F. _____ Trabajo aceptado		F. _____ Mecánico encargado	
Hora y fecha de entrega: _____			
Definición de prioridades: 1 = Emergencia 2 = Urgencia 3 = Corto 4 = Normal			


Fuente: Diseño de ficha de orden de trabajo

3.4.2.3. Ficha de control de costos

Este documento se utiliza para generar reportes acerca de los costos de mantenimiento que se obtuvieron durante la semana de trabajo. Este tipo de información se utiliza para evaluar el programa de mantenimiento preventivo en función de los costos y se presenta semanalmente esta información al jefe de producción (ver figura 44). La información para llenar esta ficha se obtiene de las órdenes de trabajo que han sido ejecutadas. Los datos que se registran en esta ficha son:

- Período del informe.
- Número de informe.
- Nombre de la máquina, código de mantenimiento.
- Descripción cuantitativa del costo de mantenimiento preventivo en quetzales.
- Descripción cuantitativa del costo de mantenimiento correctivo en quetzales.
- Total: dinero que se invirtió en repuestos.

Figura 44. Ficha de control de costos

 Informe de control de costos					
Período de trabajo del: _____ al: _____					Hoja No. _____
Código de mantenimiento	Máquina	Costo de mantenimiento correctivo	Costo de mantenimiento preventivo	Tiempo de paro [min.]	Total [Q]

Fuente: Diseño de ficha de control de costos

3.4.2.4 Ficha de control de órdenes de trabajo

Este documento se utiliza para llevar un control detallado de las órdenes de trabajo que se realizan y realizaron. La información que se registra en esta ficha sirve para evaluar el rendimiento y eficiencia de los trabajos efectuados (ver figura 45). Los datos que se registran en esta ficha son:

- Número de orden de trabajo en estudio.
- Nombre de la máquina.
- Código de mantenimiento de la máquina.
- Nombre del mecánico que realizó la orden de trabajo.
- Fecha en la cual se planeo ejecutar la orden de trabajo.
- Fecha en la cual se ejecuto la orden de trabajo.
- Observaciones y firmas de visto bueno.

Figura 45. Ficha de control de órdenes de trabajo

 Control de órdenes de trabajo							
							Hoja No. _____
Período de trabajo del: _____ al: _____							
No. de orden	Máquina	Código de mantenimiento	Mecánico asignado	Fecha planeada	Fecha realizada	Observaciones	Vo.Bo.

Fuente: Diseño de ficha de control de ordenes de trabajo

4. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

Las propuestas de mejoras que se presentan a continuación se basan en la necesidad de mejorar la seguridad e higiene industrial en las diferentes áreas de trabajo de la planta ya que presentan riesgos físicos para los trabajadores, así como las acciones de riesgo llevadas a cabo por los mismos trabajadores. Actualmente no se cuenta con un programa de seguridad e higiene industrial bien definido que ayude a proteger la salud de los trabajadores.

Un programa de seguridad e higiene industrial es un conjunto de actividades de planeación, dirección y control que tiene como fin prevenir y proteger a los trabajadores de las condiciones inseguras a las cuales están expuestos, como también proteger todo activo tangible de la planta.

Las mejoras que se presentan para la seguridad e higiene industrial de la planta, deben ser implementadas al 100%, por el motivo que en las diferentes áreas de trabajo existen condiciones inseguras que deben ser eliminadas. Los aspectos a tomar en cuenta para la eliminación de condiciones inseguras son:

- Señalización industrial.
- Equipo de protección personal.
- Medidas de seguridad industrial.
- Medidas de higiene industrial.
- Medidas de protección contra incendio.
- Seguimiento y control del programa de seguridad e higiene industrial.

4.1. Propuesta de señalización industrial

La señalización industrial dentro de una planta es muy importante, ya que con ella logramos obtener múltiples beneficios entre los cuales podemos mencionar:

- La prevención de accidentes mediante la identificación de áreas de alto riesgo.
- Informar sobre las acciones a seguir en las áreas de trabajo.
- La identificación de áreas de trabajo.
- La identificación de materia prima.

La señalización industrial a utilizar dentro de la planta es la que se coloca sobre la pared o techos, la cual debe de observarse como mínimo a un metro de distancia entre el rótulo y la persona que observa el mismo. Los colores a utilizar en la señalización industrial de la planta son:

1. Rojo: este color se utiliza para identificar acciones prohibitivas al trabajador, localización del equipo de emergencia e identificación del equipo contra incendio.
2. Azul: este color se utiliza para informar al trabajador sobre el uso obligatorio del equipo de protección personal.
3. Verde: este color se utiliza para informar al trabajador sobre la localización de los lugares a donde puede acudir en caso de una emergencia.
4. Amarillo: este color se utiliza para prevenir al trabajador contra un posible riesgo de accidente.

4.1.1. Área de bodegas de materia prima

La señalización de las bodegas de materia prima es de importancia debido a que actualmente no existe ningún tipo de señalización para la prevención de riesgos como para la identificación de materia prima. El tipo de señalización a utilizar será de rótulos colocados en la pared con las siguientes dimensiones 45 X 30 y 25 X 35 centímetros.

4.1.1.1. Bodega de macro ingredientes

En esta bodega se almacena la materia prima que se consume en mayor cantidad para la elaboración del producto alimenticio para animales como lo es: harina de palmiste, soya, calcio granulado, afrecho, etc. Es en esta bodega donde también se almacenan los sacos que se utilizan para empacar el producto terminado. La distribución de los rótulos de señalización industrial que se utilizarán en esta área de trabajo se presenta en la sección de anexos figuras 65, 66 y la tabla LVI, la cual tiene como propósito identificar:

- Salida de emergencia.
- Materia prima y bodega de sacos.
- Prevención de riesgos en el uso de escaleras.
- El uso de equipo de protección personal.
- El equipo contra incendio.

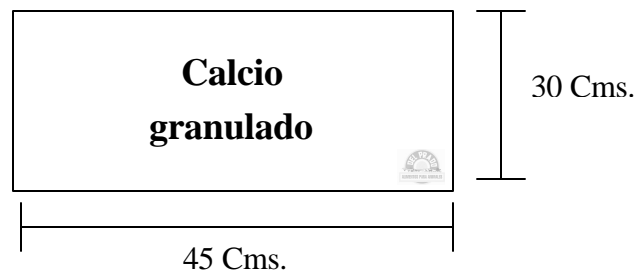
4.1.1.1. Señalización de salida de emergencia

La bodega de macro ingredientes no cuenta actualmente con una salida de emergencia que permita evacuar a todas las personas que trabajan en dicha área. Para cambiar esta situación se debe colocar un rótulo con la leyenda y la figura adecuada, sobre la puerta número cuatro (ver anexos figura 65) que ayudará a identificar la salida de emergencia. Una salida de emergencia siempre debe de permanecer abierta y libre de obstáculos que impidan el paso a los trabajadores. Las dimensiones del rótulo serán de 45 X 30 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.1.2. Señalización de clasificación de materia prima

La identificación de áreas para la colocación de materias primas permitirá una distribución ordenada y adecuada del almacenamiento en bodega, para lograrlo se propone utilizar rótulos de 45 X 30 centímetros con el nombre de la materia prima y el logo de la planta en la esquina inferior derecha, tal como se presenta en la figura 46.

Figura 46. Rótulo para la identificación de materias primas



Fuente: Diseño de rótulo para la identificación de materias primas

La cantidad total de rótulos a utilizar para la identificación de materias primas se presenta a continuación en la tabla XXXV.

Tabla XXXV. Rótulos a utilizar para la identificación de materia prima

Cantidad	Descripción de leyenda	Medidas [cms.]
1	Fosfato de calcio	25 X 35
1	Urea	25 X 35
1	Calcio granulado	25 X 35
1	Sal común	45 X 30
1	Calcio fino	45 X 30
1	Harina de palmiste	45 X 30
2	Soya	45 X 30
3	Afrecho	45 X 30
1	Bodega de sacos	45 X 30

Fuente: Diseño de rótulos para la identificación de materias primas

4.1.1.1.3. Señalización de precaución en el uso de escaleras

La señalización de prevención mediante un rótulo que indique el uso del pasamano de la escalera que une a bodega de macro ingredientes con bodega sacos ayudará a prevenir un accidente. Las dimensiones del rótulo serán de 45 X 30 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.1.1.4. Señalización de uso de equipo de protección personal

El tipo de trabajo que se realiza en bodega de macro ingredientes es de mucho contacto físico con la materia prima, por tal situación si no se dispone del equipo de protección personal se pueden sufrir accidentes o contraer enfermedades que pongan en riesgo la salud del trabajador. Por tal motivo se colocará un rótulo informativo que obligue el uso del equipo de protección personal. Las dimensiones del rótulo serán de 45 X 30 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.1.1.5. Señalización del equipo contra incendios

En bodega de macro ingredientes existe el riesgo de la ocurrencia de un incendio por el tipo de materiales que se almacenan como lo son: tarimas de madera, sacos de polietileno y cajas de cartón. Por tal situación el equipo de combate contra incendio debe de localizarse de forma inmediata, esto se logrará mediante la colocación de un rótulo de 25 X 35 centímetros en la parte superior del extintor. La descripción gráfica del rótulo se presenta en la figura 49.

4.1.1.2. Bodega de micro ingredientes

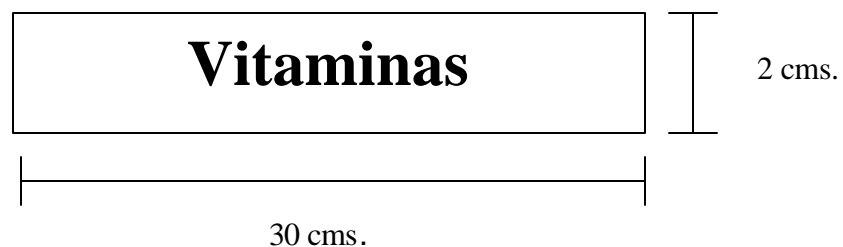
En esta bodega se almacena la materia prima que se consume en menor cantidad para la elaboración del producto alimenticio para animales como lo es: vitaminas, salinomisina, ingasa 120, etc. La distribución de los rótulos de señalización industrial que se utilizaran en esta área de trabajo se presenta en la sección de anexos figura 67 y la tabla LVII, la cual tiene como propósito identificar:

- Materia prima.
- El uso de equipo de protección personal.
- Prevención de riesgos en el uso de productos químicos.

4.1.1.2.1. Señalización de clasificación de materia prima

La identificación de materia prima en esta bodega se realizará mediante la colocación de calcomanías en los bordes de las estanterías destinadas para el almacenamiento. El diseño de la calcomanía constara básicamente del nombre de la materia prima y sus dimensiones serán de 2 X 30 centímetros, la descripción gráfica se puede observar en la figura 47.

Figura 47. Calcomanía para la identificación de materias primas



Fuente: Diseño de calcomanía para la identificación de materias primas

La cantidad total de calco manías a utilizar para la identificación de materias primas se presenta en la tabla XXXVI.

Tabla XXXVI. Calcomanías a utilizar para la identificación de materia prima

Cantidad	Descripción de leyenda	Medidas [cms.]
1	Cerda gestante	2 X 30
2	Ponedora reproductora	2 X 30
1	Suero de leche	2 X 30
1	Salinomisina	2 X 30
3	Cerdo engorde	2 X 30
2	Inicio pollita	2 X 30
1	Perro & Threorine	2 X 30
1	Ingasa 120 & 140	2 X 30

Fuente: Diseño de calcomanía para la identificación de materias primas

4.1.1.2.2. Señalización de uso del equipo de protección personal

En la bodega de micro ingredientes el trabajo que se realiza es de alto riesgo para la salud, por el tipo de materias primas con alto grado de contenido químico a la cual está expuesto el trabajador, las partículas sólidas que se desprenden pueden ser causantes de enfermedades respiratorias, por tal situación es necesario colocar un rótulo que recuerde al trabajador acerca del uso obligatorio de la mascarilla contra polvos y el uso de gafas en esta área de trabajo. Las dimensiones de los rótulos serán de 25 X 35 centímetros y la descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.1.2.3. Señalización de riesgo de productos químicos

La señalización de prevención con el manejo de sustancias tóxicas a través de las materias primas con alto grado de contenido químico, ayudará al trabajador a estar prevenido acerca del riesgo al cual está expuesto. Las dimensiones del rótulo a utilizar son de 25 X 35 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.2. Área de línea de peletizado

El área de peletizado es una de las áreas que presenta mayor riesgo de accidentes, por todo el conjunto de máquinas instaladas y las condiciones de alto riesgo no señalizadas que permitan al trabajador estar alerta contra tal situación. La distribución de los rótulos de señalización industrial que se utilizarán en esta área de trabajo se presenta en la sección de anexos figura 68 y la tabla LVIII, la cual tiene como propósito identificar:

- Acciones de prevención.
- El uso de equipo de protección personal.
- El equipo contra incendios.
- Salida de emergencia.

4.1.2.1 Señalización de choque eléctrico

Los tableros de mando eléctrico instalados en esta área de trabajo representan un gran peligro contra la vida del trabajador. La falta de información que permita conocer los efectos negativos que trae una descarga eléctrica hace ver a la electricidad como un fenómeno común no peligroso, por tal situación se debe señalar la parte superior de los tableros de mando eléctrico, con un rótulo que indique una condición de alto peligro. Las dimensiones del rótulo a utilizar serán de 45 X 30 centímetros y la descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.2.2. Señalización de accidente

Toda área de trabajo es propensa a la ocurrencia de accidentes si se desconocen las normas preventivas a seguir en determinados lugares de alto riesgo, por tal motivo es necesario el uso de la señalización industrial para informar al trabajador sobre la prevención que debe de tener. En el área de peletizado se colocaran rótulos que indiquen las acciones a seguir en: el uso del pasamano al momento de usar la escalera y el no fumar en el área de combustibles. Las dimensiones de los rótulos a utilizar serán de 45 X 30 centímetros y la descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.2.3. Señalización de quemaduras

En el área de peletizado existen tuberías expuestas al medio de trabajo que conducen vapor a alta temperatura, esto crea el riesgo de quemaduras en la piel por parte de toda persona que desconozca el contenido de dicha tubería.

Para combatir esta situación se debe colocar un rótulo que indique el riesgo de quemadura por parte de una superficie caliente. Las dimensiones del rótulo a utilizar serán de 25 X 35 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.2.4. Señalización de uso del equipo de protección personal

Las condiciones físicas del área de peletizado hacen necesario el uso obligatorio del equipo de protección personal para proteger la salud del trabajador contra posibles accidentes o enfermedades, la forma de recordarle al trabajador esta norma es mediante la colocación de un rótulo de 45 X 30 centímetros que indique el uso del mismo. La descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.2.5. Señalización del equipo contra incendio

El área de peletizado es muy propensa a la ocurrencia de un incendio por el almacenamiento de combustible diesel y por los tableros de mando eléctrico, por tal situación es necesaria la identificación mediante señalización industrial del equipo contra incendio.

Para la identificación del equipo contra incendio se colocará un rótulo en la parte superior de cada extintor con las siguientes dimensiones 25 X 35 centímetros y la descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.2.6. Señalización de salida de emergencia

La señalización de una salida de emergencia en el área de peletizado permitirá evacuar a las personas que trabajan tanto en dicha área como a las personas que trabajan en el área administrativa en el caso de una emergencia. Por tal situación se propone la colocación de un rótulo que indique salida de emergencia sobre la puerta que une el patio con el área de peletizado (ver anexos figura 68 e ítem número 1). Las dimensiones del rótulo serán de 45 X 30 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.3. Área de línea finalizadora

El área de la línea finalizadora es donde se concentra la mayor parte de los trabajadores de la planta debido a las actividades que se realizan como lo son: empaque de producto terminado, la ordenación de sacos en tarimas y el tránsito de montacargas.

La señalización de prevención de accidentes no existe en esta área de trabajo que permitan al trabajador, acerca del cuidado que debe de tener en la realización de sus actividades cotidianas. La distribución de los rótulos de señalización industrial que se utilizarán en esta área de trabajo se presenta en la sección de anexos figura 69 y la tabla LIX, la cual tiene como propósito identificar:

- Acciones de prevención.
- El uso de equipo de protección personal.
- El equipo contra incendios.
- Ruta de evacuación y salida de emergencia.

4.1.3.1. Señalización de choque eléctrico

El accionamiento de las máquinas instaladas en el área de la línea finalizadora se realiza por medio de tableros de mando eléctrico en los cuales se localizan las botoneras de arranque de cada una de las máquinas. Estos tableros representan un riesgo de descarga eléctrica para toda aquella persona que por falta de conocimiento no conozca el peligro que trae consigo el abrir la puerta de un tablero de mando eléctrico, por tal situación se debe señalar la parte superior de los tableros con un rótulo que indique una condición de alto peligro. Las dimensiones del rótulo a utilizar serán de 45 X 30 centímetros y la descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.3.2. Señalización de accidente

El área de la línea finalizadora es un lugar propenso a un atropellamiento, debido al tránsito de los montacargas, por dicha situación se debe colocar un rótulo en esta área que indique la prevención que se debe de tener con el paso de montacargas. La dimensión del rótulo a utilizar será de 45 X 30 centímetros y la descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.3.3. Señalización de uso del equipo de protección personal

Los trabajos que se realizan en el área de la línea finalizadora se caracterizan por utilizar demasiado esfuerzo físico en el levantamiento de sacos de producto terminado para su posterior ordenación en tarimas, como a la inhalación por parte de los trabajadores de partículas sólidas que desprende el producto terminado al momento de ser empacado en sacos.

Por tal situación de debe colocar un rótulo que informe al trabajador sobre el uso obligatorio del equipo de protección personal. Las dimensiones del rótulo a utilizar serán de 45 X 30 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.3.4. Señalización del equipo contra incendio

Para el combate de un incendio en el área de la línea finalizadora es necesario señalar de manera clara la localización del equipo contra incendio, mediante la colocación de un rótulo en la parte superior del extintor con las siguientes dimensiones 45 X 30 centímetros. La descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.3.5. Señalización de ruta de evacuación y salida de emergencia

La identificación de la ruta de evacuación mediante rótulos en el área de la línea finalizadora ayudará a los trabajadores de la planta a conocer la dirección adecuada para encontrar la salida en caso de una emergencia. Esto se logrará mediante la colocación de rótulos con las siguientes medidas 45 X 30 centímetros y con los gráficos que se presentan en la figura 49.

4.1.4. Área de mezclado principal

El área de mezclado principal es donde se concentra el conjunto de máquinas destinado a realizar el mezclado de todos los ingredientes que se necesitan para elaborar el producto alimenticio para animales. Todas las máquinas instaladas en esta área son inspeccionadas periódicamente por el supervisor de producción para observar el buen funcionamiento de las mismas. Esta área se caracteriza por tener alto niveles de ruido producido por las máquinas y por los tableros de mando eléctrico.

La distribución de los rótulos de señalización industrial que se utilizaran en esta área de trabajo se presenta en la sección de anexos figura 70 y la tabla LX, la cual tiene como propósito identificar:

- Acciones de prevención
- El uso de equipo de protección personal
- El equipo contra incendios

4.1.4.1. Señalización de choque eléctrico

Los tableros de mando eléctrico instalados en el área de mezclado principal físicamente no son de un tamaño similar a los tableros de mando eléctrico instalados en las áreas de peletizado y línea finalizadora, pero son conductores de alto voltaje situación que amerita la señalización correspondiente para informar al trabajador sobre tal peligro.

El tipo de señalización a utilizar será el de calcomanías que indique la leyenda de alto voltaje con las siguientes dimensiones 14 X 20 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.4.2. Señalización de accidente

El área de mezclado principal es un lugar que por toda la maquinaria instalada y en funcionamiento durante las jornadas de trabajo representa un riesgo de accidente. Por tal situación se debe señalar mediante calcomanías colocadas sobre el cuerpo de las siguientes máquinas: mezcladora y molinos de martillos, la señalización de prevención que indique máquina en movimiento. Las dimensiones de las calcomanías a utilizar serán de 14 X 20 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.4.3. Señalización de quemaduras

La máquina mezcladora y los molinos de martillos por el tipo de trabajo que realizan, la temperatura del cuerpo físico de las mismas se eleva, dicha situación representa un riesgo de quemaduras en la piel. Por tal motivo se debe utilizar calcomanías para la señalización de prevención de una quemadura por parte de una superficie caliente. Las dimensiones de las calcomanías a utilizar serán de 14 X 20 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.4.4. Señalización de uso del equipo de protección personal

El área de mezclado principal es un lugar de trabajo que requiere el uso obligatorio del equipo de protección personal para el sistema auditivo debido a los altos niveles de ruido que existen y los cuales son severamente dañinos para la salud del trabajador. Por tal situación se debe colocar un rótulo que indique el uso de los tapones para oído con las siguientes dimensiones 25 X 35 centímetros y la descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.4.5. Señalización del equipo contra incendio

El riesgo de un incendio en el área de mezclado principal se puede atribuir únicamente a un corto circuito que ocurriese en los tableros de mando eléctrico o una sobrecarga a un motor eléctrico. Por tal motivo es necesario estar preparado contra tal suceso, señalizando de manera clara la localización del equipo contra incendio, mediante la colocación de un rótulo en la parte superior del extintor con las siguientes dimensiones 25 X 35 centímetros y la descripción gráfica del rótulo se presenta en la figura 49.

4.1.5. Área de silos de almacenamiento de materia prima

Esta área de trabajo la conforman los silos que almacenan maíz y los silos que almacenan afrecho. El trabajo en estas áreas se caracteriza por la supervisión periódica de las máquinas encargadas de almacenar los granos en sus respectivos silos. La señalización industrial de esta área tendrá como propósito prevenir a cualquier persona acerca de los riesgos físicos a los cuales esta expuesto.

4.1.5.1. Área de silos de maíz

Esta área de trabajo es donde se efectúa la operación de almacenamiento de maíz a granel en los silos de almacenamiento, esta operación se lleva a cabo por un conjunto de máquinas las cuales están sujetas únicamente a supervisión por parte de los mecánicos para controlar su buen funcionamiento. La distribución de los rótulos de señalización industrial que se utilizaran en esta área de trabajo se presenta en la sección de anexos figura 73 y la tabla LXIII, la cual tiene como propósito identificar:

- Acciones de prevención.
- El uso de equipo de protección personal.

4.1.5.1.1. Señalización de choque eléctrico

El riesgo de un choque eléctrico por parte de una botonera de arranque, no causa sensación de peligro entre los trabajadores de la planta, pero es la falta de información que hace crear este pensamiento. Es importante recordar que una descarga eléctrica no esta en función del tamaño del dispositivo eléctrico que se maneje si no del voltaje y corriente que lleve el circuito eléctrico, por tal situación se debe señalar mediante calcomanías, la prevención que se debe de tener en el manejo de las botoneras de arranque. Las dimensiones de las calcomanías a utilizar serán de 14 X 20 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.5.1.2. Señalización de accidente

Las máquinas que se encuentran instaladas en esta área de trabajo representan una condición de riesgo de accidente cuando no se tiene la atención necesaria durante las operaciones de supervisión, por tal motivo es necesario señalar mediante calcomanías la prevención que se debe tener con respecto a una máquina en movimiento. Las dimensiones de las calcomanías a utilizar serán de 14 X 20 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.5.1.3. Señalización de uso del equipo de protección personal

En las rutinas de supervisión que se realizan durante el almacenamiento de maíz existe un exceso de ruido, a causa de la maquinaria en funcionamiento el cual sobrepasa los niveles audibles permisibles por parte del oído humano, esta situación hace obligatorio el uso del equipo de protección individual para el sistema auditivo del trabajador.

Por tal situación se debe colocar un rótulo informativo que indique el uso obligatorio de los tapones para oído en esta área de trabajo. Las dimensiones del rótulo a utilizar son de 45 X 30 centímetros y la descripción gráfica se muestra en la figura 49.

4.1.5.2. Área de silos de afrecho

Esta área de trabajo es donde se efectúa la operación de almacenamiento de afrecho a granel en los silos, como también se lleva a cabo el empaque de afrecho en sacos para su posterior almacenamiento en bodega de macro ingredientes. La distribución de los rótulos de señalización industrial que se utilizaran en esta área de trabajo se presenta en la sección de anexos figura 69 y la tabla LIX, la cual tiene como propósito identificar las acciones de prevención.

4.1.5.2.1. Señalización de choque eléctrico

El control de las máquinas encargadas de almacenar el afrecho en los silos es llevado a cabo por tableros de mando eléctrico, dichos tableros tienen una configuración física similar a los tableros instalados en el área de peletizado y línea finalizadora. El alto voltaje que manejan es muy peligroso para la vida del trabajador, cuando este desconoce su manejo adecuado. Por tal situación se debe colocar un rótulo en la parte superior de los tableros que indiquen la condición de alto peligro, las dimensiones del rótulo a utilizar serán de 45 X 30 centímetros y su descripción gráfica se presentan en la figura 49.

4.1.5.2.2. Señalización de accidente

La maquinaria utilizada para el almacenamiento de afrecho requiere de una inspección periódica por parte de los mecánicos, por tal situación es necesaria la señalización mediante calcomanías que informe al trabajador sobre la prevención que se debe tener con una máquina en movimiento. Las dimensiones de las calcomanías a utilizar serán de 14 X 20 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.6. Área de bodegas

Esta área de trabajo se utiliza para el almacenamiento en tarimas de los sacos de producto terminado procedentes de cada una de las líneas de producción. En la actualidad no hay una identificación clara de cada una de las bodegas y de las condiciones que representan peligro.

La señalización industrial que se utilizará en esta área de trabajo se presenta en la sección de anexos figuras 71, 72 y las tablas LXI, LXII, la cual tiene como propósito identificar:

- Acciones de prevención.
- Bodegas de producto terminado.
- El equipo contra incendio.

4.1.6.1. Señalización de salida

El tipo de señalización a utilizar en la entrada o salida de cada una de las bodegas de producto terminado, es con referencia a la prevención que se debe de tener con el paso de los montacargas. Por tal situación se propone utilizar rótulos con dimensiones de 45 X 30 centímetros y su descripción gráfica se presenta en la figura 49.

4.1.6.2 Señalización de clasificación de producto terminado

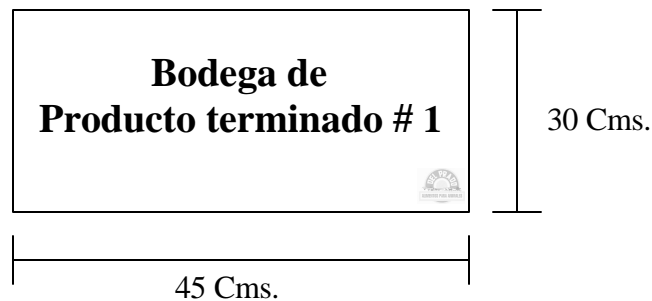
La identificación del producto terminado se llevará a cabo mediante la identificación de cada una de las tres bodegas haciendo referencia a las siguientes observaciones:

1. La bodega de producto terminado número uno será utilizada únicamente para almacenar el producto alimenticio para ganado.
2. La bodega de producto terminado número dos será utilizada únicamente para almacenar el producto alimenticio para cerdos, caballos y perros.

3. La bodega de producto terminado número tres será utilizada únicamente para almacenar el producto alimenticio para aves.

Las dimensiones de los rótulos serán de 45 X 30 centímetros y su descripción gráfica se muestra en la figura 48.

Figura 48. Rótulo para la identificación de bodegas de producto terminado



Fuente: Diseño de rótulo para la identificación de bodegas de producto terminado

La cantidad total de rótulos a utilizar para la identificación de bodegas de producto terminado se presenta en la tabla XXXVII.

Tabla XXXVII. Rótulos a utilizar para la identificación de bodegas

Cantidad	Descripción de leyenda	Medidas [Cms.]
1	Bodega de producto terminado # 1	45 X 30
1	Bodega de producto terminado # 2	45 X 30
1	Bodega de producto terminado # 3	45 X 30




Fuente: Diseño de rótulo para la identificación de bodegas de producto terminado

4.1.6.3. Señalización del equipo contra incendio

El riesgo de un incendio en las bodegas de producto terminado es alto debido a que los sacos de producto terminado están fabricados de polietileno y las tarimas que se utilizan para colocar el producto terminado están hechas de madera.

Por lo tanto se debe colocar un rótulo sobre cada uno de los extintores colocados en la entrada o salida de cada una de las bodegas con el fin de hacer visible el equipo de combate contra incendio. Las dimensiones de los rótulos a utilizar serán de 25 X 35 centímetros la descripción gráfica se presenta en la figura 49.

Figura 49. Señalización industrial a utilizar en las diferentes áreas de trabajo

Descripción	Áreas
	Bodega de macro ingredientes Área de línea peletizadora Área de línea finalizadora
	Área de línea finalizadora
	Bodega de macro ingredientes Área de línea peletizadora Área de línea finalizadora Área de mezclado principal Bodega de producto terminado # 1 Bodega de producto terminado # 2 Bodega de producto terminado # 3




**Figura 49. Señalización industrial a utilizar en las diferentes áreas de trabajo
(continuación)**

Descripción	Áreas
	<p>Área de línea peletizadora Área de línea finalizadora Área de mezclado principal Área de silos de maíz Área de silos de afrecho</p>
	<p>Área de línea peletizadora</p>
	<p>Área de línea peletizadora Área de mezclado principal</p>
	<p>Área de mezclado principal Área de silos de maíz Área de silos de afrecho</p>

Figura 49. Señalización industrial a utilizar en las diferentes áreas de trabajo (continuación)

Descripción	Áreas
 <p data-bbox="493 741 656 821">Precaución Use el pasamanos</p>	<p data-bbox="964 632 1349 705">Bodega de macro ingredientes Área de línea peletizadora</p>
 <p data-bbox="483 1058 665 1129">MONTACARGAS EN SERVICIO</p>	<p data-bbox="935 926 1377 1068">Área de línea finalizadora Bodega de producto terminado # 1 Bodega de producto terminado # 2 Bodega de producto terminado # 3</p>
 <p data-bbox="493 1402 651 1465">SUSTANCIA TOXICA</p>	<p data-bbox="967 1297 1349 1329">Bodega de micro ingredientes</p>
 <p data-bbox="467 1766 669 1822">USO OBLIGATORIO DE PROTECCION AUDITIVA</p>	<p data-bbox="967 1629 1349 1730">Bodega de micro ingredientes Área de mezclado principal Área de silos de maíz</p>

**Figura 49. Señalización industrial a utilizar en las diferentes áreas de trabajo
(continuación)**

Descripción	Áreas
	<p>Bodega de micro ingredientes</p>
	<p>Bodega de micro ingredientes</p>
	<p>Bodega macro ingredientes Área de línea peletizadora Área de línea finalizadora</p>

Fuente: Diseño del programa señalización industrial por Erwin Vinicio Ruiz Díaz

4.2. Equipo de protección personal

El equipo de protección personal es todo accesorio que tiene como fin el proteger la vida y salud del trabajador. La mayoría de accesorios que se utilizan para este fin causan cierto grado de molestia, pero los beneficios que se obtienen superan las molestias que puedan aportar estos accesorios.

La capacitación de los trabajadores sobre la importancia que tiene el uso del equipo de protección personal es muy necesaria con el fin de concienciar que la buena salud es lo primordial para poder realizar las labores cotidianas.

Para la selección adecuada del equipo de protección personal se deben tomar en cuenta los siguientes parámetros:

1. Se debe analizar detalladamente las condiciones físicas a las cuales está expuesto el trabajador para la identificación de todos los riesgos que representen peligro alguno.
2. Se debe de tomar en cuenta la condición física del trabajador.
3. Que el equipo de protección a seleccionar sea de alta eficiencia, de fácil manejo, cómodo y de mantenimiento sencillo.

Por el tipo de trabajo que se realiza dentro de la planta que se caracteriza de mucho esfuerzo físico, se propone la utilización de equipo de protección personal con el fin de proteger la salud del trabajador. Para ello es necesario realizar combinaciones de equipo de protección personal de acuerdo al riesgo de la actividad que se esté realizando. Las empresas con las cuáles se adquirió el equipo de protección personal fueron: “ Elex seguridad industrial ” y “ Top seguridad industrial ”. A continuación se describirá de manera breve el equipo de protección personal a utilizarse dentro de las instalaciones de la planta

4.2.1. Equipo protector de rostro y ojos

La protección del rostro y de los ojos mediante caretas o gafas, tiene como objetivo principal evitar lesiones en el rostro y ayudar a prevenir enfermedades en los ojos. Las gafas serán utilizadas por los trabajadores del área de producción, y las caretas por el personal de mantenimiento de la planta.

4.2.1.1. Gafas

El riesgo que representa trabajar con materias primas harinosas, hace que se forme un ambiente denso situación que crea dificultad para observar, acompañado de irritación y ardor en los ojos. Por tal situación se hace necesario el uso de gafas o anteojos protectores, en los siguientes puestos de trabajo: pesadores de materia prima en bodega de macro y micro ingredientes, vertedores de materia prima en máquina mezcladora y vertedor de soya.

La función principal de las gafas es evitar el paso de partículas sólidas suspendidas en el ambiente que afecten el sistema visual del trabajador. La descripción gráfica de la gafa a utilizar se presenta en la figura 50.

4.2.1.2. Protección facial

De los diversos trabajos que efectúan los mecánicos de la planta existe el trabajo con metales en operaciones como: el esmerilado y la soldadura de arco eléctrico. Dichas actividades son propensas a crear lesiones en el rostro si no se utiliza el equipo adecuado.

Para combatir este problema es necesario el uso del siguiente equipo de protección facial:

1. Careta de esmerilar: tiene la característica principal de proteger el rostro del mecánico contra las virutas que se forman en la operación de esmerilado, mediante una cubierta de plástico transparente con una capa de resina anti – ralladura. La descripción gráfica de la careta de esmerilar a utilizar se presenta en la figura 50.
2. Careta para soldar: tiene la característica principal de proteger el sistema visual y el rostro del mecánico contra el arco eléctrico que se forma en los trabajos donde se utilice el método de soldadura eléctrica. La descripción gráfica de la careta para soldar a utilizar se presenta en la figura 50.

4.2.2. Equipo protector de oídos

El ruido se ha convertido en un problema para el operario de la máquina peletizadora, como también en las siguientes áreas de trabajo: mezclado principal y silos de maíz. El problema estriba en la dificultad para oír, como en los frecuentes dolores de cabeza por parte de los trabajadores que laboran en dichas áreas. Por esta situación se deberán utilizar tapones protectores para oído con cordones del tipo reutilizable debido a que atenúan hasta 25 decibeles y por su diseño se ajustan fácilmente al canal auditivo.

La manera de utilizar los tapones para oído con cordones del tipo reutilizable es la siguiente:

- Coloque el tapón dentro del canal auditivo.
- Ejercer una presión leve sobre el tapón hasta que se logre un ajuste cómodo y adecuado.
- Después de insertarlo, mantenga el tapón en su lugar con los dedos durante unos segundos para asegurar que se han colocado adecuadamente.

La descripción gráfica de los tapones de oído a utilizar se presenta en la figura 50.

4.2.3. Equipo protector de respiración

Por la diversidad de materia prima que se utiliza en la elaboración de los productos alimenticios para animales y por ser todos del tipo harinoso, siempre existe el riesgo de inhalar partículas sólidas producidas por el manejo de estas materias, que causan molestias en el sistema respiratorio de los trabajadores como lo son: hemorragias nasales e irritación de la garganta. Por tal motivo se debe utilizar mascarillas con filtro para polvo como las que se describen a continuación.

1. Mascarilla contra polvos con filtro: esta mascarilla utiliza filtros para polvo en forma de cartuchos, característica que permite cambiarlos periódicamente para mantener el buen funcionamiento de la mascarilla. El filtro del cartucho está compuesto por carbón activado el cual tiene la función de atrapar en el filtro toda partícula sólida que exista en el ambiente. La desventaja que presenta este equipo es que si no se cubren los cartuchos con sus respectivas tapaderas después de cada jornada de trabajo el cartucho seguirá funcionando y por ende se acortará la vida útil del equipo. Este tipo de mascarilla debe utilizarse en los siguientes puestos de trabajo: vertedor de soya y pesador de materia prima en bodega de micro ingredientes. La descripción gráfica de la mascarilla con filtro se presenta en la figura 50.

2. Mascarilla contra polvos con válvula de exhalación libre de mantenimiento: este tipo de mascarilla se caracteriza por no dejar pasar ninguna partícula sólida suspendida en el ambiente, gracias al filtro que utiliza y a la válvula de exhalación que trae consigo, que no permite que se acumule calor dentro de la mascarilla y la mantiene fresca, debido a estas características hacen de este equipo una buena alternativa para proteger el sistema respiratorio de los trabajadores. Este tipo de mascarilla debe ser utilizada por los trabajadores del área de producción. La descripción gráfica de la mascarilla contra polvos con válvula de exhalación se presenta en la figura 50.

4.2.4. Equipo protector para la cabeza

En las diferentes áreas de trabajo es imposible determinar en qué momento podría caer algún objeto sólido sobre la cabeza, ya sea por descuido de algún trabajador o por casualidad. Por tal situación es necesario proteger al trabajador mediante la utilización de cascos. Un casco está diseñado para proteger al trabajador contra impactos y penetraciones en caso de que algún objeto sólido llegara a golpear la cabeza, como también proteger al mismo en caso de una descarga eléctrica. El uso del casco se hará de forma obligatoria con todos los trabajadores de la planta. La descripción gráfica del casco a utilizar se presenta en la figura 50.

4.2.5. Equipo protector contra lesiones

El levantamiento de cargas es un trabajo con alto riesgo de lesiones musculares. Por tal situación es necesario el uso del equipo de protección personal adecuado para proteger al trabajador contra tal riesgo. El equipo que se debe utilizar en las operaciones de levantamiento y manejo de sacos se describe a continuación.

1. Cincho de cuero: este equipo tiene como función principal evitar los dolores musculares en la espalda y lesiones en la columna vertebral que son consecuencias del levantamiento de cargas pesadas. Este equipo deberán de utilizarlo todos los trabajadores que tengan que levantar sacos de materia prima o sacos de producto terminado. La descripción gráfica del cincho de cuero a utilizar se presenta en la figura 50.
2. Cinturón ergonómico: este equipo de protección tiene la misma función que un cincho de cuero pero por el material de diseño y su forma física permite eliminar la incomodidad que produce un cincho de cuero. El uso de este equipó se hará en los siguientes puestos de trabajo: vertedores de ingredientes en máquina mezcladora, pesadores de materia prima y operadores de montacargas. La descripción gráfica del cinturón ergonómico a utilizar se presenta en la figura 50.
3. Guantes con puntos de pvc: el uso de este equipo servirá para la protección física de las manos en las operaciones de levantamiento de sacos. Por tal situación se deben utilizar guantes con puntos de pvc, que por su diseño no permite que los sacos resbalen de las manos del trabajador. Los guantes de pvc deben de utilizarse en todos los puestos de trabajo en los cuales se tiene que levantar continuamente sacos. La descripción gráfica de los guantes de pvc a utilizar se presenta en la figura 50.
4. Guantes de cuero: el uso de este tipo de guantes protege al mecánico en los trabajos de soldadura eléctrica y funciona como medio aislante cuando se trabaja con equipo eléctrico de bajo voltaje. Por tal motivo todo el personal de mantenimiento debe de contar con sus respectivos guantes de cuero. La descripción gráfica de los guantes de cuero a utilizar se presenta en la figura 50.

Figura 50. Descripción del equipo de protección personal a utilizar



Descripción	Especificaciones técnicas
<p>Casco</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de color blanco, color que identifica a las industrias alimenticias y a los operarios del área de producción de la planta, los cascos de color azul serán utilizados por el personal de mantenimiento. • Fabricado en polímero, material que evita la adherencia del agua y el polvo en la superficie del casco. • La suspensión esta fabricada de polímero liviano y anti alérgico. • El peso total del casco es de 355 ± 10 grs. • Diseñado bajo la norma ANSI Z 89.1 (Protección de la cabeza en plantas industriales).
<p>Mascarilla con válvula de exhalación</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricada bajo especificaciones de la norma NIOSH 42CFR84 con aprobación N95 para material particulado libre de neblinas aceitosas. • Protección respiratoria de material particulado en concentraciones menores a 10 TLV. • Válvula de exhalación que mantiene más fresco el interior del respirador e incrementa la comodidad de uso.

Figura 50. Descripción del equipo de protección personal a utilizar (continuación)




Descripción	Especificaciones técnicas
<p>Gafas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñados bajo la norma ANSI Z 87.1 (equipo de protección de los ojos y el rostro). • Fabricado de material polímero transparente anti alérgico. • La parte frontal de las gafas esta cubierta con una capa de resina anti ralladura. • Las gafas utilizan un sistema de ventilación indirecta que permiten que no se empañe la parte frontal.
<p>Mascarilla con filtros</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricada bajo especificaciones de la norma ANSI K 13.1 (equipo de protección respiratoria). • Filtro de cartucho contra polvos compuesto por carbón activado. • Visor plástico con amplio campo de visión, sostiene los cartuchos o filtros y la válvula de exhalación. Es resistente a algunos disolventes como la gasolina y el thinner. • Los tirantes de sujeción están elaborados en caucho anti alérgico.
<p>Cincho de cuero</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Cinturón de color café oscuro en tallas M y L para los trabajadores de la planta. • Fabricado en piel de vaca. • Hebilla de deslizamiento rápido para fácil graduación de ajuste en la cintura.

Figura 50. Descripción del equipo de protección personal a utilizar (continuación)







Descripción	Especificaciones técnicas
<p>Cinturón ergonómico</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Cinturón ergonómico de color negro en tallas M y L para los trabajadores de la planta. • Hebilla de deslizamiento rápido para fácil graduación de altura de hombro. • Tirantes elásticos 1 ½ “ de ancho. • Soporte lateral elástico de fácil ajuste, para aumentar el apoyo a la parte inferior de la espalda. • Laminas internas de tipo flexible en acrílico, que brinda soporte, exigiendo una postura adecuada. • Tapas de soporte para cierre abdominal.
<p>Tapones para oído reutilizables</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñados bajo la norma ANSI S3.19 (métodos de protección auditiva). • Fabricados en silicona, con compuesto elastómero anti alérgico suave de larga duración. • Nivel de atenuación de 25 decibeles.
<p>Guantes de cuero</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Los guantes son fabricados en piel y son de color café claro, la utilización de este tipo de guantes lo harán los mecánicos de la planta. • Muy robusto y resistente (repele el aceite, la grasa y el agua). • Longitud total 35 cms.

Figura 50. Descripción del equipo de protección personal a utilizar (continuación)

Descripción	Especificaciones técnicas
<p>Guantes de pvc</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Guante de lona de algodón, con puntos de pvc en palma y dedos • El cuerpo del guante es de color claro y los puntos de pvc son de color anaranjado. • La gran adherencia que ofrecen los puntos de pvc, los hacen ideales para el manejo de sacos de polietileno.
<p>Careta para esmerilar</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñado bajo los lineamientos de la ANSI Z87.1 (equipo de protección de los ojos y el rostro). • El cabezal esta fabricado en polímero de alta resistencia, sistema de piñón y cremallera para darle ajuste al contorno de la cabeza. • El visor esta fabricado en polímero transparente resistente a químicos e impactos de objetos. Con dimensiones de 21 x 36 cms. y peso de 92 grs.
<p>Careta para soldar</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñado bajo los lineamientos de la norma ANSI Z87.1 (equipo de protección de los ojos y el rostro). • Elaborado en polímero para trabajos a la intemperie y bajo cubierta. • El lente filtrante es de color oscuro y el tamaño esta normalizado de 122 mm por 50 mm, de matices 11 y 12.

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

4.2.6. Distribución del equipo de protección personal

Por el tipo de trabajo que se realiza dentro de la planta, se observa claramente que es muy necesario el uso del equipo de protección personal. Por ello se presenta a continuación en la tabla XXXVIII, la distribución adecuada del equipo de protección personal recomendado para cada puesto de trabajo.

Tabla XXXVIII. Distribución de equipo de protección personal

Equipo de protección	Puesto de trabajo
Guantes, mascarilla contra polvos con válvula de exhalación, casco y cinturón ergonómico	Vertedores de materia prima
Guantes, mascarilla contra polvos con válvula de exhalación, casco, cinturón ergonómico y gafas	Pesador de materia prima, bodega de macro ingredientes
Guantes, mascarilla contra polvos con filtro, casco, cinturón ergonómico y gafas	Pesador de materia prima, bodega de micro ingredientes
Guantes, mascarilla contra polvos con válvula de exhalación, casco, cinturón ergonómico y gafas	Ayudante de pesador de materia prima, bodega de micro ingredientes
Guantes, casco y cincho de cuero	Operarios de línea finalizadora
Guantes, mascarilla contra polvos con filtro, casco, cincho de cuero y gafas	Vertedor de soya
Guantes, casco, mascarilla contra polvos con válvula de exhalación, cincho de cuero y gafas	Ayudantes de vertedor de soya
Guantes, casco y cincho de cuero	Operarios de despacho
Guantes, cinturón ergonómico y casco	Operadores de montacarga
Guantes, casco, tapones para oído reutilizables con cordón, mascarilla contra polvo con válvula de exhalación, gafas y cinturón ergonómico	Operario de máquina peletizadora

Tabla XXXVIII. Distribución de equipo de protección personal (continuación)

Equipo de protección	Puesto de trabajo
Guantes, casco, mascarilla contra polvo con válvula de exhalación y cinturón ergonómico	Empacador de línea peletizadora
Guantes, casco, mascarilla contra polvo con válvula de exhalación y cincho de cuero	Empacador de afrecho
Guantes, casco, mascarilla contra polvo con válvula de exhalación, tapones para oído reutilizables con cordón y gafas	Supervisores
Casco, guantes de cuero, careta para esmerilar, careta para soldar, tapones para oído reutilizables con cordón y mascarilla contra polvo con válvula de exhalación	Mecánico industrial
Casco, guantes de cuero, tapones para oído reutilizables con cordón y mascarilla contra polvo con válvula de exhalación	Mecánico electricista
Casco, guantes de cuero, tapones para oído reutilizables con cordón y mascarilla contra polvo con válvula de exhalación	Ayudante de mecánicos

Fuente: Asignación del equipo de protección personal a los trabajadores de planta Del Prado, S.A.

4.3. Medidas de seguridad industrial

Una medida de seguridad industrial se crea con el fin de crear una serie de recomendaciones a seguir, con el fin de prevenir los accidentes dentro de la planta. Las medidas de seguridad que se implementarán dentro de la planta son con respecto a:

- Manejo de la electricidad.
- Manejo del equipo de aire comprimido.
- Manejo de ruido en las áreas de trabajo.
- Resguardo de máquinas.
- Condiciones físicas de la planta.

4.3.1. Prevención de riesgos en el manejo de la electricidad

La energía eléctrica es la principal fuente de energía de trabajo para la planta, por ello no debe subestimarse el peligro que se corre en cuanto a su uso y manejo. Los trabajadores en general piensan que un choque eléctrico se debe siempre al alto voltaje y no se percatan de que es primordialmente la corriente la que mata y no el voltaje por esta razón las personas que trabajan con bajo voltaje no siempre tienen a este el mismo respeto que al alto voltaje.

Debido a la diversidad de máquinas eléctricas que existen dentro de la planta es necesario seguir las siguientes medidas para la prevención de choques eléctricos.

- El mecánico electricista es la única persona autorizada para brindar el mantenimiento a toda máquina eléctrica instalada dentro de la planta.
- Ningún trabajador sin el pleno conocimiento puede efectuar tareas de mantenimiento a las máquinas eléctricas de la planta.
- Nunca trate de adivinar si un circuito tiene corriente.

- Utilícense los instrumentos adecuados para realizar las pruebas a los circuitos eléctricos.
- Nunca se toque el alambre de un circuito a menos que sepa bien que no lleva corriente.
- Úsese el equipo de protección personal adecuado durante los trabajos de mantenimiento eléctrico.
- Úsese señales de peligro en los equipos eléctricos que representen riesgos de un choque eléctrico.
- No se empleen escaleras metálicas para realizar trabajos eléctricos.

4.3.2. Prevención de riesgos en el manejo de equipo de aire comprimido

El aire comprimido es una fuente de energía que se utiliza en diversas aplicaciones dentro de la industria, los peligros que puede causar su mal uso son graves que pueden causar hasta la muerte.

Los compresores que actualmente se utilizan dentro de la planta carecen de resguardos y los interruptores eléctricos están en muy mal estado, como también se logra observar que los trabajadores utilizan el aire comprimido para retirar el polvo de sus vestimentas. Por tal motivo se recomienda seguir las siguientes medidas de precaución para evitar accidentes.

- No utilice el aire comprimido para retirar el polvo o cualquier otra sustancia adherida al uniforme de trabajo.
- Se prohíbe a los trabajadores jugar con el aire comprimido.
- Todos los compresores deben de contar con su respectivo resguardo de protección en el conjunto de fajas y poleas.

- Todas las salidas de aire comprimido deben de contener manómetros reguladores de presión.
- Cada uno de los compresores debe tener un programa de mantenimiento preventivo para controlar su buen funcionamiento.
- Toda tubería que conduzca aire comprimido debe estar sujeta a inspecciones periódicas para la localización de fugas.

4.3.3. Prevención de riesgos a causa del ruido

El ruido es definido como todo sonido no deseado, la exposición a un ruido excesivo puede ocasionar la pérdida gradual de la capacidad auditiva como también daños graves a la salud del trabajador. A continuación se mencionan algunas consecuencias: dolores de cabeza, sordera temporal, alteración de los nervios, estrés excesivo y accidentes que ocurren debido a que no se puede escuchar las advertencias de peligro.

A continuación se presenta en la tabla XXXIX, los valores máximos permisibles a la exposición de ruido.

Tabla XXXIX. Exposición permitida al ruido

Duración en horas diarias	Nivel de ruido en decibeles
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25 o menos	115

Fuente: Krick Edward V., Ingeniería de métodos, página 236

Los niveles de ruido excesivo que se manejan en algunas áreas de trabajo necesitan ser tomados en cuenta para la prevención de enfermedades en el sistema auditivo.

Tabla XL. Niveles de ruido a controlar en las áreas de trabajo

Área	Nivel de ruido (Db.)	Tiempo máximo de exposición (Hrs.)
Línea peletizadora	93	5
Mezclado principal	102	1.5
Silos de maíz	97	3

Fuente: Estudio del ruido en las diferentes áreas de trabajo de planta Del Prado, S.A.

Como se muestra en la tabla XL, solo existen tres áreas de trabajo que presentan niveles de ruido en exceso. Por tal motivo se aconseja seguir las siguientes recomendaciones para la prevención de enfermedades auditivas.

- Todo trabajador que permanezca en las áreas de trabajo con niveles de ruido que sobrepasan los 90 decibeles, debe usar de forma obligatoria el equipo de protección auditivo.
- Se debe señalar adecuadamente y respetar los límites de tiempo de exposición en las áreas de trabajo donde el nivel de ruido sea superior a 90 decibeles (área de línea peletizadora, mezclado principal y silos de maíz).
- Se considera equipo de protección auditivo: los tapones de oído desechable y no desechable, tapones de oído de cera y las orejeras. El simple algodón no es aceptable.
- Todo equipo de protección auditiva debe usarse de la forma correcta para que ofrezca la protección adecuada.
- Todo equipo de protección auditiva debe de mantenerse limpio para reducir la posibilidad de una infección en el oído.

4.3.4. Resguardo de máquinas

Los resguardos o carters de protección se utilizan para proteger los elementos de transmisión en movimiento de una máquina. El propósito de los resguardos de protección es proteger al trabajador contra accidentes tales como: aplastamiento de dedos, corte, atrapamiento, perforación y en casos extremos protegerlo de la muerte.

Un carter de protección para garantizar su buen funcionamiento debe de cumplir con normas de diseño, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- Debe ser diseñado de forma que no incluya partes desmontables, las que al ser eliminadas y no reemplazadas limiten la efectividad de la protección.
- Debe ser lo bastante resistente para que no pueda sufrir daños por causas externas o causar interferencia en la operación de la máquina.
- Debe permitir la fácil realización de las tareas de mantenimiento, sin necesitar de trabajo excesivo para su desmontaje y montaje.
- El montaje debe ser rígido para evitar vibraciones o interferencias con partes en movimiento.

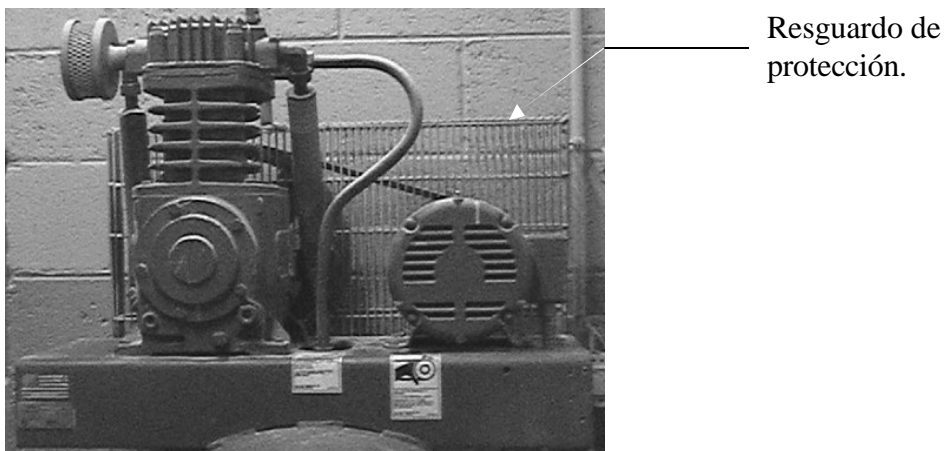
En el área de producción se localizan máquinas que no cuentan con la debida protección por tal motivo es necesario la colocación de resguardos. A continuación en la tabla XLI, se identifica los mecanismos de transmisión de movimiento que requieren resguardos, así como también la especificación de las medidas de diseño para la construcción de los resguardos de protección. En la figura 51 se presenta la descripción gráfica del resguardo de protección a construir y su forma de montaje.

Tabla XLI. Maquinaria que necesita resguardo

Máquina	Descripción de elementos expuestos	Dimensiones (Cms.)		
		Base	Altura	Longitud
Ventilador industrial # 1	Juego de fajas y poleas	38	91	15
Ventilador industrial # 3	Juego de fajas y poleas	130	85	30
Compresor # 2	Juego de fajas y poleas	74	42	9
Finalizadora	Juego de fajas y poleas	40	98	10
Blender	Acople	21	32	16
Elevador de cangilones # 3	Acople	19	24	14
Bomba de melaza	Acople	19	24	14
Molino de martillos # 1	Juego de fajas y poleas	85	48	13
Molino de martillos # 2	Acople	83	62	21
Transportador helicoidal # 3	Cadena y juego de sprockets	40	71	20

Fuente: Diseño de resguardo de protección para la maquinaria de planta Del Prado, S.A.

Figura 51. Resguardo de protección para elementos de transmisión



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

4.3.5. Condiciones físicas de la planta

Para la prevención de accidentes dentro de las diferentes áreas de trabajo de la planta, es necesario mantener en buenas condiciones las instalaciones físicas de la planta como lo son: pisos, paredes, ventilación e iluminación. El mantenimiento adecuado de las instalaciones permitirá obtener un lugar seguro para trabajar.

4.3.5.1. Pisos

El piso es toda superficie de pavimento donde esta colocado todo activo tangible de la planta. La integridad física de los pisos es de mucha importancia para el buen desempeño del trabajo como para la prevención de accidentes.

La integridad física actual de los pisos es muy deficiente debido a la existencia de grietas situación que crea los siguientes problemas: dificultad de traslado de materia prima a los diferentes puntos de vaciado, riesgo de tropiezos y dificultad de paso de los montacargas.

Las áreas de trabajo que requieren una atención inmediata para la compostura de pisos son:

- Bodega de macro ingredientes.
- Área de línea peletizadora.
- Bodega de producto terminado # 1.
- Bodega de producto terminado # 2.
- Bodega de producto terminado # 3.

La compostura de pisos se realizará fundiendo el área total agrietada mediante concreto con refuerzo de varillas de hierro. La mezcla de concreto a utilizar debe contener los siguientes elementos: cemento, agua, arena y piedrín. El refuerzo con varillas de hierro tiene como fin reducir al mínimo el ancho de las grietas que se formen de manera aleatoria por el paso de los montacargas.

4.3.5.2. Paredes

Una pared es una superficie lisa y alta que protege el perímetro de una planta, el material de construcción de las paredes de la planta es el block, más su correspondiente capa de cerñido y pintura. La situación actual de las paredes de la planta se limita a que se ensucian continuamente debido al proceso de producción actual, por este motivo es necesario realizar una rutina de limpieza que se enfoque al cuidado físico de las paredes de la planta. Las recomendaciones a seguir para la limpieza son las siguientes

- La parte inferior de una pared deberá de limpiarse con un paño húmedo con el fin de no formar polvo en el ambiente de trabajo.
- La parte superior de una pared debe de limpiarse con una escoba limpia para retirar el polvo adherido a la superficie.
- Las paredes de la planta deben pintarse como mínimo cada dos años, para mantener en buen estado la integridad física de las paredes de la planta.

4.3.5.3. Ventilación

Ventilar es extraer el aire interior de un recinto y sustituirlo por aire nuevo del exterior eliminando el calor, el vapor, olores, polvo y cuanto elemento perjudicial contenga el aire ambiental encerrado dentro de las áreas de trabajo. Cuando no se lleva a cabo una renovación de aire en el lugar de trabajo, la respiración de los trabajadores se hace dificultosa y molesta, siendo este un factor determinante que afecte la salud de los trabajadores.

El sistema de ventilación de la planta se lleva a cabo por el método de renovación natural utilizando para ello extractores eólicos de techo en las diferentes áreas de trabajo. Con respecto al cálculo realizado al sistema de ventilación, del área de peletizado en el capítulo 2 e inciso 2.2.4.1.2.1., se logró determinar que el problema no se encuentra en la cantidad de extractores eólicos instalados en el techo, si no a las fugas que existen en el sistema de tuberías que transportan materia prima harinosa.

Los pasos a seguir para solucionar el problema de la contaminación del aire debido a las fugas que existen en el sistema de tuberías que conducen materia prima, se llevará a cabo a través del desarrollo de las siguientes medidas:

- Realizar inspecciones periódicas a las diferentes tuberías que conducen materia prima para la localización de fugas.
- Toda fuga que se localice deberá ser reportada y eliminada
- Cuando localice una fuga esta deberá ser tapada mediante el uso de sikaflex

4.3.5.4. Iluminación

La iluminación de toda área de trabajo contribuye a que los trabajadores realicen sus actividades de manera eficiente, una mala iluminación se refleja en cansancio para trabajar como también en un factor de alto riesgo para la ocurrencia de accidentes.

El sistema de iluminación que se utiliza dentro de las áreas de trabajo de la planta es del tipo natural y artificial, debido a su gran importancia para el desarrollo de las jornadas de producción se plantean las siguientes medidas para su mejoramiento.

1. Iluminación natural: este método se utiliza para iluminar las áreas de trabajo durante la jornada ordinaria, el problema que presenta este tipo de iluminación es que actualmente no se aprovecha toda la luz solar durante el día debido a la falta de limpieza de las láminas transparentes colocadas en el techo. Por tal motivo se debe de limpiar periódicamente con agua, detergente y wipe las láminas transparentes, con el fin de aprovechar los rayos del sol para iluminar las diferentes áreas de trabajo de la planta.
2. Iluminación artificial: este sistema se utiliza para iluminar las áreas de trabajo cuando las condiciones climáticas no permiten el aprovechamiento de la luz solar. De acuerdo con el análisis realizado en el capítulo 2 y sección 2.2.4.1.3., el estado actual del sistema de iluminación artificial del área de peletizado es deficiente, debido a que no se cumple con la cantidad de los 500 luxes que recomienda la norma americana de la I.E.S (sociedad americana de ingenieros en iluminación), en los trabajos de operación de máquinas que requieren solo visión intermitente. Por tal motivo es necesario calcular mediante el método de cavidad zonal, la cantidad adecuada de lámparas a instalar en el área de peletizado, para lograr una buena iluminación en esta importante área de trabajo de la planta.

4.3.5.4.1. Cálculo del sistema de iluminación

El desarrollo del cálculo del sistema de iluminación para el área de peletizado se realizó por medio del método de cavidad zonal, mediante la utilización del software llamado “Visual versión 2.2”.

El primer paso para el cálculo del sistema de iluminación, mediante el uso de software, es el ingreso de datos acerca de las dimensiones físicas del área de peletizado (ver tabla XLII), por medio del formulario número 1 (ver figura 52), y la altura del plano de trabajo por medio del formulario número 2 (ver figura 53), que visualiza el asistente de ayuda del software.

Tabla XLII. Datos a ingresar en el software de análisis de iluminación

Descripción del área de peletizado	Dimensiones (mts.)
Largo	22.00
Ancho	15.00
Altura	6.00
Altura del plano de trabajo	0.95
Altura de montaje de la lámpara	5.05
Descripción de colores de la planta	Porcentaje de reflectancias (%)
Color de la pared = verde medio	30
Color del techo = gris claro	50
Color del piso = gris oscuro	10

Fuente: Área de peletizado planta Del Prado, S.A.

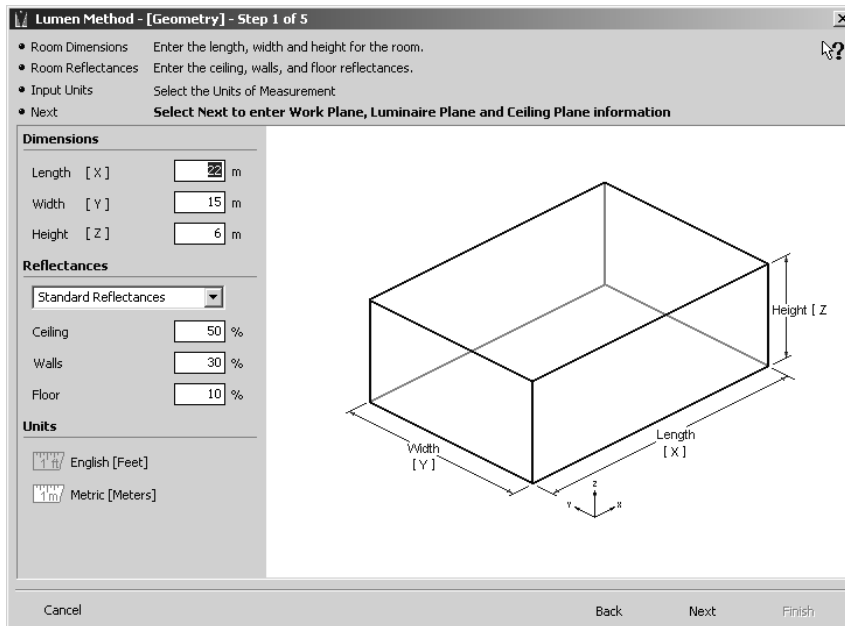
El valor de los porcentajes de reflectancias fue tomado de la tabla XLIII.

Tabla XLIII. Porcentajes de reflectancia para paredes, techos y pisos

Área de análisis	Valor de porcentaje (%)
Techo o cielo	
Blanco o muy claro	70
Color claro	50
Color medio	30
Para las paredes	
Color claro	50
Color medio	30
Color oscuro	10
Para el piso	
Color claro	30
Color medio	20
Color oscuro	10

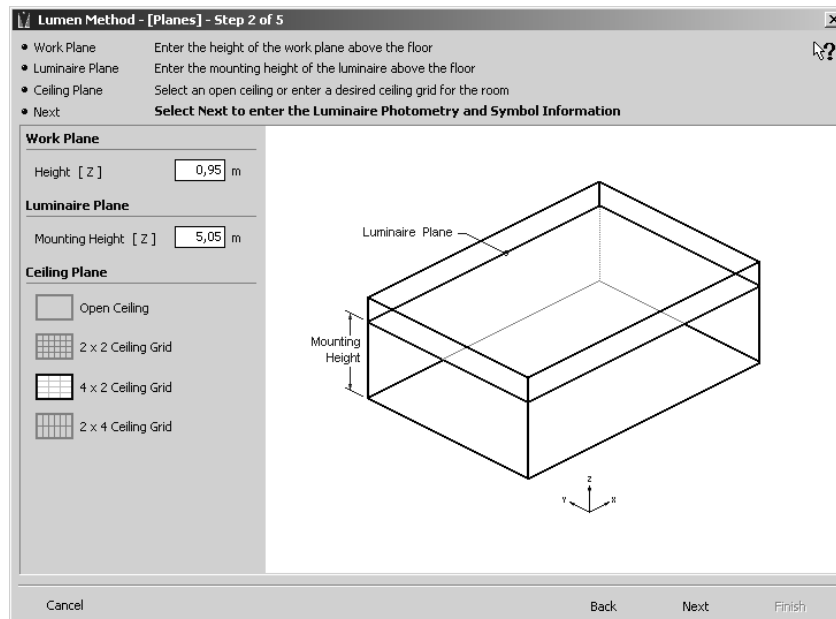
Fuente: Sergio Torres., Ingeniería de plantas, Página 116.

Figura 52. Descripción de dimensiones del área de peletizado



Fuente: Visual versión 2.2, método de iluminación por cavidad zonal

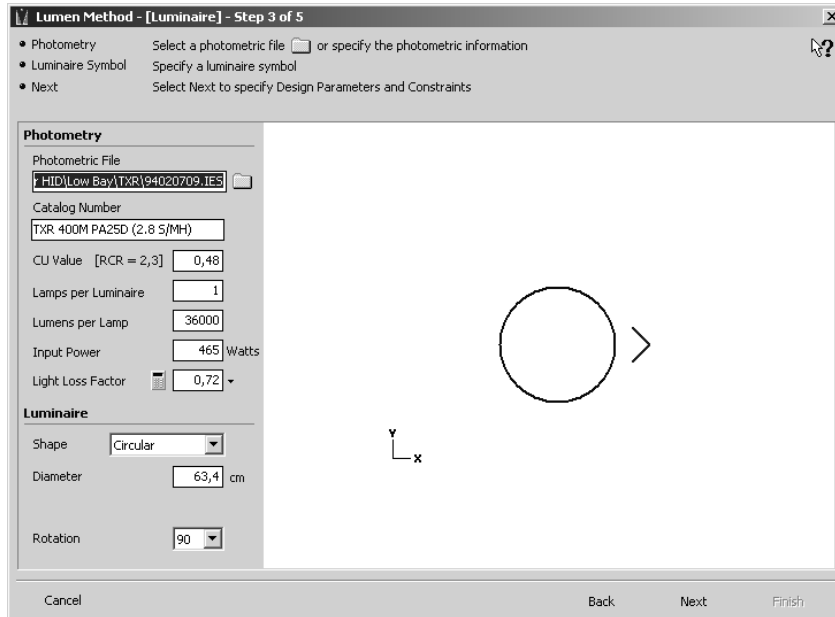
Figura 53. Descripción de altura del plano de trabajo



Fuente: Visual versión 2.2, método de iluminación por cavidad zonal

El segundo paso es introducir en el formulario número 3 (ver figura 54) las características físicas y técnicas de la lámpara a utilizar (ver figura 34). El tipo de lámpara a utilizar, para el cálculo del sistema de iluminación del área de peletizado es el modelo de lámpara que se utiliza actualmente, debido a que sus características técnicas y físicas ofrecen una lámpara con buenas de características de trabajo, y seguridad a los trabajadores mediante el difusor de seguridad que trae consigo

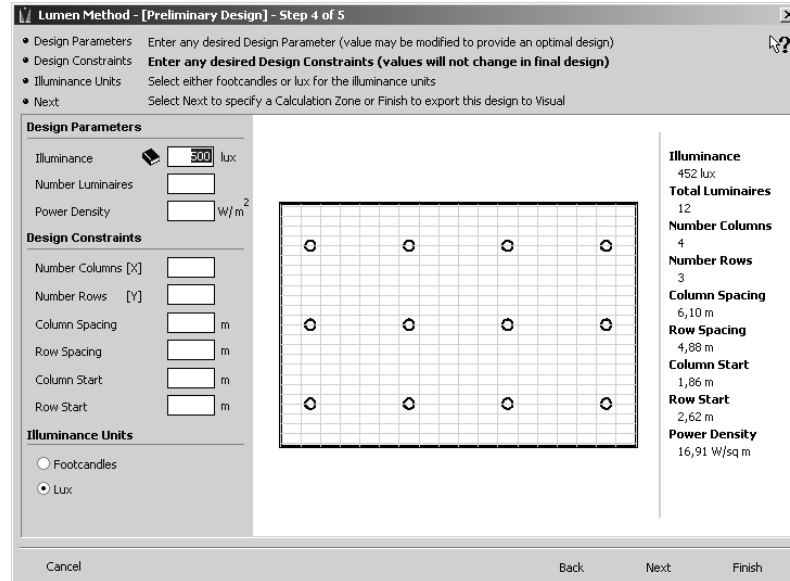
Figura 54. Descripción física y técnica de la lámpara



Fuente: Visual versión 2.2, método de iluminación por cavidad zonal

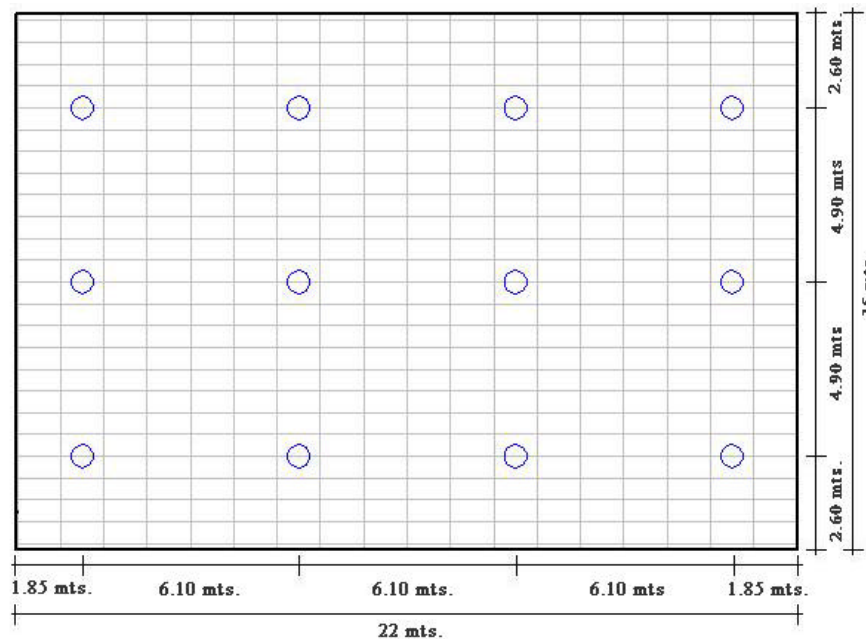
El tercer paso consiste en introducir en el formulario número 4 (ver figura 55), la cantidad de luxes que se requieren en el área de peletizado. Para nuestro análisis se tomara la cantidad de 500 luxes de acuerdo a la recomendación que hace la norma de la I.E.S. (sociedad americana de ingenieros en iluminación), en los trabajos de operación de máquinas que requieren solo visión intermitente. Seguidamente es necesario presionar el botón de finalizar, para que el software presente los resultados del sistema de iluminación mediante el método de cavidad zonal. A continuación en la figura 56 se presenta la distribución de lámparas adecuada para obtener el sistema de iluminación adecuada para el área de peletizado, y en la tabla XLIV se presentan los resultados obtenidos a través del método de cavidad zonal, para el área de peletizado mediante el uso de software.

Figura 55. Descripción de la cantidad de luxes para el área de peletizado



Fuente: Visual versión 2.2, método de iluminación por cavidad zonal

Figura 56. Distribución de lámparas para el área de peletizado



Fuente: Visual versión 2.2, método de iluminación por cavidad zonal

Tabla XLIV. Resultados obtenidos por el método de cavidad zonal

Iluminación	Luxes
Iluminación del área de trabajo	500
Iluminación promedio del área de trabajo	439.6
Iluminación máxima del área de trabajo	568.6
Iluminación mínima del área de trabajo	281.5
Cantidad de luminarias: 12 Número de columnas: 4 Número de filas: 3 Espacio entre columnas: 6.10 mts. Espacio inicial de la primera columna: 1.85 mts. Espacio entre filas: 4.90 mts. Espacio inicial de la primera fila: 2.60 mts.	

Fuente: Visual versión 2.2, método de iluminación por cavidad zonal

Con los resultados obtenidos por medio del software de análisis, es importante concluir que para mejorar el sistema de iluminación actual del área de peletizado es necesario tener instaladas dentro del área de peletizado un total de 12 lámparas del tipo metalarc con difusor de seguridad, de acuerdo a la distribución de lámparas presentada en la figura 56, para obtener el nivel de los 500 luxes recomendado por la I.E.S. (sociedad americana de ingenieros en iluminación).

Para mantener el buen servicio del sistema de iluminación artificial en las diferentes áreas de trabajo de la planta, es necesario seguir las siguientes medidas:

- El mantenimiento eléctrico y limpieza de las lámparas lo realizará únicamente el mecánico eléctrico de la planta.

- Todas las lámparas de la planta deberán estar sujetas a una limpieza e inspección periódica para el buen funcionamiento de las mismas.
- Cuando una lámpara presente un bajo rendimiento de trabajo o este que mada debido a su tiempo de vida útil excedido, esta será sustituida de manera inmediata, con el fin de no afectar el buen rendimiento del sistema de iluminación artificial del área de trabajo en estudio.

4.4. Medidas de higiene industrial

La higiene industrial es la ciencia que tiene por objeto la conservación de la salud y la prevención de enfermedades en el trabajador mediante el estudio de todos aquellos factores que representen riesgo alguno de causar una enfermedad.

El propósito de crear medidas con énfasis en la higiene industrial dentro de las diferentes áreas de trabajo se hace por los siguientes motivos:

- Prevenir enfermedades en los trabajadores.
- Hacer de la planta un lugar limpio y ordenado para trabajar.

4.4.1. Medidas de manejo de productos químicos

El manejo de materias primas en bodega de micro ingredientes por el alto grado de contenido químico que contienen, representan un gran riesgo de contraer enfermedades del tipo respiratorio en el trabajador. El problema consiste que durante las operaciones de pesado se crea un ambiente con demasiado polvo, producto de la materia prima que se dispersa en el aire.

En la industria los polvos son considerados como partículas sólidas suspendidas en el aire que miden de 0.1 a 25 micrones. Los efectos negativos en la salud de una persona pueden ser: dificultad para respirar, ardor en la garganta, hemorragias nasales y enfermedades graves que pueden causar hasta la muerte.

Por tal motivo es necesario seguir las siguientes medidas para la prevención de enfermedades del tipo respiratorio.

- Todo trabajador asignado al área de bodega de micro ingredientes debe obligatoriamente utilizar su mascarilla de protección contra polvos, gafas, casco y sus respectivos guantes.
- El supervisor de producción estará obligado a realizar inspecciones a los trabajadores de dicha área de trabajo con el fin de observar que los mismos utilicen de forma adecuada el equipo de protección personal.

4.4.2. Medidas de manejo de desechos lubricantes y combustibles

La creación de medidas de prevención para el manejo adecuado de lubricantes y combustibles, tiene como objetivo principal: prevenir incendios que puedan ocurrir por el mal manejo de combustibles y de enfermedades en la piel a causa del mal manejo de los lubricantes industriales.

4.4.2.1. Combustibles

Los combustibles son líquidos altamente inflamables y el no conocer las precauciones en cuanto a su uso y manejo crea una situación de alto riesgo para la ocurrencia de un incendio.

Por tal motivo es necesario seguir las siguientes medidas en cuanto al manejo de combustibles para la prevención de incendios

- Mantener siempre señalizada el área de combustibles, en el sector de la línea peletizadora, con rótulos que indiquen “peligro no fumar” o “ líquidos altamente inflamables” (ver anexos figura 68 y tabla LVIII e ítem número 7).
- Mantener siempre un extintor del tipo abc con su respectiva señalización cerca del área de combustible (ver anexos figura 68 y tabla LVIII e ítem número 2).
- Capacitar al personal de trabajo sobre el uso y manejo de los líquidos inflamables.
- Eliminar todo material inflamable en el área donde se almacenan combustibles.

4.4.2.2. Lubricantes

Los lubricantes son productos que se utilizan para disminuir el desgaste que ocurre en piezas mecánicas sujetas a continuo contacto dentro de una máquina industrial.

El mal uso y manejo de los lubricantes industriales producen daños en la piel, cuando el contacto es por periodos prolongados, como también daños al sistema respiratorio cuando se inhalan sus vapores. Por tal razón es necesario seguir las siguientes medidas de protección para evitar enfermedades en la piel.

- Los lubricantes industriales deben estar almacenados en el departamento de mantenimiento (ver anexos figura 73), y deben ser únicamente utilizados por personal calificado.
- Cuando se tenga que trabajar con lubricantes industriales en las tareas de cambio de aceite o reemplazo de grasa, es necesario que el personal que ejecute dicha tarea utilice guantes para la protección de las manos.
- Capacitar constantemente al personal de mantenimiento sobre el uso y manejo adecuado de los lubricantes industriales.

4.4.3. Medidas de limpieza general

La limpieza es la acción de quitar la suciedad de un objeto que se necesite mantener en buenas condiciones. Mantener las áreas de trabajo limpias es un objetivo de mucha importancia, por lo tanto la colaboración de todos los trabajadores de la planta ayudará a lograr alcanzar dicha meta.

En la planta actualmente se carece de personas que se dediquen únicamente a realizar tareas de limpieza, por tal razón es necesario seguir las siguientes medidas para mantener las instalaciones de la planta limpias y ordenadas.

- Para la limpieza de la planta se debe de contar con el siguiente equipo: escobas, trapeadores, líquidos desinfectantes, detergente, agua y limpiadores de trapo.
- La limpieza general de la planta será responsabilidad de cada operario quien debe de mantener su área de trabajo limpia y ordenada cuando esté desarrollando sus labores.
- Todos los días se debe limpiar la maquinaria y equipo que se utilice.
- Los supervisores de producción son los encargados de velar que las tareas de limpieza se realicen de manera normal.

4.5. Medidas de protección contra incendios

La prevención, protección y control de incendios se debe contemplar en todo programa de seguridad industrial. Un incendio es originado comúnmente por la falta de medidas con respecto al cuidado que se debe de tener con el manejo de materiales inflamables, como también a la falta de equipo de combate contra incendio. Un incendio de gran escala deja comúnmente como consecuencias grandes pérdidas materiales y en algunos casos pérdidas humanas.

Por los efectos negativos que trae consigo un incendio es importante establecer medidas de protección contra incendios dentro de la planta para su prevención.

4.5.1. Normas preventivas contra incendios

Las normas preventivas contra incendios buscan evitar el riesgo de situaciones de emergencia y asegurarse en caso de que se presente, se reconozca y se elimine de forma oportuna y eficaz.

Las normas a seguir para la prevención y combate de incendios son:

- Todo equipo de protección contra incendio debe permanecer en su lugar y con su respectiva señalización que lo identifique de forma clara.
- Todo equipo de protección contra incendio debe estar sujeto a continuo mantenimiento para mantenerlo en buenas condiciones de uso.
- Se debe obedecer toda la señalización dentro de la planta que informe sobre un peligro o prevención de incendio.
- Todos los trabajadores de la planta deben ser continuamente capacitados en el manejo y uso adecuado de extintores.

- Todos los trabajadores de la planta deben de conocer los distintos tipos de fuego, sus características de combustión y el tipo de agente extintor que debe usarse en cada caso.

4.5.2. Sustancias combustibles inflamables

Para que se origine un incendio deben existir tres elementos que son: oxígeno, calor y combustible. La reacción química de estos elementos produce lo que comúnmente se conoce como fuego.

Los incendios dentro de cualquier lugar de trabajo se originan debido al mal manejo y almacenamiento de materiales combustibles. A continuación se presenta la clasificación de los tipos de incendio.

1. Incendio de clase “A”: son los incendios producidos por materiales combustibles ordinarios como lo son: madera, papel, tela, caucho y plásticos.
2. Incendio de clase “B”: son los incendios producidos por líquidos o gases inflamables como lo son: gasolina, kerosén, alquitranes, laca, base de pinturas, aceites y grasas.
3. Incendio de clase “C”: son los incendios producidos por equipos eléctricos o electrónicos energizados.
4. Incendio de clase “D”: son los incendios producidos por algunos metales combustibles como lo son: titanio, magnesio, zirconio, sodio, litio y potasio.

Los materiales combustibles que son propensos a producir un incendio dentro de las áreas de trabajo de la planta son: las tarimas de madera, los combustibles líquidos, los sacos de polietileno, los lubricantes y equipo eléctrico en general. Por tal motivo se debe de supervisar periódicamente, que los extintores contra incendio estén en el lugar que les corresponda según la distribución de extintores en las diferentes áreas de trabajo (ver tabla XLVI).

4.5.3. Extintores

Los extintores son equipos de combate contra incendios los cuales contienen en su interior polvo, líquido o gases, destinados como línea primaria de defensa, con la fuerza suficiente para combatir incendios de tamaño limitado. Los tipos de extintores que existen para el combate de incendio se presentan a continuación en la tabla XLV.

Tabla XLV. Clasificación de extintores

Agente extintor	Composición Química	Tipos de fuego que combate
Agua	H ₂ O	A
Espuma	AFFF (solución acuosa)	AB
Polvo químico	Bicarbonato de sodio, potasio, fosfato de amonio	BC & ABC
Dióxido de carbono	CO ₂	BC
Gas halógeno	Hidrocarburo halogenado	BC & ABC

Fuente: Edgar Rene Québec., Programa de seguridad industrial para la industria del calzado, Pág. 113

Para en conservar el buen funcionamiento de los extintores se recomienda seguir las siguientes medidas:

- Todos los extintores deben estar sujetos a inspecciones mensuales para verificar el buen estado de los mismos.
- Todo extintor instalado dentro de la planta debe estar colocado a una altura de 1.50 metros hasta su base.
- Todo extintor por encima de su cuerpo debe tener instalado su respectiva señalización industrial que lo identifique.
- Todo extintor debe de tener una tarjeta de control que indique las fechas de inspecciones y número de recargas que se le ha efectuado (ver figura 61).
- La planta debe tener los planos de todas las áreas de trabajo donde se indique la ubicación exacta de cada uno de los extintores (ver tabla XLVI).
- Cada vez que un trabajador utilice un extintor debe de llenar la ficha de control correspondiente (ver figura 60).

En las diferentes áreas de trabajo de la planta, no se cuentan con extintores instalados, debido a que los extintores con que se cuentan están almacenados en conjunto en la bodega de etiquetas. Por esta razón es necesaria la reubicación de los mismos para que estén al alcance de todos los trabajadores de la planta en el caso de un incendio.

A continuación se presenta en la tabla XLVI, la distribución adecuada de los extintores en las diferentes áreas de trabajo.

Tabla XLVI. Distribución de extintores en las diferentes áreas de trabajo

Localización	Cantidad	Número de extintor	Tipo de extintor	Peso (lbs.)
Bodega de macro ingredientes	1	1	ABC	10
Área de peletizado	2	2, 3	ABC	10
Área de línea finalizadora	1	4	ABC	10
Mezclado principal	1	5	ABC	10
Bodega de producto terminado # 1	1	6	ABC	10
Bodega de producto terminado # 2	1	7	ABC	10
Bodega de producto terminado # 3	1	8	ABC	10

Fuente: Ubicación de extintores en la áreas de trabajo de planta Del Prado, S.A.

La descripción gráfica de la localización de cada uno de los extintores descritos en la tabla XLVI, se describe a continuación:

- Extintor número 1, ver sección de anexos figura 65 e ítem número 15.
- Extintores número 2 y 3, ver sección de anexos figura 68 e ítems número 2 y 3.
- Extintor número 4, ver sección de anexos figura 69 e ítem número 6.
- Extintor número 5, ver sección de anexos figura 70 e ítem número 2.
- Extintor número 6, ver sección de anexos figura 69 e ítem número 7.
- Extintor número 7, ver sección de anexos figura 71 e ítem número 2.
- Extintor número 8, ver sección de anexos figura 72 e ítem número 2.

4.5.3.1. Uso apropiado de extintores

Es importante mencionar que todo trabajador de la planta debe aprender a utilizar un extintor para combatir un incendio en sus orígenes. En la actualidad la mayoría de los trabajadores desconocen el procedimiento de uso de un extintor.

A continuación se presentan los pasos básicos para utilizar un extintor.

- Hale el pasador.
- Colóquese en dirección opuesta al sentido de las llamas.
- Apunte con la boquilla del extintor hacia la base de las llamas.
- Apriete el gatillo mientras mantiene el extintor en posición vertical.
- Mueva la boquilla de lado a lado, cubriendo el área del fuego con el agente extintor.

4.6. Control del programa de seguridad e higiene industrial

El seguimiento y control de un programa de seguridad e higiene industrial es una parte fundamental para el buen desarrollo del programa ya que de no realizarse se corre el riesgo de que el programa sea un total fracaso. La metodología de seguimiento y control que se describe a continuación, es mediante la utilización de las siguientes herramientas administrativas:

- Conformación de una brigada de emergencia.
- Conformación de un comité de seguridad e higiene industrial.
- Supervisiones.
- Fichas o formatos de control.
- Programa de mejora continua enfocado en la seguridad e higiene industrial.

4.6.1. Brigada de emergencia

El objetivo fundamental de una brigada de emergencia consiste en salvaguardar los activos tangibles de la planta y la vida de todos los trabajadores al surgir una emergencia, mediante la aplicación de las acciones correspondientes, para alcanzar el objetivo principal trazado. Las acciones que deberá implementar la brigada de emergencia son: medidas de combate contra incendio y primeros auxilios. Debido a que en situaciones de emergencia muchas personas actúan precipitadamente, es en estos momentos cuando la brigada de emergencia debe actuar como guía del resto de personas, siendo esta su mayor responsabilidad.

Es necesario que las personas que conformen la brigada de emergencia, reciban capacitación periódica en lo que se refiere a primeros auxilios y combate de incendios y que además se ejecuten simulacros de emergencia dentro de la planta por lo menos dos veces al año. Es recomendable que al formar la brigada de emergencia, exista una persona de cada área o departamento. Para la conformación de la brigada de emergencia es necesario seguir las siguientes medidas para su buen desempeño en situaciones de emergencia.

- Las brigadas de emergencia son grupos de trabajadores capacitados y entrenados para responder adecuadamente ante una emergencia con el objetivo de salvaguardar la vida de los trabajadores de la planta.
- Su conformación es por parte de los trabajadores de forma consciente y voluntaria.
- La brigada de emergencia deberá estar capacitada para prestar primeros auxilios y el combate contra incendios.
- El número de integrantes será de siete personas; este número puede aumentar si en la empresa aumenta el número de trabajadores.

- No existen jerarquías con los miembros de la brigada, todos tienen las mismas responsabilidades cada quien en su respectiva área de trabajo; solo se deben reportar ante el coordinador del comité de seguridad.

4.6.2. Comité de seguridad e higiene industrial

La función principal del comité de seguridad e higiene industrial será de prevenir cualquier daño a la salud de los trabajadores de la planta, mediante la investigación de las causas de los accidentes y enfermedades por medio de los formatos y métodos de control. La evaluación del buen desempeño de la brigada de emergencia es también responsabilidad del comité de seguridad e higiene industrial.

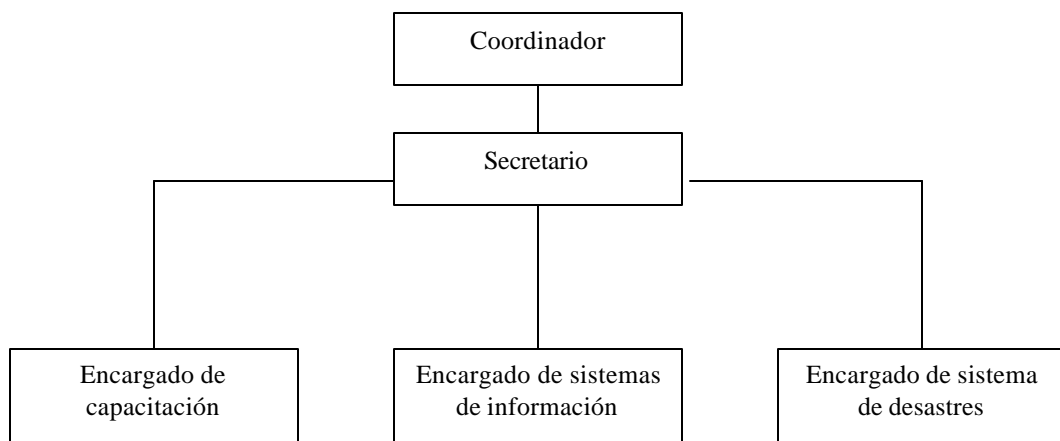
Al igual que la brigada de emergencia, es indispensable que el comité sea conformado por trabajadores de distintas áreas por lo menos uno de cada área no importando si el miembro del comité de seguridad también pertenece a la brigada de emergencias. La capacitación debe darse de igual manera a los miembros del comité de seguridad e higiene industrial, así como capacitarlos en las funciones propias del puesto. Para la conformación del comité de seguridad e higiene industrial es necesario seguir las siguientes medidas para su buen desempeño.

- El comité de seguridad e higiene industrial deberá conformarse por trabajadores de las diferentes áreas de trabajo.
- El número de integrantes es de cinco personas; este número puede aumentar si aumenta el número de trabajadores en la planta.
- Los requisitos para pertenecer al comité de seguridad e higiene industrial deberán ser los siguientes: ser trabajador de la planta, ser mayor de edad, ser de conducta honorable y haber demostrado responsabilidad en el desempeño de su trabajo.

- Los miembros del comité deberán ser cambiados cada año y pueden ser reelectos, cabe mencionar que los integrantes del comité no tendrán que desempeñar esta responsabilidad por tiempo completo de la jornada de trabajo, solamente cuando se requiera por causa de algún accidente o cuando el coordinador del comité lo solicite a sus miembros.
- Deberán llevar un control estadístico de accidentes y enfermedades, además deberán reunirse por lo menos dos veces al mes en horarios de trabajo para evaluar el desempeño del comité y de la brigada de emergencia.

La jerarquía en el comité de seguridad e higiene industrial se estructura de la siguiente manera como se presenta en la figura 57

Figura 57. Organigrama del comité de seguridad e higiene industrial



Fuente: Diseño del organigrama del comité de seguridad e higiene industrial

La descripción responsabilidades y obligaciones de los puestos que desempeñaran las personas que conformen el comité de seguridad e higiene industrial son las siguientes:

- **Coordinador**

- a) Preside y dirige las reuniones.
- b) Organiza el trabajo que se va a ejecutar.
- c) Determina con su decisión la solución a un problema.
- d) Es el enlace directo ante la autoridad empresarial.
- e) Discute y analiza el tema a tratar con todos los miembros del comité.
- f) Llena los informes de accidentes ocurridos en la planta.

- **Secretario**

- a) Sustituye al coordinador cuando por causas de fuerza mayor, se ausente.
- b) Informar al coordinador de las conclusiones y recomendaciones que el grupo ha determinado en la reunión.
- c) Redacta actas de reuniones de trabajo.
- d) Toma asistencia a los miembros del grupo.
- e) Archiva documentos.
- f) Elabora circulares.
- g) Es el receptor de documentos para todos los miembros del grupo.

- **Encargado de capacitación**

- a) Realiza encuestas sobre las necesidades de capacitación de personal.
- b) Calendariza adecuadamente la capacitación.
- c) Divulga los programas de capacitación.
- d) Promueve la educación educativa.
- e) Tiene a su cargo la formación del centro de documentación de la planta.
- f) Se encarga de motivar a los trabajadores para que participen en la capacitación de seguridad programando conferencias magistrales o videoconferencias.

- **Encargado de sistemas de información**

- a) Lleva el control de número de accidentes.
- b) Lleva el control del número de enfermedades profesionales.
- c) Investiga los accidentes.
- d) Lleva el control del ausentismo del personal por causa de enfermedades.
- e) Mediante la observación visual de las diferentes áreas de trabajo elabora las fichas o formatos de control de las condiciones inseguras que son detectadas dentro de la planta.

- **Encargado de sistemas de desastres**

- a) Lleva el control de desastres industriales.
- b) Se encarga de programar los simulacros de emergencia y de comunicarlos a todo los trabajadores de la planta.
- c) Debe mantenerse informado sobre desastres en otras plantas, analizando los errores cometidos para adquirir experiencia y prevenir riesgos.

4.6.3. Metodología a utilizar en la ejecución de las rutinas de supervisión referente a la seguridad e higiene industrial en la planta

La supervisión es el método a utilizar para observar el cumplimiento de las medidas de seguridad industrial en las diferentes áreas de trabajo de la planta, por parte del comité de seguridad e higiene industrial. La metodología a emplearse, será la siguiente:

- Durante las jornadas de trabajo, los trabajadores que pertenezcan al comité de seguridad e higiene industrial deben de exigir a sus compañeros, el cumplimiento de las medidas de seguridad industrial.
- Las operaciones de supervisión servirán para evaluar las condiciones inseguras que existan dentro de las áreas de trabajo, utilizando para ello el formato de control adecuado (ver figura 58), donde se registraran las observaciones correspondientes.
- Las operaciones de supervisión servirán para evaluar el estado físico de: equipo de protección personal, señalización industrial y equipo de combate contra incendio.

4.6.4. Documentación de control

El control de la seguridad e higiene industrial mediante formatos o fichas de control servirá para registrar la información que ayude a mejorar continuamente el programa de seguridad industrial, como el evaluar los logros alcanzados por el mismo. Los formatos a emplear son:

- Formato de control de condiciones inseguras.
- Formato de programación de tareas de limpieza.
- Formato de uso de extintores.
- Formato de mantenimiento de extintores.
- Formato de control de accidentes.

4.6.4.1. Formato de control de condiciones inseguras

Este documento se utiliza para anotar todas las observaciones con respecto a una condición insegura que exista dentro de las instalaciones de la planta, con el fin de evaluar detalladamente el riesgo y proporcionarle la solución adecuada (ver figura 58). Los datos que se registran en esta ficha son:

- Número correlativo del formato.
- Nombre de quien elabora el formato.
- Fecha en la cual se elaboró el formato.
- Nombre de persona quien informa de la condición insegura.
- Localización de la condición insegura.
- Descripción de la condición insegura.
- Descripción de las soluciones.
- Descripción de los materiales a utilizar para solucionar el problema.
- Descripción de costos de los materiales a utilizar.
- Firmas.

Figura 58. Ficha de control de condiciones inseguras



Ficha de control de condiciones inseguras

Hoja No. _____

Fecha: _____

Nombre del supervisor: _____

Persona quien informa de la condición insegura: _____

Área de trabajo: _____

Descripción de la condición insegura: _____

Descripción de soluciones para la condición insegura: _____

Descripción de materiales

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total

F. _____

Supervisor de producción

F. _____

Jefe de producción


Fuente: Diseño de ficha de control de condiciones inseguras

4.6.4.2. Formato de control de programación de tareas de higiene industrial

Este documento se utiliza para programar los trabajos de limpieza que se efectuaran en las diferentes áreas de trabajo, como también la descripción de las personas asignadas para la ejecución de dichas tareas (ver figura 59). Los datos que se registran en esta ficha son:

- Fecha en la cual se elaboro el formato.
- Nombre y firma del supervisor que elabora el formato.
- Fecha en la cual se ejecutaran los trabajos de limpieza.
- Descripción de los trabajos a realizar.
- Descripción de las personas asignadas para la ejecución de las tareas de limpieza.
- Hora de inicio y de conclusión de las tareas de limpieza.

Figura 59. Ficha de programación de tareas de limpieza

 Ficha de control de limpieza				
				Hoja No. _____
				Fecha: _____
Nombre del supervisor: _____				
Fecha de programación de la ejecución de las tareas de limpieza: _____				
Operario	Area de trabajo	Tarea de limpieza	Hora de inicio	Hora de conclusión
F. _____ Supervisor de producción			F. _____ Jefe de producción	


Fuente: Diseño de ficha de programación de tareas de limpieza

4.6.4.3. Formato de control de uso de extintor

Este documento se utilizará para llevar el control de los extintores que han sido utilizados dentro de la planta. La información que se anote en este documento permitirá evaluar el motivo por el cual fue utilizado y evitar que el extintor sea utilizado nuevamente y colocado en su lugar de origen sin haber sido previamente recargado con su agente extintor (ver figura 60). Los datos que se registran en esta ficha son:

- Número correlativo de la ficha.
- Nombre y puesto de trabajo de la persona quien utilizo el extintor.
- La descripción del motivo por el cual fue utilizado el extintor.
- El número del extintor en estudio.
- Descripción del área de ubicación del extintor en estudio.
- Fecha en que se utilizo el extintor.
- Firmas.

Figura 60. Ficha de control de uso de extintor

	Ficha de control de uso de extintor
	Ficha No. _____
Nombre de quien utilizo el extintor: _____	
Puesto que desempeña: _____	
Motivo del uso del extintor: _____	
Número de extintor: _____ Área de ubicación: _____	
Fecha de uso: _____	
Firma del trabajador: _____ Firma del supervisor de producción: _____	


Fuente: Diseño de ficha de control de uso de extintor

4.6.4.4. Formato de control de extintores

Este documento se utiliza para llevar el control de las fechas programadas para las inspecciones de mantenimiento a todos los extintores de la planta. Como también la descripción detallada de cada uno de los mismos (ver figura 61). Los datos que se registran en esta ficha son:

- Nombre del supervisor que elabora el formato.
- Fecha de elaboración del formato.
- Número de extintor, marca, peso, presión, agente extintor, ubicación, observaciones.
- Última fecha de mantenimiento.
- Próxima fecha de mantenimiento.
- Firmas.

Figura 61. Ficha de control de mantenimiento de extintores

		Ficha de control de mantenimiento de extintores						
						Hoja No. _____		
						Fecha: _____		
Nombre del supervisor: _____								
No. de extintor	Marca	Peso (lbs.)	Presión (psi.)	Agente extintor	Última fecha de mantenimiento	Próxima fecha de mantenimiento	Ubicación	Observaciones
F. _____				F. _____				
Supervisor de producción				Jefe de producción				


Fuente: Diseño de ficha de control de mantenimiento de extintores

4.6.4.5. Formato de control de accidentes

Este documento se utiliza para llevar el control de los accidentes que les ocurran a los trabajadores de la planta con el fin de evaluar sus causas y poder prevenirlas (ver figura 62). Los datos que se registran en esta ficha son:

- Fecha y hora del accidente.
- Información personal de la persona que sufrió el accidente.
- Descripción del accidente.
- Tipo de lesión.
- Parte del cuerpo afectado.
- Relato del accidentado.
- Relato del testigo.
- Homograma.
- Firmas.
- Observaciones.

Figura 62. Ficha de control de accidentes



Ficha de control de accidentes

Fecha: _____ Hora: _____ No. de ficha: _____

Datos del afectado

Nombre: _____ Puesto: _____
 Domicilio: _____ Teléfono: _____
 Número de afiliación I.G.S.S.: _____ Edad: _____ Sexo: _____
 Profesión: _____ Ocupación: _____
 Tiempo de laborar en la empresa: Años: _____ Meses: _____
 El trabajador contaba con capacitación para el puesto de trabajo que actualmente desempeña? _____

Accidentes anteriores: _____

Descripción del accidente

Área de trabajo: _____ Puesto de trabajo: _____
 Lugar del accidente: _____ Agente causal: _____
 Operación en la cual se accidentó el afectado: _____
 Descripción de la máquina o proceso: _____
 Cuenta la máquina con un plan de mantenimiento preventivo: _____
 Usaba el trabajador su equipo de protección personal: _____
 Marque con una X el tipo de accidente que sufrió la persona afectada
 Accidente de trabajo: ___ Accidente común: ___ Accidente in itinere: ___ Accidente mortal: ___
 Accidente no incapacitado: ___ Accidente incapacitado: ___
 Días perdidos: _____
 Descripción del accidente: _____
 Relato del accidentado: _____
 Relato de testigos: _____

Descripción de la región anatómica afectada

Marque con una X las regiones anatómicas afectadas del accidentado
 Cráneo: ___ Cara: ___ Ojo: ___ Oído: ___ Nariz: ___ Boca: ___ Cuello: ___ Tórax: ___ Abdomen: ___
 Espalda: ___ Región lumbar: ___ Brazo: ___ Mano: ___ Pierna: ___ Pie: ___

Descripción del tipo de lesión

Marque con una X el tipo de lesión sufrida por el accidentado
 Sistemática: ___ Cuerpo extraño: ___ Contusión: ___ Cortante: ___ Penetrante: ___ Contundente: ___
 Fractura: ___ Mordedura: ___ Quemadura: ___ Amputación: ___ Asfixia: ___ Intoxicación: ___
 Lumbalgia: ___ Politraumatismo: ___ Electricidad: ___ Arma de fuego: ___


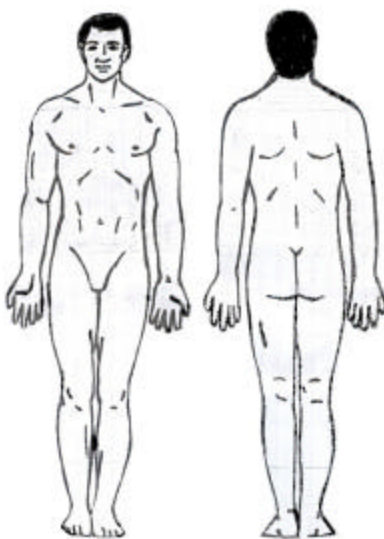
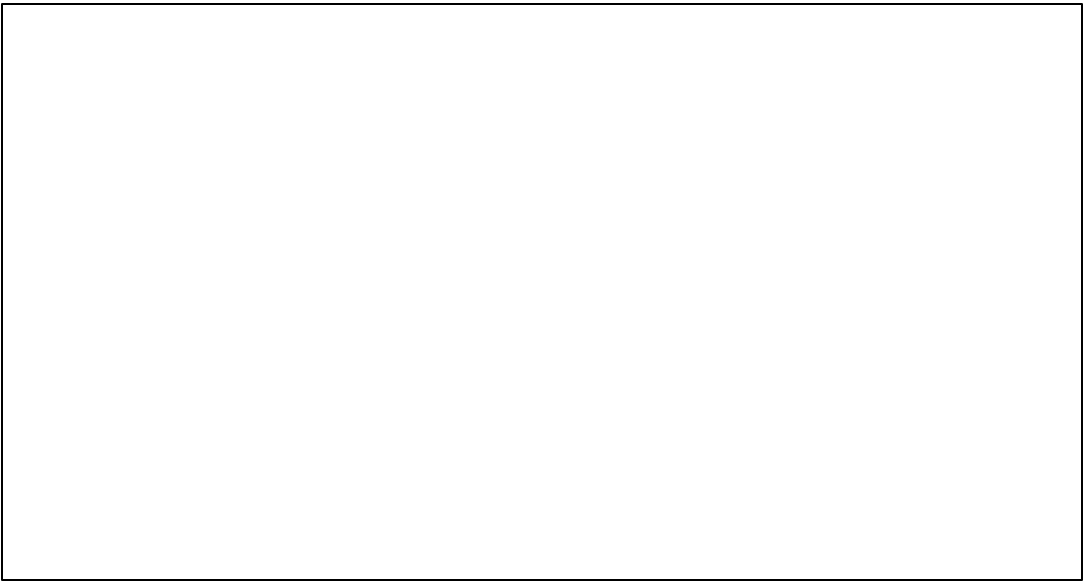
Informe realizado por: _____

F. _____
 Supervisor de producción

F. _____
 Testigo

Fuente: Diseño de ficha de control de accidentes

Figura 62. Ficha de control de accidentes (continuación)

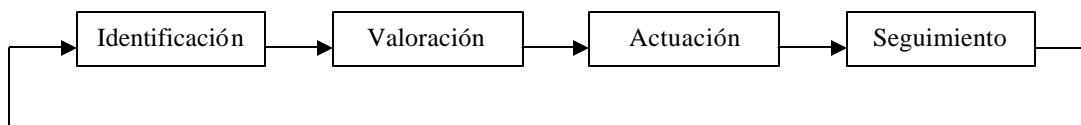
	Ficha de control de accidentes
Homograma	
	Marque con un resaltador la (s) parte (s) afectadas del accidentado en el homograma
Observaciones: _____ _____ _____ _____ _____	
Causa: _____ _____ _____	
Descripción gráfica del área donde ocurrió el accidente	
	

Fuente: Diseño de ficha de control de accidentes

4.6.5. Programa de mejora continua

La mejora continua es una herramienta administrativa que se utilizará para mejorar continuamente el rendimiento del programa de seguridad e higiene industrial. Su principio de acción se basa en el concepto de retroalimentación el cual aporta observaciones que de ser cambiadas, elevan el rendimiento del programa al cual se esté aplicando su metodología. La descripción gráfica del método se presenta en la figura 63.

Figura 63. Método de mejora continua



Fuente: [www.http\\monografias/mejoracontinua.html](http://www.monografias/mejoracontinua.html).

La aplicación de este método se lleva a cabo siguiendo los cuatro puntos principales que son.

1. **Identificación:** el desarrollo de esta etapa se lleva a cabo realizando inspecciones planificadas en las áreas de trabajo como también una investigación sobre el porqué de la ocurrencia de accidentes. Las inspecciones en esta etapa se limita a observar todos los posibles riesgos de accidentes, equipo de protección personal, resguardo de máquinas, mantenimiento de máquinas, limpieza, equipo contra incendio y condiciones ambientales.

2. Valoración: la evaluación de riesgos en la etapa anterior son de mucha ayuda en esta etapa debido a que es en esta donde se mide la gravedad de los riesgos y la probabilidad de ocurrencia. La valoración de riesgos juega un papel importante porque es en esta etapa donde se determina la prioridad que se le debe dar a los riesgos o condiciones inseguras identificadas en la etapa anterior. La prioridad a las cuales se les debe dar más importancia son: condiciones físicas de la planta, limpieza, equipo de protección personal, equipo contra incendio, resguardos de máquinas, etc. Es importante mencionar que si en esta etapa se ha detectado un nuevo riesgo para el cual no existan medidas, es necesario crear las mismas para su manejo y prevención adecuada, con el objetivo de concienciar a todos los trabajadores sobre el valor del riesgo que se está evaluando.

3. Actuación: en esta etapa se pone en práctica las medidas que se tomarán para corregir los riesgos evaluados en las etapas anteriores, con el fin de eliminarlos o prevenirlos. Las medidas más comunes a desarrollar en esta etapa son:
 - Seguridad en el uso de equipo y herramientas de trabajo.
 - Diseño de mecanismos de protección.
 - Control de salud del personal de trabajo.
 - Capacitación al personal en materia de seguridad e higiene industrial.

4. Seguimiento: en esta etapa de trabajo se limita a que el coordinador del comité de seguridad como persona responsable de la seguridad e higiene industrial de la planta, cumpla la función de evaluar e informar sobre los resultados obtenidos con la implementación de las medidas ejecutadas en la etapa anterior, con tal evaluación se procederá a realizar las mejoras para el desarrollo y éxito del programa de mejora continua aplicado al programa de seguridad industrial de la planta.

5. ANÁLISIS DE COSTOS

5.1. Costos de implementación de un plan de mantenimiento preventivo

Un programa de mantenimiento preventivo es una herramienta que al implementarse al 100% se logrará obtener resultados a corto y largo plazo que son de mucha ayuda para el crecimiento de la planta. Para obtener beneficios mediante este programa es necesario realizar una inversión de capital que se traduce en costos.

Los costos en algunos casos son vistos como gastos, pero es importante hacer la distinción entre un concepto y otro. Un gasto es toda inversión de capital que se realiza sin que se obtenga beneficio alguno y un costo es una inversión de capital que ofrece beneficios a corto y largo plazo.

Los costos de implementación de un programa de mantenimiento preventivo son muy importantes para el desarrollo del programa, debido a que permitirá la adquisición de: recurso humano capacitado, herramientas, lubricantes y útiles de escritorio y oficina para el buen desarrollo y control de los trabajos de mantenimiento.

5.1.1. Costo de recursos humanos

Para el desarrollo y control del programa de mantenimiento preventivo es necesario el contratar a una persona que con la experiencia adecuada pueda desempeñar el cargo de supervisor de mantenimiento. Dicho puesto representa una vacante importante a llenar, para lograr éxito del programa de mantenimiento.

En la actualidad no existe una persona dentro de la planta con el perfil requerido para que pueda desempeñar tal puesto, por esta razón se incurre en un costo de contratación de personal.

5.1.2. Costo de útiles de escritorio y oficina

Este costo tiene un enfoque hacia lo que son las impresiones de toda la documentación necesaria para la fase de implementación del programa de mantenimiento preventivo y la compra de una computadora para el departamento de mantenimiento, dicho equipo se utilizará para guardar y editar todo tipo de información con respecto al seguimiento y control del programa.

5.1.3. Costo de lubricantes

Para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento preventivo se contempla la lubricación de maquinaria, es importante mencionar que en el ámbito industrial la mala lubricación de equipos representa un 50% de los fallos. Por tal motivo es necesario la compra de lubricantes adecuados para evitar un mal funcionamiento en la maquinaria de la planta.

5.1.4. Costo de herramientas

Para la ejecución correcta de los trabajos de mantenimiento preventivo es muy necesario el contar con las herramientas adecuadas para la correcta ejecución de los trabajos. Debido a la falta de herramientas de trabajo en el departamento de mantenimiento, es necesario que antes de implementar el programa de mantenimiento preventivo se realice una inversión de compra de herramientas de trabajo, para el buen desarrollo del programa.

5.1.5. Costo de repuestos en bodega

La conformación de una bodega de repuestos ayudará a minimizar el tiempo de reparación que se invierte en una máquina, debido a la falta de repuestos. Por tal motivo es muy necesaria la compra de repuestos para tener una variedad amplia de los mismos en bodega que ayuden a mantener el buen funcionamiento de las máquinas.

5.1.6. Costo total del programa de mantenimiento preventivo

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo incurre en una inversión considerable al inicio, la cual se reduce al transcurrir un tiempo de 6 a 12 meses de su implementación. A continuación se presenta en la tabla XLVII, el análisis del costo total de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.

Tabla XLVII. Costos de inversión del programa de mantenimiento preventivo

Costo de recursos humanos				
	Descripción		Sueldo (Q.)	Total (Q.)
	Supervisor de mantenimiento		4,000.00	4,000.00
Total				4,000.00
Costo de útiles de escritorio y oficina				
	Descripción	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Total (Q.)
	Computadora	1	7,500.00	7,500.00
	Impresiones de la documentación del programa de mantenimiento preventivo	570	3.00	1,710.00
Total				9,210.00
Costo de lubricantes				
	Descripción	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Total (Q.)
	Cubeta de grasa Shell Alvania 3	1	592.27	592.27
	Cubeta de grasa Shell Alvania EP 2	1	581.08	581.08
	Cubeta de aceite Shell Omala 220	1	399.63	399.63
	Cubeta de aceite Shell Omala 68	1	399.63	399.63
	Galón de aceite Quin Cip para compresor de aire	2	545.00	1090.00
Total				3,062.61

**Tabla XLVII. Costos de inversión del programa de mantenimiento preventivo
(continuación)**

Costo de herramientas				
	Descripción	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Total (Q.)
	Alicate protegido de electricista	1	59.8	59.8
	Saca seguros para abrir de tipo curvo	1	62.25	62.25
	Saca seguros para abrir de tipo plano	1	62.25	62.25
	Saca seguros para cerrar de tipo curvo	1	62.25	62.25
	Saca seguros para cerrar de tipo plano	1	62.25	62.25
	Corta alambre protegido	1	70.85	70.85
	Linterna de mano	1	82.75	82.75
	Reflector infrarrojo de 250 watts	2	60.00	120.00
	Juego de ponchadores	1	1,600.00	1,600.00
	Vernier de 10 pulgadas	1	724.00	724.00
	Ratch de 3/8" con juego de copas	1	379.1	379.1
	Cangrejo de 12 pulgadas	1	83.5	83.5
	Equipo de montaje y desmontaje de cojinetes	1	6333.26	6,333.26
	Juego de llaves hexagonales de 1/16 " a 3/8"	1	93.65	93.65
Total				9,795.91
Costo de repuestos en bodega				
	Descripción	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Total (Q.)
	Faja B-59	1	36.85	36.85
	Faja B-64	4	48.00	192.00
	Fajas B-89	8	50.96	407.68

**Tabla XLVII. Costos de inversión del programa de mantenimiento preventivo
(continuación)**

Costo de repuestos en bodega				
	Descripción	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Total (Q.)
	Fajas B-63	2	52.66	105.32
	Fajas A-48	2	23.5	47.00
	Fajas B-144	3	80.08	240.24
	Fajas A-51	2	26.8	53.6
	Fajas B-70	4	53.87	215.48
	Fajas B-95	3	61.15	183.45
	Fajas B-49	2	27.66	55.32
	Fajas B-39	2	15.00	30.00
	Filtros de aire para compresor	1	150.00	150.00
	Contactador magnético de 25 amperios	1	306.00	306.00
	Contactador magnético de 32 amperios	1	441.00	441.00
	Contactador magnético de 65 amperios	1	990.00	990.00
	Contactador magnético de 115 amperios	1	1890.00	1,890.00
Total				5,343.94
	Costo total			31,412.46

Fuente: Análisis de costos para la implementación del programa de mantenimiento preventivo

5.1.6.1. Beneficios del programa de mantenimiento preventivo

Con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo la planta experimentará grandes resultados a favor del rendimiento de la maquinaria, entre los beneficios a obtener se pueden mencionar los siguientes:

- Mayor vida útil de las máquinas: al desarrollarse el programa de mantenimiento preventivo al pie de la letra, se podrá observar un alto rendimiento de la maquinaria, debido al mantenimiento periódico que se le brinda, esto influye a que se conserve el buen servicio y disponibilidad de la maquinaria y es un beneficio que se podrá observar a corto y largo plazo.
- Reducción de los costos por mantenimiento correctivo: un mantenimiento preventivo busca mantener el servicio de toda la maquinaria basándose en trabajos que requieren un costo mínimo para su ejecución, con el fin de corregir problemas que de no atenderse, puedan transformarse en un paro de mantenimiento correctivo de alto costo de mantenimiento.
- El control adecuado de las tareas de mantenimiento: con la contratación de un supervisor de mantenimiento, esta persona tendrá la responsabilidad de asumir el control de todas las actividades que se realicen en el departamento de mantenimiento, así como la evaluación del rendimiento del programa de mantenimiento preventivo.
- Formatos adecuados para el seguimiento y evaluación del programa: con la creación de un historial de los trabajos de mantenimiento que se realicen a la maquinaria de la planta, se logrará crear un archivo que facilite la detección de futuras fallas y con ello corregirlas a tiempo.

- La reducción de tiempo perdido debido al mantenimiento correctivo: los paros que normalmente consumen demasiado tiempo debido a los trabajos de reparación de averías, disminuirán con la creación de una bodega de repuestos, debido a la disponibilidad inmediata de piezas mecánicas que ayuden a restablecer el servicio de una máquina en el menor tiempo posible.
- La distribución de una carga eficiente de trabajo: la asignación de tareas de mantenimiento preventivo a todo los mecánicos, disminuirá considerablemente el tiempo de ocio así como el pago de horas extras en trabajos que pueden programarse de una forma adecuada en la semana normal de trabajo.
- La creación de valores sobre la importancia de un programa de mantenimiento preventivo: la capacitación constante del personal de mantenimiento servirá para que adquieran nuevas habilidades, y con ello concienciarlos sobre la importancia de mantener el buen servicio de la maquinaria a través del desarrollo del programa de mantenimiento preventivo.

5.2. Costos de implementación de un plan de seguridad e higiene industrial

La inversión de capital para la implementación y seguimiento de un programa de seguridad e higiene industrial es de mucha importancia debido a que contribuirá a la realización de cambios físicos en las diferentes áreas de trabajo que aseguren las actividades laborales que se realizan dentro de la planta.

Los costos que se analizan para la fase de implementación son con respecto a proyectos importantes tales como: señalización industrial, equipo de protección personal e instalación de equipo contra incendio. Los cuales tienen como objetivo concienciar a todos los trabajadores de la planta sobre la importancia que trae consigo un programa de seguridad industrial.

5.2.1. Costo de señalización industrial

En la actualidad se carece de señalización industrial que informe a los trabajadores acerca de las acciones correspondientes a seguir para la prevención de accidentes. Por tal motivo es muy importante el instalar la adecuada señalización industrial en las diferentes áreas de trabajo. A continuación se presentan en las tablas XLVIII a la L el análisis de costos para la implementación del programa de señalización industrial.

Tabla XLVIII. Costos de señalización industrial para la prevención de riesgos

Descripción del rotulo	Dimensiones (Cms.)	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Costo total (Q.)
Salida de emergencia	45 X 30	3	42.50	127.50
Ruta de evacuación	45 X 30	1	42.50	
Obligatorio uso de equipo de protección personal	45 X 30	3	42.50	127.50
Precaución montacargas en servicio	45 X 30	3	42.50	127.50
Precaución use el pasamanos	45 X 30	2	42.50	85.00
Precaución alto voltaje	45 X 30	3	42.50	127.50
Precaución alto voltaje	14 X 20	6	14.50	87.00
Precaución liquido inflamable	45 X 30	1	42.50	42.50
Precaución área de carga y descarga	45 X 30	1	42.50	42.50
Obligatorio uso de protector para oídos	45 X 30	1	42.50	42.50
Extintor	45 X 30	2	42.50	85.00
Extintor	25 X 35	6	49.50	297.00
Obligatorio uso de respirador para polvos	25 X 35	1	49.50	49.50
Obligatorio uso de gafas	25 X 35	1	49.50	49.50
Precaución sustancias toxicas	25 X 35	1	49.50	49.50
Obligatorio uso de protector para oídos	25 X 35	1	49.50	49.50
Precaución superficie caliente	25 X 35	1	49.50	49.50
Precaución superficie caliente	14 X 20	3	14.50	43.50
Precaución máquina en movimiento	14 X 20	7	14.50	101.50
Total				1,584.00

Fuente: Análisis de costos para el programa de señalización industrial de planta Del Prado, S.A.

Tabla XLIX. Costos de señalización de materias primas y áreas de trabajo

Descripción de la leyenda del rótulo	Dimensiones (Cms.)	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Costo total (Q.)
Bodega de macro ingredientes	45 X 30	1	71.00	71.00
Bodega de sacos	45 X 30	1	71.00	71.00
Fosfato de calcio	25 X 35	1	49.50	49.50
Urea	25 X 35	1	49.50	49.50
Calcio granulado	25 X 35	1	49.50	49.50
Sal común	45 X 30	1	71.00	71.00
Calcio fino	45 X 30	1	71.00	71.00
Harina de palmaste	45 X 30	1	71.00	71.00
Soya	45 X 30	2	71.00	142.00
Afrecho	45 X 30	3	71.00	213.00
Bodega de micro ingredientes	45 X 30	1	71.00	71.00
Cerda gestante	2 X 30	1	5.50	5.50
Ponedora reproductora	2 X 30	2	5.50	11.00
Suero de leche	2 X 30	1	5.50	5.50
Salinomisina	2 X 30	1	5.50	5.50
Cerdo engorde	2 X 30	3	5.50	16.50
Inicio pollita	2 X 30	2	5.50	11.00
Perro & Threorine	2 X 30	1	5.50	5.50
Ingasa 120 & 140	2 X 30	1	5.50	5.50
Área de producción	45 X 30	1	71.00	71.00
Cuarto de máquinas	45 X 30	1	71.00	71.00
Bodega de producto terminado # 1	45 X 30	1	71.00	71.00
Bodega de producto terminado # 2	45 X 30	1	71.00	71.00
Bodega de producto terminado # 3	45 X 30	1	71.00	71.00
Taller de mantenimiento	45 X 30	1	71.00	71.00
Oficina de bascula	45 X 30	1	71.00	71.00
Total				1,492.50

Fuente: Análisis de costos para el programa de señalización industrial de planta Del Prado, S.A.

Tabla L. Costo total de señalización industrial

Descripción	Costo total (Q.)
Señalización industrial para la prevención de riesgos	1584.00
Señalización para la identificación de materias primas y áreas de trabajo	1492.50
Total	3076.50

Fuente: Análisis de costos para el programa de señalización industrial de planta Del Prado, S.A.

5.2.2. Costo de equipo de protección individual

Durante la fase de implementación del programa de seguridad e higiene industrial se contempla la prevención de enfermedades y accidentes a los cuales esta expuesto un trabajador mediante el uso del equipo de protección personal.

El poco equipo de protección personal con el que cuenta la planta no es suficiente ni el adecuado para proteger a todos los trabajadores de la planta. Por tal motivo es necesario la inversión de capital para la compra de equipo de protección personal adecuado, para cada uno de los trabajadores de la planta y enseñarles los beneficios y la importancia que tienen utilizarlos adecuadamente. A continuación se presenta en la tabla LI análisis de costos para la adquisición del equipo de protección personal.

Tabla LI. Costos de equipo de protección personal

Descripción	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Total (Q.)
Mascarilla contra polvo con válvula de exhalación	50	10,32	516.00
Mascarilla contra polvo del tipo con filtro	2	151.00	302.00
Guantes con puntos de pvc	24	11.98	287.52
Cascos	27	41.00	1,107.00
Gafas industriales contra polvos	11	14,5	159.5
Cinturones de cuero	12	60.00	720.00
Cinturón ergonómico	9	79.93	719.37
Tapones para oído reutilizables con cordón	8	6,95	55.6
Guantes de cuero	3	50.00	150.00
Careta para soldar	1	138.00	138.00
Careta para esmerilar	1	85.00	85.00
Total			4,239.99

Fuente: Análisis de costos para la compra de equipo de protección personal de planta Del Prado, S.A.

5.2.3. Costo de equipo de extintores

El programa de seguridad e higiene industrial contempla la reubicación de los extintores dentro de las diferentes áreas de trabajo. Por tal razón los costos en los cuales se incurre son mínimos (ver tabla LII). Por tal motivo se necesita la compra de calcomanías que identifiquen el tipo de fuego que combate cada extintor y ganchos a instalarse en las paredes para la sujeción de cada uno de los extintores.

Tabla LII. Costos de extintores

Descripción	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Total (Q.)
Calcomanías para extintores del tipo ABC	8	25.00	200
Ganchos para colgar extintores	8	20.00	160.00
Total			360.00

Fuente: Análisis de costos para la reubicación de extintores de planta Del Prado, S.A.

5.2.4. Costo de capacitación

El programa de seguridad e higiene industrial contempla el capacitar a todos los trabajadores de la planta en materia de primeros auxilios y equipo de combate contra incendio. La razón se debe a que en la actualidad no existen trabajadores capaces de reaccionar de forma adecuada en el caso de una situación de emergencia. A continuación se presenta en la tabla LIII el análisis de costo que se incurrirá en capacitación.

Tabla LIII. Costo de capacitación

Descripción	Total (Q.)
Capacitación en primeros auxilios	800.00
Capacitación en equipo de combate contra incendios	800.00
Total	1600.00

Fuente: Análisis de costos para la capacitación del personal de planta Del Prado, S.A.

5.2.5. Costo total de implementación del programa de seguridad e higiene industrial

La implementación de un programa de seguridad e higiene industrial dentro de la planta generará grandes resultados a corto y largo plazo que beneficiará a todos los trabajadores de la planta. Un programa de seguridad industrial ayudará a la prevención de accidentes y enfermedades en los trabajadores de la planta como también a minimizar los costos que se derivan de un accidente de trabajo. La fase de implementación del programa de seguridad e higiene industrial contempla:

- La identificación de áreas de trabajo, la señalización de áreas de peligro e informar al trabajador sobre el equipo personal adecuado a utilizar en determinadas áreas de trabajo.
- La implementación y capacitación acerca del uso adecuado del equipo de protección personal para la prevención de enfermedades y accidentes.
- La instalación de extintores en las diferentes áreas de trabajo para la prevención de incendios.
- La capacitación de los trabajadores en primeros auxilios y el uso adecuado de los extintores en el combate contra incendios.

A continuación se presenta en la tabla LIV el análisis del costo total para la implementación del programa de seguridad e higiene industrial.

Tabla LIV. Costo total del programa de seguridad e higiene industrial

Descripción	Total (Q.)
Programa de señalización industrial	3,076.50
Programa de equipo de protección personal	4,239.99
Programa de reubicación de extintores	360.00
Programa de capacitación	1,600.00
Total	9,276.49

Fuente: Análisis de costos para el programa de seguridad industrial de planta Del Prado, S.A.

La implementación de un programa de seguridad industrial tiene como uno de sus objetivos principales, minimizar los costos directos que se obtienen por la ocurrencia de un accidente como lo son: costo por pérdida de producción, pago de horas extras a personal de mantenimiento, personal de producción y costo de mano de obra temporal por la sustitución de los trabajadores suspendidos por el I.G.S.S. (Instituto Guatemalteco de Seguridad Social).

A continuación se presentará el estudio acerca de los costos que se obtienen por tener a un trabajador de la línea peletizadora suspendido por tres semanas, debido a una fractura y lesión en el brazo, como consecuencia de la falta de un resguardo de protección en los elementos de transmisión de movimiento de la máquina peletizadora. Dicho accidente tiene como consecuencias: el paro de la máquina peletizadora por dos horas debido a la limpieza y restauración del servicio de la máquina por parte del personal de mantenimiento y la proporción de los primeros auxilios al trabajador accidentado y su traslado a un centro asistencial. En la tabla LV se presentan de manera clara los costos directos que se obtienen por la ocurrencia de un accidente en la línea de peletizado.

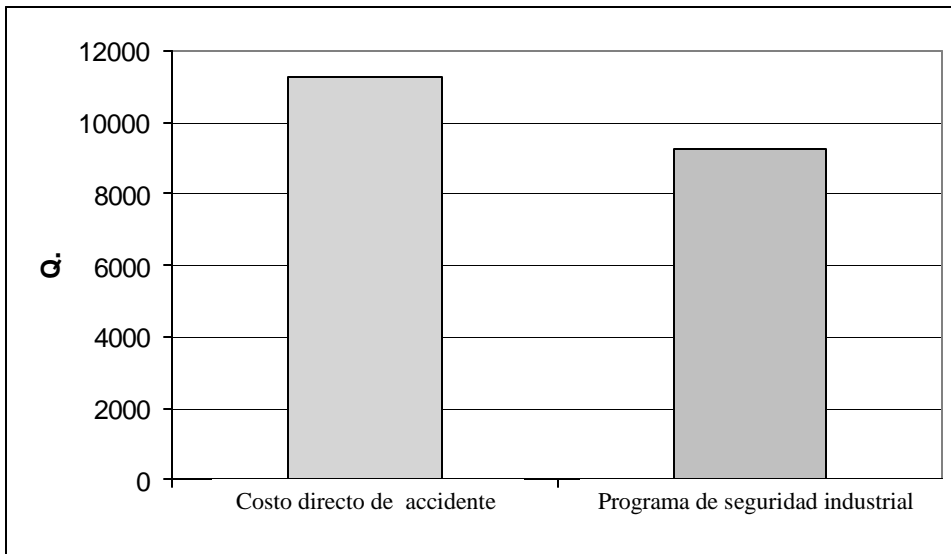
Tabla LV. Costo de un accidente en la línea peletizadora

Descripción de costos	Salario base (Q.)	Costo por hora (Q.)	Cantidad de personas afectadas por el accidente	Horas extras a pagar por la ocurrencia de un accidente	Total (Q.)
Costo por pérdida de producción		3,873.35		2	7,746.7
Indemnización de 3 semanas a la persona accidentada (75% del salario base)	2500.00	10.42	1		1,406.25
Costo por personal de línea peletizadora	2500.00	10.42	5	2	156.30
Costo por personal de mantenimiento	3000.00	12.5	2	2	75.00
Costo por personal operativo temporal		10.42			1,875.00
Costo Total					11,259.25

Fuente: Análisis de costos para el programa de seguridad industrial de planta Del Prado, S.A.

El resultado que se obtiene por un accidente de trabajo en la planta asciende a un monto de Q 11,259.25 lo cual es significativamente alto cuando se realiza una comparativa monetaria con el costo de implementación del programa de seguridad e higiene industrial que asciende a un monto de Q 9,276.49. En la figura 64 se presenta de manera gráfica la comparación de costos, entre lo que se debe invertir para la implementación de un programa de seguridad industrial y el costo que se obtiene por la ocurrencia de un accidente en la línea de peletizado.

Figura 64. Comparación del costo de un accidente frente al costo de implementación de un programa de seguridad e higiene industrial



Fuente: Análisis de costos para el programa de seguridad industrial de planta Del Prado, S.A.

Como se puede observar existe una clara diferencia monetaria entre el costo directo obtenido por la ocurrencia de un accidente frente al costo de implementación de un programa de seguridad e higiene industrial. Por tal motivo es necesaria la implementación de un programa de seguridad e higiene industrial con el objetivo de hacer de la planta un lugar seguro para trabajar y con ello evitar que se originen costos directos por la ocurrencia de accidentes en las diferentes áreas de trabajo de la planta.

5.2.5.1. Beneficios del programa de seguridad e higiene industrial

La implementación de un programa de seguridad e higiene industrial beneficiará en gran manera a la planta, debido a que se protegerá al activo más valioso, que son los trabajadores. Los beneficios a experimentar por parte de la planta se presentan a continuación.

- La creación de una cultura sobre la seguridad industrial: con la capacitación constante de todo el personal de trabajo se concienciará en ellos la importancia que tiene el trabajar de una forma segura en las diferentes áreas de la planta.
- La creación de medidas de prevención de accidentes y enfermedades: beneficiará a la planta para la no-ocurrencia de los mismos en los cuales se tenga que incurrir en costos por: hospitalización, pago de horas extras, daños físicos, etc.
- La señalización industrial en todas las áreas de trabajo: beneficiará en gran manera a todos los trabajadores, debido a que se identificarán los productos que se almacenan en las diferentes bodegas de materia prima, todas las áreas de trabajo que ayudaran a los visitantes a reconocerlas inmediatamente y las acciones a seguir para la prevención de riesgos de accidentes.
- La instalación adecuada de extintores en las diferentes áreas de trabajo: beneficiará al combate contra incendios en sus orígenes, como a la protección de los bienes tangibles de la planta.
- Un lugar limpio y seguro para trabajar: la higiene de todas las áreas de trabajo permitirá un ambiente más limpio para desarrollar las labores cotidianas, eliminado con ello toda contaminación que pueda afectar la salud de los trabajadores.

- Trabajadores protegidos contra accidentes y enfermedades mediante el uso del equipo de protección personal: para el buen desempeño de las jornadas de producción se debe de contar con personal en buenas condiciones de salud. La utilización del equipo de protección personal protegerá la integridad física del trabajador.
- Trabajadores capacitados para reaccionar en caso de una emergencia: con la capacitación en primeros auxilios y uso de equipo contra incendio se logrará obtener trabajadores preparados para reaccionar en casos de emergencia y con ello evitar grandes costos para la planta con el suceso de una tragedia.
- Un programa de mejora continua a favor de la seguridad industrial: el beneficio a obtener mediante este programa será la evaluación constante del programa de seguridad y con ello realizar los cambios adecuados para garantizar siempre la seguridad de los trabajadores de la planta.

CONCLUSIONES

1. La falta de atención y apoyo de parte de gerencia general, a las diversas actividades que realiza el departamento de mantenimiento en la maquinaria de la planta, se refleja en los paros continuos y aumento de los costos de mantenimiento.
2. El departamento de mantenimiento no cuenta con una persona responsable para programar, supervisar y controlar los trabajos de mantenimiento. Se propuso el diseño de reestructuración del departamento de mantenimiento, mediante una descripción de funciones y responsabilidades de cada uno de los puestos de trabajo.
3. La maquinaria instalada dentro de la planta no cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, razón por la cual las únicas actividades que realiza el departamento de mantenimiento son del tipo correctivo. Se diseñó una programación de las actividades necesarias e indispensables para poder llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo.
4. La falta de un archivo técnico de la maquinaria de la planta, crea un descontrol en la ejecución de las tareas de mantenimiento. Se diseñaron formatos o fichas de control para cada una de las máquinas, las cuales contienen la información adecuada para desarrollar los trabajos de mantenimiento preventivo.
5. La cultura de mantenimiento preventivo se logra mediante un proceso de sensibilización y capacitación continua del personal de mantenimiento.

6. En las diferentes áreas de trabajo de la planta se corren riesgos y existen ciertas condiciones inseguras que han provocado lesiones en el personal. Se diseñó un programa de seguridad e higiene industrial, con el objetivo de prevenir las enfermedades y accidentes, mediante la aplicación de medidas y propuesta de mejoras a desarrollar para mejorar las condiciones físicas de la planta.
7. Por el tipo de proceso de producción de la planta y la falta de equipo de protección personal en la mayor parte de los trabajadores, se presentan altos riesgos para la salud de los mismos. Es necesario proporcionarles equipo de protección personal a todos los trabajadores de la planta, según el tipo de actividad que desarrollen, con esto se logrará el bienestar de los trabajadores.
8. La planta no tiene una adecuada ubicación de los extintores con que cuenta. Se reubicó cada uno de los extintores en las diferentes áreas de trabajo de la planta. Se capacitó a los trabajadores de la planta para su manejo y uso adecuado.
9. Las bodegas de materia prima no cuentan con una identificación de los productos que almacena, y las diferentes áreas de trabajo no cuentan con señalización industrial que informe a los trabajadores sobre los riesgos a los cuales están expuestos. Se implementó el uso de señalización en las bodegas de materia prima, para la identificación de las mismas, como la colocación de rótulos para la prevención de riesgos en las diferentes áreas de trabajo.
10. La falta del control de los accidentes que suceden dentro de la planta no permite evaluar el riesgo que lo ocasionó. Se diseñaron formatos o fichas de control para registrar la información relacionada con los accidentes, como también para supervisar el desarrollo de las actividades que corresponden al programa de seguridad e higiene industrial.

RECOMENDACIONES

A Gerencia general

1. Para que el programa de mantenimiento preventivo cumpla todas sus expectativas, es necesario brindar todo el apoyo.
2. Promover la capacitación constante del personal de mantenimiento enfocado a los siguientes sistemas: mecánico, eléctrico, neumático, hidráulico, instrumentación y lubricación con el objetivo de efectuar los trabajos de mantenimiento de la manera adecuada y correcta, aumentando con ello el servicio y la vida útil de la maquinaria.
3. En el proceso de implementación del programa de seguridad e higiene, debe involucrarse a todas las autoridades de la planta para lograr el éxito del mismo.
4. Para que el programa de seguridad e higiene tenga un cumplimiento, es necesario evaluar constantemente sus resultados para observar los logros obtenidos.

Al Jefe de producción

1. Exigir a gerencia general la contratación de un supervisor de mantenimiento, que lleve el control del programa de mantenimiento preventivo y del personal de mantenimiento.

2. Establecer comunicación con el departamento de mantenimiento, para poder organizar de la mejor forma los trabajos de mantenimiento.
3. Velar porque los operarios realicen su trabajo con seguridad, así como verificar que utilicen adecuadamente el equipo de protección personal.
4. Utilizar el equipo de protección personal durante las supervisiones al área de producción.

A mecánicos

1. Colaborar en la implementación y desarrollo del programa de mantenimiento preventivo, no oponiendo ningún tipo de resistencia.
2. Ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo sobre las de tipo correctivo, con el objetivo de maximizar la vida útil de la maquinaria de la planta.

A los operarios

1. Utilizar durante las jornadas de trabajo, el equipo de protección personal que les sea asignado y mantenerlo en buenas condiciones.
2. Mantener el área de trabajo limpia y ordenada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado Coyoy, Brenda Carolina. Diagnóstico y estructuración de un programa de seguridad e higiene industrial para una empresa de plásticos. Tesis Inga. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2001.
2. De León Linares, José Gabriel. Implementación de un programa de seguridad e higiene industrial en las industrias tropicales, S.A. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004.
3. Escobedo González, Otto Giovanni. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo en la industria de artes gráficas de impresión offset y su relación con la calidad del producto final, Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1999.
4. Gil Espinoza, Juan Carlos. Manual de mecánica industrial. 2da. Ed. España: Editorial Cultural S.A., 2005.
5. Jackson, Susan E. Administración, un enfoque basado en competencias. 9na. Ed. Colombia: Editorial Thompson, 2002.

6. Lacán Hernández, Julio César. Programa de mantenimiento preventivo para las áreas de molinos y vulcanizado del departamento de producción y manejo de inventarios de la bodega del departamento de mantenimiento de la Hulera Centroamericana, S.A. (HUCASA) zona 12, ciudad capital. Tesis Ing. Mecánica Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000.
7. Leland, Blank & Tarquin, Anthony. Ingeniería económica. 4ta. Ed. Colombia: Editorial Mc Graw Hill, 1999.
8. Nayler, H.F. Diccionario moderno de ingeniería mecánica. México: Editorial Prentice Hall, 1999.
9. Reyes Castellanos, Edgar Alberto. Método de reducción de costos a través de la lubricación centralizada automatizada para la industria de bebidas en Guatemala. Tesis Ing. Mecánica. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000.
10. Ortega Cruz, Elmer David. Diseño e implementación de un programa de seguridad e higiene industrial en la Hulera Centroamericana, S.A.. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2001.

APÉNDICE

Figura 65. Croquis de bodega de macro ingredientes

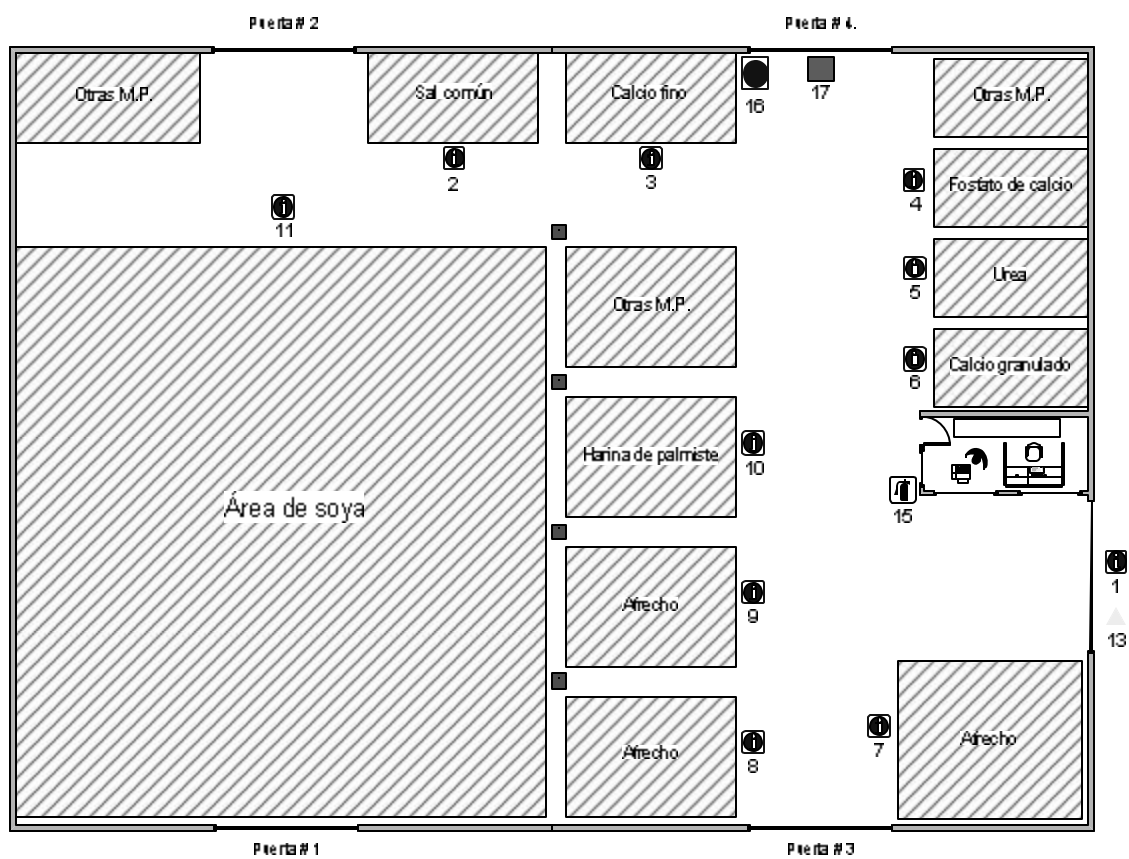


Figura 66. Croquis de bodega de sacos en bodega de macro ingredientes

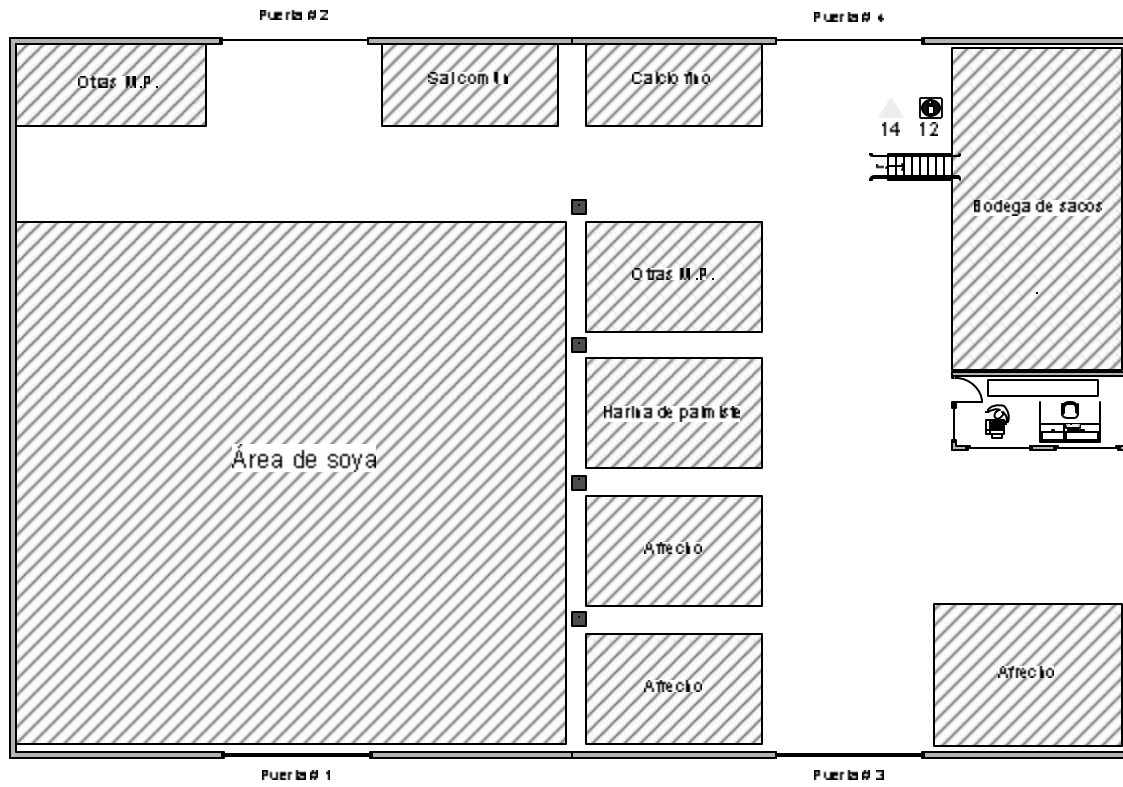


Tabla LVI. Señalización en bodega de macro ingredientes y bodega de sacos

Ítem	Descripción	Medidas (Cms.)
1	Señalización de identificación de área de trabajo “Bodega de macro ingredientes ”	45 X 30
2	Señalización de identificación de materia prima “Sal común ”	45 X 30
3	Señalización de identificación de materia prima “Calcio fino ”	45 X 30
4	Señalización de identificación de materia prima “Fosfato de calcio ”	25 X 35
5	Señalización de identificación de materia prima “Urea ”	25 X 35
6	Señalización de identificación de materia prima “Calcio granulado ”	25 X 35
7	Señalización de identificación de materia prima “Afrecho ”	45 X 30
8	Señalización de identificación de materia prima “Afrecho ”	45 X 30
9	Señalización de identificación de materia prima “Afrecho ”	45 X 30
10	Señalización de identificación de materia prima “Harina de palmiste ”	45 X 30
11	Señalización de identificación materia prima “Soya ”	45 X 30
12	Señalización de identificación de área de trabajo “Bodega de sacos ”	45 X 30
13	Señalización de precaución “ Montacargas en servicio”	45 X 30
14	Señalización de precaución “ Uso de pasamanos”	45 X 30
15	Señalización de “Extintor contra incendios”	25 X 35
16	Señalización de obligación “ Uso de equipo de protección personal “	45 X 30
17	Señalización de evacuación “Salida de emergencia”	45 X 30

Fuente: programa de señalización industrial para planta Del Prado, S.A.

Figura 67. Croquis de bodega de micro ingredientes

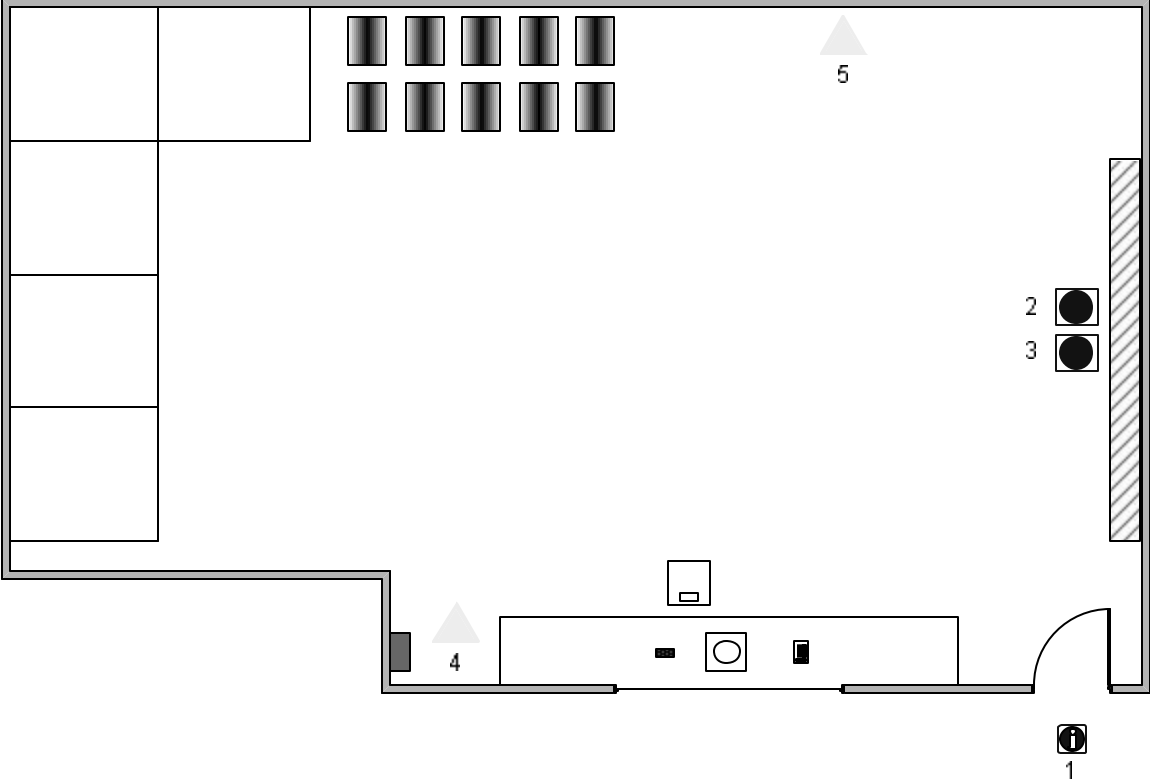
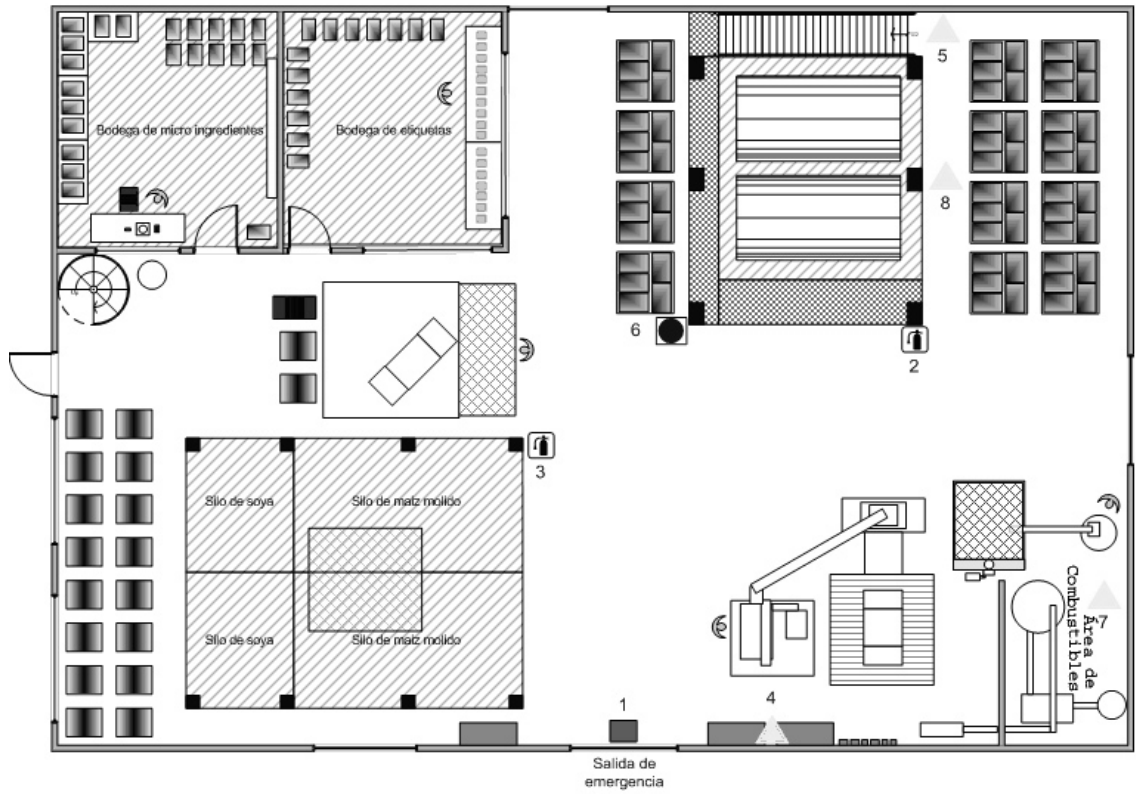


Figura 68. Croquis de área de línea peletizadora



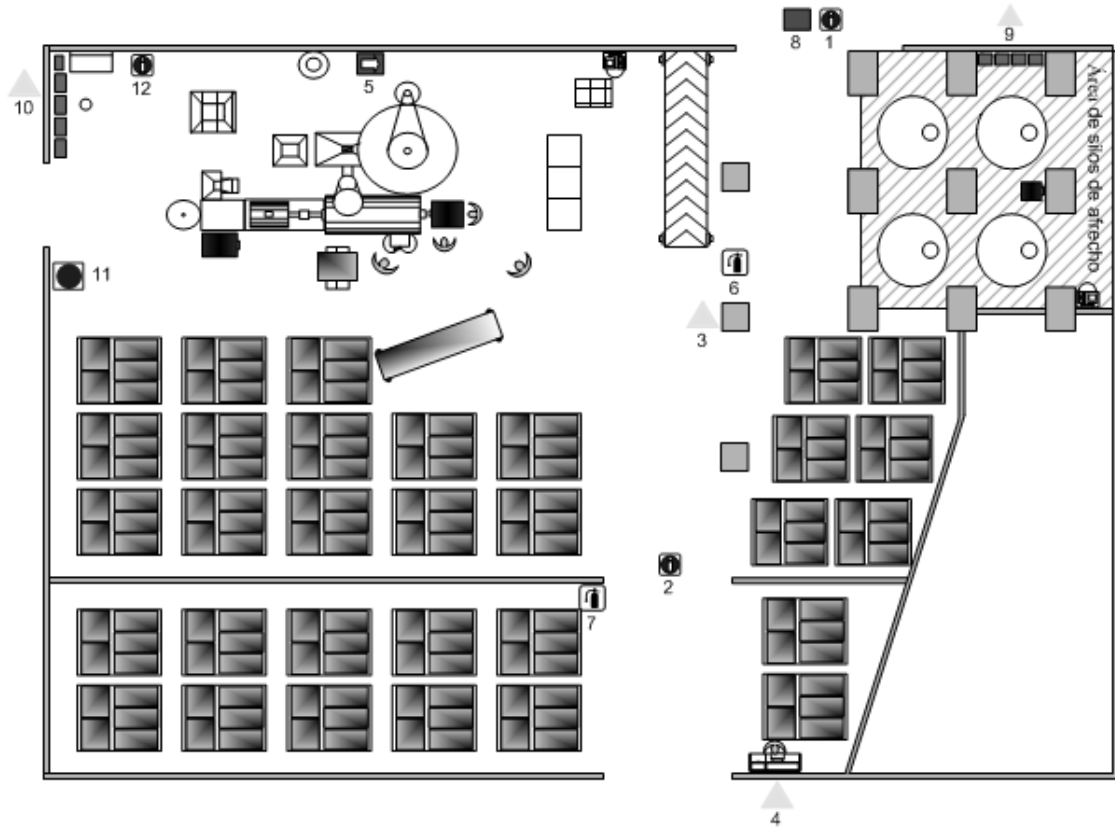
Fuente: Planta Del Prado, S.A.

Tabla LVIII. Señalización en área de línea peletizadora

Ítem	Descripción	Medidas (Cms.)
1	Señalización de evacuación “Salida de emergencia”	45 X 30
2	Señalización de “Extintor contra incendios”	35 X 25
3	Señalización de “Extintor contra incendios”	35 X 25
4	Señalización de precaución “Alto voltaje”	45 X 30
5	Señalización de precaución “uso del pasamanos”	45 X 30
6	Señalización de obligación “uso de equipo de protección personal”	45 X 30
7	Señalización de precaución “No fumar líquido inflamable”	45 X 30
8	Señalización de precaución “No tocar, superficie caliente”	35 X 25

Fuente: programa de señalización industrial para planta Del Prado, S.A.

Figura 69. Croquis de área de línea finalizadora, B.P.T. 1 y silos de afrecho



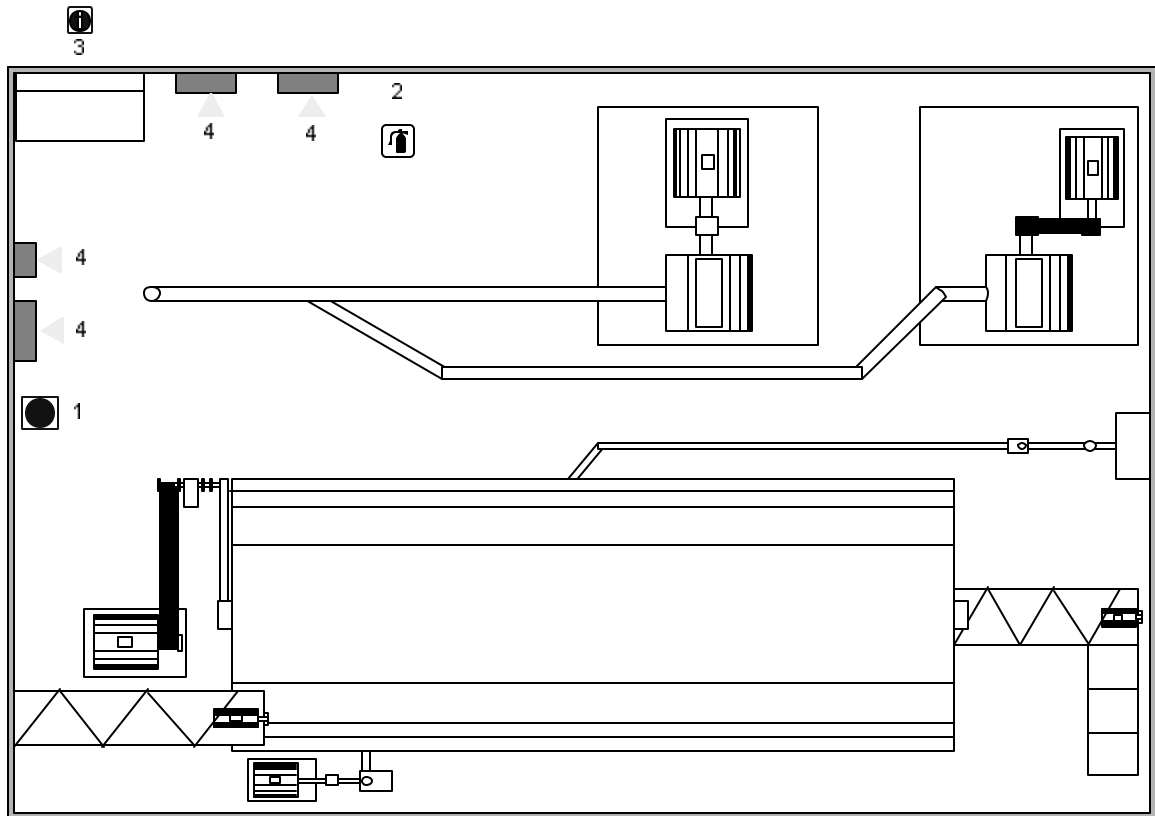
Fuente: Planta Del Prado, S.A.

Tabla LIX. Señalización del área de finalizadora, B.P.T. 1 y silos de afrecho

Ítem	Descripción	Medidas (Cms.)
1	Señalización de identificación de área de trabajo “Área de producción ”	45 X 30
2	Señalización de identificación de área de trabajo “Bodega de producto terminado # 1”	45 X 30
3	Señalización de precaución “Montacargas en servicio”	45 X 30
4	Señalización de precaución “Montacargas en servicio”	45 X 30
5	Señalización de evacuación “Ruta de evacuación”	45 X 30
6	Señalización de “Extintor contra incendios”	45 X 30
7	Señalización de “Extintor contra incendios”	45 X 30
8	Señalización de evacuación “Salida de emergencia”	45 X 30
9	Señalización de precaución “Alto voltaje”	45 X 30
10	Señalización de precaución “Alto voltaje”	45 X 30
11	Señalización de obligación “uso de equipo de protección personal”	45 X 30

Fuente: programa de señalización industrial para planta Del Prado, S.A.

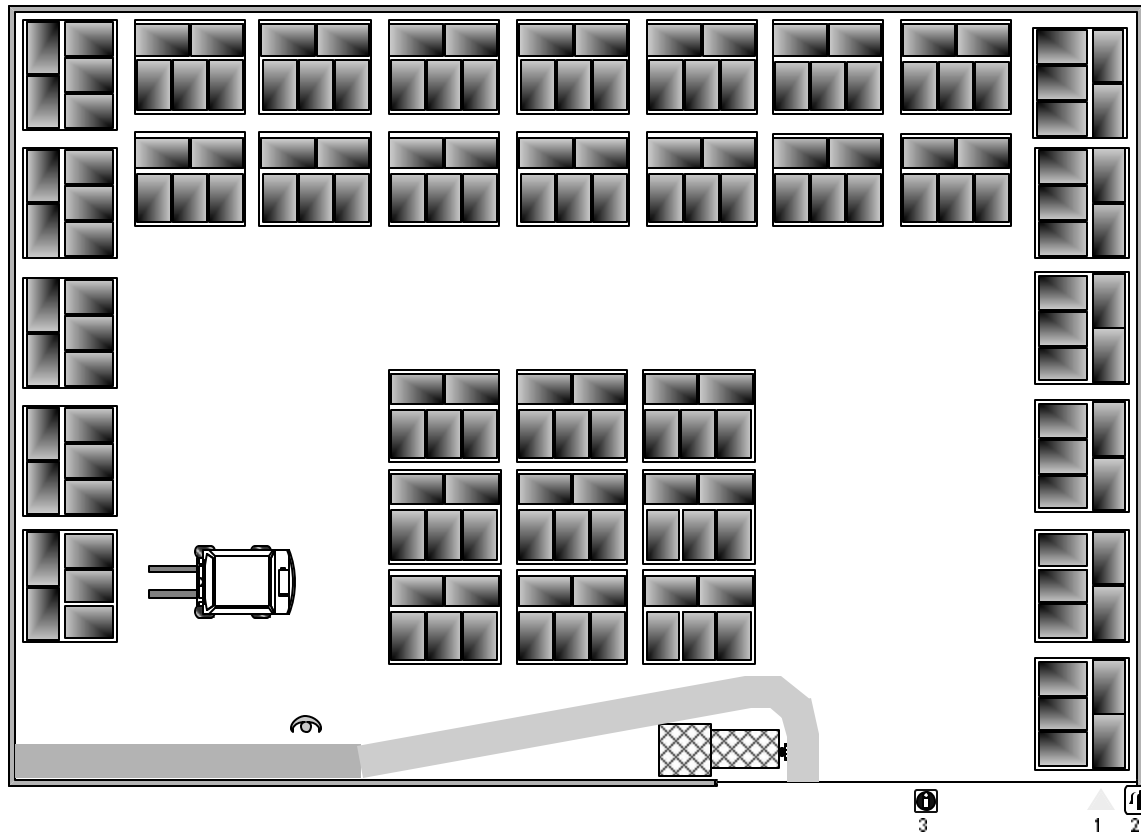
Figura 70. Croquis de área de mezclado principal o cuarto de máquinas



Ítem	Descripción	Medidas (Cms.)
1	Señalización de obligación "Uso de protector para oídos"	25 X 35
2	Señalización de "Extintor contra incendios"	25 X 35
3	Señalización de identificación de área de trabajo "Cuarto de máquinas"	25 X 35
4	Señalización de precaución "Alto voltaje"	14 X 20

Fuente: programa de señalización industrial para planta Del Prado, S.A.

Figura 71. Croquis de bodega de producto terminado # 2



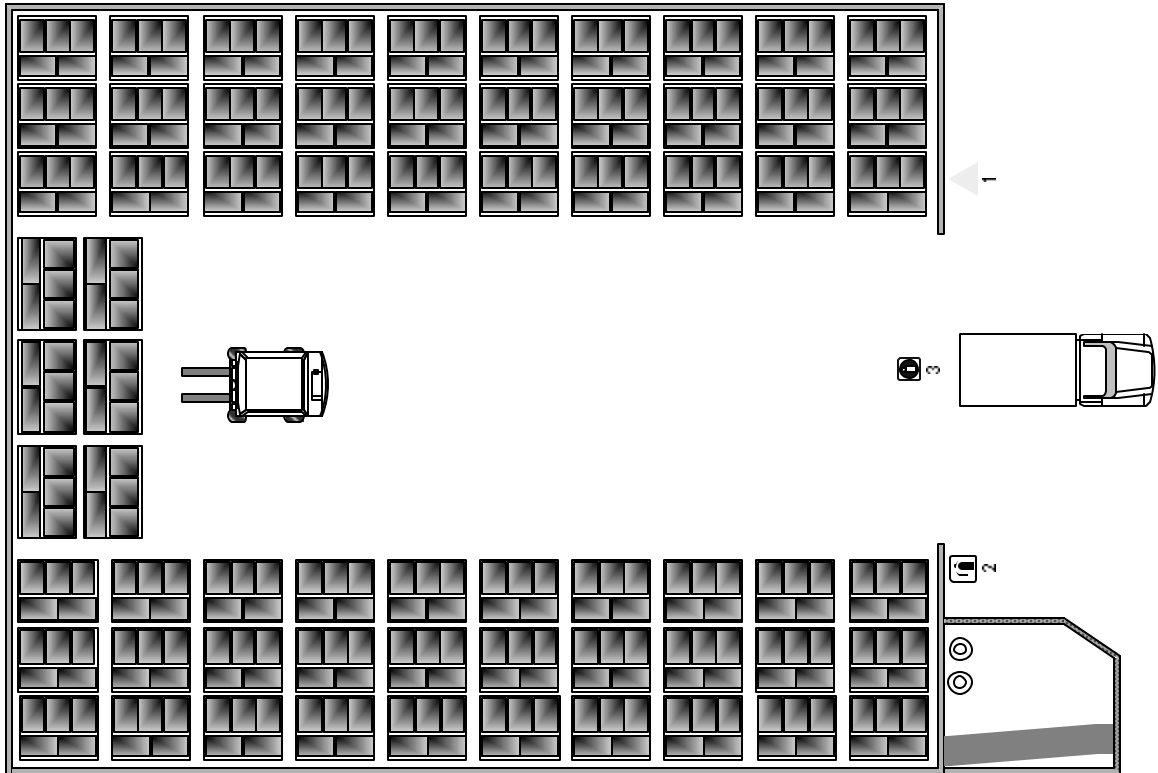
Fuente: Planta Del Prado, S.A.

Tabla LXI. Señalización en bodega de producto terminado # 2

Ítem	Descripción	Medidas (Cms.)
1	Señalización de precaución montacargas en servicio	45 X 30
2	Señalización de "Extintor contra incendios"	25 X 35
3	Señalización de identificación de área de trabajo "Bodega de producto terminado # 2"	45 X 30

Fuente: programa de señalización industrial para planta Del Prado, S.A.

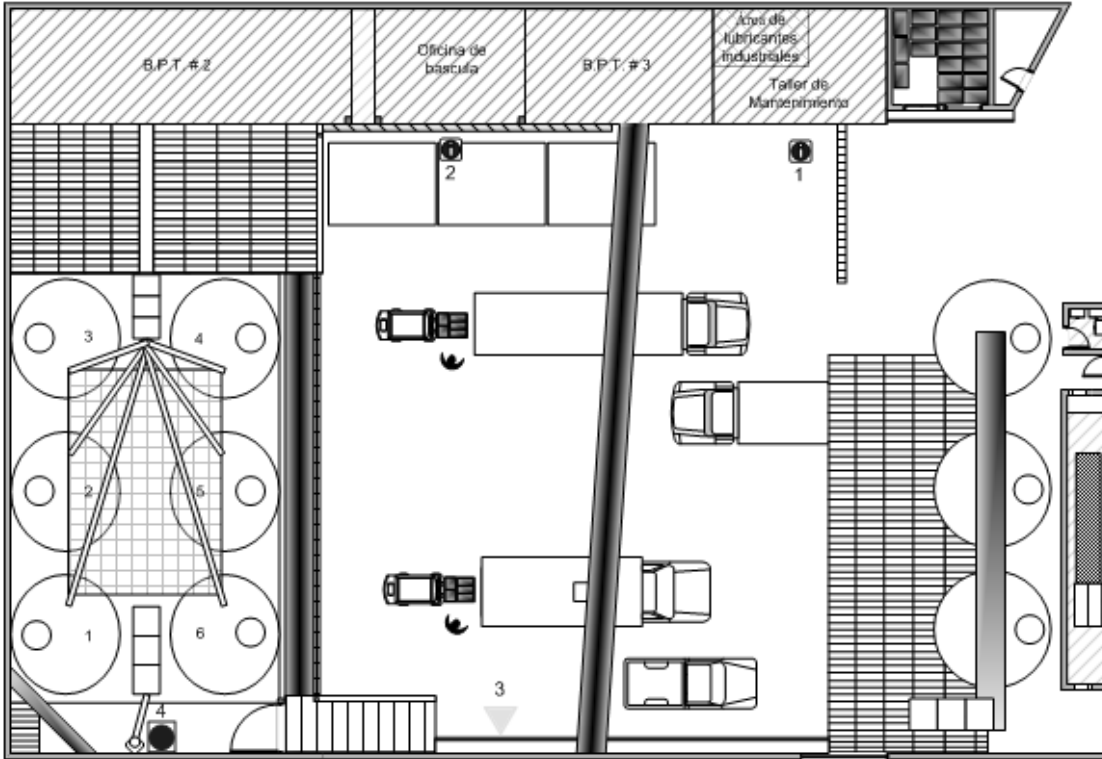
Figura 72. Croquis de bodega de producto terminado # 3



Ítem	Descripción	Medidas (Cms.)
1	Señalización de precaución montacargas en servicio	45 X 30
2	Señalización de “Extintor contra incendios”	25 X 35
3	Señalización de identificación de área de trabajo “Bodega de producto terminado # 3 ”	45 X 30

Fuente: programa de señalización industrial para planta Del Prado, S.A.

Figura 73. Croquis de silos de maíz y patio principal



Fuente: Planta Del Prado, S.A.

Tabla LXIII. Señalización en silos de maíz y patio principal

Ítem	Descripción	Medidas (Cms.)
1	Señalización de identificación de área de trabajo “Taller de mantenimiento ”	45 X 30
2	Señalización de identificación del área de trabajo “Oficina de báscula ”	25 X 35
3	Señalización de precaución “Montacargas en servicio “	45 X 30
4	Señalización de obligación “Uso de protector para oídos”	45 X 30

Fuente: programa de señalización industrial para planta Del Prado, S.A.