



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, BAJO LOS PRINCIPIOS DE
LA PRODUCTIVIDAD TOTAL, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
FOSFORERA CENTROAMERICANA S. A.**

Erickson Steve Orozco y Orozco

Asesorado por la Inga. Sigrid Calderón de León de León

Guatemala, marzo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, BAJO LOS PRINCIPIOS DE
LA PRODUCTIVIDAD TOTAL, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
FOSFORERA CENTROAMERICANA S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ERICKSON STEVE OROZCO Y OROZCO

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID CALDERÓN DE LEÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Calderón de León de de León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, BAJO LOS PRINCIPIOS DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL, REALIZADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FOSFORERA CENTROAMERICANA S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 31 de agosto de 2009.


Erickson Steve Orozco y Orozco



Guatemala, 08 de abril de 2011.
REF.EPS.DOC.554.04.11.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Erickson Steve Orozco y Orozco**, Carné No. **200312628** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA BAJO LOS PRINCIPIOS DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A."**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

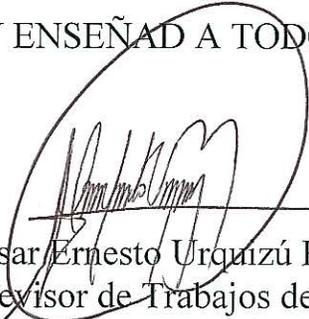


SACdL/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA BAJO LOS PRINCIPIOS DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Erickson Steve Orozco y Orozco**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2011.

/mgp



REF.DIR.EMI.018.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA BAJO LOS PRINCIPIOS DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Erickson Steve Orozco y Orozco**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



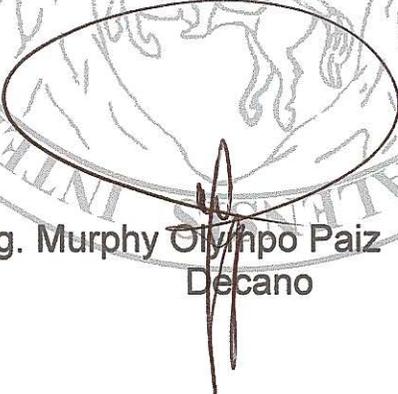
Guatemala, febrero de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, BAJO LOS PRINCIPIOS DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FOSFORERA CENTROAMERICANANA S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Erickson Steve Orozco y Orozco**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, marzo de 2014

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser la fuerza que ilumina mi camino.

Mis padres

Porque me han apoyado siempre moral y económicamente.

Mi hermano

Porque me inspira a no dejar que me alcance en mis logros.

Mis abuelos

Porque siempre me han dado consejos que se aplican en toda la vida.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por llenarme de conocimientos aplicables a mi carrera.
Facultad de Ingeniería	Por despertar en mí la curiosidad y el deseo de superación constante.
Mis amigos de la Facultad	Erick, Jorge, Emilio, Edwin, Abraham, Patricia, Ofelia, Francisco, Paolo, Willy, Felix, Alex y Daniel.
Jenner Bautista	Por brindarme su apoyo en momentos importantes.
Marcela Cabrera	Por apoyarme cuando quería desmayar.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Antecedentes de la empresa	1
1.2. Visión.....	3
1.2.1. Visión general de la empresa	3
1.2.2. Visión de recursos humanos.....	3
1.3. Misión	3
1.3.1. Misión general de la empresa.....	3
1.3.2. Misión de recursos humanos	4
1.4. Valores	4
1.4.1. Respeto	4
1.4.2. Ética.....	4
1.4.3. Confianza.....	4
1.4.4. Trabajo en equipo.....	5
1.4.5. Honestidad.....	5
1.4.6. Responsabilidad	5
1.4.7. Calidad	5
1.4.8. Rentabilidad.....	5
1.5. Planificación estratégica propuesta	6
1.5.1. Visión.....	6

1.5.2.	Misión	6
1.5.3.	Valores	6
1.5.3.1.	Compromiso	6
1.5.3.2.	Honestidad	7
1.5.3.3.	Responsabilidad.....	7
1.6.	Ventaja competitiva	7
1.7.	Estructura organizacional.....	7
1.8.	Ubicación	8
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diagnóstico de la situación actual	11
2.1.1.	Descripción de las distintas áreas de la planta.....	12
2.1.2.	Formas de producción dentro de la empresa	15
2.1.3.	Descripción de los controles de calidad existentes	15
2.1.4.	Análisis FODA	17
2.1.4.1.	Análisis Ishikawa	20
2.1.5.	Productividad inicial de la planta	25
2.2.	Elementos actuales de eficiencia	25
2.2.1.	Elementos iniciales de control de eficiencias	26
2.3.	Descripción del proceso de fabricación de fósforos	30
2.3.1.	Proceso de producción de pasta para cabeza de palito y rasquero.....	34
2.3.2.	Proceso de producción de palitos de madera	35
2.3.3.	Proceso de producción de forros para cajitas	36
2.3.4.	Proceso de producción de gavetas para cajitas	37
2.3.5.	Proceso de fusión de palitos, gaveta y forro.....	38
2.3.6.	Proceso de empaque	39
2.4.	Descripción de maquinaria y equipo	39

2.4.1.	Área de pastería	39
2.4.1.1.	Agitadores.....	40
2.4.2.	Área de producción de gavetas	41
2.4.2.1.	Máquina cortadora de bobinas	41
2.4.2.2.	C-90.....	42
2.4.3.	Área de producción de forro	43
2.4.3.1.	Pintadora	43
2.4.3.2.	Cizalla.....	45
2.4.3.3.	Bar machine.....	45
2.4.4.	Máquina continua C-148.....	46
2.4.4.1.	Plantado	47
2.4.4.2.	Parafinado	48
2.4.4.3.	Encabezado.....	49
2.4.4.4.	Descargas.....	50
2.4.4.5.	Cierres	51
2.4.5.	Área de empaque	52
2.4.5.1.	Empaque	52
2.4.5.2.	Empaque manual.....	52
2.5.	Descripción de instalaciones mecánicas auxiliares	53
2.5.1.	Instalaciones neumáticas	54
2.5.2.	Líneas de vapor.....	57
2.6.	Instrumentación para la producción bajo estándares	59
2.6.1.	Manómetros.....	59
2.6.2.	Termómetros	61
2.7.	Estado de operación de la maquinaria	62
2.7.1.	Estado de operación y modificaciones en máquina cortadora de bobinas	62
2.7.2.	Estado de operación y modificaciones en máquina C-90	63

2.7.3.	Estado de operación y modificaciones en pintadora	64
2.7.4.	Estado de operación y modificaciones en Bar machine.....	67
2.7.5.	Estado de operación y modificaciones en máquina continua	69
2.7.6.	Estado de operación y modificaciones en máquina de empaque.....	70
2.8.	Estudio de tiempos.....	71
2.8.1.	Balance de líneas en la conservación de los equipos.....	90
2.9.	Indicadores de desempeño operativo	90
2.9.1.	Efectividad global del equipo EGE.	91
2.9.1.1.	Indicadores individuales del EGE.....	91
2.9.1.1.1.	Disponibilidad.....	91
2.9.1.1.2.	Velocidad	92
2.9.1.1.3.	Calidad.....	93
2.9.1.2.	Herramientas utilizadas para obtener la efectividad global del equipo	95
2.9.1.3.	Cálculo por turno de la efectividad global del equipo	98
2.9.1.4.	Datos obtenidos de la efectividad global del equipo	101
2.10.	Operaciones para la estabilidad de la maquinaria	106
2.10.1.	Listas de chequeo de las máquinas	107
2.10.2.	Tareas para la conservación de los equipos	116
2.11.	9 “S” en la mejora continua	122
2.11.1.	Principios de un área de trabajo visual.....	122
2.11.1.1.	Organización “Seiri”	123

	2.11.1.2.	Orden “Seiton”	126
	2.11.1.3.	Limpieza “Seiso”	128
	2.11.1.4.	Pulcritud “Seiketsu”	130
	2.11.1.5.	Disciplina “Shitsuke”	131
	2.11.1.6.	Constancia “Shikari”	131
	2.11.1.7.	Compromiso “Shitsukoku”	132
	2.11.1.8.	Coordinación “Seishoo”	132
	2.11.1.9.	Estandarización “Seido”	132
	2.11.2.	Condiciones finales de implementación.....	133
	2.11.3.	Auditoría de seguimiento de control visual	134
	2.11.4.	Resultados obtenidos de las primeras auditorías .	137
2.12.		Productividad obtenida durante la implementación del proyecto.....	141
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN.....	143
3.1.		Listado de chequeo de las instalaciones	143
	3.1.1.	Análisis de condiciones inseguras	143
	3.1.2.	Actos inseguros	146
	3.1.3.	Equipo de protección personal	147
3.2.		Mapeo de riesgos inherentes al trabajo.....	152
3.3.		Acciones y toma de decisiones en caso de incendios.....	153
3.4.		Planes y rutas de evacuación.....	154
3.5.		Primeros auxilios	155
3.6.		Exposición a desastres naturales	155
	3.6.1.	Terremotos	156
4.		FASE DE DOCENCIA	157
4.1.		Transformación de descriptores de puestos en roles	157
	4.1.1.	Matrices generadas de los roles de puestos.....	175

4.1.1.1.	Matriz de entrenamiento.....	175
4.1.1.2.	Matriz de capacitación.....	176
4.1.1.3.	Matriz de educación	178
4.1.2.	Implementación del sistema de entrenamiento, educación y capacitación	179
4.2.	Clima organizacional.....	181
4.2.1.	Aspectos de la encuesta de clima organizacional .	182
4.2.1.1.	Trabajo en equipo	182
4.2.1.2.	Desarrollo de personal	182
4.2.1.3.	Delegación y empoderamiento.....	183
4.2.1.4.	Identificación	183
4.2.1.5.	Liderazgo y jefatura.....	183
4.2.1.6.	Comunicación.....	183
4.2.1.7.	Relaciones internas y externas	184
4.2.2.	Encuesta de clima organizacional.....	184
4.2.3.	Resultados obtenidos de la encuesta de Clima Organizacional	184
CONCLUSIONES.....		193
RECOMENDACIONES		197
BIBLIOGRAFÍA.....		199

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional de la planta de producción de la empresa Fosforera Centroamericana S. A. conocido como departamento de asistencia técnica.....	8
2.	Croquis de la ubicación de Fosforera Centroamericana S. A.....	9
3.	Análisis Ishikawa de la situación actual de la empresa.....	20
4.	Diagrama de flujo del proceso para producir el palito.....	30
5.	Diagrama de flujo del proceso para producir elementos.....	31
6.	Diagrama de flujo del proceso para producir gavetas.....	32
7.	Diagrama de flujo del proceso para producir fósforos.....	33
8.	Fotografía de agitadores que funcionan en área de pastería.....	40
9.	Fotografía de discos para mezclado de pasta y rasquero.....	41
10.	Fotografía de discos para el turbeado de pasta para cabeza.....	41
11.	Fotografía de máquina cortadora de bobinas C-97.....	42
12.	Fotografía de máquina C-90.....	43
13.	Fotografía de máquina pintadora de madera C-92.....	44
14.	Fotografía de máquina cizalla C-94.....	45
15.	Bar machine ABM.....	46
16.	Máquina continua C-148.....	47
17.	Plantado.....	48
18.	Parafinado.....	49
19.	Encabezado.....	50
20.	Descargas.....	50
21.	Cierres.....	51

22.	Empaque	52
23.	Aplicación de termo encogible	53
24.	Gráfica de consumo de aire por min	55
25.	Catálogo de compresores Kaeser.....	56
26.	Manómetro tipo bourdon con rango de 0 a 100kgf/cm ²	60
27.	Manómetro tipo bourdon con rango de 0 a 20kgf/cm ²	60
28.	Termocupla.....	61
29.	Gráfica de consumo de vapor por hora en el año 2009	66
30.	Gráfica paros en una toma de tiempos de cuatro horas en la máquina bar machine	73
31.	Porcentaje de paros respecto al total en bar machine	74
32.	Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en bar machine	75
33.	Paros en toma de tiempos de cuatro horas en la máquina C-90	77
34.	Porcentaje de paros respecto al total en C-90.....	78
35.	Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en C-90	79
36.	Paros en toma de tiempos de cuatro horas en máquina continua	81
37.	Porcentaje de paros respecto al total en máquina continua	82
38.	Porcentaje de paro respecto al total en máquina continua	83
39.	Paros en toma de tiempos de cuatro horas en empaque	85
40.	Porcentaje de paros respecto al total en máquina de empaque	86
41.	Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en máquina de empaque.....	87
42.	Formato utilizado para el cálculo de la disponibilidad, durante una hora de trabajo.....	96
43.	Formato utilizado para el cálculo de disponibilidad y velocidad, durante una hora de trabajo.....	97
44.	Formato utilizado para el cálculo de la disponibilidad, velocidad, calidad y efectividad global del equipo, durante una hora de trabajo ...	98
45.	Formato para la toma de tiempo de paros	100

46.	Formato para el cálculo de la eficiencia global del equipo	101
47.	Gráfica de disponibilidad	103
48.	Gráfica de velocidad.....	104
49.	Gráfica de calidad	105
50.	Gráfica de la efectividad global del equipo	106
51.	Lista de chequeo para el alimentador de palitos	108
52.	Lista de chequeo para la máquina bar machine.....	109
53.	Lista de chequeo para la máquina C-90.....	110
54.	Lista de chequeo para la máquina cizalla	111
55.	Listado de chequeo para la máquina corte de cartón	112
56.	Listado de chequeo para la máquina de empaque	113
57.	Listado de chequeo para el área de encabezado y parafinado.....	114
58.	Listado de chequeo para los cierres, descargas y plantado.....	115
59.	Listado de chequeo para la máquina pintadora	116
60.	Fotografía de condiciones iniciales del área, desorden	124
61.	Fotografía de condiciones iniciales del área, desperdicio regado	125
62.	Fotografía de la etapa de organización	125
63.	Figura de la etapa de orden, marcación provisional de espacios.....	127
64.	Fotografía de la etapa de orden, marcación definitiva de áreas.....	127
65.	Fotografía de la etapa de orden, marcación de niveles en recipientes para desperdicio	128
66.	Fotografía de limpieza de la maquinaria y áreas de trabajo.....	129
67.	Diagrama de distribución de áreas de limpieza.....	129
68.	Diseño de cartelera implementada para la publicación de información.....	130
69.	Fotografía de condiciones actuales, recipientes con niveles y áreas marcadas	133
70.	Fotografía de condiciones actuales, áreas organizadas, ordenadas y limpias	134

71.	Auditoría de control visual.....	135
72.	Área para problemas encontrados en la auditoría	136
73.	Gráfica de punteos de organización	138
74.	Gráfica de punteos de orden	139
75.	Gráfica de punteos de limpieza	139
76.	Gráfica de punteos de pulcritud	140
77.	Gráfica de punteos de disciplina	140
78.	Gráfica de punteos totales	141
79.	Formato usado para auditoría de riesgos	144
80.	Publicación del equipo de protección personal para la pintadora	148
81.	Publicación del equipo de protección personal para la cizalla	148
82.	Publicación del equipo de protección personal para la bar machine ..	149
83.	Publicación del equipo de protección personal para la C-90	149
84.	Publicación del equipo de protección personal para el empaque	150
85.	Publicación del equipo de protección personal para la mesa de encabezado	150
86.	Publicación del equipo de protección personal para el plantado	151
87.	Publicación del equipo de protección personal para el empaque manual.....	151
88.	Publicación del equipo de protección personal para el corte de cartón.....	152
89.	Croquis de la planta señalando las rutas de evacuación	155
90.	Instructivo para máquina continua	158
91.	Instructivo para máquina bar machine	159
92.	Instructivo para máquina C90	160
93.	Instructivo para plantado y cierres	161
94.	Instructivo para empaque	162
95.	Instructivo para encabezado.....	163
96.	Instructivo para empaque manual.....	164

97.	Rol del puesto de bar machine.....	166
98.	Rol del puesto de C-90.....	167
99.	Rol del puesto de cizalla	168
100.	Rol del puesto de corte de cartón	169
101.	Rol del puesto de empaque	170
102.	Rol del puesto de empaque manual.....	171
103.	Rol del puesto de encabezado.....	172
104.	Rol de puesto de pintadora	173
105.	Rol de puesto de plantado	174
106.	Matriz de entrenamiento.....	176
107.	Matriz de capacitación.....	177
108.	Matriz de educación	179
109.	Programación de cursos de entrenamiento y educación.....	180

TABLAS

I.	Análisis situacional de la empresa Fosforera Centroamericana S. A... 17	
II.	Productividad de los meses anteriores al proyecto	25
III.	Velocidades reales recomendadas por el proveedor de la maquinaria	27
IV.	Ficha de control para las eficiencias de las líneas de producción	28
V.	Eficiencias obtenidas los primeros días de noviembre de 2010.....	29
VI.	Historial de consumo de aire en el año 2009	54
VII.	Historial de consumo de vapor en el año 2009	64
VIII.	Prueba de consumo de vapor para secar un pliego de cartón.....	66
IX.	Paros en una toma de tiempos de cuatro horas en la máquina bar machine.....	72
X.	Porcentaje de paros respecto al total en bar machine	74
XI.	Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en bar machine	75

XII.	Paros en toma de tiempos de cuatro horas en la máquina C-90	77
XIII.	Porcentaje de paros respecto al total en C90	78
XIV.	Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en C90	79
XV.	Paros en toma de tiempos de cuatro horas en máquina continua	81
XVI.	Porcentaje de paros respecto al total en máquina continua	82
XVII.	Porcentaje de paro respecto al total en máquina continua	83
XVIII.	Paros en toma de tiempos de cuatro horas en empaque	85
XIX.	Porcentaje de paros respecto al total en máquina de empaque	86
XX.	Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en máquina de empaque	87
XXI.	Factores de conversión de desperdicio de peso a millares	94
XXII.	Datos de efectividad global del equipo	102
XXIII.	Rutinas de tareas para conservación de la pintadora	117
XXIV.	Rutinas de tareas para conservación de la cizalla	118
XXV.	Rutinas de tareas para conservación de corte de cartón	118
XXVI.	Rutinas de tareas para conservación de la máquina continua	119
XXVII.	Rutinas de tareas para conservación de máquina de empaque	120
XXVIII.	Rutinas de tareas para conservación del alimentador de palitos	121
XXIX.	Rutinas de tareas para conservación de la máquina bar machine	121
XXX.	Resultado de las primeras auditorías	138
XXXI.	Productividad obtenida durante la implementación del proyecto	142
XXXII.	Listado de tareas recopiladas para disminuir las condiciones inseguras	145
XXXIII.	Riesgos inherentes observados en el proceso de mapeo	152
XXXIV.	Resultados de trabajo en equipo	185
XXXV.	Resultados de desarrollo de personal	186
XXXVI.	Resultados de identificación	187
XXXVII.	Resultado de delegación	188
XXXVIII.	Resultados de liderazgo y jefatura	189

XXXIX.	Resultados de comunicación	190
XL.	Resultados de relaciones internas y externas.....	191

GLOSARIO

Auditoría	Examen crítico y sistemático que se realiza para verificar el estado de algo.
Balance de líneas	Herramienta que se utiliza para garantizar que todas las máquinas de una línea de producción trabajen a un ritmo determinado por la máquina más lenta denominada cuello de botella.
Buje	Pieza de unión mecánica entre dos partes en movimiento que reduce la fricción.
Caldera pirotubular	Máquina para generación de vapor que conduce el fuego por medio de tubos sumergidos en un recipiente que contiene agua.
Clima organizacional	Se refiere a la percepción que tiene un trabajador acerca de las estructuras y procesos que ocurren en un medio laboral.
Deshumidificación	Acción de eliminar la humedad de algo.
Efectividad	Capacidad de producir lo propuesto.
Lubricación	Acción de verter lubricante para disminuir la fricción entre dos materiales de la misma o diferente clase.

Lubricante	Sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma así mismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.
Mecanismo	Conjunto de elementos, generalmente rígidos, cuyo propósito es transmitir o convertir el movimiento.
Motorreductor	Caja llena de engranajes que permite variar la velocidad de entrada en relación a la velocidad de salida.
Neumática	Tecnología que emplea aire como modo de transmisión de energía.
Productividad	Capacidad de producir lo propuesto con el menor recurso posible.
Rodamiento	Elemento mecánico de unión entre dos piezas sirviendo de apoyo y facilita el desplazamiento disminuyendo la fricción.

RESUMEN

El proyecto denominado implementación de un sistema de mejora continua bajo los principios de la productividad total desarrollado en la planta de producción de la empresa Fosforera Centroamericana S. A., es un proyecto que desea incrementar la productividad de la planta, haciendo énfasis en la capacidad de aportación de ideas por parte de los operadores.

Para el desarrollo del proyecto se orientaron cinco aspectos los cuales tienen grandes repercusiones en el sistema actual de la empresa. Estos aspectos se implementaron en función de la fase técnico profesional, la fase de investigación y la fase de enseñanza aprendizaje.

El primer aspecto se realizó a partir de la verificación del estado de la maquinaria que opera en la planta, ya que es una parte de suma importancia. Para esto se verificaron planos y manuales los cuales permitieron observar dicho estado. Es importante mencionar que para lograr una buena operación de los equipos es necesario realizar mejoras en las máquinas que beneficien su funcionamiento.

Como punto aunado al aspecto de la maquinaria se implementaron rutinas de trabajo para los técnicos de mantenimiento, con dichas rutinas se pretende aumentar la disponibilidad de los equipos disminuyendo los paros, y aumentando la velocidad de respuesta del personal ante cualquier eventualidad o desperfecto en la maquinaria.

Implementando también la parte conocida como puestos autónomos se integraron rutinas de verificación de los equipos por parte del operador encargado de cada máquina.

Es necesario mencionar que para esta parte también se verificaron los instrumentos existentes dentro de la planta para garantizar la estandarización en la operación de los equipos, además se verificaron las instalaciones mecánicas como tuberías de vapor y de aire comprimido generando propuestas de mejora.

Para el segundo aspecto se realizó la implementación del concepto de control visual dentro de la planta, para esto se hizo uso de la herramienta conocida como nueve S's, aunque en realidad únicamente se llegaron a implementar cinco puntos los cuales fueron organización, orden, limpieza, pulcritud y disciplina.

En este aspecto se implementó una cartelera que garantice que fluya la información necesaria que ayude a realizar el trabajo dentro de la planta, también se implementaron rótulos en cada puesto de trabajo, estos rótulos tienen como finalidad comparar las condiciones normales del puesto contra el puesto real.

Por último para permitir que este aspecto se siga trabajando de manera continua se implementó una auditoría quincenal que abarca los cinco aspectos trabajados del control visual, con esta auditoría se verifican cuales fueron los problemas ocurridos y enmendarlos para poder mejorar.

Para el tercer aspecto se implementó un sistema de medición de la efectividad de la línea de producción, esta herramienta es conocida como

efectividad global del equipo y se divide en tres indicadores individuales que evalúan diferentes aspectos, dichos indicadores son disponibilidad, que verifica la cantidad de tiempo que la máquina trabaja en relación al tiempo programado de trabajo, velocidad, que verifica que la máquina trabaje a ritmo constante verificando si en el tiempo real trabajado produjo lo que teóricamente debe producir, y calidad, que se encarga de medir la cantidad de desperdicio obtenido en el tiempo de producción establecido y que en condiciones ideales hubiera sido producto terminado.

Los tres aspectos antes mencionados fueron implementados en la fase técnico profesional y generaron la preocupación por mejorar cada día para reducir los desperdicios, aumentar la disponibilidad por medio de maquinaria e instalaciones en buenas condiciones y por último pero no menos importante manteniendo la organización el orden y la limpieza en el área de trabajo para poder implementar mejoras.

El aspecto que se trabajó en la fase de investigación fue el de seguridad industrial verificando inicialmente los riesgos insertos en las actividades de producción que pueden ser eliminados o disminuidos, y también creando un plan de contingencia contra incendios que permita la rápida reacción de todas las personas que se vean involucradas.

Para esto se crearon rutas de evacuación que permitan una salida fluida de las personas, la implementación de cursos como seguridad industrial, el manejo de extinguidores, y primeros auxilios.

Por otro lado se pidió la ayuda del departamento de mantenimiento para implementar guardas para eliminar o disminuir riesgos mecánicos, así como eliminar cables sueltos o aislarlos según sea el caso.

Por último pero no menos importante para la fase de enseñanza aprendizaje se trabajaron dos aspectos, los cuales se mencionan a continuación.

El primer aspecto de la fase de enseñanza aprendizaje fue la parte del desarrollo de personal, modificando los descriptores de puestos y transformándolos en roles que detallen las actividades que se realizan en los diferentes puestos de trabajo para el buen desempeño de este.

A partir de los roles se crearon dos matrices de cursos, la primera es la matriz de entrenamiento y se orienta a desarrollar las habilidades y conocimientos propios de un puesto de trabajo en particular. La segunda matriz que es la matriz de educación se orienta a mejorar a los trabajadores sin importar el puesto de trabajo, siendo temas como trabajo en equipo, comunicación, etc.

Es necesario mencionar que también se inició un proyecto que hará que todas los operarios sepan al menos tres puestos de trabajo para evitar problemas ante ausencias de algún operador.

El segundo aspecto de la fase de enseñanza aprendizaje fue el de verificar la opinión de los trabajadores hacia el clima organizacional, para esto se realizó una encuesta con aspectos tales como trabajo en equipo, desarrollo de personal, delegación y empoderamiento, identificación, liderazgo y jefatura, comunicación, relaciones internas y externas.

OBJETIVOS

General

Aumentar la productividad a partir de la implementación de un sistema de mejora continua en función de de las actividades operativas de la planta de producción de Fosforera Centroamericana S. A.

Específicos

1. Evaluar las condiciones actuales de la maquinaria y equipo que opera dentro de la planta para detectar cambios realizados con anterioridad y presentar propuestas de mejora.
2. Elevar la disponibilidad de la maquinaria y equipo mediante la implementación de mejoras en los equipos disminuyendo la cantidad de paros por desperfectos o desajustes en estos.
3. Implementar actividades para la conservación de los equipos por parte del personal técnico de mantenimiento adelantándose a posibles defectos por desajustes o desgaste de los elementos de la maquinaria, y actividades por parte del personal operativo que permitan disminuir el tiempo de paro de los equipos.

4. Medir la efectividad global del equipo, estabilizarla y elevarla mediante la detección de indicadores individuales que permitan detectar los problemas más graves en la línea que disminuyen la productividad de la misma.
5. Implementar el concepto de control visual para la mejora de los puestos de trabajo por medio de la comparación de la condición de las áreas con las condiciones ideales de las mismas.
6. Crear los roles de los puestos de trabajo a partir de los descriptores de estos para elevar la calidad de mano de obra, permitiéndole conocer a cada uno de los operadores las atribuciones del puesto en que se desempeñan.
7. Desarrollar las habilidades y conocimientos de los operadores a partir de cursos que permitan desempeñar de mejor manera las actividades propias de su rol de trabajo.
8. Eliminar o disminuir los riesgos que se presentan en el área de trabajo.

INTRODUCCIÓN

Hoy más que nunca, los mercados globalizados exigen niveles competitivos en calidad y productividad, condición que no se puede resolver con toques mágicos puntuales a corto plazo, sino mediante estrategias de dirección sistemáticas, que hagan foco en el factor humano como el motor de sus resultados.

Aquellas direcciones que diagnostican la necesidad de aumentar su productividad, no escapan a considerar la mejora continua, más que como herramienta, una filosofía de trabajo.

Ahora bien la mejora continua solo es posible si todo el personal, a todo nivel, está comprometido con el mejoramiento permanente con la efectividad de los equipos, la productividad del personal y de todos los insumos.

La mejora continua busca las condiciones ideales a las que debiera operar una empresa, como operar a velocidades teóricas, operar con la cantidad mínima necesaria, generar cero desperdicios, cumplimiento del tiempo planeado para producir, eliminar los paros de equipos.

En el proyecto realizado se trabajaron cinco aspectos que buscan las condiciones ideales antes mencionadas.

El primer aspecto abarca la maquinaria, y se trabajo verificando inicialmente las condiciones de esta e implementando mejoras que permitan satisfacer las demandas de operación de la planta, además se implementaron

tareas de conservación de los equipos para que las realicen, tanto el personal técnico de mantenimiento, como el personal operativo.

El segundo aspecto toca el principio del control visual, a través de las cinco S's, de esta manera se pueden comparar las condiciones ideales a las que se debe trabajar y las condiciones en las cuales se trabaja. De esta manera se pueden identificar con facilidad los aspectos puntuales a mejorar.

El tercer aspecto es la implementación de indicadores que permitan identificar de manera concisa los problemas que atacan las operaciones. Es importante que en este aspecto los trabajadores conozcan el significado de los indicadores y que estos sean fáciles de obtener.

El cuarto aspecto es el humano, y se refiere al desarrollo del personal. Es importante crear programas que permitan como punto inicial, una buena inducción al personal en su puesto de trabajo, así como un buen entrenamiento para desarrollar las habilidades y conocimientos que necesitan para desempeñar su puesto de manera profesional, y por último capacitarlos para desempeñar otros puestos de trabajo.

El quinto aspecto y no menos importante, es evaluar la percepción de los trabajadores respecto al ambiente laboral en que se desempeñan, ya que este debe ser bueno para que ellos se encuentren a gusto trabajando y brinden su mejor esfuerzo para el logro de las metas y los objetivos de la empresa.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

A continuación se presentan datos generales de la empresa en donde se pueden detallar la historia y la planificación estratégica que desarrollan.

1.1. Antecedentes de la empresa

En 1945 nace en Guatemala una pequeña industria de fósforos en la Ruta 4 de la zona 4, al inicio el proceso de producción era manual, ya que no se tenían conocimientos profundos en la elaboración de fósforos, ni la maquinaria necesaria para implementar la automatización del proceso.

La empresa sigue avanzando a pesar de algunos conflictos con el fósforo sueco que empezó a ser importado hacia el país. Llegó a tener alrededor de 700 empleados, en su mayoría eran mujeres ya que todo el trabajo era de tipo manual y la mano de las mujeres era mucho más hábil; llenaban 15000 cajitas obteniendo un sueldo de setenta y cinco centavos por cada millar y cada 11 de agosto se celebra el día oficial del fósforo.

En 1959, se inicia un gran incendio, pues el edificio no era apto para producir fósforo debido a que existían áreas con edificaciones de madera, el saldo de este incidente fue varios empleados con quemaduras severas, quienes con mucho esfuerzo lograron apagar el fuego y rescatar la planta productora.

Posterior al incendio, se inicia una cooperativa con un monto inicial de Q500.00. Dicha cooperativa trajo bienestar a las trabajadoras, sobre todo a

quienes tenían bebés, ya que se creó una sala cuna y un seguro médico para todos.

La hora de entrada de los empleados era a las 7:00 a 7:05 de la mañana, y quien llegara a eso de las 7:06 o más tarde era dejando afuera durante una hora. Si esta indisciplina se repetía tres veces al mes, el empleado era suspendido un día y también se le descontaba el séptimo día. La normativa de la empresa, regía que 15 minutos era el tiempo de refacción y de la misma manera para el tiempo de almuerzo.

En 1965 la industria de fósforos de la zona 4 se fusiona con otra empresa fosforera de la zona 2, llamada La Antorcha. De esta unión nace la fosforera centroamericana ubicada en la avenida Petapa 37-01 zona 12. En 1967 el 11 de noviembre, se inauguran las instalaciones de la Fosforera Centroamericana, dándole la oportunidad de trabajar a la mujer no profesional. Existe un premio por antigüedad que lleva el nombre de ingeniero Ignacio Fierro.

En 1997 se trae nueva maquinaria para la fabricación de fósforos de madera, se construye también un área para fabricación de pastas para cabeza de fósforos denominada pastería adecuada a las necesidades.

En febrero de 2004 llega otra máquina para la fabricación de fósforos de madera, el 25 de junio se inaugura la maquinaria para la fabricación de palito, al igual que una caldera piro tubular para la generación de vapor.

Actualmente la empresa cuenta con dos líneas de producción de fósforo de madera, una línea de producción de fósforo en presentación de carterita y una línea de producción de palito de madera.

1.2. Visión

La visión abarca un aspecto general de la empresa y otro aspecto para recursos humanos.

1.2.1. Visión general de la empresa

“Crear día a día en el negocio de distribución con operaciones en toda Centroamérica, teniendo como pilar, la búsqueda de la excelencia en atención a nuestros clientes. Siendo sus principales productos fósforos y productos misceláneos, alimentos y licores”.

1.2.2. Visión de recursos humanos

“Ser socio estratégico de la administración, orientado a crear las herramientas que permitan administrar el talento humano por medio de estrategias de selección, capacitación, comunicación, reconocimiento; cultura de calidad y servicio al cliente”.

1.3. Misión

“En la corporación IF poseen dos misiones, siendo la primera misión de forma general y la segunda la misión de recursos humanos”.

1.3.1. Misión general de la empresa

“Fabricar fósforos y distribuir productos misceláneos, alimentos y licores, de alta calidad, teniendo como pilar principal la excelencia en el servicio al cliente y distribuidores en toda Centroamérica”.

1.3.2. Misión de recursos humanos

“Implantar las estrategias de administración de recursos humanos que permitan a los líderes del grupo el logro de las metas por medio de la integración, desarrollo y conservación de talento; creando para ello una cultura de calidad y servicio al cliente”.

1.4. Valores

La corporación IF contempla ocho valores primordiales para el trabajo en armonía con sus empleados, clientes y proveedores, siendo estos los siguientes.

1.4.1. Respeto

Respetar las creencias y cultura de nuestros empleados.

1.4.2. Ética

Distribuir y fabricar productos de calidad basados en la ética hacia nuestros clientes.

1.4.3. Confianza

Generar confianza a través de ética y responsabilidad en actitudes; y cumplimiento de obligaciones.

1.4.4. Trabajo en equipo

Contar con la participación de todos los miembros del equipo, para generar la mejora continua de los resultados por medio de trabajo en equipo.

1.4.5. Honestidad

Actuar con honestidad, por medio de valor para decir la verdad; respeto a bienes ajenos; transparencia en la información y obrar con buenas intenciones.

1.4.6. Responsabilidad

Llevar a cabo las tareas con diligencia, seriedad y prudencia se traduce en responsabilidad de todo lo que se hace o deja de hacer, así como de las consecuencias que sus acciones impliquen.

1.4.7. Calidad

Considerar su trabajo como un medio para desarrollar creatividad, soluciones y desarrollo; por medio de productos y servicios de calidad con características que satisfagan las necesidades del cliente.

1.4.8. Rentabilidad

Obtener el más alto rendimiento de las acciones comerciales de nuestro negocio, generando rentabilidad para nuestros accionistas.

1.5. Planificación estratégica propuesta

A continuación se presenta una propuesta para la visión, la misión y los valores de la planta de producción de la empresa Fosforera Centroamericana S. A., ya que los que están vigentes actualmente no aplican a la planta como tal.

1.5.1. Visión

En el año 2012 ser la planta de fósforos líder del grupo IF, con los costos de producción más bajos, satisfaciendo la demanda de fósforos en el mercado Centroamericano y países del Caribe.

1.5.2. Misión

Trabajar día a día con eficiencia y altos estándares de calidad, brindando capacitación y educación a los trabajadores a todo nivel, cuidando también la seguridad de los involucrados en el proceso de producción de fósforos.

1.5.3. Valores

A continuación se detallan los valores que se creen necesarios para el buen desarrollo de las actividades de la empresa, con los cuales se pretenden alcanzar las metas.

1.5.3.1. Compromiso

Trabajar comprometidos con la empresa para obtener alta productividad en las operaciones.

1.5.3.2. Honestidad

Ser honestos en todas las operaciones para brindar un producto de alta calidad.

1.5.3.3. Responsabilidad

Ser responsables con el medio ambiente, con los empleados y con los clientes.

1.6. Ventaja competitiva

Colaboradores identificados, capacitados y comprometidos con los objetivos de su puesto de trabajo y con las metas del negocio.

1.7. Estructura organizacional

La estructura organizacional de la planta de producción de la empresa Fosforera Centroamericana S. A. denominada departamento de asistencia técnica consiste en un gerente de producción, un jefe de compras, un jefe de planta y un jefe de control de calidad.

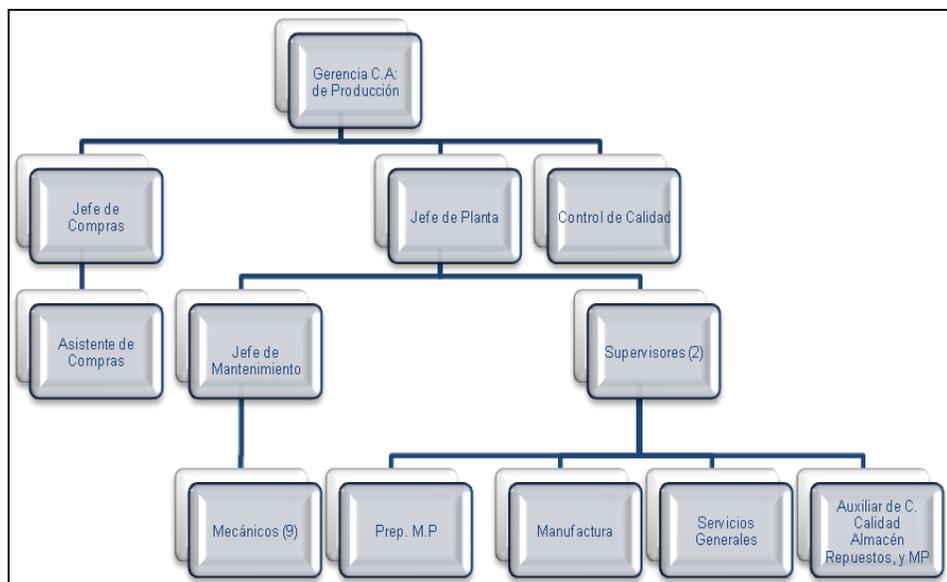
El jefe de compras tiene a su cargo a una asistente, así mismo el jefe de planta tiene a su cargo a un jefe de mantenimiento, que a su vez tiene a su cargo a nueve mecánicos.

El jefe de planta tiene a su cargo también a dos supervisores de producción que están encargados de los operadores de preparación de materia

prima, operadores de manufactura, y operadores de servicios generales, así como al auxiliar de calidad.

En la figura 1, que se presenta a continuación, se puede observar el organigrama de la planta de producción, denominado Departamento de Asistencia Técnica.

Figura 1. **Estructura organizacional de la planta de producción de la empresa Fosforera Centroamericana S. A. conocido como departamento de asistencia técnica**



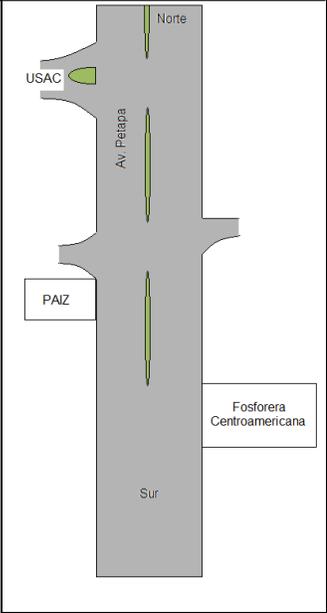
Fuente: organigrama, Fosforera Centroamericana S. A.

1.8. Ubicación

La planta de producción de la empresa Fosforera Centroamericana S. A. se encuentra ubicada en la avenida Petapa 37-01 zona 12, Guatemala.

A continuación se presenta la figura 2, que es el croquis de la ubicación de la planta.

Figura 2. **Croquis de la ubicación de Fosforera Centroamericana S. A.**



Fuente: elaboración propia.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

En el presente capítulo se desarrolla un diagnóstico de la empresa para verificar las debilidades y desarrollar las herramientas que permitan la mejora continua.

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Fosforera Centroamericana S. A. es parte de una corporación mundial de origen española dedicada a la producción de fósforos y a la distribución de productos misceláneos, la planta ubicada en la ciudad de Guatemala, se encarga de satisfacer las necesidades del mercado centroamericano, parte del Caribe y algunos países del cono Sur.

El Departamento llamado de Asistencia Técnica cuenta con un planificador de producción encargado de recopilar las solicitudes de compra provenientes del departamento de ventas y programar la producción en las líneas de la planta, cuenta también con dos supervisores de producción encargados de verificar el cumplimiento del plan de producción, los cambios de presentación y disponer de todos los insumos necesarios para la producción

El área de mantenimiento también pertenece al Departamento de Asistencia Técnica, pero el trabajo fuerte denominado por ellos como mantenimiento mayor lo realiza durante el mes de diciembre y el resto del año se encargan de reparar los problemas que se presentan a diario, durante la verificación de estos datos se verificó que las eficiencias de las líneas varían de

un turno a otro de manera considerable sin un patrón que indique qué turno es el que menos eficiencia obtiene.

2.1.1. Descripción de las distintas áreas de la planta

La planta de producción cuenta con cuatro líneas de producción.

La primera línea conocida como C148 es la encargada de producir dos marcas de fósforo de madera, las cuales son Águila y Caballo rojo, estos productos son de exportación, esta línea es la más afectada en cuanto a variabilidad de la eficiencia, se logró detectar que mediante el cambio de turno la eficiencia cae considerablemente, en muchos casos desde una eficiencia de 90 % hasta una eficiencia de 70 %.

Mediante la investigación de los datos en las hojas de control de eficiencia también se logró determinar que ésta varía en la hora de relevos para el almuerzo o refacción constatando que las personas encargadas de realizar tales relevos no han recibido una inducción formal al puesto al que acuden a relevar.

En el capítulo 2.8 se realizó un estudio de tiempos que determinó que muchos de los problemas se dan por desperfectos de las máquinas, o por falta de atención o desconocimiento de los operadores que operan las máquinas, en muchos de los casos se verificó que el operador no era el titular del puesto.

Además se encontraron lugares desordenados y máquinas sucias absorbiendo mucho tiempo de los operadores en buscar insumos para la limpieza de sistemas de las máquinas en especial, o en insumos propios para la producción, para esto se propuso la implementación de la técnica conocida

como control visual mediante la inclusión de las nueve “S” que se podrá observar con más detenimiento en el capítulo 2.11.

Es importante mencionar también que muchos de los desperfectos de las máquinas son desajustes por el paro y arranque continuo que mantienen la maquinaria y los equipos, causando que estos desajustes sean menores pero que al momento de ocurrencia de uno de estos, los operadores gasten más tiempo en buscar al mecánico para la solución de este problema que para la solución del mismo

Por esta razón se idearon hojas de verificación de los equipos conocidas como listas de chequeo que ayuden a verificar posibles problemas que puedan ocurrir en el transcurso del turno de trabajo, estas listas se pueden observar en el capítulo 2.10.2.

La idea es que al iniciar el programa el operador de aviso si encuentra una anomalía en los puntos de verificación y que con un programa estructurado de entrenamiento desarrollado en el capítulo 4.1.1.1, éste puede realizar la acción correctiva para prevenir posibles repercusiones en el funcionamiento de la maquinaria y más importante repercusiones en las eficiencias de la línea.

Además se creó una propuesta que evite realizar el denominado trabajo de mantenimiento mayor por parte del departamento de mantenimiento y que distribuya las tareas de forma constante, mediante la inclusión de tareas para la conservación del equipo por parte de dicho departamento, este punto se desarrolló en el capítulo 2.10.2.

Paralelamente se desarrollaron propuestas para la modificación de maquinaria y equipos que garanticen el funcionamiento constante y aumenten la disponibilidad, esto se desarrolló en el capítulo 2.7.6.

Por último se verificó que con el indicador de eficiencia que se maneja en la empresa no se pueden verificar las causas del nivel de este, por lo que se propuso y se desarrolló un indicador que brinde una perspectiva más amplia de las causas del estatus del mismo, este indicador denominado efectividad global del equipo y conocido por su acrónimo como E. G. E. se desarrolló en el capítulo 2.9.1. brindando la capacidad de reacción a problemas más específicos como disponibilidad de los equipos, la velocidad o el desperdicio generado durante el proceso.

La segunda línea, llamada KL2 produce cuatro marcas propias de fósforos de madera, siendo estas marcas Cangaroo, Laureado, Viceroy, Fogata que es la marca para el país, y además esta línea maquila la marca Suli para la corporación Walmart, es importante mencionar que esta línea posee los mismos problemas que la línea anterior, pero con la diferencia que la maquinaria es mas reciente y los problemas no son tan marcados como la anterior.

Por tal razón el modelo de trabajo que se desarrolle en la línea C-148 se implementará también en esta línea ya que el tiempo que se necesita para desarrollarlo es demasiado y no se podría abarcar las dos líneas al mismo tiempo con los resultados deseados.

La tercera línea realiza la producción de fósforos en presentación de carterita, esta línea realiza las marcas propias Gallo, Papagayo, y maquila las marcas Propasa y Suli, además de ello también se producen presentaciones

especiales para publicidad de diversas empresas, aunque esta línea es muy importante para la empresa no se pudo realizar un análisis, debido a un conflicto con un sindicato existente en ella que impide proponer ideas de forma libre para el mejoramiento de ésta, ya que para cambiar las actividades actuales se debe realizar un pacto con dicho sindicato.

Y por último se pudo observar la cuarta línea de producción, siendo ésta la de palito de madera, siendo la más nueva de la planta y aunque esta línea presenta problemas debido a la inexperiencia con el equipo y maquinaria existente en la línea, no se pudo trabajar en ella debido a planes de traslado de esta línea hacia otro departamento del país.

2.1.2. Formas de producción dentro de la empresa

En la planta se trabaja de dos formas dependiendo de la temporada refiriéndose a la demanda.

En la temporada baja se trabajan dos turnos conocidos como turnos cortos siendo el primero de ocho horas y el segundo de seis horas. En la temporada alta se trabajan dos turnos largos de doce horas cada uno de manera continua, parando el sábado a las 18:00 horas. El control de la producción se maneja de forma intermitente a través de la demanda que genere el departamento de mercadeo y ventas.

2.1.3. Descripción de los controles de calidad existentes

El departamento de control de calidad denominado como aseguramiento de calidad lo conforma una sola persona encargada de verificar los estándares

requeridos por las normas de COGUANOR, así como los estándares impuestos por la corporación en todas las plantas de producción de fósforos.

La primera verificación que se realiza es el grosor y el largo del palito del fósforo, ya que si no cumple con las medidas requeridas, el mismo generará problemas en las máquinas que se encargan de producir el fósforo.

La segunda verificación que se realiza es el peso específico y la viscosidad de la pasta que se usa para realizar la cabeza del fósforo.

La tercera verificación que se realiza es la prueba de encendido, en esta prueba se encienden cuatro fósforos fuera del proceso de producción y no se admite error alguno.

La cuarta verificación es al producto final, se cuenta el número de fósforos que posee cada cajita, la cantidad es de cuarenta, se verifica de nuevo el encendido del fósforo pero se le agrega la prueba de transferencia de llama hacia el palito.

La quinta verificación es por llamarse fósforos de seguridad que éste se garantice que únicamente encenderá si el fósforo es friccionado con el rasquero y con esta prueba se garantiza esta condición.

A cada hora se llenan los partes o reportes, en donde se informan los resultados de las pruebas de cada una de las verificaciones que se realizan y al día siguiente se revisan por parte del departamento de asistencia técnica para realizar correcciones a problemas leves que se dieron en el día anterior.

En muchos casos, se presenta el problema que el departamento de calidad realiza sus rutinas de inspección a cada hora y los problemas se han dado con bastante tiempo de anterioridad, por lo que mucho del producto defectuoso se ha pasado por la línea, teniendo que desperdiciarlo y representar un costo elevado para la producción.

Para evitar esto en el programa de entrenamiento diseñado para el personal operativo, desarrollado en el capítulo 4.1.1.1.

2.1.4. Análisis FODA

Para realizar el análisis FODA de la empresa se necesitó hacer una investigación de campo que permitiera ver las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que le envuelven a la empresa, en la tabla I se puede observar dicho análisis.

Tabla I. **Análisis situacional de la empresa Fosforera Centroamericana S. A.**

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
F1. El producto es líder en el mercado. F2. La demanda es constante. F3. Se realiza producto de exportación. F4. El precio del producto es accesible. F5. El producto es de consumo diario.	O1. Aumento de cantidad de fumadores. O2. Que aumenten los comedores informales. O3. Creación de tratados de libre comercio con países del Caribe.
DEBILIDADES	AMENAZAS
D1. El concepto de calidad solo se atribuye al departamento de aseguramiento de calidad. D2. Mala comunicación y coordinación entre el departamento de producción y mantenimiento. D3. No existe programa de capacitación formal para los empleados.	A1. Que aumente la importación de fósforos por parte de otras empresas. A2. La limitación en la tala de árboles por la situación ambiental. A3. Crecimiento de la compra de estufas con encendido eléctrico. A4. Crecimiento de la compra de encendedores.

Continuación de la tabla I.

D4. No existe programa de inducción a los puestos de trabajo. D5. No existe programa de mantenimiento formal para la maquinaria y equipo. D6. La maquinaria que se utiliza está deteriorada.	
--	--

Fuente. elaboración propia.

Del análisis FODA presentado en la tabla anterior se elaboraron cuatro propuestas estratégicas que permitan el aumento o disminución de los factores internos y externos.

Estrategias (FO)

- a.1 Mantener el precio del producto, mediante el aprovechamiento de materias primas para aumentar la demanda de personas que fuman y de los comedores informales. (F2, F4, F5, O1, O2)
- a.2 Aprovechar el liderato del producto en el mercado para buscar negociaciones con empresas tabacaleras. (F1,O1)
- a.3 Aumentar las exportaciones del producto, buscando nuevos mercados en el Caribe, aprovechando las exportaciones que se realizan actualmente. (F3, O3)

Estrategias (FA)

- Fortalecer la calidad del producto a fin de mantener el mismo como producto líder en el mercado. (F1, F2, A5, A2, A3)
- Aumentar la productividad de la empresa mediante el aprovechamiento de la madera. (F2,A2)

Estrategias (DO)

- Implementar el concepto de calidad autónomo por medio de capacitaciones y un plan de inducción adecuado a todos los puestos de trabajo, para cumplir los estándares de calidad del mercado nacional e internacional. (F2, F4, F5, O1, O2)
- Crear un programa de mantenimiento preventivo, a nivel operativo y a nivel técnico, que permita aumentar la disponibilidad de los equipos y aumentar la capacidad productora de la planta. (D2, D5, D6, O1, O2, O3)

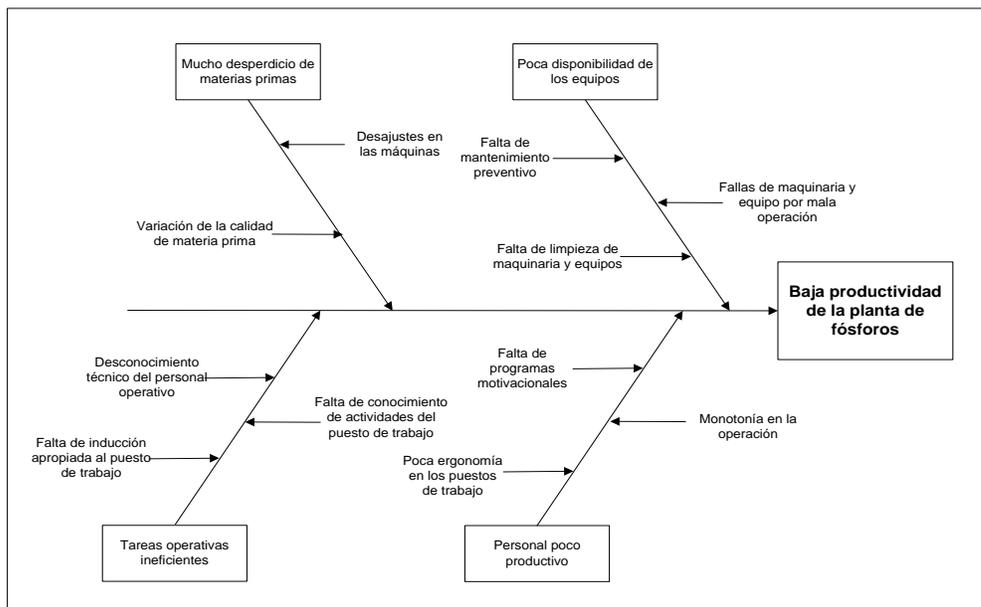
Estrategias (DA)

- Fortalecer la calidad del producto por medio de la compra de materias primas de alta calidad, que sobrepasen las expectativas de los clientes actuales y nuevos. (D1, A1, A3, A4)
- Aumentar el aprovechamiento de materias primas por medio de máquinas en buen estado que permitan la reducción de los desperdicios. (D2, D5, D6, A2)

2.1.4.1. Análisis Ishikawa

Para realizar un análisis más específico es necesario emplear otra técnica que pueda profundizar y destapar los problemas que impactan en el proceso y las causas que generan los problemas actuales en la planta de producción. Para esto se ha decidido realizar un análisis Ishikawa, dicho análisis se realizó luego de observar las operaciones de la planta, y observar los datos de aprovechamiento de materias primas y bitácoras de mantenimiento, a continuación se puede observar el análisis Ishikawa en la figura 3.

Figura 3. Análisis Ishikawa de la situación actual de la empresa



Fuente: elaboración propia.

El análisis realizado reflejó cinco aspectos importantes que perjudican las eficiencias de las líneas de producción. Es importante describir un poco cada uno de estos aspectos.

La poca colaboración del personal se detectó por el poco trabajo en equipo por parte de los operarios, aunque esto se da por la poca capacitación de ellos, la mala inducción que se les brinda en el puesto de trabajo y la poca motivación que sienten.

Los paros de máquina se dan por las variaciones de las velocidades de las máquinas periféricas ocasionando desgastes y desajustes por los paros y arranques que estas sufren en su operación, además cabe resaltar que las máquinas reciben únicamente mantenimiento formal a fin de año, haciendo que los desgastes y desajustes sean comunes y cada vez con mayor frecuencia.

Las condiciones inseguras en las que los operarios se han obligado a trabajar generan descontento y un mal ambiente laboral, por lo que se pudo notar que se encuentran presentes riesgos mecánicos por piezas móviles sin guardas, y riesgos eléctricos por cables sueltos y flojos.

Mucho producto rechazado por parte del departamento de aseguramiento de calidad, se debe a la poca atención que le ponen los operadores a sus respectivos procesos, a la poca estandarización de los parámetros de operación de las máquinas y a la variación de los parámetros de producción.

Por último los reclamos de materia prima son generados por la falta de controles que se llevan al ingreso de dicha materia prima, los casos más comunes que se dan son los distintos calibres de cartones y la variación en la viscosidad de los pegamentos.

A continuación se presentan unas reglas que permiten lograr el éxito en la gestión de la productividad total.

- Tratar a las personas con respeto y confianza
- Ser innovador y no un imitador, ser en líder y no un seguidor, en todos los productos y servicios.
- Aplicar sistemáticamente la regla de las "3 P", por la cual el Éxito depende de la Planeación, la Preparación y la Paciencia.
- Implementar un programa de participación en las ganancias en función a la los resultados en materia de productividad total.
- Ser plenamente optimista al gestionar el cambio
- Administrar la tecnología con un sentido total e integrador
- Enfocarse y pensar en términos sistémicos e interdisciplinarios, y no en pensamientos y actitudes funcionales.
- Hacer prevalecer el trabajo en equipo por sobre las actitudes individualistas.
- Practicar la administración con el ejemplo
- Imponerse objetivos altos. Buscar permanentemente el salto cuantitativo y cualitativo.

A continuación se presenta una lista de técnicas de mejoramiento de la productividad total.

- Técnicas basadas en tecnologías
 - Diseño asistido por computadora
 - Manufactura asistida por computadora
 - Tecnología de energía

- Tecnología de grupos
 - Gráficas computacionales
 - Administración del mantenimiento
 - Reconstrucción de maquinarias
 - Tecnología de la conservación de la energía
 - Tecnología digital
 - Telecomunicaciones
 - Bioingeniería
 - Programación orientada a objetos
 - Fibras ópticas
 - Ingeniería de software asistida por computadora
-
- Técnicas basadas en materiales
 - Video conferencias de escritorio
 - Control de inventarios
 - Planeación de requerimientos de materiales
 - Inventarios justo a tiempo
 - Administración de materiales
 - Control de calidad
 - Sistema de manejo de materiales
-
- Técnicas basadas en empleados
 - Reciclamiento y reutilización de materiales
 - Prestaciones personales
 - Promoción de empleados
 - Enriquecimiento del puesto
 - Ampliación del puesto
 - Rotación del puesto
 - Participación de trabajadores

- Mejoramiento de habilidades personales
- Administración por objetivos
- Comunicaciones
- Mejoría de las condiciones de trabajo
- Capacitación
- Educación
- Percepción del desempeño
- Calidad de supervisión
- Círculos de calidad
- Cero defectos
- Administración de tiempos

- Técnicas basadas en el producto
 - Ingeniería de valores
 - Diversificación de productos
 - Simplificación de productos
 - Investigación y desarrollo
 - Mejoría en la confiabilidad del producto

- Herramientas administrativas para la productividad total
 - Ingeniería de métodos
 - Medición del trabajo
 - Diseño del puesto
 - Valuación de puestos
 - Diseño de seguridad del puesto
 - Factores humanos (ergonomía)
 - Programación de producción
 - Procesamiento de datos asistido por computadora
 - Reingeniería

2.1.5. Productividad inicial de la planta

A continuación se presenta la tabla II, que contiene la relación de consumo versus la producción realizada, de los meses anteriores a la implementación de este trabajo.

Tabla II. Productividad de los meses anteriores al proyecto

	Eficiencia	Materia prima/millar	Hora hombre/millar	Energía eléctrica/millar	Aire comprimido/millar
NOVIEMBRE	75%	5.07	0.29	12.85	5.83
DICIEMBRE	76%	5.03	0.28	12.63	5.77
ENERO	85%	4.9	0.26	11.33	5.22
FEBRERO	79%	5.1	0.27	12.20	5.62
MARZO	87%	4.98	0.25	11.00	5.07
ABRIL	82%	4.93	0.27	11.80	5.43
MAYO	74%	5.03	0.29	13.00	5.99
JUNIO	87%	5.3	0.25	10.95	5.04
JULIO	84%	5.3	0.26	11.53	5.31
AGOSTO	72%	5.22	0.30	13.33	6.14

Fuente: registro de coeficientes de consumo, Departamento de Asistencia Técnica.

De la tabla anterior, se puede observar que varían los coeficientes de mes en mes, lo cual se le atribuye a las causas definidas en el análisis Ishikawa, realizado en el capítulo 2.4.1.

2.2. Elementos actuales de eficiencia

Debido a que el ritmo de la línea no varía se genera una cantidad de producción continua a cada hora, es por esa razón que para efectos de cálculo

de la eficiencia de la línea es necesario tener un control de la producción real por hora y la producción acumulada.

2.2.1. Elementos iniciales de control de eficiencias

Las eficiencias deben ser medidores que permitan tomar acciones inmediatas para lograr cumplir los objetivos de producción, actualmente las eficiencias se miden de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real acumulada}}{\text{Producción teórica acumulada}} * 100$$

Siendo los datos:

- Producción real acumulada es la producción que se ha realizado durante el tiempo que se ha trabajado en el turno.
- Producción teórica acumulada es la producción que debería haberse realizado de acuerdo al ritmo de la línea, siendo el ritmo de la línea el ritmo del cuello de botella del proceso.

El ritmo de la línea se calculó mediante la medida de velocidades reales de las máquinas, es importante mencionar que estas velocidades son las recomendadas por el fabricante de las máquinas, siendo estas las que se presentan a continuación en la tabla II.

Tabla III. **Velocidades reales recomendadas por el proveedor de la maquinaria**

MÁQUINA	Velocidad real (RPM)	Velocidad real (producción en millares de cajitas generadas en una hora)
Cortadora de cartón	100 RPM	105 millares/hora
Pintadora de cartón	120 RPM	108 millares/hora
Cizalla	385 RPM	150 millares/hora
Bar machine	150 RPM	60 millares/hora
C-90	90 RPM	30 millares/hora
Máquina continua	140 RPM	41.4 millares/hora
Empaque	170 RPM	47 millares/hora

Fuente: Manuales de Operación de los Equipos.

De la tabla anterior se pudo concluir que el cuello de botella del proceso se encuentra en la máquina denominada máquina continua, con una velocidad constante de 41.4 millares/hora, ahora bien como la máquina es controlada por medio de un autómata se pueden aumentar las velocidades por medio de este, excepto por la velocidad de la máquina continua ya que esta es la velocidad máxima recomendada.

Para el cálculo de la eficiencia, se toma como producción teórica, la velocidad del cuello de botella, siendo esta velocidad de 41.4 fardos o millares por hora.

La persona encargada de llevar el control de la producción real es el encargado del puesto de empaque, esta persona lleva el control de marcas, tarimas, producción por hora, eficiencia. Además esta persona es la encargada de entregar la producción a la bodega de producto terminado con la previa autorización del supervisor de producción.

Por ser la persona que conoce los datos para el cálculo de la eficiencia, el operador del empaque es el encargado de calcularla e informarle a sus compañeros para que estos conozcan los resultados inmediatos de su trabajo para poder tomar acciones correctivas de ser necesarias para la mejora de la eficiencia. En la parte de observaciones, el operador anota los problemas ocurridos.

A continuación se presenta el formato encontrado para el cálculo de la eficiencia de las líneas, como se puede observar, este cuadro contiene las casillas para colocar la producción por hora, la producción acumulada, la marca del producto, y el número de tarima que se produjo, estos datos ayudan a llevar un buen control de la producción realizada.

Tabla IV. Ficha de control para las eficiencias de las líneas de producción

FOCASA		DEPARTAMENTO TÉCNICO					
Hora	Producción X Hora	Producción Acumulada	Marca	Eficiencia %	Tarima	Firma de Bodeguero	Observaciones
7:00							
8:00							
9:00							

Continuación de la tabla IV.

10:00							
11:00							
12:00							
13:00							
14:00							
15:00							
16:00							
17:00							
18:00							

Fuente: documentación de producción de Fosforera Centroamericana S.A. planta de Guatemala.

Como se puede observar en la siguiente tabla, la eficiencia varía de un turno para otro y de un día para otro, pero el problema más grande es que no se pueden detectar las causas de estos resultados, por lo que en el capítulo 2.9 se desarrollan indicadores operativos que brindan una mejor perspectiva de los resultados y permiten tomar medidas correctivas y preventivas inmediatas.

Tabla V. **Eficiencias obtenidas los primeros días de noviembre de 2010**

TURNOS	EFICIENCIA EN EL MES DE NOVIEMBRE								
	2	3	4	5	6	7	9	10	11
Turno 1	70%	73%	68%	79%	82%	75%	65%	73%	80%
Turno 2	78%	71%	72%	76%	71%	75%	77%	82%	80%

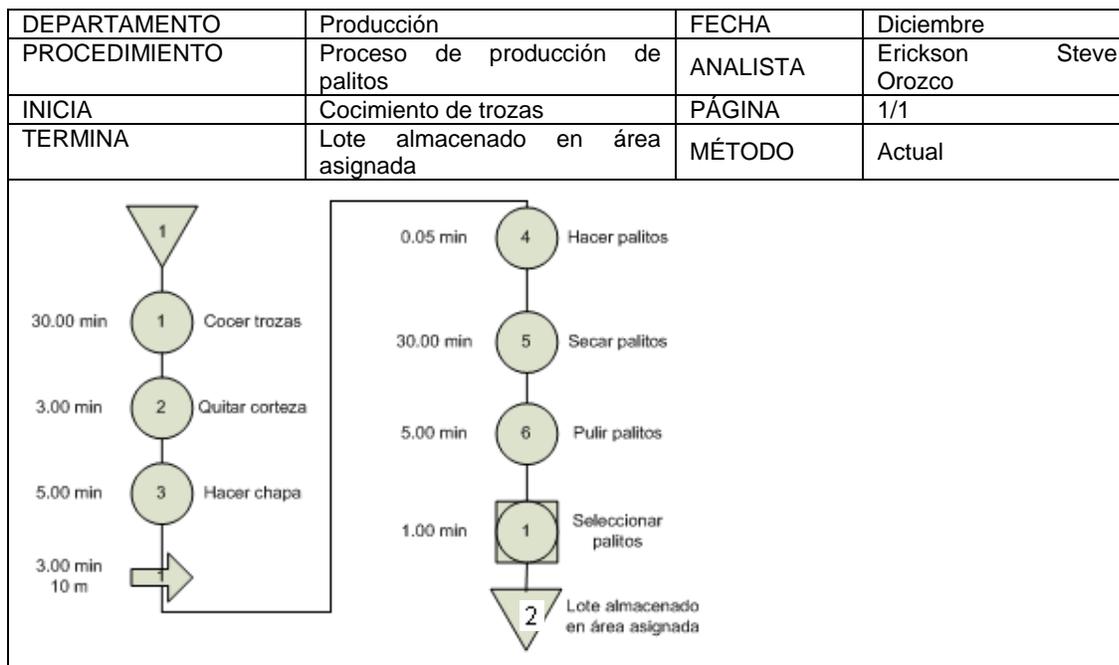
Fuente: Programa de control de eficiencias Fosforera Centroamericana S. A.

2.3. Descripción del proceso de fabricación de fósforos

El proceso de fabricación de fósforos conlleva la elaboración del palito de madera, la elaboración de la pasta para el palito del fósforo, la elaboración del rasquero para el forro, la elaboración de la gaveta, la elaboración del forro, y por último la conjugación de estos elementos para realizar el producto final.

A continuación se presentan las figuras 4, 5, 6, y 7 conteniendo los diagramas de flujo de los procesos para la fabricación del fósforo, cabe mencionar que el diagrama para la producción de la pasta y rasquero no se presenta debido a que son propios de la corporación y no se permite la publicación de los mismos.

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso para producir el palito



Continuación de la figura 4.

RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA (m)
OPERACIONES	6	73.05	
INSPECCIONES	0	-----	
TRANSPORTES	1	03.00	10.00
DEMORAS	0	-----	
OP. COMBINADAS	1	01.00	
ALMACENAMIENTOS	2	-----	
	TOTAL	77.05 min	10.00 m

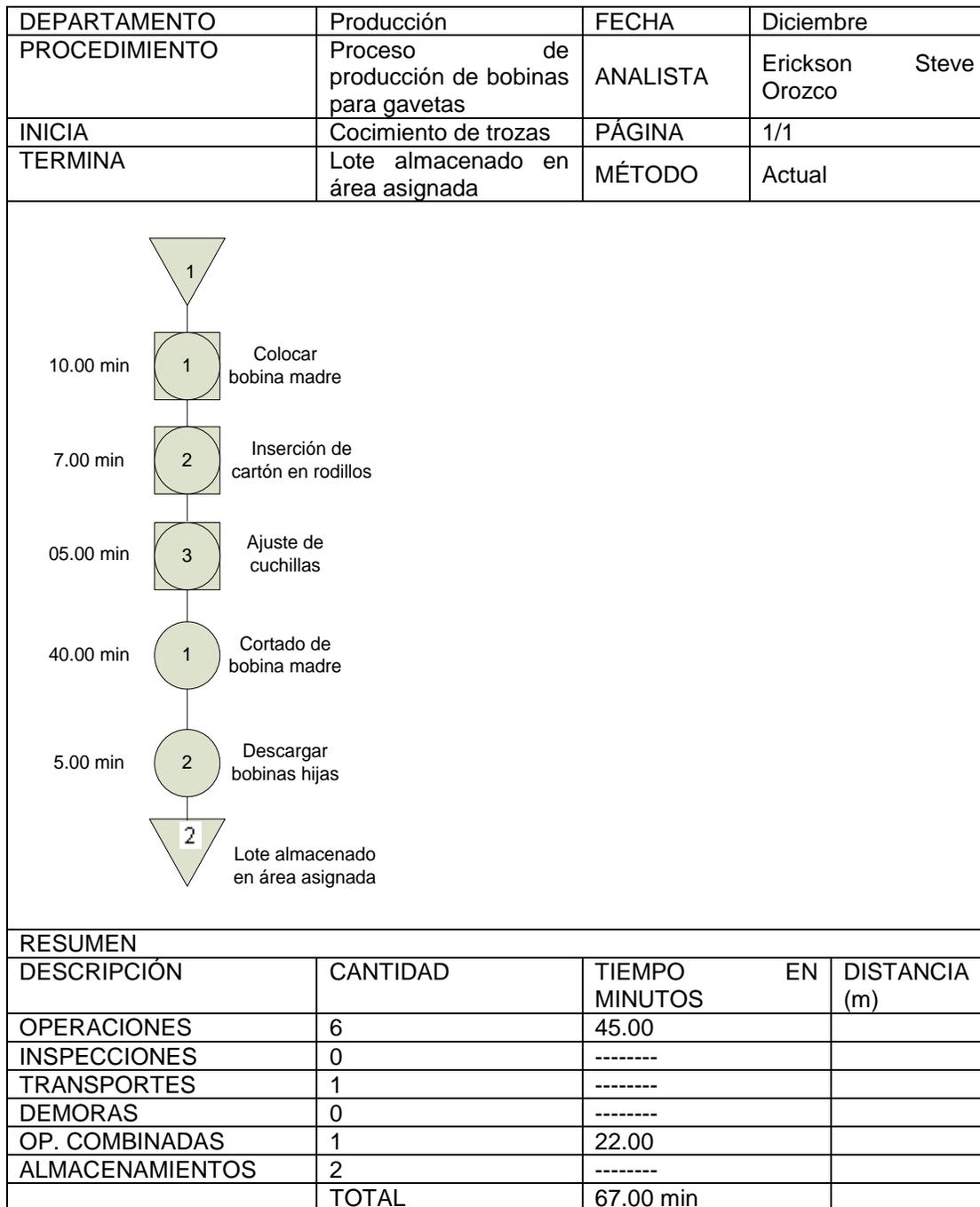
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso para producir elementos

DEPARTAMENTO	Producción	FECHA	Diciembre
PROCEDIMIENTO	Proceso de producción de elementos para exteriores	ANALISTA	Erickson Steve Orozco
INICIA	Entarimado de cartón	PÁGINA	1/1
TERMINA	Lote almacenado en área asignada	MÉTODO	Actual
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA (m)
OPERACIONES	4	35.20	
INSPECCIONES	0	-----	
TRANSPORTES	0	-----	
DEMORAS	0	-----	
OP. COMBINADAS	2	00.20	
ALMACENAMIENTOS	2	-----	
	TOTAL	35.40 min	

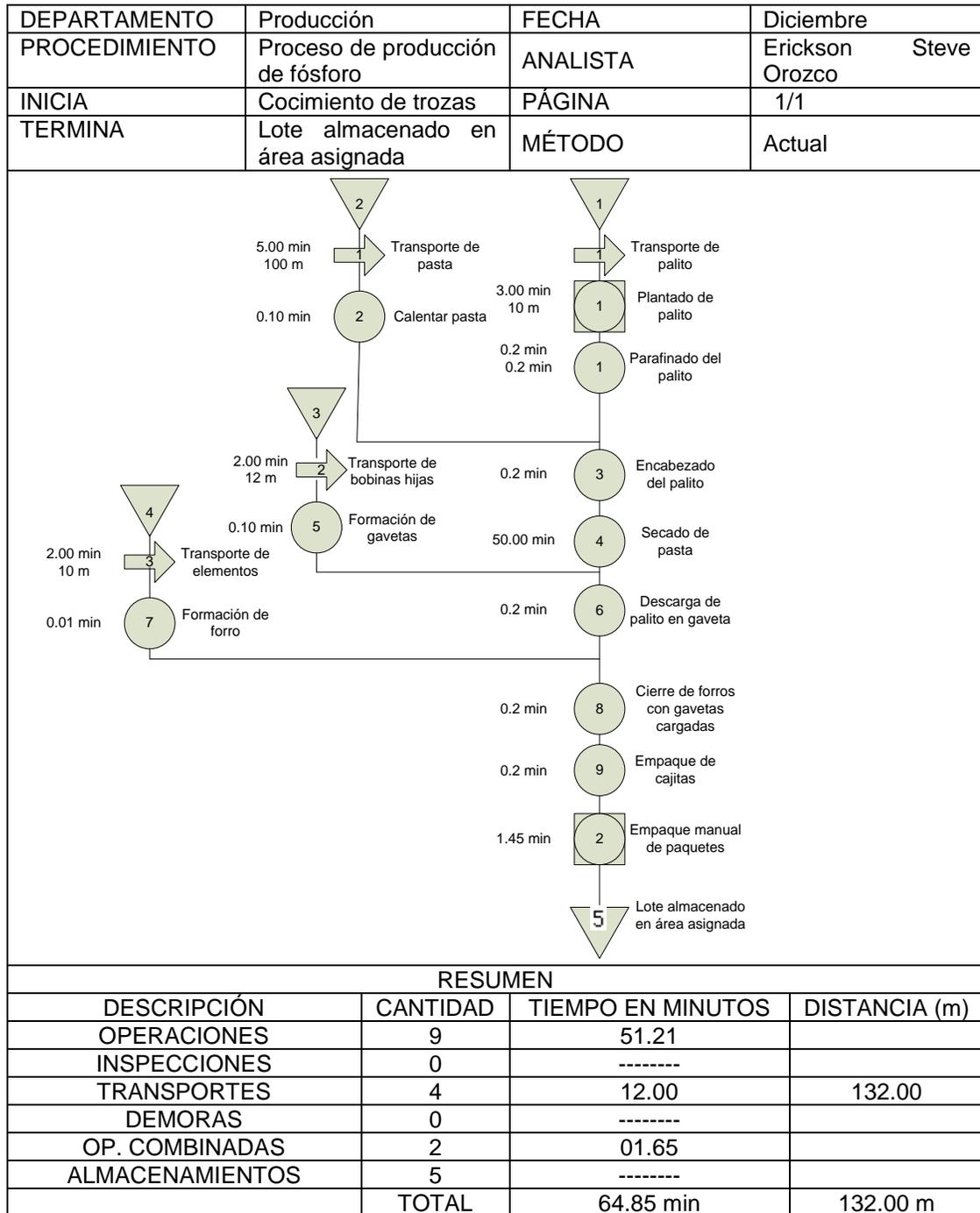
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Diagrama de flujo del proceso para producir gavetas



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de flujo del proceso para producir fósforos



Fuente: elaboración propia.

A continuación se describen a profundidad los procesos de elaboración del fósforo.

2.3.1. Proceso de producción de pasta para cabeza de palito y rasquero

La pasta para la producción de la cabeza del palito se crea a partir de una mezcla de ingredientes que se deben agregar con cierto tiempo entre ellos para la perfecta disolución.

Estos ingredientes son volteados en un recipiente de acero inoxidable, debido a las características corrosivas del material en estado líquido. El primer paso es realizar la mezcla por medio de un agitador que se encuentra a velocidad baja para realizarla de manera pareja, luego se le realizan pruebas de viscosidad y peso específico para luego ser almacenadas en un cuarto con calefacción para mantener sus propiedades.

Cuando la pasta es requerida para el encabezado del palito, es necesario realizarle un proceso conocido como turbeado, este proceso se refiere movilizar la pasta con un agitador a una velocidad más alta para aumentar el volumen. De esta manera la pasta se encuentra lista para ser usada en el proceso de encabezado.

El rasquero es el elemento de fricción para la cabeza del fósforo para producir la llama. Éste es realizado con menos ingredientes pero necesita un cuidado más especial puesto que estos ingredientes son más peligrosos.

Los ingredientes del rasquero son agitados con un mezclador a velocidad constante y a diferencia de la pasta para la cabeza del palito, a este solamente

se le realiza la prueba de viscosidad y si se encuentra bajo parámetros entonces se puede pasar al proceso de pintado del rasquero en el forro de la cajita de fósforos.

En esta actividad no se presentan muchos problemas, salvo cuando se presenta una inasistencia del operador, debido a que no existen más operadores capacitados para desempeñar este puesto.

2.3.2. Proceso de producción de palitos de madera

El proceso de producción de palitos de madera se inicia al recibir los troncos de los árboles cortados con ciertas medidas de longitud y diámetro, a estos troncos se les llaman trozas. Cabe mencionar que la madera utilizada es pino.

Las trozas se llevan a un proceso de humidificación por medio de vapor, y el objetivo de este proceso es para bajar la dureza de la troza. Luego de este proceso las trozas son llevadas para quitarles la corteza por medio de una máquina conocida como Torno.

El Torno además de quitar la corteza a la troza se utiliza también para realizar la chapa de madera que no es más que una plancha larga de madera, esta plancha es colocada en una banda que la transporta al proceso de formado del palito por medio de guillotinas que le aplican la longitud y el grosor al palito.

Luego el palito es transportado a un horno de secado, el cual le quita la humedad al palito y lo deja listo para el siguiente proceso. Saliendo del horno el palito entra a un pulidor, donde se le aplica una capa de parafina para darle un

acabado más fino al palito, luego entra a un seleccionador donde el palito bueno es trasladado a una tolva que le da paso a la cantidad requerida de palito en la línea de producción del fósforo.

Debido a que es un área nueva en el proceso de fósforos puesto que antes se compraba el palito hecho, los parámetros de operación de la maquinaria no son conocidos porque contiene el agregado que la maquinaria no cuenta con manuales de operación. Es importante mencionar también que no se trabajó en esta área debido al posible cambio de esta línea de producción hacia otro departamento del país.

2.3.3. Proceso de producción de forros para cajitas

El forro de las cajitas es producido a partir de pliegos de cartón provenientes de empresas litográficas por lo que el cartón llega con serigrafías diferentes para cada marca.

El pliego de cartón pasa por un proceso de pintado de rasquero con rodillo, y cae a un sistema de secado continuo a base de resistencias eléctricas, luego de pasar por el proceso de secado el cartón cae a un sistema de corte de tiras y troquelado de las guías que servirán para aplicarle los dobleces necesarios para el formado del forro.

Las tiras de cartón pintadas y troqueladas son llevadas a una máquina llamada Cizalla que le aplica cortes transversales para convertir las tiras en elementos de cartón que formarán forros individuales. Los elementos son almacenados en bandejas para luego trasladarlos al área de formado de forro.

El forro se forma en una máquina conocida como Bar Machine donde pasa a través de una serie de rodillos que le aplican pegamento, y los dobleces necesarios para finalizar con la transformación del elemento en forro.

Durante recorridos realizados en las áreas que están involucradas en la formación del forro se verificaron problemas de paros de maquinaria debido a desajustes o problemas de piezas en mal estado, véase tabla II. Paros en una toma de tiempo de cuatro horas en la máquina bar machine, por lo que es imperativo crear tareas que permitan una mayor disponibilidad y una reducción en el tiempo de paro de estas máquinas, este problema se aborda en el capítulo 2.8.

2.3.4. Proceso de producción de gavetas para cajitas

Las gavetas son producidas a partir de bobinas de cartón con un calibre mayor al del calibre del pliego de cartón utilizado para los forros.

Las bobinas conocidas como bobinas madre son conducidas a una máquina que se encarga de cortarlas y transformarlas en bobinas más angostas con una medida específica. Estas bobinas son llevadas a una máquina conocida como C-90 donde pasan por un troquel que guía los cortes, luego se le aplica pegamento por medio de otro rodillo, y luego se forma la cajita por medio de una rueda embutidora.

Los problemas en este proceso se dan en la máquina C-90, debido a que sufre desperfectos a causa del engrosamiento del pegamento e incrustación de este en los diferentes sistemas, en la tabla XI. Paros en una toma de tiempo de cuatro horas en la máquina C-90, se puede observar que el paro más común es por limpieza, por lo que en el capítulo 4.1 con la transformación de los

descriptores de puestos en roles de los mismos se implementaron tareas de limpieza continua en la función del operador, para lo cual se debe implementar el entrenamiento del operador para desarrollar dicha actividad.

2.3.5. Proceso de fusión de palitos, gaveta y forro

Una vez completado el proceso de producción de gavetas, forros y palitos con cabeza, estos se deben integrar para formar las cajitas de fósforos. Este proceso se realiza en dos fases.

La primera fase del proceso se realiza por medio de una descarga de los palitos introduciéndolos en las gavetas, estos palitos son botados a velocidades altas por esta razón pasan por una banda transportadora con vibradores para que estos sean ordenados y queden de manera uniforme.

La segunda fase se fusiona la gaveta con los palitos integrados y el forro, esto se realiza por medio de bandas transportadoras que se van cerrando para formar una sola banda y fusionar de esta manera los forros con las gavetas llenas.

La máquina continua que es la encargada del proceso antes mencionado, es una máquina crítica debido a que es el cuello de botella del proceso, en la tabla XV. Paros en una toma de tiempos de cuatro horas en la máquina continua, se pueden observar que los paros más fuertes son por desperfectos en la máquina, por esta razón es importante crear tareas de verificación del estado de la maquinaria tanto por parte del personal operativo, como del personal del departamento de mantenimiento, estas tareas se pueden verificar en el capítulo 2.10.

2.3.6. Proceso de empaque

El empaque se realiza dependiendo de los requerimientos del cliente, para esto pasa por dos procesos. El primero que es el formado de paquetes de diez cajitas individuales y se le coloca un forro del material conocido como polipropileno, luego este paquete es transportado para formar un paquete de cinco envuelto en una bolsa del material conocido como termo encogible.

El paquete es transportado por un horno que se encarga de sellar el forro de termo encogible y por último el paquete es embolsado o encajado dependiendo de la solicitud del cliente.

En este proceso se dan problemas de paquetes estrellados, atascos, paquetes malformados, etc. Siendo los problemas más comunes desajustes en la máquina, por lo que al igual que en otras máquinas se deben iniciar de manera inmediata tareas para la verificación y conservación de esta máquina.

2.4. Descripción de maquinaria y equipo

En este capítulo únicamente se describen las máquinas y los equipos que actúan en el proceso de producción de los fósforos, mientras que en el capítulo 2.7 se abordarán los problemas encontrados en dicha maquinaria y equipo así como las modificaciones que se diseñaron para la reducción de estos problemas.

2.4.1. Área de pastería

En el área de pastería se producen las mezclas para el rasquero y para la pasta de la cabeza de los palitos. Debido a que simplemente se debe mezclar

en esta área únicamente posee agitadores y recipientes para realizar las mezclas. Los recipientes y los agitadores son de acero inoxidable para prevenir la corrosión del material y alargar el ciclo de vida útil de los equipos.

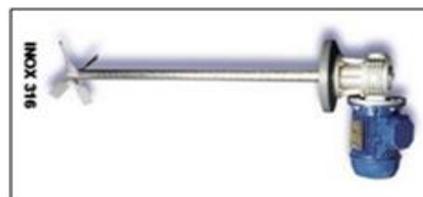
2.4.1.1. Agitadores

Los agitadores que funcionan en el proceso de la producción de la pasta y rasquero son fijos, la diferencia de estos es únicamente el diseño de las aspas del disco. Esta diferencia se debe a la velocidad a la que opera el agitador y las propiedades que se le quieren dar a la pasta o mezcla.

Los discos que se usan para el proceso de mezclado de la pasta se requiere que posean pestañas en dos direcciones para que la mezcla sea uniforme.

Los discos que se usan para el proceso de turbeado debido a la velocidad con que trabajan son helicoidales para permitir que la pasta aumente de volumen y brindarle la consistencia que se desean, ahora bien los discos usados para mezclar el rasquero son iguales a los discos para mezclar la pasta para el palito.

Figura 8. **Fotografía de agitadores que funcionan en área de pastería**



Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-p/agitador-vertical-355696.jpg. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

Figura 9. **Fotografía de discos para mezclado de pasta y rasquero**



Fuente: http://www.simmm.com.mx/agitadores_industriales3.html. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

Figura 10. **Fotografía de discos para el turbeado de pasta para cabeza**



Fuente: <http://www.agitadores.com/mysite/aspas.htm>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.2. Área de producción de gavetas

Para la producción de gavetas es necesario el uso de dos máquinas que transforman las bobinas madre de cartón en gavetas formadas. La primera máquina es la que transforma la bobina madre en bobinas más angostas que sean del tamaño requerido por la máquina C-90.

2.4.2.1. Máquina cortadora de bobinas

Esta máquina es conocida como C-97, y es la encargada de cortar la bobina madre en bobinas más angostas, estos cortes los realiza por medio de

una serie de rodillos tensores y un rodillo porta cuchillas, permitiendo que el corte permanezca continuo.

Las bobinas angostas son almacenadas hasta que sean requeridas por la próxima máquina que le da forma a las gavetas.

Dependiendo del ancho de las bobinas, se pueden variar el espaciamiento entre las cuchillas. La máquina C-97 es impulsada por un motor eléctrico de baja velocidad.

Figura 11. **Fotografía de máquina cortadora de bobinas C-97**



Fuente: <http://www.kmec.es/solutions/Converting/PaperandBoard.html&usg>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.2.2. C-90

La máquina conocida como C-90 es la encargada de transformar las bobinas de cartón en las gavetas terminadas, esta transformación se logra por medio de una serie de rodillos accionados por un motor de alta velocidad.

El primer rodillo que se encuentra es el rodillo troquelador, que corta pestañas en la bobina que luego serán utilizadas como las pestañas de la gaveta, además realiza las marcas que serán guías para el formado de la

gaveta. El rodillo conocido como colero sirve para impregnarle el pegamento a las pestañas de la gaveta.

El rodillo embutidor sirve para doblar el cartón y formar una sola gaveta, la gaveta se forma doblando las guías que marcó el rodillo troquelador. El último rodillo formador, le aplica los dobleces a las pestañas de la gaveta.

Figura 12. **Fotografía de máquina C-90**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.3. Área de producción de forro

Para la producción del forro es necesaria la intervención de tres máquinas, siendo estas, la pintadora de madera, la cizalla y la máquina llamada bar machine.

2.4.3.1. Pintadora

Esta máquina se conoce como pintadora de madera o C-92 y tiene tres funciones, la primera función es la realización del pintado de la línea de rasquero, la segunda función es el proceso de secado de la pintura del rasquero

por medio de resistencias eléctricas y ventiladores que hacen circular el aire caliente.

Y la tercera función es el cortado y troquelado de las línea, el corte que realiza esta máquina es un corte longitudinal que forma tiras de diez elementos, esta función la realiza por medio de dos rodillos siendo el primero el encargado de realizar las marcas de troquelado, y el segundo rodillo es el encargado de realizar el corte de las tiras.

Esta máquina funciona con tres motores eléctricos con bajas revoluciones por minuto, y un sistema de transmisión guiado por ejes y engranajes, los cuales giran al igual que los motores a bajas revoluciones, a continuación se puede ver la fotografía de una pintadora de madera.

Figura 13. **Fotografía de máquina pintadora de madera C-92**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.3.2. Cizalla

La cizalla es conocida también como C-94, y es la máquina que transforma las tiras de cartón de diez elementos, en elementos individuales listos para ser formados en la siguiente máquina.

Esta máquina es impulsada por un motor eléctrico que mueve un eje con once cuchillas, y un sistema de uñas que empuja una tira de cartón a la vez, los elementos son trasladados por medio de canales y se dejan caer en una bandeja, la figura 14 muestra una máquina cizalla.

Figura 14. **Fotografía de máquina cizalla C-94**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.3.3. Bar machine

La máquina bar machine es conocida también como ABM y es la encargada de formar los forros a partir de los elementos.

Los forros son formados a través de un sistema de rodillos y un sistema de uñas que impulsan el elemento individualmente, el primer rodillo es utilizado para aplicar el pegamento, luego los dos siguientes rodillos le aplican los dobleces al forro. Por último un sistema de rodillos impulsa los forros y terminan de aplicar presión para pegar el mismo.

Figura 15. **Bar machine ABM**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.4. Máquina continua C-148

La máquina continua es la encargada de realizar el proceso de fabricación del fósforo a partir de los palitos, además es la encargada también de unir los fósforos con la gaveta y el forro. A continuación se presenta la imagen de la máquina C148.

Figura 16. **Máquina continua C-148**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.4.1. Plantado

En la sección de la máquina continua conocida como plantado se realiza el proceso de colocar uniformemente los palitos en una malla formada de duelas.

El plantado se compone por una serie de estructuras mecánicas con ranuras como guías, a estas estructuras se les conoce como peines, en el plantado funcionan tres peines principales los cuales son el peine que recibe el palito, el peine que levanta el palito, y el peine que planta el palito, a continuación se presenta la imagen del área de plantado.

Figura 17. **Plantado**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

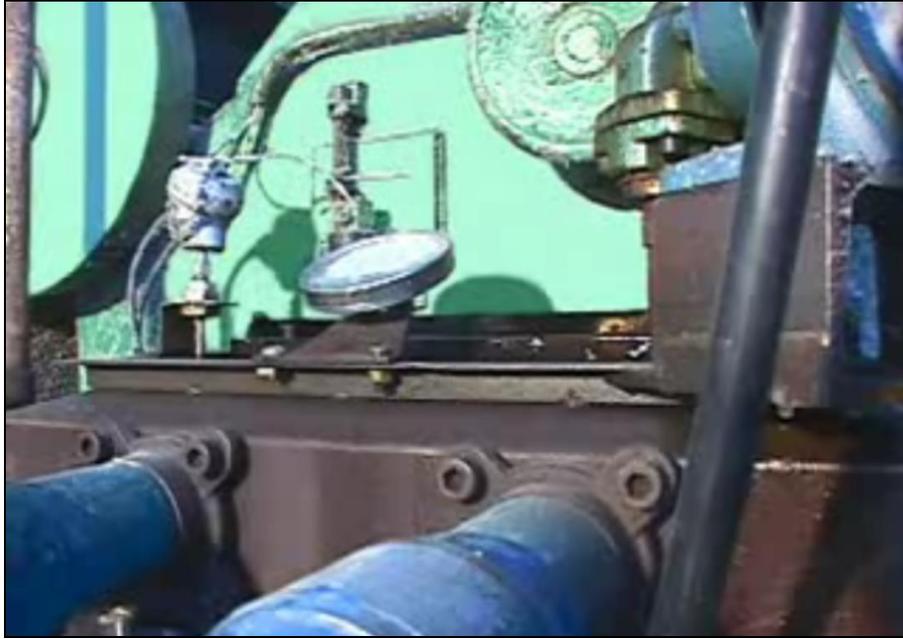
2.4.4.2. Parafinado

El sistema de parafinado se conforma por una cuba que es el recipiente donde se ingresa la parafina sólida, esta cuba se encarga de calentar la parafina por medio de resistencias eléctricas y llevarla a estado líquido, la cuba tiene también la función de alimentar las bandejas de dosificación de parafina.

Las bandejas reciben la parafina manteniendo un nivel y con esto bañar el palito con parafina.

A continuación se presenta la imagen del área de parafinado.

Figura 18. **Parafinado**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

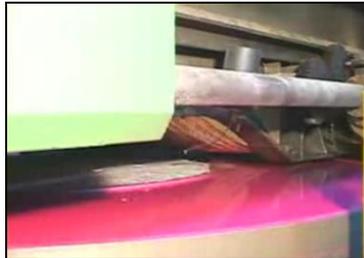
2.4.4.3. Encabezado

El sistema de encabezado es un sistema sencillo que está conformado por una mesa y un recipiente dosificador, el sistema dosificador, es el recipiente de pasta para cabeza de fósforo, el cual alimenta la mesa de encabezado.

La mesa de encabezado funciona por medio de una bomba hidráulica la cual se activa cada vez que la mesa necesita ser levantada y de esta manera aplica la pasta al palito de madera.

A continuación se presenta la imagen del área de encabezado.

Figura 19. **Encabezado**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.4.4. Descargas

El sistema de descargas es el encargado de sacar los fósforos por medio de un sistema de levas que acciona una regla con agujas que perfora los espacios donde van colocados los fósforos. De esta manera los fósforos caen directamente en las gavetas acomodándose de forma uniforme.

A continuación se presenta el área de descarga de fósforos.

Figura 20. **Descargas**



Fuente. <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.4.5. Cierres

El sistema de cierres se forma a partir de una banda transportadora que arrastra las gavetas y una banda transportadora que arrastra los forros. Las gavetas pasan por un sistema vibrador que ordena los palitos a fin de que estos queden ordenados. Luego las gavetas pasan por un sistema de limpieza por medio de un cepillo con movimiento rotacional el cual es el encargado de quitar los fósforos en exceso.

Por último las gavetas y los forros son unidos a partir de hacer angostas las bandas transportadoras, hasta formar una sola.

A continuación se presenta el área de cierres de gavetas, cargadas con fósforos, y el forro.

Figura 21. Cierres



Fuente. <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.5. Área de empaque

El área de empaque está formado por dos sistemas importantes, el sistema de formado de paquete de 10 cajitas, y el sistema de formado de 5 paquetes donde a este último se le aplica un envoltorio conocido como termo encogible.

2.4.5.1. Empaque

El sistema conocido como empaque es el encargado de formar paquetes de 10 cajitas aplicando polipropileno el sistema calienta este por medio de resistencias eléctricas y sella el paquete completo. A continuación se presenta la figura de la máquina encargada de realizar el empaque.

Figura 22. **Empaque**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.4.5.2. Empaque manual

En este sistema simplemente se hacen pasar los paquetes de 10 cajitas hacia una banda transportadora formando paquetes más grandes, a estos

paquetes se les aplica el termo encogible y se sellan por medio de un horno que funciona eléctricamente.

Luego los paquetes son transformados hacia donde se encuentra un operador que es el encargado de ingresarlos al paquete final. A continuación se presenta la figura del área de aplicación de termoencogible.

Figura 23. **Aplicación de termo encogible**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=EHywOtC88Tk&feature=related>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.5. Descripción de instalaciones mecánicas auxiliares

Se describen como instalaciones mecánicas auxiliares a las líneas de transmisión de vapor o de transmisión de aire, las cuales tienen diferentes funciones dependiendo al punto que se dirijan.

Actualmente las instalaciones mecánicas auxiliares se utilizan para transportes de forros y gavetas, así como para operaciones de secado y limpieza de maquinaria y equipos. Para estas instalaciones se realizaron puntos de mejora que brinden una reducción de costos en su operación.

2.5.1. Instalaciones neumáticas

El aire comprimido se utiliza para el transporte de las gavetas y del forro por lo que no se requiere que sea un aire puro y limpio como en industrias alimenticias o farmacéuticas. Las instalaciones se encontraron con dos compresores y un secador encargado de eliminar la humedad provocada por la condensación del aire.

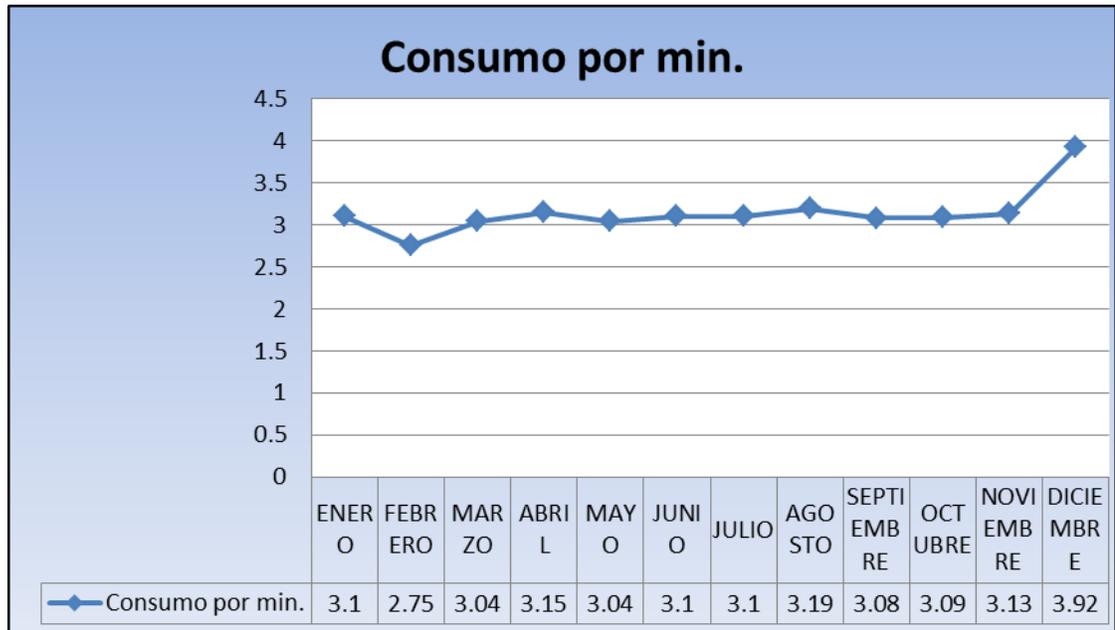
La tabla de consumo de aire generada por los equipos en la planta en el año 2009, es la siguiente:

Tabla VI. **Historial de consumo de aire en el año 2009**

MES	Consumo total	Horas trabajadas	Consumo por min.
ENERO	109368 m ³	588	3.1 m ³ /min
FEBRERO	97165 m ³	528	2.75 m ³ /min
MARZO	107400 m ³	576	3.04 m ³ /min
ABRIL	109004 m ³	576	3.15 m ³ /min
MAYO	102904 m ³	564	3.04 m ³ /min
JUNIO	107139 m ³	576	3.1 m ³ /min
JULIO	100576 m ³	540	3.1 m ³ /min
AGOSTO	107940 m ³	564	3.19 m ³ /min
SEPTIEMBRE	106445 m ³	576	3.08 m ³ /min
OCTUBRE	98095 m ³	528	3.09 m ³ /min
NOVIEMBRE	103672 m ³	552	3.13 m ³ /min
DICIEMBRE	90437 m ³	384	3.92 m ³ /min

Fuente. Historial de consumo de aire, Departamento de Mantenimiento de Fosforera Centroamericana S. A.

Figura 24. Gráfica de consumo de aire por min



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica se puede observar que el consumo por hora del mes de diciembre es superior notablemente al resto, por lo que se investigó y en ese mes se hicieron 384 horas de producción, pero el departamento de mantenimiento realizó tareas de mantenimiento de fin de año mencionadas en el capítulo 2.4.1 por lo que el promedio de consumo por hora se obtiene del promedio de los once meses restantes, brindando como resultado $3.07 \text{ m}^3/\text{min}$.

El consumo de energía provocado por los dos compresores es alto, aunque el historial de consumo no pudo ser observado, por las razones anteriores se propuso implementar un compresor con la capacidad de los dos compresores iniciales, este compresor debe satisfacer la demanda de aire de la empresa, para esto se presentan los cálculos siguientes.

Consumo promedio= 3.07 m³/min

Factor de crecimiento= 20% (crecimiento de consumo en el futuro)

Demanda=Consumo actual*(1+factor de crecimiento)

En este caso el consumo actual es el consumo promedio.

Demanda=3.07*(1+0.2)=3.68 m³/min

Para fines de este cambio y por petición de la gerencia se buscó un compresor de marca “Kaeser”, por lo que se consultó el catálogo que se presenta a continuación.

Figura 25. Catálogo de compresores Kaeser

Compresores de tornillo con accionamiento 1:1 hasta 500 kW									
Dibujos técnicos	Modelo	Sobrepr. de servicio bar	Caudal*) Unidad completa a sobrepr. m ³ /min	Sobrepresión máx. de servicio bar	Pot. nominal motor kW	Dimensiones an x prof x al mm	Conexión de aire comprimido	Nivel sonoro **) dB(A)	Peso kg
Serie ASD-BSD									
	ASD 32	7,5	3,16	8	18,5	1350 x 921 x 1505	G 1 1/4	65	580
		10	2,72	11					
		13	2,09	15					
	ASD 37	7,5	3,90	8	22	1350 x 921 x 1505		66	655
10		3,12	11						
13		2,65	15						
ASD 47	7,5	4,57	8	25	1350 x 921 x 1505	66	665		
	10	3,84	11						
	13	2,99	15						
ASD 57	7,5	5,51	8	30	1350 x 921 x 1505	69	720		
	10	4,44	11						
	13	3,67	15						
	BSD 62	7,5	5,65	8	30	1530 x 1005 x 1700	G 1 1/2	68	980
		10	4,45	11					
		13	3,60	15					
	BSD 72	7,5	7,00	8	37	1530 x 1005 x 1700		68	1015
		10	5,59	11					
		13	4,40	15					
BSD 81	7,5	8,16	8	45	1530 x 1005 x 1700	70	1100		
	10	6,79	11						
	13	5,43	15						

Fuente. <http://www.kaeser.es/Imagenes/P-650-SP-tcm11-6758.pdf>. Consulta: 18 de noviembre de 2012.

Según el catálogo anterior se pudo determinar que el compresor más conveniente es el Kaeser modelo ASD47, cuyo caudal brinda $3.84 \text{ m}^3/\text{min}$.

Como un dato más es importante mencionar que el sistema neumático que opera en la planta, es un sistema de anillo abierto pues la distribución se forma por ramificaciones las cuales no retornan al origen, la ventaja de este tipo de instalación neumática es que es más económica, pero tiene la desventaja que hace trabajar más los compresores cuando hay demasiada demanda o fugas en el sistema, lo que según conversaciones con el servicio al cliente de los compresores determinados se logra disminuir convenientemente.

El consumo de aire para el proceso es bajo, dando como resultado que el sistema de anillo abierto sea el más adecuado.

2.5.2. Líneas de vapor

Actualmente existe una caldera pirotubular que trabaja con combustible sólido, el combustible utilizado para el funcionamiento de la caldera es la corteza de las trozas utilizadas como materia prima para los palitos de madera del fósforo.

La caldera proporciona vapor a toda la planta, pero la máquina que principalmente utiliza el vapor para su funcionamiento es un horno que sirve para la deshumidificación de los palitos, para este proceso necesita una presión de salida entre 90 y 120 kg/cm^2 por lo que se encuentra en una presión media de trabajo, generando vapor saturado húmedo.

Las condiciones de salida de la caldera, tanto de generación como de presión provoca con facilidad el fenómeno conocido como golpe de ariete en las tuberías repercutiendo a su vez el deterioro prematuro de las instalaciones.

Como una explicación sencilla al fenómeno del golpe de ariete se puede decir que el vapor que circula por las tuberías a velocidades que normalmente se encuentran entre 20 y 30 metros por segundo, y si por cualquier razón se forma un tapón de condensado, el vapor lo arrastra por la tubería a esa misma velocidad. Cuando se produce un cambio brusco de dirección es proyectado violentamente contra la pared de la tubería.

A las líneas de vapor se les debe aplicar cierta pendiente en la dirección de avance, la pendiente es alrededor del 3% de la longitud, contribuyendo de esta manera que el condensado fluya hacia los purgadores y no se acumule en la tubería. Evitar los cambios de dirección bruscos en las tuberías ayuda a evitar el golpe de ariete, esto se hace diseñando cambios de dirección suaves, otro punto importante es la inclusión de purgadores en las tuberías pues de esta manera se puede sacar el condensado.

Como punto final la tubería debe estar protegida con materiales térmicos, para evitar la transferencia de calor del vapor hacia el medio ambiente. Los recubrimientos deben ser perfectos a fin de que el vapor continúe con la temperatura de salida aunque esto es imposible dichos recubrimientos ayudan a disminuirla.

La capacidad de generación de vapor de la caldera es de 4000 kg/h, aunque por lo que se puede aprovechar a utilizar para otros equipos, por lo que existe una propuesta en el capítulo 2.7.2.

2.6. Instrumentación para la producción bajo estándares

Los parámetros en los cuales una máquina debe operar son importantes para mantener estándares de calidad en el proceso y por consiguiente la calidad en el producto final. Estos parámetros deben ser controlados de manera constante para mantener dichos estándares, para lo cual es necesario poseer instrumentos de medición acordes a las necesidades para los cuales sean requeridos.

2.6.1. Manómetros

Los manómetros son instrumentos utilizados para la medición de presiones, dependiendo del uso a darle estos pueden ser manómetros abiertos capaces de medir presiones absolutas, y manómetros diferenciales con la capacidad de medir diferencias de presión.

En la planta se encontraron únicamente manómetros diferenciales, que resultan ser de mucha utilidad para mantener estándares confiables de operación.

Para poder brindar lecturas confiables, se instalaron manómetros nuevos en los puntos críticos, dichos manómetros son tipo bourdon para usos generales, se utilizaron de dos rangos uno de 0 a 100 kgf/cm² y de 0 a 20 kgf/cm² con conexión de bronce con doble escala en psi y en kgf/cm², en sistema inglés y en sistema métrico decimal respectivamente.

A continuación se presentan los dos tipos de manómetros que se instalaron en los puntos donde se necesitaban.

Figura 26. **Manómetro tipo bourdon con rango de 0 a 100kgf/cm²**



Fuente: <http://www.dewit-mexico.com/pdf/manometros/231-235.pdf>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

Figura 27. **Manómetro tipo bourdon con rango de 0 a 20kgf/cm²**



Fuente: http://www.dewit-mexico.com/pdf/manometros/11_15.pdf. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

Es vital que las personas que manejan máquinas o equipos con instrumentos de medición, en este caso manómetros, conozcan cual es el rango de presión permisible para la operación. Para esto, a los manómetros se les aplicaron rotulaciones para indicar cuál debe ser el rango de lectura permisible según los principios del control visual que se puede observar con mayor profundidad en el capítulo 2.11.1.

2.6.2. Termómetros

El termómetro es un instrumento utilizado para la medición de temperatura, dependiendo del mecanismo utilizado para la medición los termómetros son divididos en termómetro de mercurio, pirómetro, termómetro de lámina bimetálica, termómetro de gas, termómetro de resistencia, termopar y termistor.

En la planta se utilizan instrumentos de medición de temperatura llamados termocuplas, que es un transductor de temperatura compuesto por dos metales distintos que se encuentran a temperaturas distintas una de referencia y otra desconocida generando una tensión eléctrica proporcional a la temperatura, con estos instrumentos de medición de temperatura se tienen lecturas muy confiables haciendo que los parámetros de operación se respeten.

Figura 28. **Termocupla**



Fuente. <http://www.ferroneumatica.com.co/wp-content/termocuplas.jpg>. Consulta: 10 de noviembre de 2012.

2.7. Estado de operación de la maquinaria

Las maquinas que se trabajaron son modelos antiguos con más de 30 años de funcionamiento, pese a esto fueron encontradas en buenas condiciones por lo que se realizaron pocas modificaciones en los mecanismos.

Las modificaciones solamente se quedaron como proyectos, debido a que los proyectos los aprueban a mediados de año, y estos se analizarán para contemplar en el presupuesto del año 2011.

2.7.1. Estado de operación y modificaciones en máquina cortadora de bobinas

La velocidad lineal de corte de la máquina varía debido a que el diámetro de la bobina va aumentando, por lo que el corte final de las bobinas no es tan preciso y forma una imperfección con forma de dientes de sierra, y esto afecta a la siguiente máquina y a la calidad del producto, por lo que en ocasiones ha sido necesario desperdiciar una buena cantidad de cartón.

Para solucionar este problema se analizó una propuesta, utilizar un variador mecánico de velocidad que ajuste la velocidad angular del eje porta bobinas iniciando en velocidad alta e ir reduciendo la velocidad. De esta manera se mantendrá constante la velocidad lineal y eliminará el efecto de dientes de sierra provocados por la variación de dicha velocidad.

La velocidad inicial de la máquina es de 100 rpm entonces la velocidad final se deduce de la siguiente manera

$$\text{Velocidad lineal} = r \cdot \omega$$

Siendo:

r= radio inicial= 0.05 m

w= Velocidad angular (en radianes/s)

$$\text{Velocidad lineal} = 0.05\text{m} * \frac{100 \text{ rev}}{1 \text{ min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} * \frac{1\text{m}}{60 \text{ s}} = 0.52\text{m/s}$$

La velocidad angular final se realizará de la siguiente manera

$$W \text{ final} = \frac{\text{Velocidad lineal}}{r \text{ final}}$$

r final= 0.75 m

$$W \text{ final} = \frac{0.52\text{m}}{0.75} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ m}} * \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} = 6.53\text{rpm}$$

El variador de velocidad a implementar debe cumplir las siguientes condiciones, debe tener una velocidad baja o velocidad menor de 6.53 rpm, y una velocidad máxima de 70 rpm.

2.7.2. Estado de operación y modificaciones en máquina C-90

La máquina C-90 que trabaja en la planta de fosforera centroamericana es de fabricación antigua, pese a esto la operación de esta se encuentra en perfectas condiciones, para poder realizar alguna modificación en la máquina se consultaron modelos recientes verificando de esta manera que no han sufrido modificaciones significativas en cuanto a los mecanismos de operación, aunque los modelos recientes ya se encuentran automatizados. Por tal razón a esta máquina no se le realizó modificación alguna.

2.7.3. Estado de operación y modificaciones en pintadora

La pintadora de madera se divide en cinco sistemas importantes, los cuales se mencionan a continuación:

- Sistema de entrada de pliegos cartón
- Sistema de pintado conocido como vaso pintador
- Sistema de secado
- Sistema de corte de tiras
- Sistema de salida y entarimado de tiras de cartón

El sistema de secado posee un consumo alto de energía eléctrica debido a que el funcionamiento de este es por medio de resistencias eléctricas por tal razón se realizaron pruebas en el sistema de secado para cambiar este proceso de secado por medio de vapor. Para analizar esta propuesta es necesario verificar cuál es la capacidad real de la caldera, y determinar si tiene la capacidad para realizar el proceso de secado sin afectar su actual designación.

Según el manual de operación de la caldera, esta tiene una capacidad de 4,000 kg/h, y el consumo actual de los equipos en la planta se puede verificar en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla VII. **Historial de consumo de vapor en el año 2009**

MES	Consumo total	Horas trabajadas	Consumo por hora
Enero	1,234,857	588	2,100.10 kg/h
Febrero	1,109,453	528	2,101.24 kg/h

Continuación de la tabla VII.

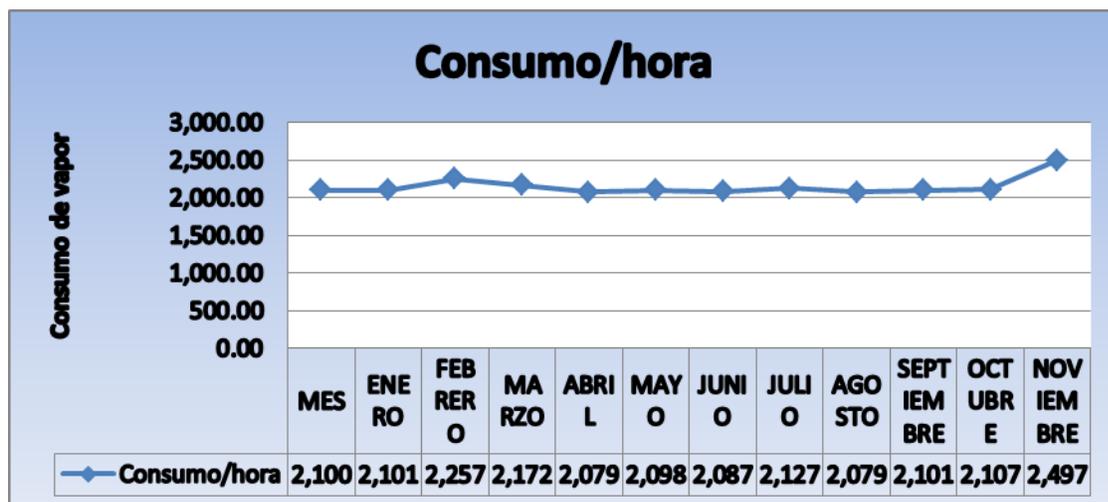
Marzo	1,300,125	576	2,257.16 kg/h
Abril	1,251,339	576	2,172.46 kg/h
Mayo	1,173,002	564	2,079.80 kg/h
Junio	1,208,997	576	2,098.95 kg/h
Julio	1,127,386	540	2,087.75 kg/h
Agosto	1,200,003	564	2,127.66 kg/h
Septiembre	1,197,978	576	2,079.82 kg/h
Octubre	1,109,436	528	2,101.20 kg/h
Noviembre	1,163,072	552	2,107.01 kg/h
Diciembre	958,879	384	2,497.08 kg/h
Consumo Anual	14,034,527	6552	2142.02

Fuente: Historial de consumo de aire, Departamento de Mantenimiento Fosforera Centroamericana S. A.

En la gráfica que se presenta a continuación se puede observar la cantidad de vapor que se consumió por hora en los meses de enero a diciembre de 2009.

Cabe mencionar que en el mes de diciembre, como se acotó para obtener el consumo promedio de aire en el capítulo 2.5.1, se realizaron trabajos de mantenimiento de fin de año por lo que se aumentó en consumo de vapor por horas, ya que únicamente se tienen registradas las horas de producción, y las mismas se acortaron y se siguió utilizando vapor para tareas de mantenimiento preventivo.

Figura 29. Gráfica de consumo de vapor por hora en el año 2009



Fuente: elaboración propia.

Para propósitos del cálculo del consumo de vapor promedio únicamente se determinan con los meses de enero a noviembre, por lo que el promedio de consumo es de 2119.38 kg/h. Según pruebas que se realizaron para determinar la cantidad de vapor que se utiliza en el proceso de secado de un pliego de cartón se obtuvieron los valores que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VIII. Prueba de consumo de vapor para secar un pliego de cartón

Número de prueba	Consumo total
Prueba 1	0.47 kg
Prueba 2	0.56 kg
Prueba 3	0.43 kg
Prueba 4	0.43 kg
Prueba 4	0.41 kg

Fuente. elaboración propia.

De la tabla anterior se obtiene el promedio de consumo para secado de un pliego de cartón, siendo este 0.46 kg, brindándole a este promedio una holgura del 10%, se obtiene que el consumo es de 0.51 kg. Para verificar el consumo por hora de esta propuesta, se utiliza la velocidad de la máquina brindada en la tabla III, siendo esta velocidad de 105 millares por hora, cada pliego contiene 5 unidades por lo que se obtiene una velocidad de:

$$\text{Velocidad} = \frac{105,000 \text{ unidades/hora}}{50 \text{ unidades/pliego}} = 2100 \text{ pliegos/hora}$$

$$\text{Consumo} = \frac{0.51 \text{ kg}}{\text{pliego}} * \frac{2100 \text{ pliegos}}{\text{hora}} = 1071 \text{ kg/h}$$

Si a este consumo se le suma el consumo promedio actual se obtiene un consumo total de 3190.38kg/h, teniendo una holgura de 809.62Kg/h que la caldera brinda, generando un ahorro considerable debido a la no utilización de energía eléctrica para este proceso.

2.7.4. Estado de operación y modificaciones en Bar machine

La máquina llamada bar machine funciona a velocidad mucho mayor a la que se requiere para alimentar la máquina continua, por esta razón la máquina opera de manera intermitente, es decir que opera un momento y llena su línea, para luego parar por un momento hasta que la línea quede libre y llenarla de nuevo.

Esta forma de trabajar permite que la máquina sufra desajustes en los diferentes mecanismos. Cuando la máquina se desajusta los forros salen

deformes y se traban en las líneas de transporte por lo que hacen que toda la línea se pare para destrabar los forros, perjudicando la disponibilidad de la máquina.

Para evitar estos problemas se decidió reducir la velocidad de la máquina mediante la relación entre el piñón del motor y el engranaje principal de la máquina de la siguiente manera.

Relación de velocidad entre engranajes:

$$V1 * N1 = V2 * N2$$

Donde:

V1= velocidad del piñón o eje conductor

V2= velocidad del engranaje conducido

N1= número de dientes del piñón

N2 = número de dientes del engranaje conducido

Según datos obtenidos del manual del motor, este posee una velocidad de salida de 75 rpm y el piñón tiene 50 dientes, mientras que el engranaje principal que actualmente posee la máquina tiene 25 dientes. Por lo tanto tenemos una velocidad de salida de:

$$V2 = \frac{75\text{rpm} * 50\text{dientes}}{25\text{dientes}} = 150\text{rpm}$$

Esta velocidad de 150rpm es la velocidad referida en la tabla III y que produce una cantidad de 60 millares por hora, y debido a que esta velocidad es proporcional a la cantidad de revoluciones por minuto de la máquina, para reducir la velocidad hasta 50 millares por hora, se necesita una velocidad de:

$$\text{Velocidad requerida} = \frac{\text{Velocidad actual} * \text{producción requerida}}{\text{producción actual}}$$

$$\text{Velocidad requerida} = \frac{150\text{rpm} * 50 \text{ millares/hora}}{60 \text{ millares/hora}} = 125\text{rpm}$$

La cantidad requerida es la velocidad del cuello de botella, obtenido en la tabla III y que pertenece a la máquina continua, y que es de 41.4 millares/hora multiplicado por un factor de distancia sugerido por la gerencia de producción que es de 20% dando como resultado los 50 millares/hora y que corresponde a una velocidad de salida de motor de 125rpm.

$$N2 = \frac{75\text{rpm} * 50}{125\text{rpm}} = 30 \text{ dientes}$$

Para que la operación de la máquina bar machine sea continua y evite los paros y arranque constantes debe cambiarse el engranaje de 25 dientes de salida a la máquina por uno de 30 dientes.

2.7.5. Estado de operación y modificaciones en máquina continua

El funcionamiento de la máquina continua es un proceso complicado de varios mecanismos que trabajan de manera sincronizada por lo que necesita que todos los componentes de los mecanismos se encuentren ajustados.

Debido a que esta máquina es prácticamente mecánica es necesario garantizar que sus componentes no sufran desgastes innecesarios por lo que se debe garantizar que la lubricación sea de manera constante.

Durante el proceso de verificación de la operación de la maquinaria, se pudieron observar diferentes mecanismos secos y con falta de lubricante, verificando de esta manera que los mecánicos no le aplicaban este de la manera en que se le debía aplicar.

Para evitar esto se diseñaron sistemas de lubricación semiautomática, esto para evitar el desgaste de los mecanismos.

Se implementaron vasos lubricadores que aplican el aceite por goteo para los mecanismos que necesitan poca aplicación pero constante. Y se implementaron vasos lubricadores que aplican el aceite por bombeo, es decir que a cada cierto tiempo el mecánico debe bombear el vaso para que este le aplique el aceite a los mecanismos que lo requieran.

2.7.6. Estado de operación y modificaciones en máquina de empaque

Debido a que actualmente se encuentra en análisis el cambio total de la máquina de empaque, las modificaciones diseñadas para esta máquina son pocas pero las que se analizaron brindarán un gran impacto en cuanto a la disminución del desgaste de la máquina y por la misma razón la disminución de los desajustes en esta máquina.

La máquina de empaque es una máquina antigua que funciona con muchos componentes mecánicos, por lo que muchos de estos componentes sufren de bastante desgaste debido a malas lubricaciones o malas sincronizaciones dentro de sus elementos.

Por ejemplo los bujes que son los elementos que facilitan el movimiento rotativo de los diferentes mecanismos que componen la máquina de empaque no se les puede aplicar una lubricación apropiada debido a que se encuentran en lugares que se necesita desarmar para poder aplicar la lubricación, por tal razón es necesario cambiar los bujes por rodamientos o cojinetes.

Los cojinetes debido a su diseño permiten un menor desgaste y algunos que son cerrados vienen lubricados de fabrica y tienen tiempo de vida definidos, únicamente hay que reemplazarlos cuando el tiempo de vida ha finalizado.

2.8. Estudio de tiempos

Se realizó un estudio de tiempos para determinar las causas más comunes de paro en las distintas máquinas que operan en la línea y de esta forma contrarrestar estos problemas, se utilizó el método de regreso a cero para realizar esto.

Para la toma de tiempo se les explicó a los operadores que debían trabajar con normalidad para no afectar los resultados. El tiempo tomado para cada máquina fue de cuatro horas para verificar de buena manera si existía alguna variabilidad en su operación.

Cabe mencionar que no se tomaron en cuenta la pintadora, la cizalla y la máquina de corte de cartón por disposición del gerente de planta. Ya que estas máquinas no pertenecen directamente a una sola línea de producción.

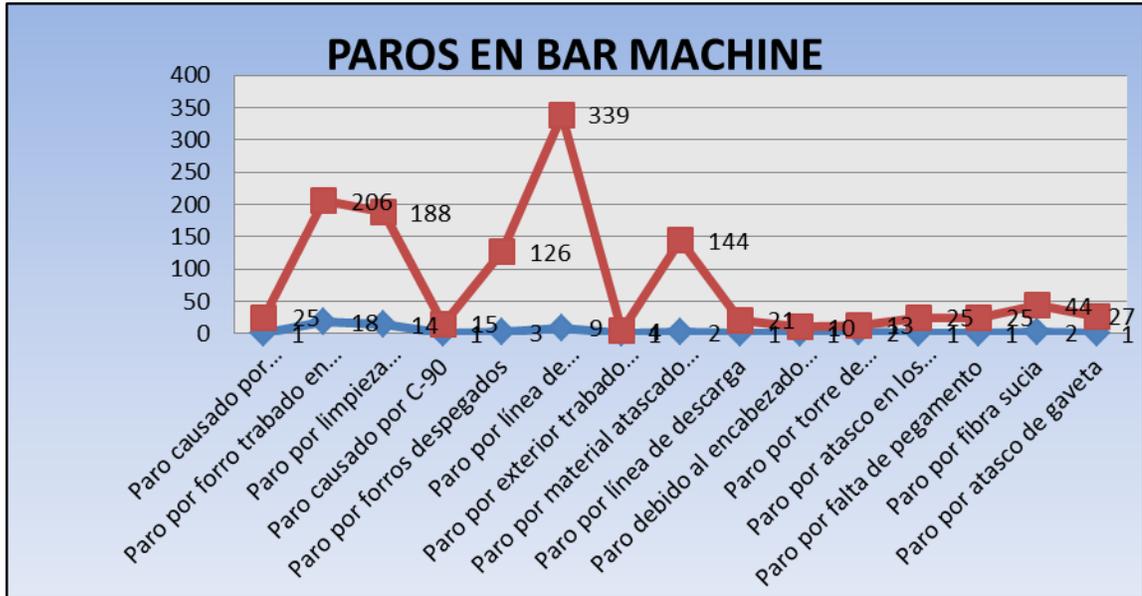
A continuación se presentan los resultados obtenidos durante las tomas de tiempo que se realizaron, es importante recalcar que las cuatro horas fueron realizadas en dos sesiones de dos horas para cada máquina en diferentes días.

Tabla IX. **Paros en una toma de tiempos de cuatro horas en la máquina bar machine**

Causas de paros en Bar machine	Repeticiones	Tiempo de paro en segundos
Por atasco en área de empaque (C-121)	1	25
Forro trabado en línea de transporte	18	206
Limpieza frecuente de rodillos y matriz	14	188
Por C-90	1	15
Por forros despegados en los cierres	3	126
Por línea de transporte atascado	9	339
Por exterior trabado en alimentación	1	4
Por material atascado en la matriz	2	144
Por línea de descarga	1	21
Por el encabezado de la máquina continua	1	10
Por atasco en torre de alimentación	2	13
Por atasco en los cierres	1	25
Por falta de pegamento	1	25
Por fibra de detección de forro sucia	2	44
Por atasco de gaveta en los cierres	1	27

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Gráfica paros en una toma de tiempos de cuatro horas en la máquina bar machine**



Fuente: elaboración propia.

Para realizar un análisis profundo de los resultados obtenidos, se implementaron herramientas de análisis conocidas como paretos para determinar los paros que repercuten más en esta máquina, tanto en tiempo como en número de paros a partir de los resultados presentados en la gráfica anterior.

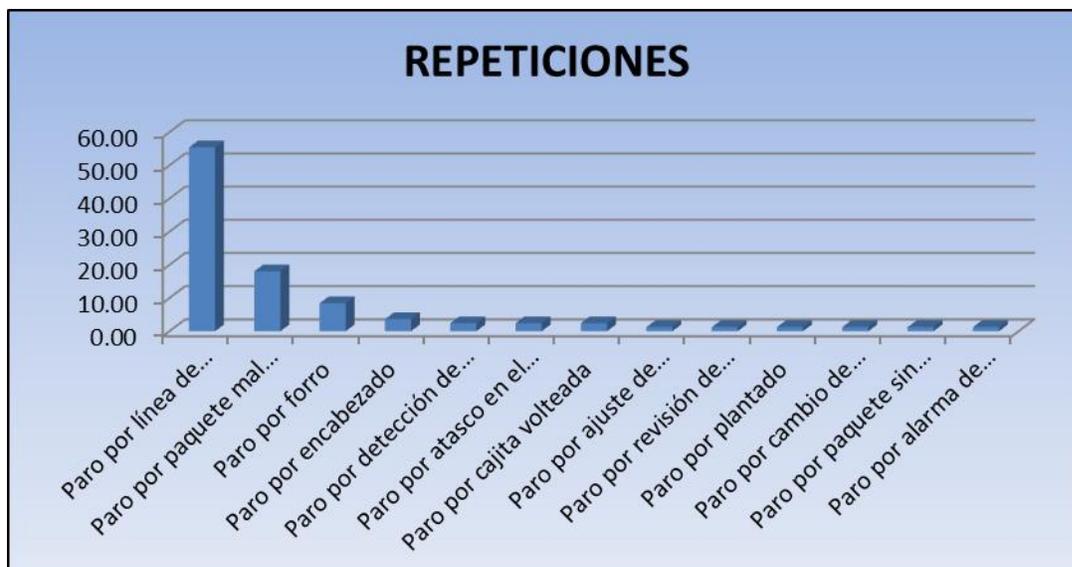
Para realizar este análisis se determinaron los porcentajes de repeticiones de paros y tiempo de paros respecto del total de cada uno, permitiendo conocer las principales causas que forman el 80 % de los paros de dicha máquina.

Tabla X. **Porcentaje de paros respecto al total en bar machine**

Causas de paros en Bar machine	Repeticiones
Por empaque (C-121)	31.03
Forro trabado en transporte	24.14
Limpieza frecuente de los rodillos y matriz	15.52
Por C-90	5.17
Por forros despegados	3.45
Por línea de transporte atascado	3.45
Por exterior trabado en alimentación	3.45
Por material atascado en la matriz	1.72
Por línea de descarga	1.72
Por atasco en los cierres	1.72
Por falta de pegamento	1.72
Por fibra sucia	1.72

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Porcentaje de paros respecto al total en bar machine**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en bar machine**

Causas de paros en Bar machine	Tiempo de paro (segundos)
Por empaque (C-121)	27.97
Forro trabado en transporte	17.00
Limpieza frecuente de rodillos y matriz	15.51
Por C-90	11.88
Por forros despegados	10.40
Por exterior trabado en alimentación	2.23
Por material atascado en la matriz	2.06
Por línea de descarga	2.06
Por torre de alimentación	1.73
Por atasco en los cierres	1.24
Por falta de pegamento	1.07
Por atasco de gaveta	0.33

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en bar machine**



Fuente: elaboración propia.

De la tabla X se puede concluir que el 79.31 % de los paros que afectan a la máquina bar machine en función de la cantidad de paros son los que se presentan a continuación:

- Forro trabado en transporte
- Limpieza en los rodillos y matriz
- Línea de transporte atascada
- Forros despegados

Mientras que de la tabla XI se puede concluir que el 82.76% de los paros que afectan la máquina bar machine en función del tiempo de paros son los siguientes.

- Línea de transporte atascado
- Forro trabado en transporte
- Limpieza en los rodillos y matriz
- Material atascado en matriz
- Forros despegados

Si se analiza con detenimiento los paros de forro trabado en transporte, línea de transporte atascado, paros por la limpieza en los rodillos y matriz, y forros despegados se repiten en los dos análisis y si se atacan estos se disminuye la cantidad y el tiempo de paro

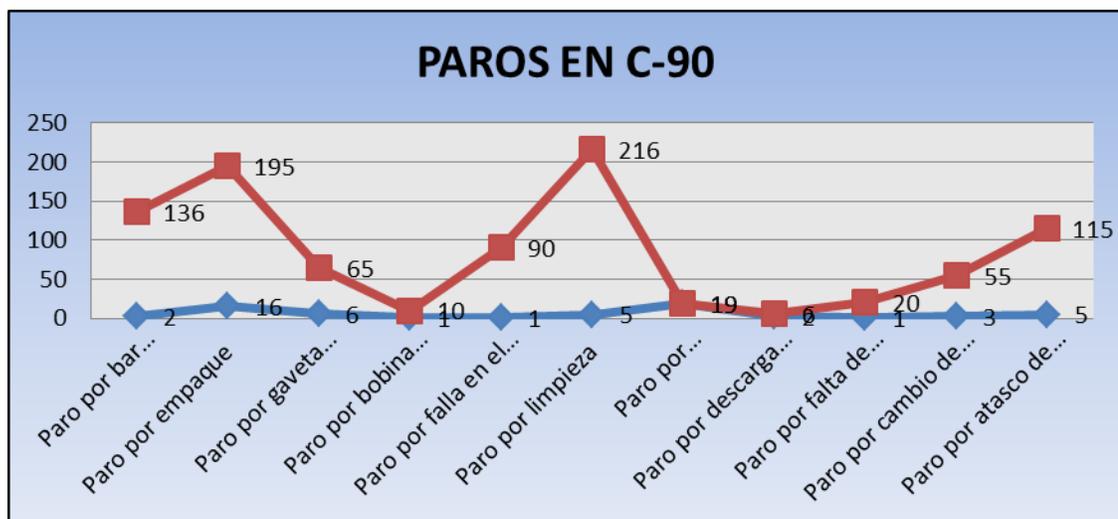
Es importante mencionar que las medidas que permitan prevenir los paros comunes de las máquinas se mencionarán al finalizar el análisis en todas las máquinas.

Tabla XII. **Paros en toma de tiempos de cuatro horas en la máquina C-90**

Causas de paro en C-90	Repeticiones	Tiempo de paro en segundos
Por bar machine	2	136
Por empaque	16	195
Por gaveta atrancada	6	65
Por bobina trabada	1	10
Por falla en el cierre	1	90
Por limpieza	5	216
Por recuperación de gaveta	19	19
Por falta de forro	1	20
Por cambio de bobina	3	55
Por atasco de cartón	5	115

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Paros en toma de tiempos de cuatro horas en la máquina C-90**



Fuente: elaboración propia.

De igual manera se realizó el análisis pareto en la máquina C-90 a partir de los datos presentados en la gráfica 33.

Tabla XIII. **Porcentaje de paros respecto al total en C-90**

Causas de paro en C-90	Repeticiones
Por bar machine	31.15
Por empaque	26.23
Por gaveta atrancada	9.84
Por bobina trabada	8.20
Por falla en el cierre	8.20
Por limpieza	4.92
Por descarga de la máquina continua	3.28
Por cambio de bobina	1.64
Por atasco de cartón	1.64

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Porcentaje de paros respecto al total en C-90**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en C-90**

Causas de paro en C-90	Tiempo de paro (segundos)
Por bar machine	23.30
Por empaque	21.04
Por gaveta atrancada	14.67
Por bobina trabada	12.41
Por falla en el cierre	9.71
Por limpieza	7.01
Por recuperación de gaveta	5.93
Por descarga de la máquina continua	2.16
Por falta de forro	2.05
Por cambio de bobina	1.08
Por atasco de cartón	0.65

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en C-90**



Fuente: elaboración propia.

De la tabla XIII se puede concluir que el 83.62 % de los paros que afectan a la máquina C-90 en función de la cantidad de paros son los que se presentan a continuación:

- Recuperación de gaveta
- Paro por empaque
- Gaveta atrancada
- Paro por limpieza
- Atasco de cartón

Mientras que de la tabla XIV se puede concluir que el 81.13% de los paros que afectan la máquina C-90 en función del tiempo de paros son los que se presentan a continuación.

- Paro por limpieza
- Paro por empaque
- Paro por bar machine
- Atasco de cartón
- Falla en el cierre

Si se analiza con detenimiento los paros por limpieza y por empaque se repiten en los dos análisis aunque el paro por empaque se genera por otra máquina que será analizada más adelante utilizando la tabla XX, al igual que el paro por bar machine, así que los paros que se deben atacar son los paros por limpieza, por atasco de cartón, gaveta atrancada y recuperación de gaveta.

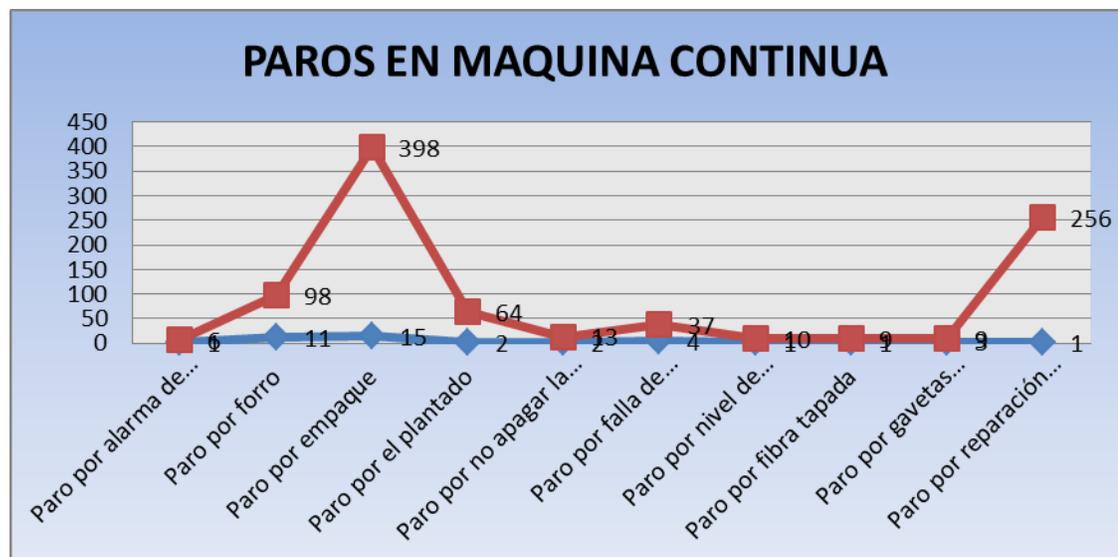
Mientras que el paro por recuperación de gaveta se da por la actividad de recuperación de producto desperdiciado.

Tabla XV. **Paros en toma de tiempos de cuatro horas en máquina continua**

Causas de paro en máquina continua	Repeticiones	Tiempo de paro en segundos
Por alarma de pasta	1	6
Por forro	11	98
Por empaque	15	398
Por el plantado	2	64
Por problema de descarga a tiempo	2	13
Por falla de encabezado	4	37
Por nivel de parafina	1	10
Por fibra tapada	1	9
Por gavetas trabadas	3	9
Por reparación de cierre	1	256

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Paros en toma de tiempos de cuatro horas en máquina continua**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta el análisis pareto para los paros de la máquina continua utilizando los resultados graficados en la figura 36.

Tabla XVI. **Porcentaje de paros respecto al total en máquina continua**

Causas de paro en máquina continua	Repeticiones
Por alarma de pasta	36.59
Por forro	26.83
Por empaque	9.76
Por el plantado	7.32
Por no apagar la luz de descarga a tiempo	4.88
Por falla de encabezado	4.88
Por nivel de parafina	2.44
Por fibra tapada	2.44
Por gavetas trabadas	2.44
Por reparación de cierre	2.44

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Porcentaje de paros respecto al total en máquina continua**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Porcentaje de paro respecto al total en máquina continua**

Causas de paro en máquina continua	Tiempo de paro (segundos)
Por alarma de pasta	44.22
Por forro	28.44
Por empaque	10.89
Por el plantado	7.11
Por no apagar la luz de descarga a tiempo	4.11
Por falla de encabezado	1.44
Por nivel de parafina	1.11
Por fibra tapada	1.00
Por gavetas trabadas	1.00
Por reparación de cierre	0.67

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Porcentaje de paro respecto al total en máquina continua**



Fuente: elaboración propia.

De la tabla XVI se puede concluir que el 80.5% de los paros que afectan a la máquina continua en función de la cantidad de paros son los siguientes:

- Paro por empaque
- Paro por forro
- Falla en encabezado
- Gavetas trabadas

Mientras que de la tabla XVII se puede concluir que el 83.55% de los paros que afectan la máquina continua en función del tiempo de paros son.

- Paro por empaque
- Reparación de cierre
- Paro por forro

Del análisis pareto en la máquina continua, se determinaron como paros continuos por empaque y por forro son frecuentes y repercuten mucho en el tiempo de paro, aunque estos paros no son propios de esta máquina.

Debido a que esta máquina es la que realiza el proceso determinado como cuello de botella, es imperativo eliminar el mayor porcentaje de paros, tanto en repeticiones como en tiempo. Por lo que se deben analizar los paros por reparación del cierre y por la falla del encabezado, aunque estos paros se determinaron como paros eventuales.

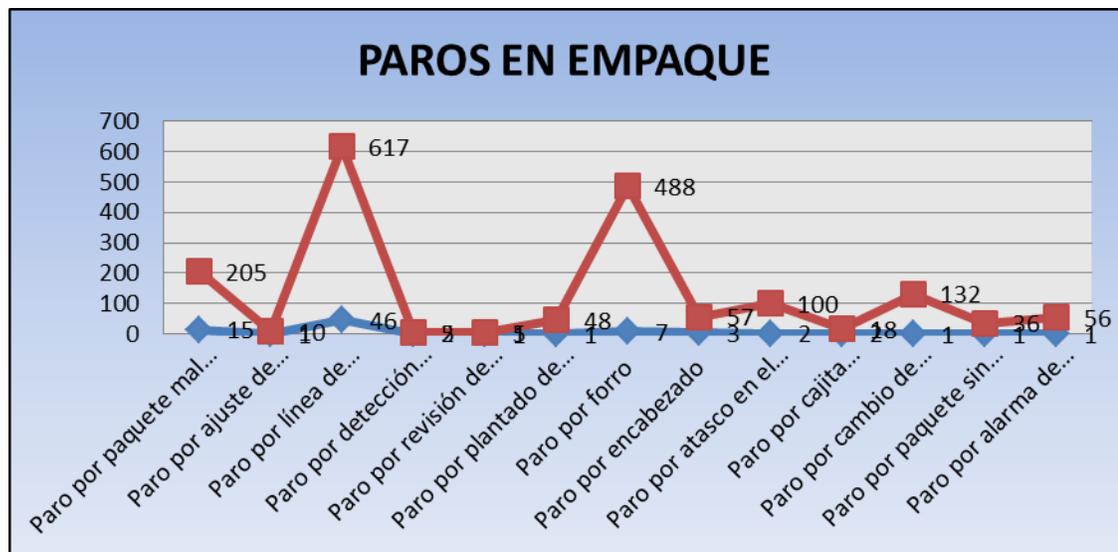
Se puede observar que el paro por empaque se repite en la máquina continua y en la máquina C-90, por lo que se debe poner atención a las causas de estos paros, y para esto a continuación se presenta el análisis de esta.

Tabla XVIII. **Paros en toma de tiempos de cuatro horas en empaque**

Causas de paro en empaque	Repeticiones	Tiempo de paro en segundos
Por paquete mal formado	15	205
Por ajuste de resistencia	1	10
Por línea de transporte vacía	46	617
Por detección de cajita vacía	2	5
Por revisión de papel	1	5
Por plantado	1	48
Por forro	7	488
Por encabezado	3	57
Por atasco en el empaque	2	100
Por cambio de polipropileno	1	132
Por alarma de descarga	1	56

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Paros en toma de tiempos de cuatro horas en empaque**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Porcentaje de paros respecto al total en máquina de empaque**

Causas de paro en empaque	Repeticiones
Por paquete mal formado	55.42
Por ajuste de resistencia	18.07
Por línea de transporte vacía	8.43
Por detección de cajita vacía	3.61
Por revisión de papel	2.41
Por plantado	2.41
Por forro	2.41
Por encabezado	1.20
Por atasco en el empaque	1.20
Por cambio de polipropileno	1.20
Por alarma de descarga	1.20

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Porcentaje de paros respecto al total en máquina de empaque**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en máquina de empaque**

Causas de paro en empaque	Tiempo de paro (segundos)
Por paquete mal formado	34.72
Por ajuste de resistencia	27.46
Por línea de transporte vacía	11.54
Por detección de cajita vacía	7.43
Por revisión de papel	5.63
Por plantado	3.21
Por forro	3.15
Por encabezado	2.70
Por atasco en el empaque	2.03
Por cajita volteada	1.01
Por cambio de polipropileno	0.56
Por alarma de descarga	0.28

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Porcentaje de tiempo de paro respecto al total en máquina de empaque**



Fuente: elaboración propia.

De la tabla XIX se puede concluir que el 81.92% de los paros que afectan a la máquina de empaque en función de la cantidad de paros son los siguientes:

- Paro por línea de transporte vacía
- Paro por paquete mal formado
- Paro por forro

Mientras que de la tabla XX se puede concluir que el 81.15% de los paros que afectan la máquina continua en función del tiempo de paros son.

- Paro por línea de transporte vacía
- Paro por forro
- Paro paquete mal formado
- Paro por cambio de polipropileno

Del análisis pareto en la máquina de empaque, se determinaron como paros continuos en el empaque por línea de transporte vacía, paquetes mal formados, y paros por forro, agregando una causa de paro que perjudica en tiempo el cambio de polipropileno.

Cuando esta máquina sufre algún paro de tiempo considerable para el proceso completo y afecta la eficiencia de la línea de producción por lo que es necesario disminuir estos paros considerablemente.

En los análisis realizados en este capítulo se pueden identificar dos problemas grandes que provocan las paradas continuas de las máquinas.

El primer problema, es un problema de entrenamiento a los operadores para el manejo y operación de la maquinaria y equipo, aunado a esto se pueden

observar actividades de limpieza que necesitan ser implementadas en algunos puestos como bar machine y C-90, para evitar la acumulación de suciedad en la máquina y repercuta en la operación de la misma.

Para esto en el capítulo 4.1. se implementan los roles de los puestos de trabajo, en donde se detallan las actividades que deben realizar los operadores para realizar su trabajo de una manera más eficiente y evitar muchas de las paradas continuas.

El segundo problema se da por los desajustes en las máquinas que generan la operación deficiente de estas provocando que el producto de cada una sea deficiente y provoque paradas continuas.

Para evitar este problema en el capítulo 2.10.1 se implementan listas de verificación del estado de la maquinaria y equipos, estas verificaciones se realizan al iniciar el turno de trabajo por parte de los operadores. Además se implementan también tareas de conservación de los equipos que pueden ser observadas en el capítulo 2.10.2.

Es claro que las paradas nunca van a ser eliminadas totalmente, pero es importante disminuirlas y reducir el tiempo de las que no puedan ser eliminadas. Y las medidas que logran reducir los paros y los tiempos de paro son: tener operadores bien entrenados, y actividades de conservación de equipos por parte del departamento de mantenimiento.

Es importante también crear un sistema de capacitación del personal en otros puestos de trabajo para que al momento de que ocurran eventualidades como vacaciones, permisos, o suspensiones las eficiencias no se vean

repercutidas, en el capítulo 4.1.1.2 se implementa una matriz que inicia este largo proceso de capacitación.

2.8.1. Balance de líneas en la conservación de los equipos

Antes de realizar un balance de líneas, es importante conocer la disponibilidad de los equipos y máquinas que actúan en el proceso de producción, y luego la estabilidad de esta disponibilidad por medio de diferentes tareas de verificación del estado de la máquina y tareas de conservación.

En la actualidad no se cuenta con un valor que indique el estatus de la disponibilidad de los equipos, es por ello que no se puede realizar el balance de líneas. Además es importante mencionar que las tareas de conservación de los equipos generarán un aumento de esta disponibilidad, por lo que cualquier resultado en un balance actual se verá perjudicado por el aumento de la misma disponibilidad.

2.9. Indicadores de desempeño operativo

Toda operación debe basarse en la información y comunicación de los resultados obtenidos durante un tiempo definido, con el propósito de que estos sirvan para iniciar esfuerzos de mejora permanente dentro del área de trabajo.

Es importante que los indicadores desglosen las causas que afectan el desempeño requerido para alcanzar las metas, por ello se incluyen dentro de las actividades de los supervisores de producción, el cálculo de los indicadores del desempeño operativo, acotando que estos miden el desempeño global de los factores que intervienen en el proceso de producción en una línea.

2.9.1. Efectividad global del equipo EGE

$$E.G.E.= \frac{(\text{Disponibilidad} * \text{Velocidad} * \text{Calidad})}{10000}$$

La efectividad global del equipo, es el indicador que se maneja para analizar el estado de operación del proceso. Es importante que este indicador se calcule todos los días en todos los turnos de trabajo y debe publicarse en la cartelera oficial con el propósito de que todos conozcan como fue el desempeño del turno y poder planear como mejorar en los siguientes turnos. Este indicador consta de tres indicadores individuales que son disponibilidad, velocidad y calidad, y estos se explican a continuación.

2.9.1.1. Indicadores individuales del EGE

Para identificar los problemas que afectan la operación la efectividad global del equipo se divide en tres indicadores individuales, siendo estos:

- Disponibilidad
- Velocidad
- Calidad

A continuación se describen los indicadores, acotando la forma de cálculo y la interpretación que cada uno de estos tiene.

2.9.1.1.1. Disponibilidad

Es el tiempo que la línea realmente trabajó durante el tiempo en que fue programado para trabajar. En otras palabras la disponibilidad es cuánto tiempo

se tuvo la máquina en óptimas condiciones para producir. Y la forma de calcular la disponibilidad es de la siguiente manera.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo programado} - \text{Tiempo perdido}}{\text{Tiempo programado}} * 100$$

Donde:

- Tiempo programado: es el tiempo que fue programado que la línea trabajara durante un turno. El tiempo programado debe respetarse desde la hora programada de arranque hasta la hora programada de paro.
- Tiempo perdido: es el tiempo en que por cualquier motivo la línea interrumpió la operación, no importando si es un paro operativo, paro por aspectos de mantenimiento, por falta de materiales, por falta de energía, etc. Para determinar el tiempo de paro, fue necesario entrenar a un operador por turno para que utilice un cronometro con el cual determine el tiempo de paro, y para facilitarle la función se implementó un formato, que se presenta en la figura 45 con las causas de paros comunes en la línea, en donde el operador anota el tiempo de paro.

2.9.1.1.2. Velocidad

Este indicador evalúa que tan eficiente se fue para operar la línea durante el tiempo en que se tuvo disponible la maquinaria y el equipo. Y la forma de calcular la velocidad es de la siguiente manera.

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}} * 100$$

Producción teórica=Tiempo trabajado*Velocidad teórica

Donde:

- **Producción real:** es la cantidad de producto entregado a bodega durante el tiempo programado. La cantidad de producción debe ser tomada de los contadores de los equipos que entregan el producto a bodega.
- **Tiempo trabajado:** es la diferencia entre el tiempo programado de operación, y el tiempo perdido.
- **Velocidad teórica:** es la cantidad de producción que está establecida que la línea produzca en una hora y que pertenece al proceso determinado como cuello de botella determinado en la tabla III (41.4 millares/hora).

Debido a que la velocidad del proceso determinado como cuello de botella no varía, se tiene la meta de que este indicador de velocidad sea del 100%, y con esto garantizar que se están apuntando todos tiempos de paro.

2.9.1.1.3. Calidad

Este indicador evalúa la calidad de proceso en función de la cantidad de desperdicio generado durante el tiempo que la línea trabajó. Y la forma de calcular la calidad es de la siguiente manera.

$$\text{Calidad} = \left(1 - \frac{\text{Desperdicio}}{\text{Producción total}}\right) * 100$$

Producción total=Producción real + Desperdicio

Donde:

- Desperdicio: Es la cantidad de producto que por aspectos del proceso no fue entregado a bodega durante el tiempo programado.
- Producción total: Es la suma de la producción real (entregada a bodega) más el desperdicio, o sea todo lo que se procesó aunque no haya llegado a bodega.

Debido a que la cantidad de desperdicio que se genera no se puede contar de forma rápida, se buscó una forma de tener una cantidad aproximada con y es a partir del peso generado por un millar de producto. Como se presenta en la tabla a continuación.

Tabla XXI. **Factores de conversión de desperdicio de peso a millares**

Tipo de desperdicio	Forro	Gaveta	Palito	Fósforo	A granel
Peso kg/millar	1.4	1.66	3.36	4.74	6.90

Fuente: pesado de materiales para factores de conversión.

En la figura 46 se observa en la parte inferior izquierda la tabla con los factores para que los operadores apunten la cantidad en peso de desperdicio que generan cada uno de los puestos, y que lo puedan convertir a cantidad en millares.

2.9.1.2. Herramientas utilizadas para obtener la efectividad global del equipo

El objetivo de implementar indicadores es que todo el personal de producción conozca los resultados y sepa cómo interpretarlos. Es por esta razón que deben saber la forma de calcular los indicadores, para esto fue necesario que conocieran cada indicador utilizando diferentes formatos hasta tener definido el formato final para el cálculo del E.G.E. por turno.

Para esto fue necesario que participaran en el proceso de implementación de los indicadores, para lo cual se inició calculando el indicador de disponibilidad en una hora de trabajo, luego se implementó el indicador de calidad siempre utilizando una hora como tiempo programado, hasta implementar el indicador de calidad usando también una hora como tiempo programado.

Se realizaron ejercicios de cálculo para la obtención de los indicadores tanto en una hora de producción como en un turno completo, para luego saltar a la siguiente fase.

Cuando los operadores ya estaban totalmente entrenados en el cálculo de los indicadores se implementó el cálculo formal en un turno de trabajo, y se designaron operadores en ambos turnos de producción para obtener datos reales.

A continuación se presenta el formato utilizado para el cálculo de la disponibilidad durante una hora como tiempo programado.

Cabe mencionar que los responsables de obtener la eficiencia global del equipo son los operadores y el supervisor de producción, a continuación se presentan las diferentes responsabilidades.

- Tiempo programado: supervisor de producción
- Tiempo de paro: operador del puesto de encabezado
- Velocidad teórica: es una constante de 41.4 fardos (cada fardo contiene mil cajitas), pertenece a la velocidad del cuello de botella, para mayor referencia ver tabla III.

- Producción real: operador del empaque manual
- Producción teórica: operador del empaque
- Desperdicios: cada operador pesa el desperdicio generado en el turno y es responsable de apuntar la cantidad.

- Cálculo total de los indicadores: operador del empaque
- Publicación de resultados en cartelera: supervisor de turno

En el capítulo 2.9.1.4 se pueden ver los primeros resultados del cálculo de la efectividad global del equipo e indicadores individuales obtenidos en la fase de implementación.

A continuación se presentan los formatos utilizados para el cálculo de la efectividad global del equipo para un turno de trabajo.

Con el formato que se presenta en la figura 45 se anotan los paros que se dan durante el turno de trabajo, de esta manera se puede verificar el punto que más paros causa y focalizar los esfuerzos para corregir las causas de paro.

Figura 45. Formato para la toma de tiempo de paros

Fosforera Centroamericana																					
Tiempos de paro de la línea C-148																					
CAUSAS	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TOLBA DE SILO																					
PLANTADO																					
ENCABEZADO																					
PARAFINADO																					
BAR MACHINE																					
C-90																					
DIST. DE TAPAS																					
DIST. DE GAVETAS																					
REU. TAPAS																					
REU. GAVETAS																					
DESCARGA 1																					
DESCARGA 2																					
DESCARGA 3																					
DESCARGA 4																					
CIERRES 1 y2																					
CIERRES 3 y4																					
TRANSPORTE C-121																					
EQUILIBRADOR																					
EMPAQUETADO																					
FALLAS ELECTRICAS																					
INCENDIOS																					
AGUJAS																					
COMPRESOR																					
Observaciones:																					

Fuente: elaboración propia.

En la figura 46 se presenta el formato que se utiliza para el cálculo de los indicadores de disponibilidad, velocidad y calidad, cabe mencionar que se utilizó el formato inicial de producción

Se pueden observar datos como tiempo total de paro expresado en minutos, producción real y desperdicio generado, estos dos manifestados en millares de producción, se separaron por turnos para un mejor análisis de los resultados, el dato 7 de la semana no se obtuvo debido a que la planta para el día domingo por limpieza.

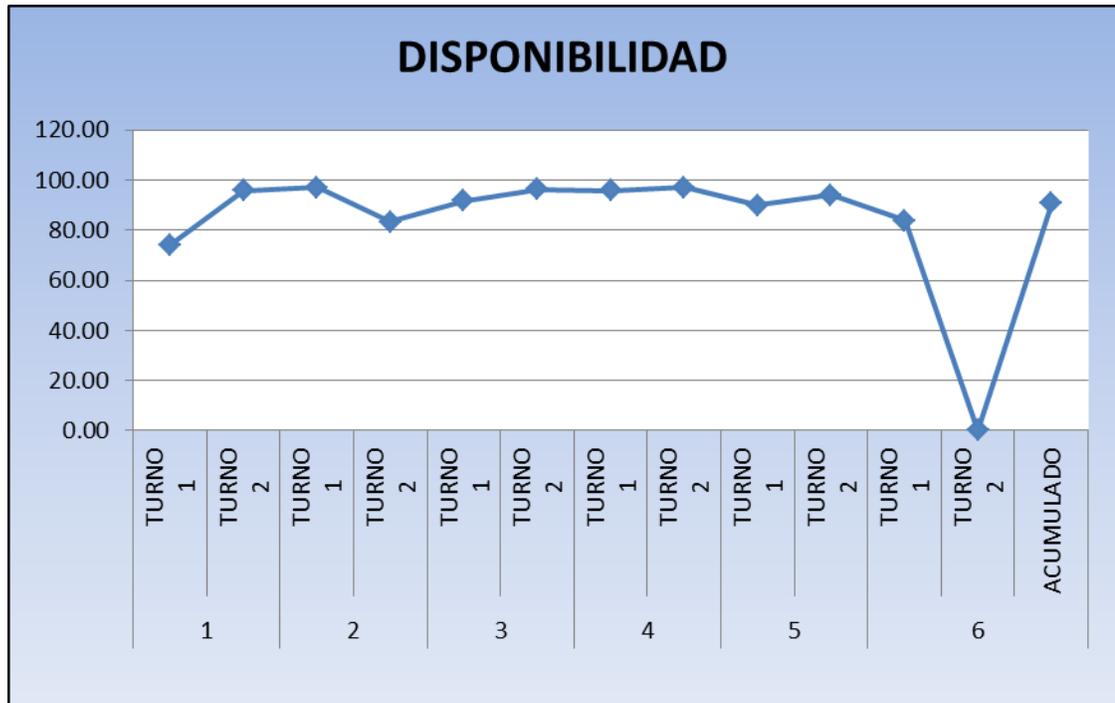
Tabla XXII. Datos de efectividad global del equipo

FEBRERO	1		2		3		4		5		6		ACUMULADO
	TURNO 1	TURNO 2											
TIEMPO PROGRAMADO	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00		132.00
TIEMPO DE PARO EN (MIN)	187.00	30.00	22.00	120.00	60.00	27.00	30.00	21.00	73.20	44.00	117.00		731.20
TIEMPO DE PARO EN HORA	3.12	0.50	0.37	2.00	1.00	0.45	0.50	0.35	1.22	0.73	1.95	0.00	12.19
TIEMPO DISPONIBLE	8.88	11.50	11.63	10.00	11.00	11.55	11.50	11.65	10.78	11.27	10.05	0.00	119.81
DISPONIBILIDAD	74.03	95.83	96.94	83.33	91.67	96.25	95.83	97.08	89.83	93.89	83.75	0.00	90.77
PRODUCCIÓN TEÓRICA	367.77	476.10	481.62	414.00	455.40	478.17	476.10	482.31	446.29	466.44	416.07	0.00	4960.27
PRODUCCIÓN REAL	365.00	460.00	457.00	409.50	432.50	448.00	462.00	461.00	436.00	443.50	397.00		4771.50
VELOCIDAD	99.25	96.62	94.89	98.91	94.97	93.69	97.04	95.58	97.69	95.08	95.42	0.00	96.19
DESPERDICIO	68.50	42.60	67.00	50.45	46.00	87.70	61.00	41.00	45.00	38.90	41.00		589.15
PRODUCCION TOTAL	433.50	502.60	524.00	459.95	478.50	535.70	523.00	502.00	481.00	482.40	438.00	0.00	5360.65
CALIDAD	84.20	91.52	87.21	89.03	90.39	83.63	88.34	91.83	90.64	91.94	90.64	0.00	89.01
EGE	61.86	84.74	80.23	73.39	78.69	75.41	82.15	85.22	79.55	82.07	72.43	0.00	77.72

Fuente: implementación de indicadores operativos.

De los primeros datos obtenidos se presentan a continuación las gráficas 46, 47, 48, y 49 que muestran las tendencias de los indicadores individuales y la efectividad global del equipo, en donde ya fueron calculados por las personas designadas en cada tarea.

Figura 47. Gráfica de disponibilidad



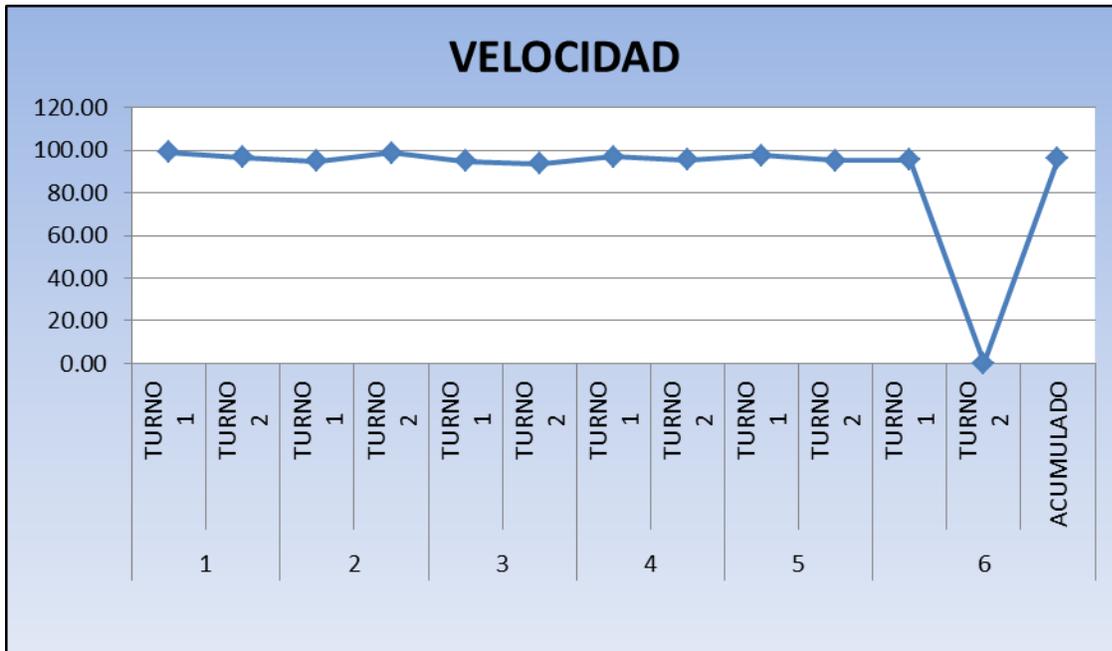
Fuente: implementación de indicadores operativos.

Se puede observar que el día 6, el turno 2 el indicador de disponibilidad aparece con un valor de cero, esto se debe a que no se trabajó debido a que fue sábado, también se puede observar que los resultados varían de un turno a otro, lo que indica una estabilidad en los resultados.

Como este indicador se refiere al porcentaje de disponibilidad que se tiene en los equipos este se puede mejorar implementando tareas de conservación y ajustes de equipos y maquinaria que puedan elevar dicha disponibilidad.

A continuación se presenta la gráfica que permite observar los resultados obtenidos respecto al indicador de velocidad.

Figura 48. Gráfica de velocidad



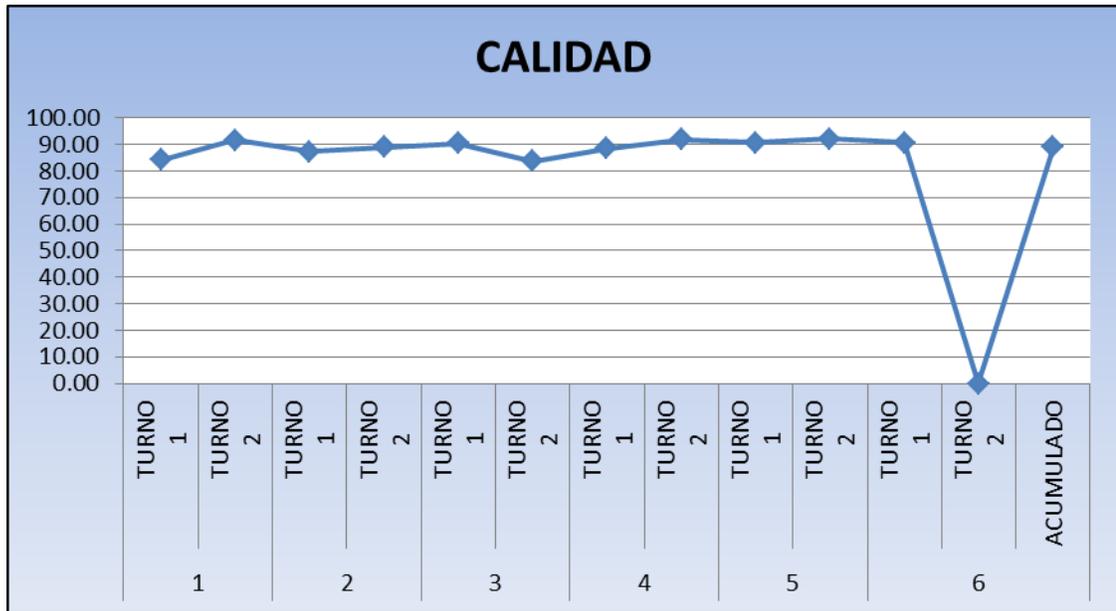
Fuente: implementación de indicadores operativos.

Al igual que la gráfica de disponibilidad aquí se presenta en el turno 2 del día 6 con un valor de cero que indica que no se trabajó debido a que fue día sábado.

En la gráfica se puede observar que los resultados muestran una tendencia a permanecer con un valor de 100%, esto se debe a que el proceso no varía su velocidad y que los operadores están anotando en buena cantidad los paros de las máquinas.

A continuación se presenta la gráfica que contiene los resultados obtenidos del cálculo del indicador de calidad.

Figura 49. Gráfica de calidad



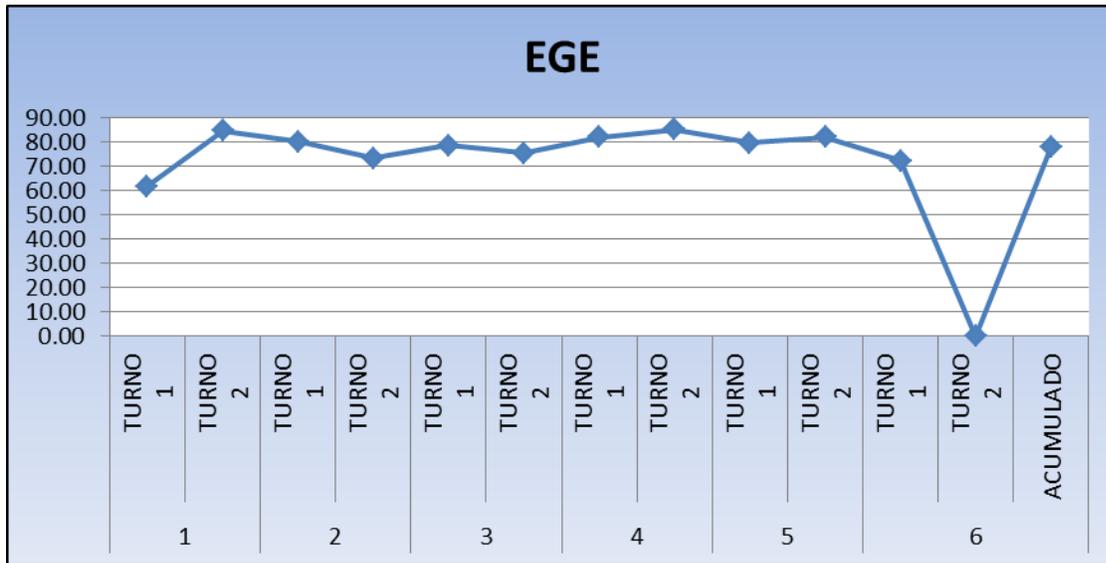
Fuente: implementación de indicadores operativos.

En la gráfica anterior se puede observar que el nivel de desperdicio es elevado si se toma en cuenta que es producto al que no se le puede sacar utilidades para la empresa.

Teniendo un nivel de calidad más bajo el día 1 en el turno 1 generando un porcentaje de 85%, lo que indica que se tiene un 15% de desperdicio, que es elevado si se quiere pensar en elevar la productividad. En muchos de los casos el desperdicio se da de igual manera por maquinaria que se encuentra en mal estado y que produce con defecto, obligando a rechazar la producción.

A continuación se presenta la gráfica que contiene los resultados obtenidos respecto a la efectividad global del equipo en la primer semana de implementación de estos indicadores.

Figura 50. **Gráfica de la efectividad global del equipo**



Fuente: implementación de indicadores operativos.

En la gráfica se puede observar que existe mucha variación entre los resultados obtenidos en un turno y otro por lo que es imperativo inicialmente lograr la estabilidad, por lo cual en el capítulo 2.10 se implementan rutinas que verifican el estado de los equipos y que generen una mayor disponibilidad y calidad en el proceso.

2.10. Operaciones para la estabilidad de la maquinaria

Gran parte de las causas de paros obtenidos en el estudio de tiempos realizados en el capítulo 2.8 se debe a problemas de máquinas por desajustes o piezas dañadas por lo que es importante implementar tareas de conservación de los equipos. Esto también se ve reflejado en el indicador de disponibilidad obtenido en el capítulo 2.9.1.4.

Es por esta razón que los esfuerzos son orientados a la creación de sistemas que puedan permitir el aumento de la disponibilidad de los equipos, es decir la disminución de los tiempos de paro. En los puntos 2.10.1 y 2.10.2 se pueden observar dos herramientas con las que se pretende elevar dicha disponibilidad, aunque cabe mencionar que estas son herramientas que se reflejan a largo plazo.

2.10.1. Listas de chequeo de las máquinas

Para garantizar que las máquinas se encuentren en buen estado al iniciar el turno de trabajo es necesario que los operadores realicen una lista de verificación del estado de la máquina que operan, garantizando que los problemas que tenga la máquina sean arreglados antes de iniciar a producir y de esta manera anticiparse a que causen un paro innecesario y prolongado.

La forma de uso de esta lista es que el operador realiza cada verificación contenida en la lista de chequeo, y cuando el encuentre algo malo contiene una acción a realizar para poder arreglarla y que esta no perjudique más adelante.

En un principio la mayor parte de acciones a tomar será de llamar al mecánico o al electricista dependiendo del tipo de problema, aunque el objetivo de esto es que los operadores sean bien entrenados para poder realizar las acciones que arreglen los problemas contenidos en los puntos de la verificación.

Es importante definir que el departamento de mantenimiento será el encargado del entrenamiento de los operadores refiriéndose a la parte de la maquinaria, funcionamiento y verificaciones menores de estos, además se implementaron cursos, en la matriz de entrenamiento que se puede observar en

el capítulo 4.1.1.1., que ayuden a los operadores a ejecutar las acciones requeridas para restablecer el buen funcionamiento de su máquina.

Para la creación de las tareas de verificación de la lista de chequeo se contó con la ayuda de los mecánicos y electricistas de la línea, así como el uso de la bitácora de registro de las tareas de mantenimiento.

A continuación se presentan las figuras de 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 ,58 y 59 donde se pueden ver las listas de chequeo realizadas para cada uno de los puestos de trabajo de la línea C-148.

Figura 51. **Lista de chequeo para el alimentador de palitos**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN LÍNEA C-148 SEMANA: _____ TIURNO: _____				 Fosforera Centroamericana, S.A.											
LISTA DE CHEQUEO DE ALIMENTACIÓN DE PALITOS															
No.	Condición	Ejecutar	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Acción a tomar
			B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	
1	Verificar que estén lubricados los brazos	AA													Lubricar
2	Verificar que todos los motores estén funcionando	AA													Llamar al electricista
3	Verificar que la máquina esté libre de cualquier objeto que pueda dañarla en el arranque	AA													Limpiar
4	Verificar que no existan ruidos o vibraciones extrañas en los motores	IP													Llamar al mecánico
5	Verificar que no exista expulsión defectuosa	IP													Llamar al mecánico
Firma de verificación del operador															
Firma de verificación del mecánico															
Firma de verificación del electricista															
Visto bueno del supervisor de producción															
AA = Antes de iniciar la producción			B= La condición se encuentra en buen estado												
DA= Después de iniciar la producción			M= La condición se encuentra en mal estado												
IP= Inicio de producción															
Observaciones:															

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Figura 52. Lista de chequeo para la máquina bar machine

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN LÍNEA C-148 SEMANA: _____ TURNO: _____					 Fosforera Centroamericana, S.A.										
LISTA DE CHEQUEO DE BAR MACHINE															
No.	Condición	Ejecutar	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Acción a tomar
			B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	
1	Verificar que la máquina esté libre de cualquier objeto que pueda dañarla	AA													Limpiar
2	Verificar que funcionen las fibras de alimentación	AA													Llamar al electricista
3	Verificar la temperatura del colero (70 a 75°)	AA													Modificar la temperatura
4	Verificar que el horno del pegante esté funcionando (60-65°)	AA													Modificar la temperatura
5	Verificar el nivel de farmacapsula en el colero	AA													Nivelar la farmacapsula
6	Verificar que los discos estén limpios	AA													Limpiar los discos
7	Verificar que los rodamientos de la matriz, se encuentren en buen estado	AA													Llamar al mecánico
8	Verificar que la faja del transporte, se encuentre en buen estado	AA													Llamar al mecánico
9	Verificar que funcione la foto celda para máximo	IP													Llamar al electricista
10	Verificar que funcione la foto celda para regulación	IP													Llamar al electricista
11	Verificar que funcione la foto celda para mínimo	IP													Llamar al electricista
12	Verificar que funcione la foto celda de distribuidor	IP													Llamar al electricista
13	Verificar que funcione la foto celda de pedido	IP													Llamar al electricista
14	Verificar que funcione la foto celda de paro	IP													Llamar al electricista
15	Verificar que la botoneras funcionen correctamente	IP													Llamar al electricista
16	Verificar que funcione de buena manera el sistema de distribución (alimentación, pistones)	DA													Llamar al mecánico
Firma de verificación del operador															
Firma de verificación del mecánico															
Firma de verificación del electricista															
Visto bueno del supervisor de producción															
AA = Antes de iniciar la producción			B= La condición se encuentra en buen estado												
DA= Después de iniciar la producción			M= La condición se encuentra en mal estado												
IP= Inicio de producción															
Observaciones:															

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Como se puede verificar en cada formato, se definen tareas que permiten al operador determinar las condiciones operacionales básicas de cada uno de los equipos.

Figura 53. Lista de chequeo para la máquina C-90

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN															
LÍNEA C-148															
SEMANA: _____															
TURNO: _____		LISTA DE CHEQUEO DE C-90													
No.	Condición	Ejecutar	Lunes		Martes		s	Jueves		Viernes		Sábado		Acción a tomar	
			B	M	B	M		B	M	B	M	B	M		
1	Verificar que funcione el paro por cartón doble	AA												Llamar al electricista	
2	Verificar que funcione el paro por compuerta	AA												Llamar al electricista	
3	Verificar que funcionen los pulsadores	AA												Llamar al electricista	
4	Verificar que funcione el paro de emergencia	AA												Llamar al electricista	
5	Verificar que funcionen los cambios de velocidad	AA												Llamar al mecánico	
6	Verificar que esté lubricado el hendido	AA												Lubricar	
7	Verificar que no esté sucio el tambor de cuchillas	AA												Limpiarlo	
8	Verificar que no esté sucio el tambor de pegado	AA												Limpiarlo	
9	Verificar que no esté sucio el tambor de embutidores	AA												Limpiarlo	
10	Verificar que no esté sucio el tambor de moldes	AA												Limpiarlo	
11	Verificar que no esté sucio el tambor de secado	AA												Limpiarlo	
12	Verificar que funcionen las luces de espera	IP												Llamar al electricista	
13	Verificar que funcionen las luces de arranque	IP												Llamar al electricista	
14	Verificar que funcione el mecanismo de paro por caída de rampa	IP												Llamar al mecánico	
15	Verificar que funcione el sistema de expulsión de tapa despegada	IP												Llamar al mecánico	
16	Verificar que funcione la foto celda de reunidor de gavetas	DA												Llamar al electricista	
17	Verificar que funcione la foto celda de atasco	DA												Llamar al electricista	
18	Verificar que funcione la foto celda de pedido	DA												Llamar al electricista	
19	Verificar que funcione la foto celda de velocidad alta y baja	DA												Llamar al electricista	
Firma de verificación del operador															
Firma de verificación del mecánico															
Firma de verificación del electricista															
Visto bueno del supervisor de producción															
AA = Antes de iniciar la producción		B= La condición se encuentra en buen estado													
DA= Después de iniciar la producción		M= La condición se encuentra en mal estado													
IP= Inicio de producción															
Observaciones:															

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

En cada tarea de verificación se encuentra una acción a tomar, como ejemplo llamar al mecánico o al electricista, pero el objetivo final es que el operador sea independiente y pueda realizar las acciones correctivas que permitan una buena operación del equipo.

Figura 54. Lista de chequeo para la máquina cizalla

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN LÍNEA C-148 SEMANA: _____ TURNO: _____															
LISTA DE CHEQUEO DE CIZALLA															
No.	Condición	Ejecutar	Lunes		Martes		s		Jueves		Viernes		Sábado		Acción a tomar
			B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	
1	Verificar que el micro de bandeja llena, funcione correctamente	AA													Llamar al electricista
2	Verificar que la faja esté libre de cualquier objeto	AA													Limpiar
3	Verificar que la bomba de succión se encuentre limpia	AA													Limpiar
4	Verificar que la altura de las uñas, sea la adecuada	AA													Llamar al mecánico
5	Verificar que las cuchillas se encuentren en buen estado	AA													Llamar al mecánico
6	Verificar que las botoneras funcionen correctamente	AA													Llamar al electricista
7	Verificar que las partes móviles se encuentren lubricadas	AA													Lubricar
8	Verificar que la bomba de succión funcione correctamente	IP													Llamar al electricista
9	Verificar que el sistema de bandeja, funcione correctamente	DA													Llamar al mecánico
Firma de verificación del operador															
Firma de verificación del mecánico															
Firma de verificación del electricista															
Visto bueno del supervisor de producción															
AA = Antes de iniciar la producción			B= La condición se encuentra en buen estado												
DA= Después de iniciar la producción			M= La condición se encuentra en mal estado												
IP= Inicio de producción															
Observaciones:															

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Es importante que a medida que se realicen los chequeos, las personas encargadas de firmar las verificaciones, realicen rondas que permitan determinar que los operadores están haciendo dichas tareas. Esto crea un clima de compromiso del operador, técnicos de mantenimiento y supervisores de producción.

Figura 55. Listado de chequeo para la máquina corte de cartón

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN															
LÍNEA C-148															
SEMANA: _____															
TURNO: _____															
LISTA DE CHEQUEO DE CORTE DE CARTÓN															
No.	Condición	Ejecutar	Lunes		Martes		s	Jueves		Viernes		Sábado		Acción a tomar	
			B	M	B	M		B	M	B	M	B	M		
1	Verificar que el tablero principal esté limpio	AA												Limpiar el tablero	
2	Verificar que la faja esté en buenas condiciones	AA												Llamar al mecánico	
3	Verificar que la faja esté libre de cualquier objeto	AA												Limpiar	
4	Verificar que las cuchillas se encuentren en buen estado	AA												Llamar al mecánico	
5	Verificar que el rodillo rebobinador funcione correctamente	AA												Llamar al electricista	
6	Verificar la temperatura del cuarto caliente	AA												Llamar al electricista	
7	Verificar que los motores no tengan ruidos extraños	DA												Llamar al electricista	
Firma de verificación del operador															
Firma de verificación del mecánico															
Firma de verificación del electricista															
Visto bueno del supervisor de producción															
AA = Antes de iniciar la producción			B= La condición se encuentra en buen estado												
DA= Después de iniciar la producción			M= La condición se encuentra en mal estado												
IP= Inicio de producción															
Observaciones:															

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Toda estación de trabajo u operación debe realizar su lista de verificación, sin importar que se tengan una o varias tareas. Ya que esto fortalece el trabajo en equipo y vincula la operación de equipos multidisciplinarios.

Las observaciones que sean anotadas por los operadores se deben verificar y no dejar pasar mucho tiempo para arreglar las inquietudes o sugerencias.

Figura 56. Listado de chequeo para la máquina de empaque

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN															
LÍNEA C-148															
SEMANA: _____															
TURNO: _____															
LISTA DE CHEQUEO DE EMPAQUE															
No.	Condición	Ejecutar	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Acción a tomar
			B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	
1	Verificar que la máquina esté libre de cualquier objeto que pueda dañarlas en el arranque	AA													Limpiar
2	Verificar que los transportadores se encuentren en buen estado	AA													Llamar al mecánico
3	Verificar que las bandas se encuentren en buen estado	AA													Llamar al mecánico
4	Verificar que los mecanismos se encuentren lubricados	AA													Lubricar
5	Verificar el estado de las mangueras neumáticas	AA													Llamar al mecánico
6	Verificar que la cuchilla se encuentre en buen estado	AA													Llamar al mecánico
7	Verificar que las fibras funcionen	AA													Llamar al electricista
8	Verificar que funcione el paro, arranque y la posición	AA													Llamar al electricista
9	Verificar la temperatura de C-121 (145 – 150°)	IP													Ajustar la temperatura
10	Verificar la temperatura del termo encogible (210 -220°)	IP													Ajustar la temperatura
11	Verificar el estado de las fajas de transmisión en el transportador	IP													Llamar al mecánico
12	Verificar el tiempo de los sistemas de elevador, muelas, pala, pisante, y empacadora	IP													Llamar al mecánico
13	Verificar que funcione el equilibrador de atasco y pedido	IP													Llamar al mecánico
14	Verificar que funcione el timbre de caja vacía	IP													Llamar al electricista
15	Verificar que funcionen los micros de cajita acostada	IP													Llamar al electricista
16	Verificar que funcionen los micros de cajita de 9	IP													Llamar al electricista
17	Verificar que funcionen los empujadores	IP													Llamar al electricista
18	Verificar que funcionen los micros de las compuertas (paro y desembrague)	IP													Llamar al electricista
Firma de verificación del operador															
Firma de verificación del mecánico															
Firma de verificación del electricista															
Visto bueno del supervisor de producción															
AA = Antes de iniciar la producción		B= La condición se encuentra en buen estado													
DA= Después de iniciar la producción		M= La condición se encuentra en mal estado													
IP= Inicio de producción															
Observaciones:															

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

A medida que el programa avanza las condiciones se deben ir migrando a la obtención de buena condición de la verificación, es decir que cada verificación mala encontrada se corrija en el momento y esto condicione a colocar la calificación de buena.

Figura 57. Listado de chequeo para el área de encabezado y parafinado

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN LÍNEA C-148 SEMANA: _____ TURNO: _____				 Fosforera Centroamericana, S.A.											
LISTA DE CHEQUEO DE PARAFINADO Y ENCABEZADO															
No.	Condición	Ejecutar	Lunes		Martes		s		Jueves		Viernes		Sábado		Acción a tomar
			B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	
1	Verificar que el encabezado se encuentre libre de cualquier objeto que pueda dañarlo en el arranque	AA													Limpiar
2	Verificar las temperaturas en los respectivos controles	AA													Llamar al electricista
3	Verificar que los niveles de parafinas en las cubas 1 y 2 sean adecuados	AA													Llenar hasta llegar al nivel
4	Verificar que los niveles de las parafinas en los depósitos 1 y 2 sean adecuados	AA													Llenar hasta llegar al nivel
5	Verificar que la secuencia de la mesa de encabezado sea el correcto	AA													Llamar al mecánico
6	Verificar que la temperatura de la mesa de encabezado sea la adecuada	AA													Llamar al electricista
7	Verificar que funcionen las luces piloto de los sensores	IP													Llamar al electricista
8	Verificar que funcione el pedido de pasta	IP													Llamar al electricista
9	Verificar que funcione el paro por falta de pasta	IP													Llamar al electricista
Firma de verificación del operador															
Firma de verificación del mecánico															
Firma de verificación del electricista															
Visto bueno del supervisor de producción															
AA = Antes de iniciar la producción			B= La condición se encuentra en buen estado												
DA= Después de iniciar la producción			M= La condición se encuentra en mal estado												
IP= Inicio de producción															
Observaciones:															

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Es importante que el tiempo de verificación de cada condición se realice de manera estipulada, es decir que si la verificación indica que la condición se verifique antes de arrancar producción, se realice en este momento. Esto permite que la verificación sea útil en el momento adecuado y no cuando sea demasiado tarde.

Figura 58. Listado de chequeo para los cierres, descargas y plantado

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN															
LÍNEA C-148															
SEMANA: _____															
TURNO: _____															
LISTA DE CHEQUEO DE CIERRES, DESCARGAS Y PLANTADO															
No.	Condición	Ejecutar	Lunes		Martes		s		Jueves		Viernes		Sábado		Acción a tomar
			B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	
1	Verificar que los cierres y descargas estén libres de cualquier objeto que pueda dañarlas en el arranque	AA													Limpiar
2	Verificar que funcionen los micros del timbre de aviso botado 1 y 2	AA													Llamar al electricista
3	Verificar que funcionen los selectores de detención de gavetas 1, 2, y 4	AA													Llamar al electricista
4	Verificar que funcionen los selectores de detención de forro 1, 2, 3 y 4	AA													Llamar al electricista
5	Verificar que funcionen las fibras de detención do forro cadena sin gaveta 1, 2, 3 y 4	AA													Llamar al electricista
6	Verificar que funcionen las fibras de expulsión de forro vacío 1, 2, 3 y 4	AA													Llamar al electricista
7	Verificar que funcionen las fibras de expulsión caídas 1, 2, 3 y 4	AA													Llamar al electricista
8	Verificar que estén limpios los bloques de agujas	AA													Llamar al mecánico
9	Verificar que las levas estén lubricadas	AA													Lubricar
10	Verificar que los cierres estén lubricados (por fuera)	AA													Lubricar
11	Verificar que funcionen las luces piloto de los sensores de pedido de palito	IP													Llamar al electricista
12	Verificar que funcione el paro-pedido y arranque de zaranda	IP													Llamar al electricista
13	Verificar que funcione el sensor del acople o embrague	IP													Llamar al electricista
14	Verificar que funcione la zaranda y el sistema de plantado	IP													Llamar al mecánico
Firma de verificación del operador															
Firma de verificación del mecánico															
Firma de verificación del electricista															
Visto bueno del supervisor de producción															
AA = Antes de iniciar la producción DA= Después de iniciar la producción IP= Inicio de producción			B= La condición se encuentra en buen estado M= La condición se encuentra en mal estado												
Observaciones:															

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

El resultado esperado de este sistema es la disminución de paros de máquinas debido a malos ajustes, falta de lubricación o fallos inesperados en cada uno de los equipos, y de esta manera incrementar la disponibilidad de los equipos y aprovechamiento de los mismos.

Figura 59. Listado de chequeo para la máquina pintadora

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN															
LÍNEA C-148															
SEMANA: _____															
TURNO: _____															
LISTA DE CHEQUEO DE PINTADORA															
No.	Condición	Ejecutar	Lunes		Martes		s		Jueves		Viernes		Sábado		Acción a tomar
			B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	
1	Verificar que las fibras se encuentren limpias	AA													Limpiar
2	Verificar que el contador de pliego se encuentre limpio	AA													Limpiar
3	Verificar el control para que no estén des calibrados los contadores	AA													Llamar al electricista
4	Verificar que las mangueras neumáticas no presenten fugas	AA													Llamar al mecánico
5	Verificar que los ventiladores funcionen correctamente	AA													Llamar al mecánico
6	Verificar que las cadenas de salida de pliegos se encuentren en buen estado	AA													Llamar al mecánico
7	Verificar que las cuchillas del aparato de corte y hendido se encuentren en buen estado	AA													Llamar al mecánico
8	Verificar que los rodillos del aparato de corte y hendido se encuentren en buen estado	AA													Llamar al mecánico
9	Verificar que todos los rodillos se encuentren bien lubricados	AA													Lubricar
10	Verificar que el vaso pintador se encuentre calibrado	AA													Llamar al mecánico
11	Verificar que las fibras se encuentren a temperatura adecuada (30°)	IP													Llamar al electricista
12	Verificar que los micros detecten doble pliego	IP													Llamar al electricista
13	Verificar que funcione correctamente el sistema de succión de los pliegos	IP													Llamar al mecánico
14	Verificar que funcione correctamente el sistema de secado de pliegos	DA													Llamar al electricista
Firma de verificación del operador															
Firma de verificación del mecánico															
Firma de verificación del electricista															
Visto bueno del supervisor de producción															
AA = Antes de iniciar la producción		B= La condición se encuentra en buen estado													
DA= Después de iniciar la producción		M= La condición se encuentra en mal estado													
IP= Inicio de producción															
Observaciones:															

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

2.10.2. Tareas para la conservación de los equipos

Es importante que el departamento de mantenimiento sea un equipo integrado para permitir la disponibilidad de la maquinaria y deje de ser un simple departamento que acuda cuando sucedan imprevistos en las máquinas.

Para esto es necesario crear rutinas que puedan aumentar esta disponibilidad, es necesario reconocer que estas rutinas deben ser dinámicas, puesto que se deben modificar de acuerdo a las necesidades requeridas por las condiciones de trabajo.

Debido a las necesidades constantes de implementar estas rutinas, se crearon solamente algunas y luego se complementarán con forme la aplicación de dichas rutinas. A continuación se presentan las rutinas creadas para el aumento de la disponibilidad de los equipos.

Tabla XXIII. Rutinas de tareas para conservación de la pintadora

PINTADORA						
T	Área Mecánica					
	Entarimado de cartón	Insumos	Repuestos	Herramientas	Periodicidad	T. ejecución
	Nivelar la tarima				12 horas	10 min.
	Alimentación	Insumos	Repuestos	Herramientas	Periodicidad	T. ejecución
	Tiempos y fajas de arrastre			Llaves de cola, tipo allen	1 mes	30 min.
	Vaso pintador	Insumos	Repuestos	Herramientas	Periodicidad	T. ejecución
	Calibración del aparato pintador		Limitadores Retenedores	Llaves de cola, tipo allen, galga, lima plana	24 horas	1 hora
	Secado	Insumos	Repuestos	Herramientas	Periodicidad	T. ejecución
	Limpieza y enderado de varillas			Cuchilla de mango	1 semana	6 horas
	Corte y hendido de tiras	Insumos	Repuestos	Herramientas	Periodicidad	T. ejecución
	Limpieza del sistema		Cuchillas Hendedores	Llaves de cola, tipo allen	6 meses	12 horas
	Llenado de cajón	Insumos	Repuestos	Herramientas	Periodicidad	T. ejecución
	Verificar el funcionamiento		Rodos	Llaves de cola	1 mes	1 hora
	Lubricar cadenas y rodillos	Aceite 140		Aceitera	12 horas	20 min.

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Tabla XXIV. Rutinas de tareas para conservación de la cizalla

CIZALLA								
T	Area Mecánica							
	Succión	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Limpieza de bomba de succión	Gas, vaquelita		Llaves de cola, allen, manguera	Lentes, guantes	6 meses	3 horas	
	Limitador salida de cartón	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Verificar el estado			Llaves tipo allen, esmeril	Lentes, guantes	1 mes	10 min.	
	Sistema de corte	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Afilas cuchillas			Llaves de cola, allen	Guantes	6 meses	4 horas	
	Llenado de bandeja	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Verificar el estado	Cable acerado		Llaves tipo allen, alicate		1 mes	10 min.	

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Tabla XXV. Rutinas de tareas para conservación de corte de cartón

CORTE DE CARTÓN								
T	Area Mecánica							
	Eje portador de bobina madre	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Cambio de platina	Wippe	Platina 3/8 de bronce	Llave de cola de corona		2 meses	3 horas	
	Sistema de guías	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Verificar el centrado de bobina	Wippe		Llave de cola de corona		1 semana	10 min.	
	Eje portador de cuchillas	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Afilas cuchillas			Llaves de cola de corona	Guantes	6 meses	4 horas	

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Tabla XXVI. Rutinas de tareas para conservación de la máquina
continua

MÁQUINA CONTINUA							
T	Area Mecánica						
	Plantado	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución
	Cambio de peines y parrilla de plantado		Peines Parrilla	Llaves allen 4, 5, 6, 8 y 10 Llaves de cola de corona 22, 19, 17, 10	Guantes, anteojos y mascarilla	12 meses	48 horas
	Cambio de guías de la parrilla		Cuadrado de bronces de 30x25x80	Llaves allen 8 y 10	Guantes	6 meses	12 horas
	Cambio de rodamientos de zaranda		Cojinetes	Juego de llaves allen Llaves cola corona Extractor para cojinetes	Guantes	12 meses	12 horas
	Cambio de cojinetes de martillo		Cojinetes	Llaves allen 8 y 10 Llaves cola corona Extractor para cojinetes	Guantes	3 meses	6 horas
T	Area Eléctrica						
	Plantado	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución
	Motores	Desengrasante dielectrico, barniz	Cojinetes	Extractores, llaves allen, llaves de cola de corona, destornilladores	Guantes, lentes y mascarilla	6 meses	3 horas
	Limpieza con desengrasante dieléctrico						
	Barnizado de embobinados						
	Cambio de cojinetes						
	Cambio de retenedores						
	Medición de voltaje						
	Medición de corriente en vacío						
	Medición de corriente con carga						

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Tabla XXVII. Rutinas de tareas para conservación de máquina de empaque

EMPAQUE C-121							
T	Area Mecánica						
	Corte de polipropileno	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución
	Cambio de rodamientos de brazo de tracción		Rodamiento C.121M=1103.0	Llaves de cola	Guantes	1 año	30 min.
	Cambio de bujes de brazo de altura de cuchilla		Bujes sobre medida	Llaves de cola, llaves allen, botador, martillo	Guantes	1 año	3 horas
	Mecanismo de avance de polipropileno	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución
	Cambio de jaula y patín de rodillos de pinza		Jaula y patín de rodillos C.121U=018.10	Destornillador plano, llaves allen	Guantes	1 año	1/2 día
	Cambio de pines y bujes de brazo		Pines y bujes sobre medida	Llaves de cola, martillo, botador, llaves allen		6 meses	1 día
	Cambio de resortes de abertura de pinza		Resortes	Caja completa	Guantes, lentes	1 año	1/2 día
	Cambio de pinzas		Pinza superior C.121U=0732.1 Semi pinza C.121U=0733.1	Caja completa	Guantes	3 años	2 días
	Sistema de elevador	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución
	Cambio de rodamiento guía		Jaula de rodillos, patín de rodillos	Llaves allen, llaves de cola, destornillador	Guantes, lentes	8 meses	1 hora
	Cambio de bujes y pines		Bujes sobre medida	Llaves allen, llaves de cola, martillo, botador	Guantes	6 meses	5 horas
	Cambio de rodamiento de tracción		Rodamiento C.121M=1103.0	Llaves de cola, linterna	Guantes	8 meses	1 hora
	Sistema de pisante	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución
0	Cambio de bujes y pines		Bujes y pines sobre medida	Llaves allen Llaves de cola Martillo, botador	Guantes	6 meses	5 horas

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Tabla XXVIII. Rutinas de tareas para conservación del alimentador de palitos

Alimentador de palitos								
T	Area Mecánica							
	Brazos alineadores	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Cambio de tornillos de sujeción	Grasa Wipe	Bujes, Ejes Tornillos	Llaves de cola	Mascarilla Guantes Lentes	6 meses	4 horas	
	Excentricas	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Cambio de chumaceras	Grasa Wipe	Cojinetes Tornillos Fajas	Llaves de cola	Mascarilla Guantes Lentes	3 meses	4 horas	
	Zaranda	Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Revisión de tornillería, y bandeja			Llaves de cola	Guantes	6 meses	3 horas	
	Detección de fugas				Mascarilla Lentes	6 meses	10 min.	

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

Tabla XXIX. Rutinas de tareas para conservación de la máquina bar machine

BAR MACHINE								
T	Area Mecánica							
		Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Cambio de cadena de arrastre		Cadena de bar machine	Pinzas Llaves de cola		12 meses	2 horas	
		Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Cambio de cojinetes de la matriz		Rodamientos 695	Punzón batidor de 3/16		12 meses	2 horas	
		Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	
	Cambio de rodillos de arrastre del elemento	Desengrasante	Rodillos	Llaves allen Llaves de cola		6 meses	8 horas	
		Insumos	Repuestos	Herramientas	Seguridad	Periodicidad	T. ejecución	

Fuente: problemas comunes de máquinas encontradas en bitácora de mantenimiento.

2.11. 9 “S” en la mejora continua

Cuando una persona trabaja o realiza cualquier tipo de actividad en un área desordenada y sucia, únicamente orienta sus esfuerzos en limpiar y tratar de ordenar, pero no busca mejorar otros aspectos como calidad del producto, por lo que es importante generar una cultura de organización, orden y limpieza en las áreas.

El sistema conocido como control visual es el que permite a cualquier persona, aún aquellas personas que tengan poco conocimiento sobre el área de trabajo, reconocer a simple vista los estándares y la información necesaria, así como los problemas, anomalías, pérdidas, o desviaciones de los estándares o parámetros de trabajo.

Para esto se utilizaron dispositivos o aditamentos de control de informaciones, codificaciones de color, planos y carteles sensorialmente integrados para crear un lenguaje visual común en el área de trabajo con el fin de conseguir lo siguiente.

- Distinguir entre lo que es normal o no es normal
- Disminuir y prevenir pérdidas y defectos
- Estimular la mejora constante

2.11.1. Principios de un área de trabajo visual

Para lograr la implementación del control visual en el área de trabajo es necesario que cumpla con los siguientes puntos:

- No hay nada sobrante e innecesario, y las áreas de almacenaje están claramente identificadas.
- Hay un lugar para cada cosa y cada cosa está en su lugar
- Limpieza constante y continua de pared a pared
- Artículos, información, horarios y procesos se reconocen a simple vista
- Es fácil distinguir y reconocer las anormalidades

Es importante mencionar que únicamente se trabajaron las primeras cinco “S” debido a la necesidad de implementar cada uno de los puntos de buena manera haciendo que los operadores se acostumbren y se integren a los principios que posee dicha herramienta.

2.11.1.1. Organización “Seiri”

A esta etapa se le conoce como clasificar y seleccionar, y se refiere a distinguir claramente los artículos necesarios e innecesarios en el área de trabajo, separar y eliminar todos los artículos innecesarios para luego identificar, clasificar y seleccionar todos los artículos necesarios. Por último determinar las medidas a tomar para prevenir la acumulación de artículos innecesarios.

En esta etapa se determinaron los artículos necesarios para el área de trabajo, y se tomaron los artículos innecesarios trasladándolos inicialmente a un área determinada esperando que alguien reclamara alguno de los artículos, si alguien reclamara un artículo tendría que dar una explicación valedera para que el artículo regresara al área de trabajo.

En las figuras 60 y 61 se pueden observar las condiciones iniciales del área de trabajo, donde se puede observar desperdicio regado en el piso,

utensilios de limpieza desordenados, marcaje de áreas no visibles y recipientes o depósitos de basura sin marcaciones de niveles.

También se puede observar en la figura 62 el trabajo realizado en la etapa de organización, donde se apartaron las cosas innecesarias en el área de trabajo.

Figura 60. **Fotografía de condiciones iniciales del área, desorden**



Fuente: condiciones iniciales del área de empaque.

Figura 61. **Fotografía de condiciones iniciales del área, desperdicio regado**



Fuente: condiciones iniciales del área de plantado.

Figura 62. **Fotografía de la etapa de organización**



Fuente: condiciones iniciales de áreas comunes.

2.11.1.2. Orden “Seiton”

Esta etapa pide ordenar las cosas, establecer límites y compartir información. Para esta etapa se determinaron los lugares apropiados para todos los artículos necesarios, logrando que cada espacio o lugar sea autoexplicativo y autoregulador.

Utilizar límites de altura y tamaño para controlar la utilización del espacio, determinar la cantidad de cosas que se van a almacenar en un sitio dado, facilitando las cosas de manera que cualquier persona pueda encontrar, utilizar y devolver estos artículos.

En esta etapa se colocaron marcaciones provisionales para cada cosa, utilizando cinta adhesiva para verificar que los artículos ayuden a la ergonomía del puesto de trabajo, es decir que el operador tenga a mano dichos artículos.

En la figura 63 se puede observar la marcación de artículos de limpieza para los puestos de trabajo, esta marcación es provisional para permitir que el operador pueda indicar si la ubicación de los artículos favorece a la ergonomía de su puesto de trabajo. Y en la figura 64 se puede observar la marcación definitiva de los artículos móviles.

Mientras que en la figura 65 se puede observar la implementación de niveles para verificar la cantidad de desperdicio generado en los puestos de trabajo y de esta manera poder cuantificar el mismo desperdicio.

Figura 63. **Figura de la etapa de orden, marcación provisional de espacios**



Fuente: marcación provisional de artículos de limpieza en la etapa de orden.

Figura 64. **Fotografía de la etapa de orden, marcación definitiva de áreas**



Fuente: marcación definitiva de los artículos móviles de la máquina C-90.

Figura 65. **Fotografía de la etapa de orden, marcación de niveles en recipientes para desperdicio**



Fuente: marcación de niveles en los recipientes para desperdicio de la máquina C-90.

2.11.1.3. Limpieza “Seiso”

La limpieza ayuda a identificar las condiciones normales y anormales previendo posibles fallas y averías en los equipos y máquinas. Aquí se deben limpiar los equipos, herramientas y toda el área de trabajo. Para esta etapa se definieron las áreas de limpieza de los operadores, eliminando el sucio, polvo, aceite, desechos y cualquier material extraño.

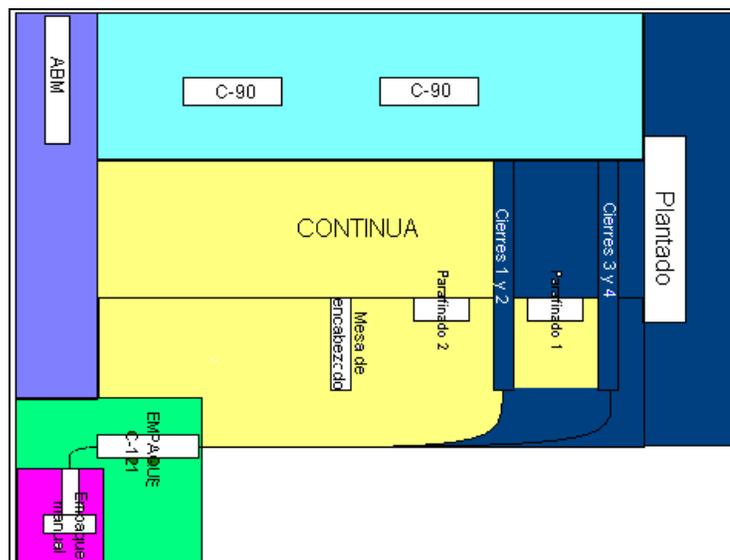
La inversión de esfuerzo personal y de tiempo en limpieza y mantenimiento, valoriza los equipos y enorgullece a las personas de su área de trabajo. En la figura 66 se pueden observar áreas de trabajo más limpias y ordenadas debido al proceso realizado en los tres puntos iniciales de las 9 “S”, mientras que en la figura 67 se puede ver la delimitación de las obligaciones de limpieza para toda la línea.

Figura 66. **Fotografía de limpieza de la maquinaria y áreas de trabajo**



Fuente: área del plantado después de la etapa de limpieza.

Figura 67. **Diagrama de distribución de áreas de limpieza**



Fuente: delimitación y distribución de áreas para la limpieza.

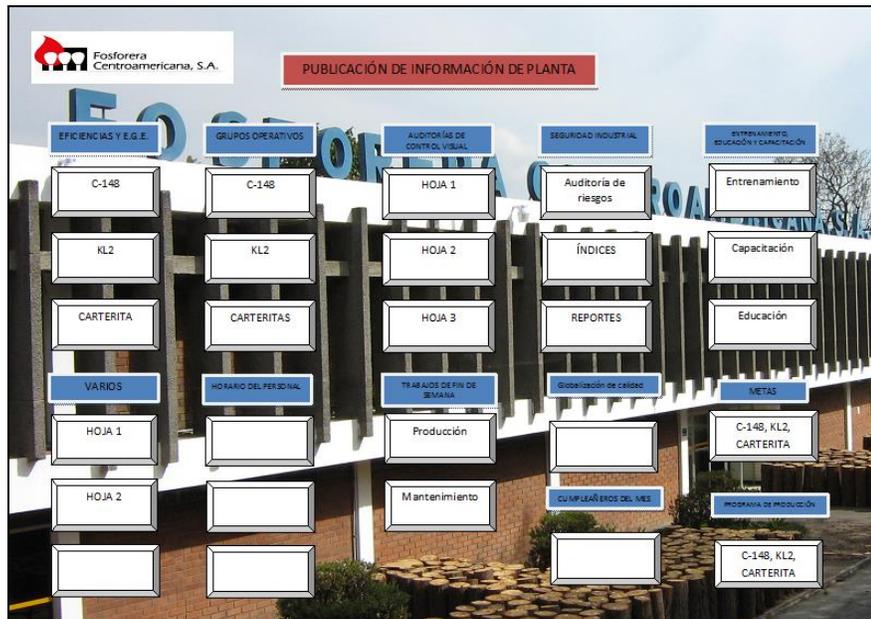
2.11.1.4. Pulcritud “Seiketsu”

Esta es la etapa que permite mantener los logros obtenidos en las primeras tres etapas del sistema (organización, orden y limpieza), esto si se ciñe estrictamente a:

- Compartir la información para no tener que buscar
- Estandarizar todo para que las anomalías puedan ser reconocidas

Para lograr compartir la información y que esta se vea ordenada de acuerdo a los principios de control visual, se implementó una cartelera en la que se publica tal información, en la figura 68 se puede observar la cartelera.

Figura 68. **Diseño de cartelera implementada para la publicación de información**



Fuente: elaboración propia.

2.11.1.5. Disciplina “Shitsuke”

Ceñirse estrictamente a las reglas, en esta etapa que se refiere a la parte de cambio de pensamiento de las personas en cuanto a la nueva forma de trabajar en cuanto a las siguientes condiciones:

- Sostener y mejorar las acciones tomadas
- Crear el hábito para ser una organización de primera clase, utilizando el lema “Nadie tira basura por los alrededores, pero todos recogen y limpian”.
- Convertir en hábito el cumplimiento de los procedimientos correctos

Esto solo es posible si todos los niveles jerárquicos se comprometen profundamente a establecer, mantener y estimular estas actividades. Para poder mantener los resultados alcanzados durante la etapa de implementación de las 5 “S” se creó una auditoría que se realiza de manera semanal, dicha auditoría se puede observar en el capítulo 2.11.3.

2.11.1.6. Constancia “Shikari”

Preservar en los buenos hábitos es aspirar a la justicia, en este sentido practicar constantemente los buenos hábitos es justo con uno mismo y lo que provoca que otras personas tiendan a ser justos con uno, la constancia es voluntad en acción y no sucumbir ante las tentaciones de lo habitual y lo mediocre. Hoy se requieren de personas que no claudiquen en su hacer bien (eficiencia) y en su propósito (eficacia).

2.11.1.7. Compromiso “Shitsukoku”

Esta acción significa ir hasta el final de las tareas, es cumplir responsablemente con la obligación contraída, sin voltear para atrás, el compromiso es el último elemento de la trilogía que conduce a la armonía (disciplina, constancia y compromiso), y es quien se alimenta del espíritu para ejecutar las labores diarias con un entusiasmo y ánimo fulgurantes.

2.11.1.8. Coordinación “Seishoo”

Como ser social que se es, las metas se alcanzan con y para un fin determinado, el cual debe ser útil para con los semejantes, por eso los humanos son seres interdependientes, se necesitan los unos y los otros así al actuar con calidad no se acaba la calidad, sino que se expande y se hace más intensa. Para lograr un ambiente de trabajo de calidad se requiere unidad de propósito, armonía en el ritmo y en los tiempos.

2.11.1.9. Estandarización “Seido”

Para no perderse es necesario poner señales, ello significa en el lenguaje empresarial un final por medio de normas y procedimientos con la finalidad de no dispersar los esfuerzos individuales y de generar calidad.

Para implementar estos nueve principios, es necesario planear siempre considerando a la gente, desarrollar las acciones pertinentes, checar paso a paso las actividades comprendidas y comprometerse con el mejoramiento continuo.

Se sabe que implementar estas acciones representa un camino arduo y largo, pero también comprender que aquellos con los cuales se compite día a día y lo consideran como algo normal, como una mera forma de sobrevivencia y aceptación de lo que está por venir.

2.11.2. Condiciones finales de implementación

Durante la implementación se obtuvieron buenos resultados en cuanto al aspecto visual de las áreas de trabajo. Se logró que los operadores se integraran al trabajo para mantener áreas organizadas, ordenadas y limpias, considerando que el cambio de mentalidad conlleva mucho trabajo se obtuvo mucho apoyo por parte de todos los niveles jerárquicos.

A continuación se presenta la figura 69 y 70, donde se pueden notar los cambios que se han realizado desde la implementación del control visual.

Figura 69. **Fotografía de condiciones actuales, recipientes con niveles y áreas marcadas**



Fuente: condiciones finales de implementación del control visual en el área de descargas.

Figura 70. **Fotografía de condiciones actuales, áreas organizadas, ordenadas y limpias**



Fuente: Área de empaque al finalizar la implementación del control visual.

2.11.3. Auditoría de seguimiento de control visual

Para crear compromiso en todos los operadores y personal en general, se implementó una auditoría para verificar el estado referente al control visual además de esta manera se pueden obtener tareas para el mejoramiento continuo de los aspectos relacionados con la organización, orden, limpieza, pulcritud y disciplina en el área de trabajo.

Se presentan cinco preguntas en cada aspecto de las cinco “S”, cada pregunta puede obtener una calificación de A, B o C. A quiere decir que no se encontró nada malo y tiene un valor de 4 puntos. Si se encontraron 1 o 2 problemas la pregunta se califica con la letra B, y tiene un valor de 4 puntos. Y por último si se encontraron 3 o mas problemas se califica con la letra C, y tiene un valor de 0 puntos. Al final se puede obtener una puntuación desde 0 hasta 100 puntos.

En la figura 71 que se presenta a continuación se puede observar la auditoría implementada y que genera que los esfuerzos realizados durante la etapa de implementación sean mantenidos, generando así la mejora continua de las áreas.

Figura 71. Auditoría de control visual

FOSFORERA CENTROAMERICANA						
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL						
AUDITORÍA DE ORDEN Y LIMPIEZA						
Fecha:	Área:	Responsables:	Rango de evaluación			Totales
Categoría	Item		A	B	C	
Organización	Está todo uniformemente publicado en cartelera?					
	Se han apartado todos los artículos innecesarios?					
	Está claro por qué artículos no autorizados se encuentran allí?					
	Están los pasillos y áreas de trabajo señalizados apropiadamente?					
	Están las mangueras y cables debidamente enrollados?					
	SUB TOTAL					
Orden	Está todo en su lugar?					
	Se guarda todo después que se utiliza?					
	Están las áreas de trabajo ordenadas?					
	Está todo sujeto y asegurado en su lugar?					
	Están ordenados los anaqueles, mesas e implementos de limpieza?					
SUB TOTAL						
Limpieza	Está la ropa limpia y pulcra?					
	Son adecuados los extractores y ventilación?					
	Están limpias las áreas de trabajo?					
	Se mantienen limpias las maquinarias, equipos, herramientas?					
	Se perciben olores ajenos al proceso del área?					
SUB TOTAL						
Pulcritud	Está el área de trabajo libre de desperdicio y polvo?					
	Se ha limpiado toda la maquinaria y equipos?					
	Se han asignado las responsabilidades de limpieza?					
	Es apropiado el nivel de los depósitos de desperdicio (basura o vidrio)?					
	Comunicados existentes en el área (tienen periodo de validez?, se encuentran dentro del periodo de validez?, están en buenas condiciones?)					
SUB TOTAL						
Disciplina	Están todos vestidos de acuerdo a las normas?					
	Se respetan las áreas para fumar?					
	Se guardan los enseres personales?					
	Evitan todos comer y beber en el área de trabajo?					
	Evitan todos las conversaciones privadas durante las horas de trabajo?					
SUB TOTAL						
TOTALES						
A: Excelente	A: 4 (Pts.)					
B: 1-2 Problemas	B: 2 (Pts.)					
C: 3 ó más	C: 0 (Pts.)					

Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar que para cada problema encontrado en la auditoría se creó una hoja de observaciones donde se anota el problema, para luego darle seguimiento y corregir los problemas.

A continuación se presenta la figura 72, que detalla la hoja de observaciones para la auditoría de control visual.

Figura 72. **Área para problemas encontrados en la auditoría**

Área: _____	Auditor: _____	Fecha: _____
CATEGORÍA	COMENTARIOS	
ORGANIZACIÓN		
ORDEN		
LIMPIEZA		
PULCRITUD		
DISCIPLINA		

Fuente: elaboración propia.

2.11.4. Resultados obtenidos de las primeras auditorías

Los primeros resultados obtenidos de las auditorías realizaron efecto en todas las personas que trabajan en la planta, haciendo que sus esfuerzos fueran encaminados a la mejora continua en todo sentido.

Tratar de disminuir el desperdicio se refleja en áreas más organizadas, ordenadas y limpias. Así como lograr tener los desperdicios debajo de los niveles permisibles, solo se logran si todos se encuentran comprometidos.

Cabe mencionar que las auditorías se realizaban inicialmente a cada quince días, para luego realizarse semanalmente debido a las exigencias de las instalaciones y el compromiso del personal.

En la tabla XXX que se presenta a continuación, se pueden observar los primeros resultados obtenidos en las primeras auditorías de control visual realizadas a partir de la implementación del control visual.

En esta tabla se puede observar que los primeros resultados fueron bajos debido a las condiciones iniciales, luego se iniciaron los trabajos de organización, orden, limpieza, pulcritud y disciplina, generando que los resultados iniciaran a elevarse, aunque en algunos momentos los resultados decayeron pero luego se realizaron tareas para restablecer una tendencia positiva de dichos resultados.

De la figura 73 a la figura 78 se pueden observar los resultados individuales y las tendencias de cada uno de los aspectos trabajados, finalizando con una gráfica de resultados generales.

Tabla XXX. Resultado de las primeras auditorías

No.	Organización	Orden	Limpieza	Pulcritud	Disciplina	Total
1	6	6	8	6	14	40
2	12	10	8	8	10	48
3	12	6	10	6	16	50
4	12	6	8	8	8	42
5	6	10	10	10	18	54
6	6	6	8	12	14	46
7	12	6	10	10	14	52
8	14	12	12	12	18	68
9	10	8	10	12	20	60
10	16	8	10	16	18	68
11	14	12	12	12	12	62
12	18	12	12	16	18	76

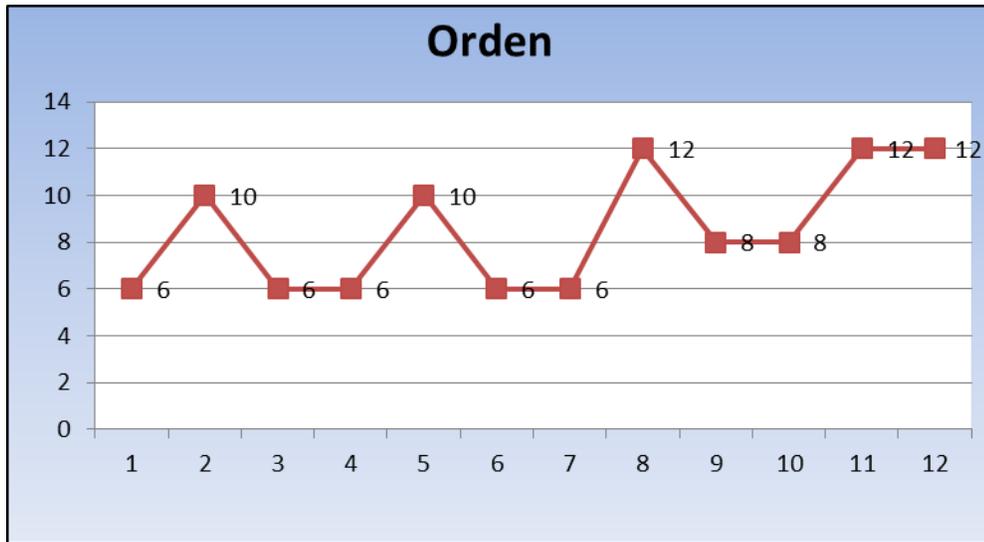
Fuente: auditorías de control visual.

Figura 73. Gráfica de punteos de organización



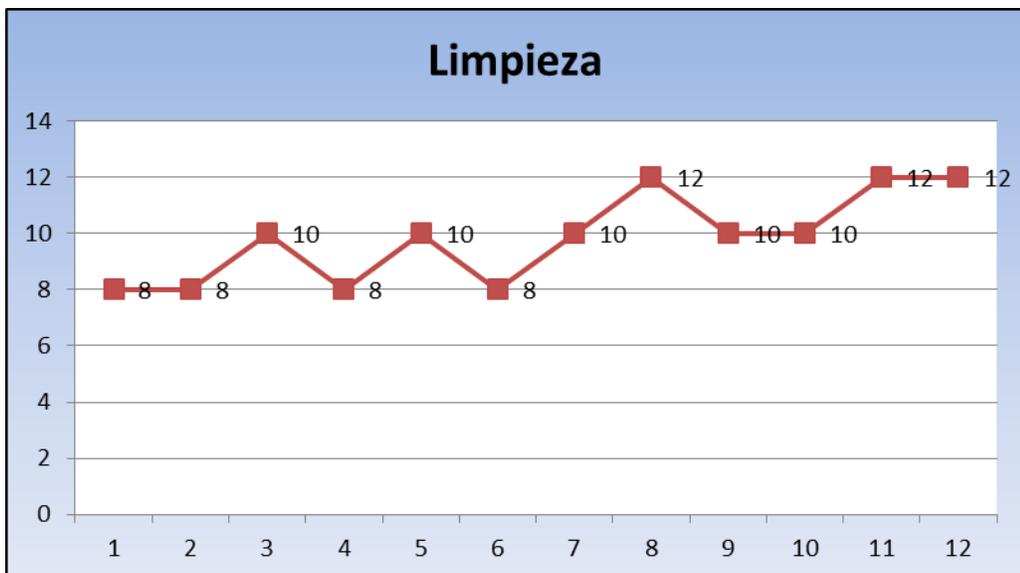
Fuente: resultados de auditorías de control visual.

Figura 74. **Gráfica de punteos de orden**



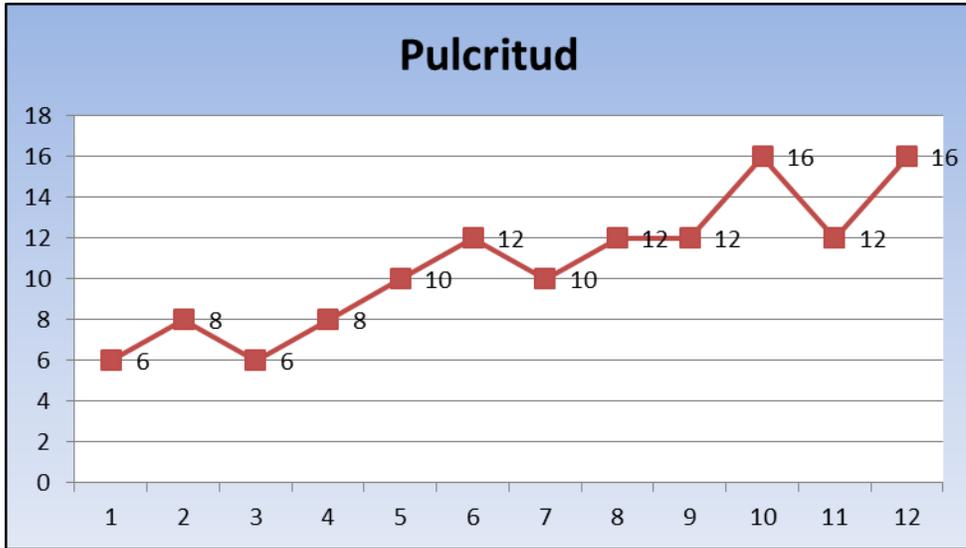
Fuente: resultados de auditorías de control visual.

Figura 75. **Gráfica de punteos de limpieza**



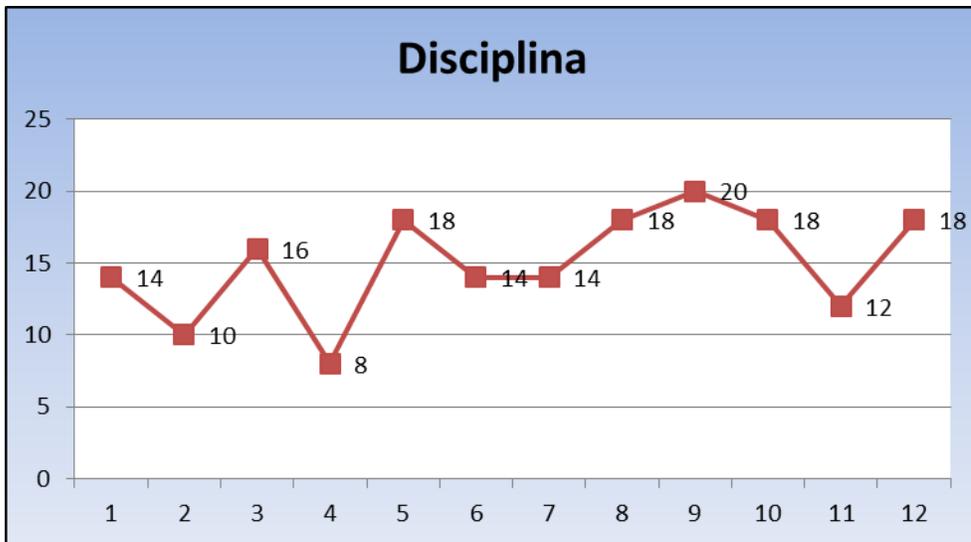
Fuente: resultados de auditorías de control visual.

Figura 76. **Gráfica de punteos de pulcritud**



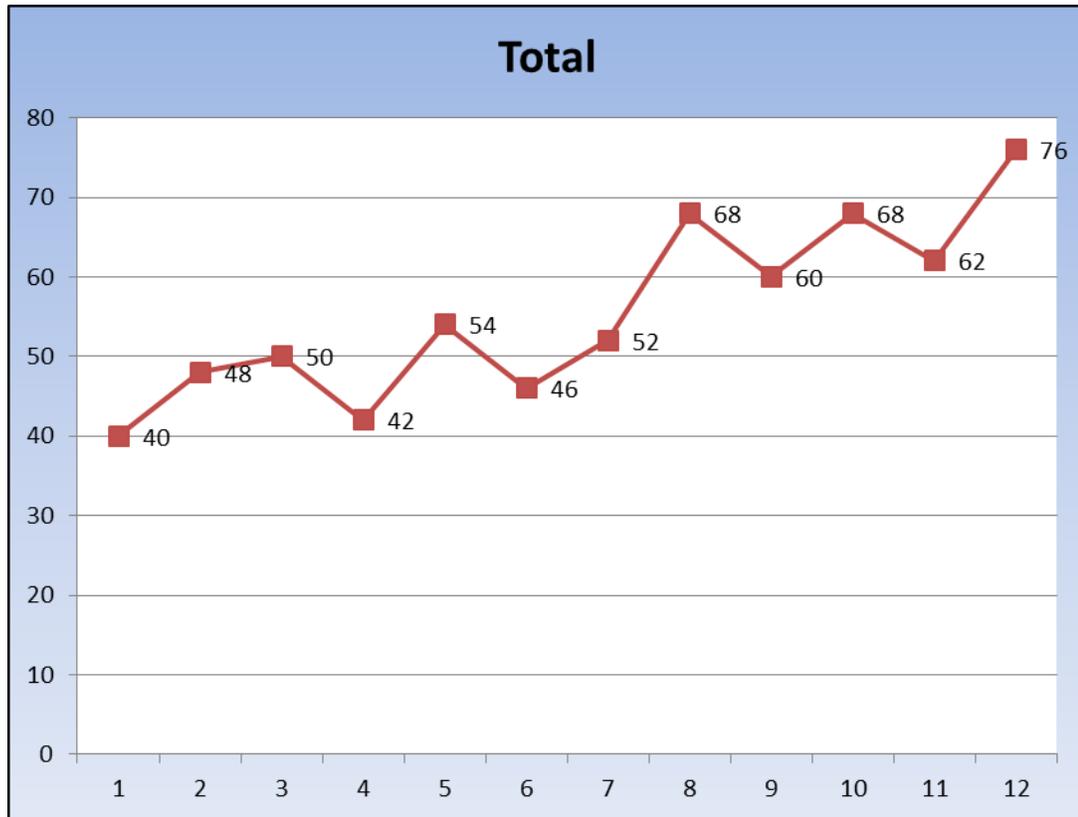
Fuente: resultados de auditorías de control visual.

Figura 77. **Gráfica de punteos de disciplina**



Fuente: resultados de auditorías de control visual.

Figura 78. Gráfica de punteos totales



Fuente: resultados de auditorías de control visual.

2.12. Productividad obtenida durante la implementación del proyecto

A continuación se presenta la tabla que contiene la productividad obtenida durante la implementación de este proyecto, ahora bien, es necesario mencionar que no se pudieron conseguir los datos que se obtuvieron después de la implementación de dicho proyecto.

Tabla XXXI. Productividad obtenida durante la implementación del proyecto

	Eficiencia	Materia prima/millar	Hora hombre/millar	Energía eléctrica/millar	Aire comprimido/millar
Septiembre	74%	5.02	0.30	13.13	6.05
Octubre	75%	5	0.29	12.87	5.93
Noviembre	77%	4.93	0.28	12.47	5.74
Diciembre	80%	4.93	0.27	11.73	5.40
Enero	80%	4.87	0.27	11.74	5.41
Febrero	82%	4.87	0.26	11.72	5.39
Marzo	83%	4.85	0.26	11.72	5.37

Fuente: registro de coeficientes de consumo, departamento de asistencia técnica.

Como se puede observar de la tabla XXXI, tanto la eficiencia como los coeficientes de consumo se estabilizan y presentan una pequeña mejora mes a mes, aunque esta mejora no es tan significativa, los esfuerzos de aquí en adelante serán orientados más a la mejora y no a la estabilidad de dichos coeficientes y a la eficiencia misma de la línea.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presentan planes para mejorar la seguridad industrial de la planta y permitir un lugar de trabajo visual, es decir que se puedan determinar aspectos inusuales con solo verificar visualmente.

3.1. Listado de chequeo de las instalaciones

Para poder realizar un plan de contingencia que ayude a prevenir accidentes laborales dentro de la planta de producción fue necesario realizar un mapeo de las instalaciones para constatar los riesgos en los que se ven involucradas las personas que se encuentran en dichas instalaciones. Este mapeo considera dos fuertes aspectos en la causa de accidentes laborales, los cuales son condiciones inseguras y actos inseguros.

3.1.1. Análisis de condiciones inseguras

Para el análisis de condiciones inseguras se verificaron las instalaciones, equipos de trabajo, maquinaria y herramientas que no están en condiciones de ser usados y de realizar el trabajo para el cual fueron diseñadas y que ponen en riesgo de sufrir un accidente a las personas que las ocupan. Se detectaron cuatro tipos de riesgos presentes en la planta que son mencionados a continuación.

- Riesgos mecánicos: este tipo de riesgo se refiere al que se encuentra presente debido a piezas en movimiento.

- Riesgos eléctricos: se refiere a instalaciones eléctricas, extensiones, cables, tomacorrientes defectuosos o expuestos.
- Riesgos químicos: se refiere al riesgo presente debido al manejo de productos químicos.
- Riesgos físicos: se refiere al riesgo presente que se debe al medio ambiente en que se desarrollan las actividades, calor, frío, ruido, etc.

Para la detección de las condiciones inseguras fue necesario hacer uso del siguiente formato, el cual contiene los espacios para indicar los riesgos encontrados utilizando la clasificación de estos. A continuación se presenta el formato que se utilizó para verificar los riesgos presentes en la planta.

Figura 79. **Formato usado para auditoría de riesgos**

FOSFORERA CENTROAMERICANA ANÁLISIS DE CONDICIONES INSEGURAS AUDITORÍA DE RIESGOS	
	RIESGOS QUÍMICOS
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10
	11
	RIESGOS ELÉCTRICOS
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10
	11
	12
	13
	14
	15
	16
	17
	18
	19
	20
	21
	Riesgos mecánicos: Por piezas en movimiento. Riesgos eléctricos: Por extensiones, cables, o tomacorrientes en mal estado o expuestos. Riesgos químicos: Por el uso de productos químicos. Riesgos físicos: Por el medio ambiente (calor o frío), por ruidos, etc.
RIESGOS MECÁNICOS	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
RIESGOS FÍSICOS	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	

Fuente: elaboración propia.

Del mapeo se pudieron obtener las condiciones inseguras que se muestran en la tabla XXXII.

Tabla XXXII. Listado de tareas recopiladas para disminuir las condiciones inseguras

RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL VISUAL			
MÁQUINA	DESCRIPCIÓN	ÁREA RESPONSABLE	OBSERVACIONES
C148	Implementar un sistema de seguridad para las cadenas de los cierres	MANTENIMIENTO	se pide por parte de los operadores una guarda en este punto porque existe un riesgo alto de accidente
C148	Guarda para los cierres	MANTENIMIENTO	El sistema de brazos que entra y sale puede amputar los dedos por atrapamiento
C.121	Guarda para las fajas del transporte C-121	MANTENIMIENTO	
BAR MACHINE	Verificar un sistema de seguridad para los discos de bar machine	MANTENIMIENTO	
C148	Cambiar las gradas de la mesa de encabezado	MANTENIMIENTO	
C148	Cambiar el cable de la mesa de encabezado	MANTENIMIENTO	El cable se encuentra en mal estado
C148	Arreglar cables expuestos en las bombas de parafina	MANTENIMIENTO	Verificar también que no existan cables en los parafinados
C148	Verificar la caja eléctrica en las descargas	MANTENIMIENTO	Hay cables expuestos, y la tapadera está en mal estado
C148	Verificar el tomacorriente de la descarga 3	MANTENIMIENTO	Se indica que existe riesgo cuando se mete a limpiar debajo
EMPACADORA	Verificar cables del empaque	MANTENIMIENTO	Existen cables sin protección y expuestos
	Verificar el sistema de ventilación de la planta	MANTENIMIENTO	Las personas de planta indican que los ventiladores actuales no son suficientes
C148	Revisar fugas de aceite hidráulico del encabezado	MANTENIMIENTO	Alrededor de la bomba se puede observar aceite regado
C148	Verificar el sistema de lubricación	MANTENIMIENTO	Los operadores indican que el aceite cae al suelo y que podría causar algún accidente
C.97	Poner guarda al motor de la cortadora de cartón	MANTENIMIENTO	El motor principal de la máquina de corte de cartón no tiene guarda y puede provocar algún accidente
C.97	Ponerle guarda al eje de las cuchillas de la cortadora de cartón	MANTENIMIENTO	
C.94	Ponerle guarda al eje de las cuchillas de la cizalla	MANTENIMIENTO	
C148	Cambiar la lona de la zaranda del plantado	MANTENIMIENTO	La lona actual deja salir mucho polvo
EMPACADORA	Poner guarda al empujador de paquete de 10	MANTENIMIENTO	
EMPACADORA	Poner guarda al eje de transmisión	MANTENIMIENTO	Los operarios se pasan por debajo de la mesa, verificar si es mejor tapar y mover el control
C148	Poner barandas en las gradas de los cierres	MANTENIMIENTO	
C148	Poner guarda en el motor del limpiador de duelas	MANTENIMIENTO	
C148	Implementar un sistema de seguridad para el eje de transmisión vertical 1 y 2	MANTENIMIENTO	
C148	Poner guarda al motor de la zaranda	MANTENIMIENTO	
EMPACADORA	Verificar las conexiones del reflector del polipropileno	MANTENIMIENTO	El operador indica que los cables están pelados en los contactos
EMPACADORA	Ponerle guardas al sistema de levas	MANTENIMIENTO	
BAR MACHINE	Verificar cables sueltos de bar machine	MANTENIMIENTO	Los operadores indican que existen cables sueltos en Bar machine
C148	Verificar el tablero contra incendios los cables se encuentran sueltos	MANTENIMIENTO	
C148	Implementar seguridad en las escaleras del transporte de C-90 y bar machine	MANTENIMIENTO	El área es insegura cuando se quiere destrabar forro o gaveta

Fuente: detección de riesgos en la planta de producción.

Como se puede observar en la tabla anterior, se generaron tareas para minimizar los riesgos que representan las condiciones inseguras, estas tareas tienen responsables, fecha de generación de la solicitud y la fecha de entrega de la tarea finalizada.

Para la ejecución de las tareas fue necesario contar con el apoyo del departamento de mantenimiento en su división de taller de máquinas herramientas con los que se trabajó en conjunto para realizar e implementar las guardas, al igual que con la división de electricidad para la realización de las tareas concernientes al ramo eléctrico.

3.1.2. Actos inseguros

Dentro de la planta se pudieron constatar actos inseguros los cuales se deben atacar de manera inmediata, iniciando por una etapa de concientización para dar a conocer los riesgos que corren al realizar un acto inseguro y las consecuencias que estos le podrían acarrear.

A continuación se detalla una lista de actos inseguros observados dentro de la planta y que se iniciaron a contrarrestar.

- Realizarle bromas a los compañeros de trabajo
- Hablar por teléfono mientras operan algunas máquinas o equipos
- Manejar equipos sin el conocimiento ni autorización
- Trabajar con el pelo suelto (en el caso de las mujeres)
- No utilizar protectores auditivos
- No utilizar el equipo de protección personal necesario para ejecutar tareas especiales.

- Escuchar música en horas de trabajo

Dentro de las acciones a tomar para evitar los actos inseguros se encuentra el prohibir el uso de aparatos reproductores de música, y el ingreso de teléfonos celulares a la planta.

Cabe mencionar que para no incurrir el derecho de comunicación del personal, se habilitó una línea dentro de la empresa en la que pueden ser llamadas las personas que trabajan en la planta.

Además se implementaron charlas que permitan la concientización del personal para disminuir y eliminar los actos inseguros. Estas charlas se incluyeron en la matriz de educación en el capítulo 4.1.1.3.

3.1.3. Equipo de protección personal

Para evitar cualquier daño que puedan causar las actividades de los trabajadores se verificó el equipo de protección personal mínimos, y también se verificó el equipo de protección personal ocasional, es decir el equipo que será necesario para realizar actividades ocasionales propias del puesto de trabajo identificados en el rol de cada uno de los puestos, desarrollado en el capítulo 4.1.

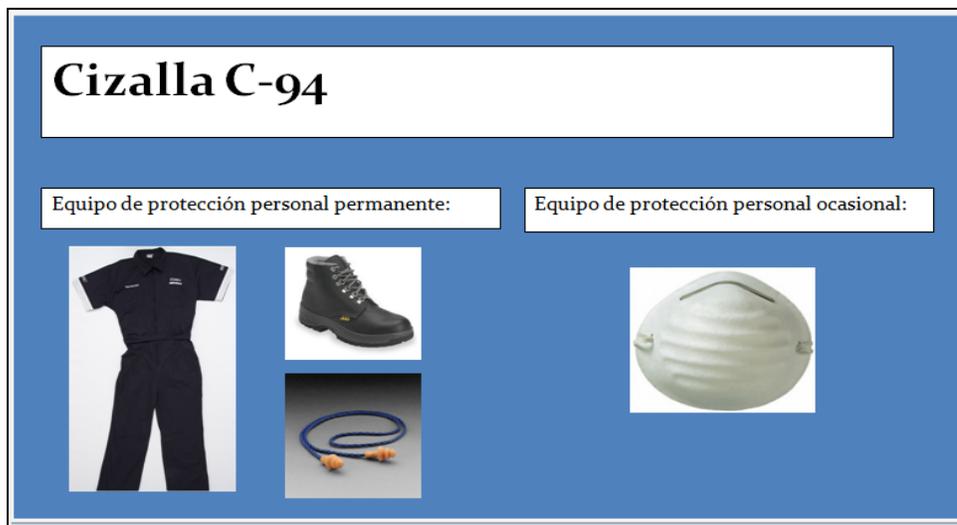
A continuación se presentan las imágenes de la figura 80 a la figura 88 de los rótulos que indican el equipo de protección personal de cada puesto, cumpliendo con el control visual.

Figura 80. **Publicación del equipo de protección personal para la pintadora**



Fuente: elaboración propia.

Figura 81. **Publicación del equipo de protección personal para la cizalla**



Fuente: elaboración propia.

Figura 82. **Publicación del equipo de protección personal para la bar machine**



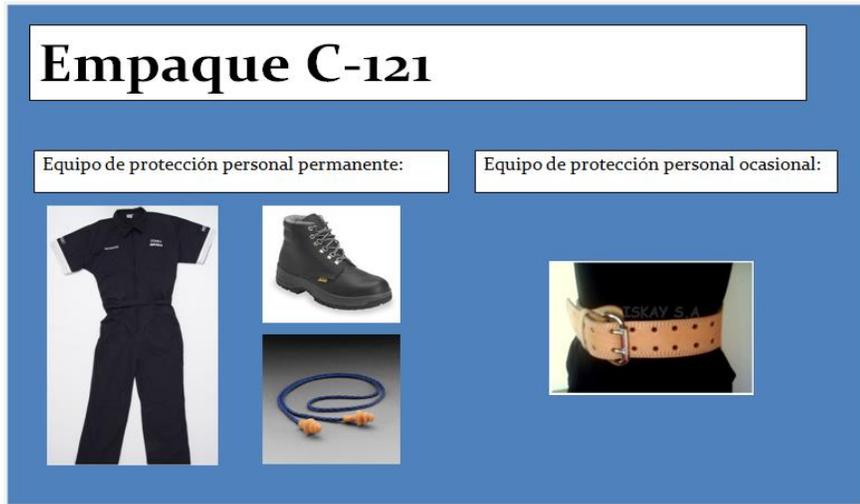
Fuente: elaboración propia.

Figura 83. **Publicación del equipo de protección personal para la C-90**



Fuente: elaboración propia.

Figura 84. **Publicación del equipo de protección personal para el empaque**



Fuente: elaboración propia.

Figura 85. **Publicación del equipo de protección personal para la mesa de encabezado**



Fuente: elaboración propia.

Figura 86. **Publicación del equipo de protección personal para el plantado**



Fuente: elaboración propia.

Figura 87. **Publicación del equipo de protección personal para el empaque manual**



Fuente: elaboración propia.

Figura 88. **Publicación del equipo de protección personal para el corte de cartón**



Fuente: elaboración propia.

3.2. Mapeo de riesgos inherentes al trabajo

Debido a la naturaleza de la operación de la fabricación se lograron detectar dos riesgos inherentes al trabajo presentándose en la tabla siguiente.

Tabla XXXIII. **Riesgos inherentes observados en el proceso de mapeo**

Descripción	Área	Posibilidad de suceder
Riesgo de producirse un incendio	Planta de producción	Alta
Atropellamiento de operadores	Planta de producción	Baja

Fuente: mapeo de riesgos inherentes al trabajo.

Se observó que debido al manejo de materias primas altamente inflamables, el riesgo de que se produzca un incendio es alto por lo que se crearon rutas de evacuación previendo este tipo de siniestros en el capítulo 3.3, además de crear cursos de manejo de extinguidores en la matriz de educación contenida en el capítulo 4.1.1.3.

Cabe mencionar que debido a la cantidad de conatos de incendio ocurridos con anterioridad, la reacción del personal es pasiva ante tal acontecimiento por lo que se le hizo conciencia del riesgo al que están expuestos.

3.3. Acciones y toma de decisiones en caso de incendios

Es importante actuar con calma en caso de ocurrir un incendio, seguir las rutas de evacuación, y llamar a los servicios de emergencia. Se sabe que en cualquier momento de pánico esto muchas veces es olvidado, por lo que es importante crear simulacros de incendio de manera que los trabajadores puedan practicar los pasos a seguir en caso de incendios.

Es importante señalar las áreas con rótulos y carteles que guíen a las personas a la salida más cercana y los número de teléfono de los servicios de emergencia, en el capítulo 3.4 se realiza un croquis que señala las rutas de evacuación en caso de un incendio o cualquier siniestro.

Como punto siguiente a la educación del personal, es importante crear brigadas de trabajadores, denominados bomberos industriales, y que puedan actuar en caso de cualquier emergencia.

3.4. Planes y rutas de evacuación

La planta ya contaba con extinguidores ubicados en las áreas con alto riesgo de suceder un conato de incendio, por lo que se implementaron planes de verificación del estado de los extinguidores, a continuación se presentan los puntos de verificación semanal.

- Verificación del estado exterior del extintor y su etiqueta
- Verificación del estado de la manguera y la boquilla
- Verificación de la presión del manómetro y el peso del extinguidor

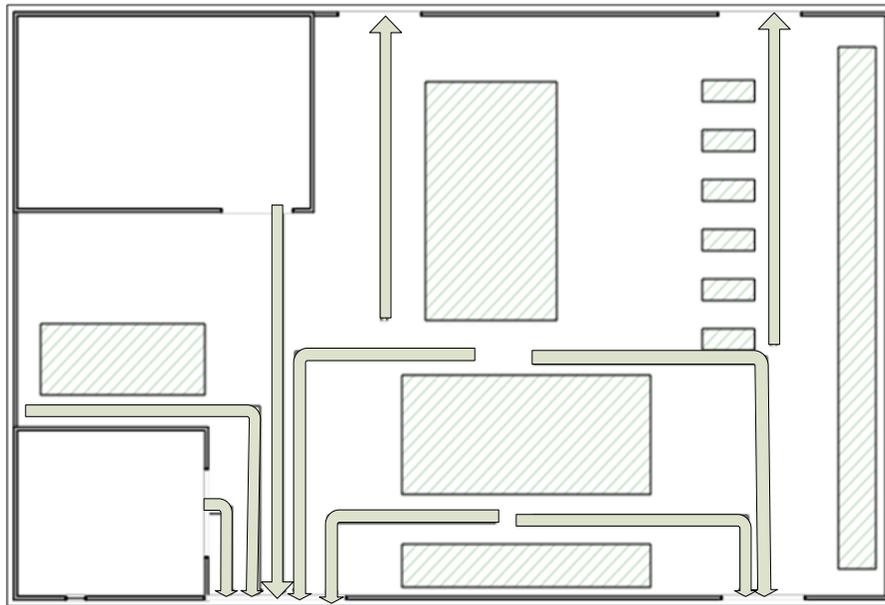
Además las instalaciones cuentan con hidrantes ubicados en los corredores exteriores de la planta, para los cuales también se le aplicaron verificaciones, aunque la frecuencia de estas verificaciones es menor realizándolas a cada dos semanas.

- Verificación del estado de las mangueras
- Verificación del estado de las llaves de paso

De esta manera se pretende reducir los daños en caso de ocurrencia de incendios en la planta de producción.

A continuación se presenta la figura 89, donde se indican las rutas de evacuación en caso de ocurrencia de algún incendio, para prevenir pérdidas humanas, estas rutas se crearon a partir de las distancias de las áreas de trabajo y las salidas más cercanas.

Figura 89. **Croquis de la planta señalando las rutas de evacuación**



Fuente: elaboración propia.

3.5. Primeros auxilios

Para poder brindar ayuda inmediata en caso de algún accidente, es importante que al personal que trabaja en la planta de producción se le brinden conocimientos básicos en primeros auxilios. Por esta razón se implementó un tema inicial para brindar estos conocimientos básicos, para esta charla se pidió la colaboración del doctor de la empresa.

3.6. Exposición a desastres naturales

El término desastre hace referencia a las enormes pérdidas humanas y materiales ocasionadas por eventos o fenómenos como los terremotos,

inundaciones, deslizamientos de tierra, deforestación, contaminación ambiental y otros.

3.6.1. Terremotos

Guatemala es un país cuyas características geológicas la hacen sensible a sufrir sismos. Por lo que se deben mantener las instalaciones en óptimas condiciones y evitar que los pasillos y corredores estén libres de objetos que puedan impedir el paso.

Es importante también que se establezcan puntos seguros dentro de la planta, en caso de no lograr salir de la misma.

Contar con luces de emergencia, en caso de algún corte de luz ayuda a no perder la orientación dentro de la planta y tratar de buscar una salida habilitada, serían los puntos más relevantes en caso de ocurrir un terremoto.

Mantener pasillos y áreas de trabajo señalizados ayuda a mantener el orden en cualquier tipo de evacuación que se pueda dar. Además de contar con alarmas que permitan que todo el personal sepa que es una emergencia y deban desalojar los edificios.

Es importante realizar simulacros inicialmente programados para crear conciencia en el personal, y después realizar los simulacros sin previo aviso para verificar que todas las medidas de seguridad se están tomando.

4. FASE DE DOCENCIA

Es importante también crear los hábitos de mejora continua en el personal que se encuentra involucrado en la producción tanto directa como indirectamente, y es en este capítulo que se crea un plan de capacitación, entrenamiento y educación del personal.

4.1. Transformación de descriptores de puestos en roles

Para obtener mano de obra calificada es importante crear capacitaciones que permitan un mejor desempeño en los puestos de trabajo, para esto es importante definir que tareas tienen asignadas las personas en los diferentes puestos de trabajo, y crear mecanismos que permitan un fortalecimiento de las áreas débiles del personal.

Es vital que los operadores conozcan las actividades o roles que se deben realizar para desempeñar un puesto de buena manera para esto es necesario transformar los descriptores de los puestos en un documento que contenga dichas actividades.

Para la creación de los roles fue necesario utilizar procedimientos utilizados para la operación de las máquinas que fueron proporcionados por la empresa y que se presentan a continuación de la figura 90 a la figura 96.

Figura 90. **Instructivo para máquina continua**

FOSFORERA CENTROAMERICANA
PROCEDIMIENTO PARA CONTINUA C-148
<p>ARRANQUE</p> <p>Revisar que la máquina esté libre de cualquier objeto que pueda dañarla en el arranque (estopa, basura, metal, etc.)</p> <p>Revisar que la cabeza y parafina estén en galga.</p> <p>Revisar sistema de encabezado (carretón , mesa , mangueras , foto celdas limpias , depósito de agua)</p> <p>Revisar que los sistemas eléctricos este trabajando correctamente.</p> <p>Revisar que las temperaturas de parafina estén correctas.</p> <p>Verificar que la tolva de palitos este llena</p>
<p>OPERACIÓN</p> <p>Llenar hojas de inspección.</p> <p>Mantener áreas limpias y ordenadas.</p>
<p>CAMBIO DE TURNO</p> <p>Se debe entregar lo siguiente:</p> <p>Máquinas limpias</p> <p>Área limpia.</p> <p>Reportes.</p>
<p>CIERRE</p> <p>Dejar la máquina limpia y libre de cualquier objeto que pueda ocasionar inconvenientes en el arranque del siguiente día.</p> <p>Revisar que quede vacía la bandeja de parafinado #2.</p> <p>Cubas y depósitos llenos.</p> <p>Verificar que la tolva de palitos quede llena</p> <p>Verificar que las líneas de transporte de forró queden vacías</p>

Fuente: instructivos de arranque, paros y cambio de turnos, Fosforera Centroamericana.

Figura 91. **Instructivo para máquina bar machine**

FOSFORERA CENTROAMERICANA																				
PROCEDIMIENTO MAQUINA BAR-MACHINE C-148																				
<p>ARRANQUE Revisar que la máquina esté libre de cualquier objeto que pueda dañarla en el arranque (estopa, basura, metal etc.) Cargar la máquina con exteriores calientes. Controlar temperatura del colero. Verificar el nivel de farmacapsula en el colero.</p>																				
<p>CAMBIO DE MARCA Informar con anticipación al momento de hacer cambio marca.</p>																				
<p>LIMPIEZA DE MAQUINA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntos de limpieza.</th> <th>30 minutos</th> <th>60 minutos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limpieza de matriz</td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Sopletear</td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Alimentacion de adhesivo</td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Disco alimentador</td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lubricar</td> <td></td> <td>x</td> </tr> </tbody> </table>			Puntos de limpieza.	30 minutos	60 minutos	Limpieza de matriz		x	Sopletear	x		Alimentacion de adhesivo	x		Disco alimentador	x		Lubricar		x
Puntos de limpieza.	30 minutos	60 minutos																		
Limpieza de matriz		x																		
Sopletear	x																			
Alimentacion de adhesivo	x																			
Disco alimentador	x																			
Lubricar		x																		
<p>CAMBIO DE TURNO Se debe entregar lo siguiente: Máquina limpia Área limpia. Depósitos de basura vacíos.</p>																				
<p>CIERRE Dejar la máquina limpia y libre de cualquier objeto que pueda ocasionar inconvenientes en el arranque del siguiente día. El colero debe quedar lleno de farmacapsula. Los depósitos de basura deben quedar vacíos. El exterior sobrante debe quedar en el cuarto de calefacción.</p>																				

Fuente: instructivos de arranque, paros y cambio de turnos, Fosforera Centroamericana.

Figura 92. **Instructivo para máquina C-90**

FOSFORERA CENTROAMERICANA			
PROCEDIMIENTO MAQUINA C-90			
ARRANQUE			
Revisar que la máquina esté libre de cualquier objeto que pueda dañarla.			
Cargar la máquina con cartón caliente.			
Agitar el recipiente del adhesivo antes de utilizarlo en los coleros.			
CAMBIO DE BOBINAS			
Se debe utilizar bobinas con el ancho correcto para la C-90.			
Hacer el empalme con una cinta de 1" (al terminarse la cinta se debe pedir una nueva a bodega de materiales siempre presentando el coreé de la que se terminó).			
LIMPIEZA			
Tiempo máximo en el cual debe hacerse cada limpieza			
	30 minutos	60 minutos	4 horas
Puntos de limpieza.			
Sistema de troquelado	X		
Sistema de cuchillas	X		
Sistema de hendido	X		
Alimentación de adhesivo	X		
Sistema de embutidores		X	
Sistema de moldes		X	
Rueda de secado.		X	
Limpieza de colero			X
CAMBIO DE TURNO			
Se debe entregar lo siguiente:			
Máquinas limpias			
Área limpia.			
Coleros limpios y con cambio de adhesivo.			
CIERRE			
Dejar la máquina limpia y libre de cualquier objeto que pueda ocasionar inconvenientes en el arranque del siguiente día.			
Los coleros deben quedar limpios y en su lugar.			
Los depósitos de basura deben quedar vacíos.			
Los sobrantes de bobina deben quedar en el cuarto de calefacción para ser utilizados al siguiente día.			

Fuente: instructivos de arranque, paros y cambio de turnos, Fosforera Centroamericana.

Figura 93. Instructivo para plantado y cierres

FOSFORERA CENTROAMERICANA		
PROCEDIMIENTO PLANTADO Y CIERRES C-148		
ARRANQUE		
Revisar que las máquinas estén libres de cualquier objeto que pueda dañarlas en el arranque (estopa, basura, metal etc.)		
Revisar zaranda y el sistema de plantado.		
Revisar sistema de descargas y cierres.		
CAMBIO DE MARCA		
Retener las descargas de los cierres hasta que se realice el cambio de marca en las dos descargas de forro.		
OPERACIÓN		
Recuperar cajitas desechadas por los cierres.		
Revisión constante de plantado y zaranda (máximo cada 10 minutos).		
Limpieza continúa del área.		
LIMPIEZA		
Tiempo maximo en el cual debe hacerse cada limpieza		
Puntos de limpieza.	30 minutos	60 minutos
Plantado		x
Sopleteado de plantado	x	
Descargas		x
Cierres		x
Salida de cierres		x
Area en general		x
CAMBIO DE TURNO		
Se debe entregar lo siguiente:		
Máquinas limpias		
Área limpia.		
Llenar reporte de desperdicios.		
CIERRE		
Dejar la máquina limpia y libre de cualquier objeto que pueda ocasionar inconvenientes en el arranque del siguiente día.		
Verificar que la tolva quede llena.		
Llenar reporte de desperdicios.		

Fuente: instructivos de arranque, paros y cambio de turnos, Fosforera Centroamericana.

Figura 94. **Instructivo para empaque**

FOSFORERA CENTROAMERICANA
PROCEDIMIENTO EMPAQUE C-121
<p>ARRANQUE DE MAQUINA Revisar que las maquinas estén libres de cualquier objeto que pueda dañarlas en el arranque (estopa, basura, metal etc.) Revisar que las calefacciones estén normalizadas (C-121, termoencogible, túnel). Cambiar código de sello.</p>
<p>CAMBIO DE MARCA Cambiar materiales de acuerdo a la necesidad (código, polipropileno, empaque, etc.).</p>
<p>OPERACIÓN EN MAQUINA Revisar que no pasen cajitas con defectos (manchadas, despegadas ,sin rasquero , palitos por fuera) Revisar que el paquete este bien formado. Revisar que la dosificación del Termoencogible sea correcta. Revisar que todos los sistemas eléctricos este funcionando correctamente. Llenar reporte de producción y eficiencias.</p>
<p>REPORTE DE ANOMALÍAS Se deben reportar de inmediato al mecánico de turno o al supervisor de turno.</p>
<p>CAMBIO DE TURNO Se debe entregar lo siguiente: Máquinas limpias Área limpia.</p>
<p>CIERRE Dejar la maquina limpia y libres de cualquier objeto que pueda ocasionar inconvenientes en el arranque del siguiente día.</p>

Fuente: instructivos de arranque, paros y cambio de turnos, Fosforera Centroamericana.

Figura 95. **Instructivo para encabezado**

FOSFORERA CENTROAMERICANA																															
PROCEDIMIENTO ENCABEZADO C-148																															
<p>ARRANQUE Revisar que la máquina esté libres de cualquier objeto que pueda dañarla en el arranque (estopa, basura, metal, pasta seca, etc.) Revisar que la cabeza y parafina estén en galga.</p>																															
<p>CAMBIO DE MARCA. Brindar apoyo en el cambio de marca al plantado y empaque C-121.</p>																															
<p>LIMPIEZA DE MAQUINA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Tiempo maximo en el cual debe hacerse cada limpieza</th> </tr> <tr> <th>Puntos de limpieza.</th> <th>15 minutos</th> <th>30 minutos</th> <th>60 minutos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mesa</td> <td></td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Carreton</td> <td></td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Guías</td> <td>x</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Revisión de visual de cabeza</td> <td></td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rev. Altura de parafinado</td> <td></td> <td>x</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Tiempo maximo en el cual debe hacerse cada limpieza				Puntos de limpieza.	15 minutos	30 minutos	60 minutos	Mesa			x	Carreton			x	Guías	x			Revisión de visual de cabeza		x		Rev. Altura de parafinado		x	
Tiempo maximo en el cual debe hacerse cada limpieza																															
Puntos de limpieza.	15 minutos	30 minutos	60 minutos																												
Mesa			x																												
Carreton			x																												
Guías	x																														
Revisión de visual de cabeza		x																													
Rev. Altura de parafinado		x																													
<p>OPERACIÓN Llenar hojas de inspección. Mantener área limpia y ordenada.</p>																															
<p>CAMBIO DE TURNO. Se debe entregar lo siguiente: Máquinas limpias Área limpia.</p>																															
<p>CIERRE. Dejar la máquina limpia y libre de cualquier objeto que pueda ocasionar inconvenientes en el arranque del siguiente día. Revisar que quede vacía la bandeja de parafinado #2. Cubas y depósitos llenos. El carretón debe quedar armado y asegurado en todos sus mecanismos. La mesa de encabezado debe quedar libre de pasta.</p>																															

Fuente: instructivos de arranque, paros y cambio de turnos, Fosforera Centroamericana.

Figura 96. **Instructivo para empaque manual**

FOSFORERA CENTROAMERICANA
PROCEDIMIENTO EMPAQUE MANUAL (C-148)
ARRANQUE DE MAQUINA. Revisar que las máquinas estén libres de cualquier objeto que pueda dañarlas en el arranque (estopa, basura, metal etc.) Revisar que las calefacciones estén normalizadas (Termoencogible, tunel). Cambiar código de sello.
CAMBIO DE MARCA. Cambiar materiales de acuerdo a la necesidad (código, empaque, etc.).
ENTARIMADO. Entarimado debe hacerse iniciando por el lado marcado en la tarima y luego se estiba en la dirección al movimiento de las agujas del reloj.
OPERACION Revisar que no pasen cajitas con defectos (manchadas, sin rasquero , palitos por fuera) Revisar que el paquete este bien formado. Revisar que la dosificación del Termoencogible sea correcta. Marcar todas las bolsas con el código del día. Revisar que el paquete de 50 este bien formado.
CAMBIO DE TURNO. Se debe entregar lo siguiente: Máquinas limpias Área limpia. Reporte de cualquier cambio en el proceso.
CIERRE. Dejar la máquina limpia y libre de cualquier objeto que pueda ocasionar inconvenientes en el arranque del siguiente día. La última tarima que se lleno debe quedar en su lugar de producción para entregar, para que no se mezcle con la del día siguiente.

Fuente: instructivos de arranque, paros y cambio de turnos, Fosforera Centroamericana.

El documento se distribuye en actividades diarias, periódicas y generales. Las actividades diarias son las que el operador realiza día a día, las actividades periódicas son las que realiza con cierta periodicidad pero no se ejecutan de manera diaria, mientras que las actividades generales no tienen periodicidad de ejecución.

Además el documento también contiene el riesgo asociado a la actividad, el equipo de protección personal que necesita para disminuir el riesgo (si es que aplica), y las habilidades y conocimientos que debe poseer para realizar la actividad. Por último pero no menos importante posee las relaciones internas y externas que debe tener para realizar su trabajo de buena manera.

Vale mencionar también que además de las actividades iniciales que el operador de alguna manera realizaba, se implementaron actividades propias del proyecto de mejora continua estas actividades. De la figura 97 a la figura 105 se presentan los roles de los puestos de trabajo.

Los roles de trabajo tienen el objetivo de identificar los puntos clave de capacitaciones en cada puesto de trabajo, así como de identificar las tareas que realizan otros puestos y de esta manera crear planes de capacitación en el puesto y en otros puestos de trabajo.

Los roles de puesto también determinan las interacciones con otros puestos de trabajo y los riesgos asociados a cada tarea, lo que también permite determinar el equipo de protección personal requerido para cada puesto de trabajo.

Figura 97. Rol del puesto de bar machine

FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.			
Puesto: Bar Machine			
Actividad	Riesgo asociado	E.P.P.	Habilidades y conocimientos
ACTIVIDADES DIARIAS			
Traer las bandejas de elementos del área de cizalla	Atropellado por montacargas		Conocimientos sobre tipos de cartón.
Medir e tamaño del elemento			Conocimientos sobre mediciones (calibres, milimétricas)
Verificar la forma del elemento			Conocimiento sobre litografía
Verificar el corte del elemento			
Dar impulsos para observar el pegado			
Traer el pegamento de la pastaría			Conocimiento sobre normas de control de calidad del adhesivo (viscosidad)
Llenar de pegamento el recipiente			
Aplicar agua al pegamento			
Activar la faja			
Activar la calefacción			
Activar la principal			
Activar la alimentación			
Colocar elementos en la torre de alimentación			Conocimientos sobre operación de maquinaria, parámetros de operación
Aplicar pegamento (a 72°)			
Monitorear que no se trabe el forro en el transporte			Conocimientos sobre lubricación (aceites, silicón, grasas y vaselina)
Limpia los platos	Posibilidad de cortarse o lastimarse	Guantes	Conocimiento sobre limpieza (procedimientos)
Limpia la matriz (con soplete y vaselina)	Inhalación de gases	Mascarilla	
Aplicar vaselina (2 veces por turno)			
Meter el pegamento en el horno			
Ajustar la temperatura del pegamento en función a la humedad			
Verificar temperatura de horno de pegamento y depósito en el arranque			Conocimientos sobre temperatura (conversiones)
Actividades diarias de implementación			
Completar la lista de chequeo de condiciones de trabajo del equipo bajo su cargo			
Tomar las acciones descritas en la lista de chequeo de condiciones de operación del equipo			
Realizar las actividades de lubricación básica del equipo bajo su cargo			
Realizar las actividades de limpieza del equipo a su cargo, siguiendo el instructivo de los			
Realizar los ajustes y reparaciones menores pertinentes según el instructivo del puesto de			
Participar en las actividades de mantenimiento, colaborando con el personal técnico con el			
Al finalizar su turno de trabajo, dejar el área ordenada y limpia según lo establecido a través del			
Cumplir con los requerimientos del programa de seguridad industrial para su puesto y área de			
Realizar las actividades necesarias para los arranques y paros de los equipos a su cargo.			
Desarrollar las actividades del puesto de trabajo, para mantener y mejorar continuamente los			
ACTIVIDADES PERIÓDICAS			
Preguntar el lunes al de cizalla que producto formar			
Limpia matriz con vaselina, el sábado	Caerse de escaleras		
Limpia con gas el transporte, el sábado			
Limpia el depósito de pegamento, el sábado			
Verificar que los cojinetes rueden, el sábado	Machucamiento de dedos	Guantes	
Actividades periódicas de implementación			
Realizar las tareas de lubricación básica programadas para el equipo a su cargo			
Participar en las actividades de mantenimiento preventivas, colaborando con el personal de			
Participar activamente en el programa de sugerencias, contribuyendo con ideas para la mejora			
Participar en actividades de orden, limpieza y seguridad para la mejora continua del Control			
Participar activamente en las reuniones de grupos operativos programadas para su área de			
ACTIVIDADES GENERALES			
Controlar el flujo de aire según se esté trabajando el material (eventualmente)			Conocimientos sobre neumática básica
Actividades generales de implementación			
Participar activamente en los programas de entrenamiento, capacitación y educación			
Realizar otras actividades asignadas por su jefe inmediato			
Relaciones internas y externas		¿Por qué necesita comunicarse con esta persona?	
Operador de cizalla	Le indica que trabajo va a poner en la máquina.		
Operador de C-90	Se colaboran cuando hay problemas en el transporte.		
Operador de los cierres	Cundo se traba el forro.		
Operador de pastaría	Para abastecerse de pegamento.		
Supervisor	Para indicar que material va a trabajar. Para indicar cambios de material Para indicar que no viene a trabajar		
Calidad	Para indicar problemas con el pegamento.		

Fuente: entrevistas a operadores y supervisores de producción.

Figura 98. Rol del puesto de C-90

FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.			
Puesto: C-90			
Actividad	Riesgo asociado	E.P.P.	Conocimientos y habilidades
ACTIVIDADES DIARIAS			
Traer 2 bobinas para cada máquina, a cada hora	Lastimarse los pies		Conocimiento para diferenciar bobinas, fuerza física
Revisar que las bobinas no estén rotas			Habilidad visual
Medir el diámetro de las bobinas			Conocimiento de medidas, uso de vernier, flexómetro
Revisar que la gaveta esté bien formada	Existe emanación de polvo		Conocimiento de cartones, y habilidad para comparar
Revisar que la gaveta esté bien pegada			Habilidades manuales
Revisar el sistema de hendedores	Posibilidad de cortaduras	Guantes	
Revisar el sistema de cuchillas (que no estén rotas)	Posibilidad de cortaduras	Guantes	Conocimiento de herramientas
Revisar el sistema de troquel	Posibilidad de cortaduras	Guantes	
Revisar el sistema de embutidores	Posibilidad de cortaduras y atascos	Guantes	
Revisar el sistema de molde	Posibilidad de cortaduras	Guantes	
Revisar la rueda dentada de secado	Posibilidad de cortaduras	Guantes	
Revisar cojinetes	Posibilidad de atrapamiento de mano		Conocimiento de funcionamiento de cojinetes
Revisar extintores			
Cambiar bobina (a cada 45 min.)			
Enhebrar la bobina (fuera de punto)			
Verificar que las cuchillas corten bien			
Verificar que el troquel corte bien			
Limpieza de embutidores (cada 30 min.)	Inhalación de gas (limpieza con gas)	Mascarilla y lentes	
Verificar que no se tape el colero			
Verificar que las fibras funcionen bien			Conocimiento sobre fibras, electrónicos
Revisar el distribuidor			
Limpieza de la corona (cada hora)	Inhalación de gas	Mascarilla y lentes	
Limpieza del colero (cada 4 horas)			
Actividades diarias de implementación			
Completar la lista de chequeo de condiciones de trabajo del equipo bajo su cargo			
Tomar las acciones descritas en la lista de chequeo de condiciones de operación del equipo cuando las condiciones no cumplan con los estándares requeridos			
Realizar las actividades de lubricación básica del equipo bajo su cargo			
Realizar las actividades de limpieza del equipo a su cargo, siguiendo el instructivo de los equipos a su cargo			
Realizar los ajustes y reparaciones menores pertinentes según el instructivo del puesto de trabajo			
Participar en las actividades de mantenimiento, colaborando con el personal técnico con el propósito de desarrollar conocimientos y habilidades para el mantenimiento autónomo			
Al finalizar su turno de trabajo, dejar el área ordenada y limpia según lo establecido a través del control visual diseñado para su área de trabajo			
Cumplir con los requerimientos del programa de seguridad industrial para su puesto y área de trabajo			
Realizar las actividades necesarias para los arranques y paros de los equipos a su cargo, siguiendo el instructivo establecido			
Desarrollar las actividades del puesto de trabajo, para mantener y mejorar continuamente los niveles de EGE de su área de trabajo			
ACTIVIDADES PERIÓDICAS			
Traer pegamento (cada 2 o cada 4 días dependiendo del tipo de turno)	Machucamiento de pies		
Actividades periódicas de implementación			
Realizar las tareas de lubricación básica programadas para el equipo a su cargo			
Participar en las actividades de mantenimiento preventivas, colaborando con el personal de mantenimiento cuando le sea requerido			
Participar activamente en el programa de sugerencias, contribuyendo con ideas para la mejora continua de su puesto y área de trabajo			
Participar en actividades de orden, limpieza y seguridad para la mejora continua del Control Visual en su puesto y área de trabajo			
Participar activamente en las reuniones de grupos operativos programadas para su área de trabajo			
ACTIVIDADES GENERALES			
Actividades generales de implementación			
Participar activamente en los programas de entrenamiento, capacitación y educación programadas para su puesto de trabajo			
Realizar otras actividades asignadas por su jefe inmediato			
Relaciones internas y externas		¿Por qué necesita comunicarse con esta persona?	
Operador Bar machine	Debido a la cercanía se colaboran mutuamente.		
Operador de plantado	Cuando va mal plantado, colabora con el operador.		
Operador de encabezado	Cuando existe mal encabezado, colabora con el operador.		
Operador de corte de cartón	Realizar pedido de bobinas.		
Supervisores	Cuando para la máquina, información de cómo van las materias primas.		
Mecánico	Cuando existen problemas mecánicos, apoyo en refacciones y comidas.		
Calidad	Por problemas de materias primas, cartón, pegamentos.		
Bodega de repuestos	Cuando realiza una solicitud de vaselina, kerosina, wipe.		

Fuente: entrevistas a operadores y supervisores de producción.

Figura 99. Rol del puesto de cizalla

FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.			
Puesto: Cizalla			
Actividad	Riesgo asociado	E.P.P.	Conocimientos y habilidades
ACTIVIDADES DIARIAS			
Traer cajones donde está la pintadora, a cada hora y media	Ser arrollado por el montacargas		Conocer de dónde se trae el material, conocer las distintas marcas que se trabajan.
Revisar que el cartón esté bien pintado	Inhalar polvillo de cartón	Mascarilla	Conocer los tipos de errores en el material, conocer como llenar la hoja de reporte
Revisar que el cartón no tenga rasquero por dentro	Inhalar polvillo de cartón	Mascarilla	Habilidad de inspección manual
Verificar que el cartón no esté doblado			Habilidad de control visual
Controlar su producción manualmente			
Revisar el elemento en función de la serigrafía			
Verificar que el corte no esté sobre la línea roja del rectángulo			Conocimiento para calibrar las uñas de la máquina
Verificar que la guía esté recta			Conocimiento para calibrar la guía
Verificar que el perfil del cartón esté pegado a la guía			
Verificar el funcionamiento de la máquina			Conocimiento general de la máquina (donde se enciende, paros de emergencia, etc.)
Apoyar en otros puestos dependiendo del supervisor			Conocimiento en otros puestos de trabajo
Actividades diarias de implementación			
Completar la lista de chequeo de condiciones de trabajo del equipo bajo su cargo			
Tomar las acciones descritas en la lista de chequeo de condiciones de operación del equipo cuando las condiciones no cumplan con los estándares requeridos			
Realizar las actividades de lubricación básica del equipo bajo su cargo			
Realizar las actividades de limpieza del equipo a su cargo, siguiendo el instructivo de los equipos a su cargo			
Realizar los ajustes y reparaciones menores pertinentes según el instructivo del puesto de trabajo			
Participar en las actividades de mantenimiento, colaborando con el personal técnico con el propósito de desarrollar conocimientos y habilidades para el mantenimiento autónomo			
Al finalizar su turno de trabajo, dejar el área ordenada y limpia según lo establecido a través del control visual diseñado para su área de trabajo			
Cumplir con los requerimientos del programa de seguridad industrial para su puesto y área de trabajo			
Realizar las actividades necesarias para los arranques y paros de los equipos a su cargo, siguiendo el instructivo establecido			
Desarrollar las actividades del puesto de trabajo, para mantener y mejorar continuamente los niveles de EGE de su área de trabajo			
ACTIVIDADES PERIÓDICAS			
Limpiar la bomba (2 veces por semana)			Conocer el proceso de limpieza de la bomba
Rociar con gas la bomba (3 veces por semana)	Inhalación de vapores	Mascarilla	Conocer el proceso para rociar la bomba sin derramar el gas
Lubricar, 2 o 3 veces por semana			Conocimiento de lubricación
Actividades periódicas de implementación			
Realizar las tareas de lubricación básica programadas para el equipo a su cargo			
Participar en las actividades de mantenimiento preventivas, colaborando con el personal de mantenimiento cuando le sea requerido			
Participar activamente en el programa de sugerencias, contribuyendo con ideas para la mejora continua de su puesto y área de trabajo			
Participar en actividades de orden, limpieza y seguridad para la mejora continua del Control Visual en su puesto y área de trabajo			
Participar activamente en las reuniones de grupos operativos programadas para su área de trabajo			
ACTIVIDADES GENERALES			
Actividades generales de implementación			
Participar activamente en los programas de entrenamiento, capacitación y educación programadas para su puesto de trabajo			
Realizar otras actividades asignadas por su jefe inmediato			
Relaciones internas y externas		¿Por qué necesita comunicarse con esta persona?	
Operario de pintadora	Abastecerse de material. Cuando el cartón está mal pintado Cuando los cartones están mal cortados		
Operario de Bar machine	Indica cuando se va a realizar un cambio de marca.		
Operario de empaque	Preguntar eventualmente si algo ha salido mal.		
Supervisor	Le indica cuando tiene que cubrir otros puestos (cartera, empaque o recuperación). Le avisa cuando se va a realizar el cambio de marca.		
Calidad	Eventualmente, para verificar el corte		
Mantenimiento	Cuando surgen problemas entre el horario. Cuando no arranca la máquina		
Almacén de repuestos	Cuando hay que cambiar las bandejas. Pedir artículos de limpieza		

Fuente: entrevistas a operadores y supervisores de producción.

Figura 100. Rol del puesto de corte de cartón

FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.			
Puesto: Corte de cartón			
Actividad	Riesgo asociado	E.P.P.	Conocimientos y habilidades
ACTIVIDADES DIARIAS			
Pedir materia prima al encargado de bodega			
Verificar que la bobina no esté lastimada	Se puede cortar con el cartón. Lastimarse los pies.		Conocimiento de tipos de cartón, y calibres
Introducir el eje en la bobina	Lastimarse los pies, si se le cae el eje.		Conocimiento de herramientas
Centrar el eje para evitar desperdicio	Se puede cortar las manos si se suelta el seguro.	Guantes	
Levantar cuchillas de corte y ponerle seguro			
Verificar que estén bien colocadas las cuchillas	Se puede cortar las manos.	Guantes	Conocimiento de funcionamiento de la máquina
Limpiar el área al finalizar de cortar una bobina	Se puede enredar con la orilla del cartón.		
Limpiar la máquina de polvo al finalizar de cortar bobina			Conocimiento sobre limpieza (procedimientos)
Actividades diarias de implementación			
Completar la lista de chequeo de condiciones de trabajo del equipo bajo su cargo			
Tomar las acciones descritas en la lista de chequeo de condiciones de operación del equipo cuando las condiciones no cumplan con los estándares requeridos			
Realizar las actividades de lubricación básica del equipo bajo su cargo			
Realizar las actividades de limpieza del equipo a su cargo, siguiendo el instructivo de los equipos a su cargo			
Realizar los ajustes y reparaciones menores pertinentes según el instructivo del puesto de trabajo			
Participar en las actividades de mantenimiento, colaborando con el personal técnico con el propósito de desarrollar conocimientos y habilidades para el mantenimiento autónomo			
Al finalizar su turno de trabajo, dejar el área ordenada y limpia según lo establecido a través del control visual diseñado para su área de trabajo			
Cumplir con los requerimientos del programa de seguridad industrial para su puesto y área de trabajo			
Realizar las actividades necesarias para los arranques y paros de los equipos a su cargo, siguiendo el instructivo establecido			
Desarrollar las actividades del puesto de trabajo, para mantener y mejorar continuamente los niveles de EGE de su área de trabajo			
ACTIVIDADES PERIÓDICAS			
Cambiar cuchillas, a cada dos meses	Se puede cortar las manos.	Guantes	
Engrasar la máquina, a cada dos días			Conocimientos sobre lubricación (aceites, silicón, grasas y vaselina)
Actividades periódicas de implementación			
Realizar las tareas de lubricación básica programadas para el equipo a su cargo			
Participar en las actividades de mantenimiento preventivas, colaborando con el personal de mantenimiento cuando le sea requerido			
Participar activamente en el programa de sugerencias, contribuyendo con ideas para la mejora continua de su puesto y área de trabajo			
Participar en actividades de orden, limpieza y seguridad para la mejora continua del Control Visual en su puesto y área de trabajo			
Participar activamente en las reuniones de grupos operativos programadas para su área de trabajo			
ACTIVIDADES GENERALES			
Actividades generales de implementación			
Participar activamente en los programas de entrenamiento, capacitación y educación programadas para su puesto de trabajo			
Realizar otras actividades asignadas por su jefe inmediato			
Relaciones internas y externas		¿Por qué necesita comunicarse con esta persona?	
Operario de C-90		Cuando el operario de c-90 necesita materia prima, este les indica el calibre del	
Operario de encabezado		Cuando realiza el relevo para refaccionar o almorzar.	
Supervisores		Cuando es necesario ir a cubrir a bodega de materia prima, el supervisor lo indica.	
Persona de bodega de materia prima		Cubrir el puesto de bodega de materia prima, cuando el encargado tiene reunión.	

Fuente: entrevistas a operadores y supervisores de producción.

Figura 101. Rol del puesto de empaque

FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.			
Puesto: Empaque			
Actividad	Riesgo asociado	E.P.P.	Habilidades y conocimientos
ACTIVIDADES DIARIAS			
Traer materia prima a cada 2 horas			Conocimiento sobre materia prima
Encendido de fósforos a cada hora			Conocimiento para encender un fósforo
Revisión de paquetes a cada hora			Conocimiento sobre la formación de paquetes
Revisar que no pase producto malo			Conocimiento de producto bueno y producto malo
Medir el tamaño del polipropileno			Conocimiento de medición
Revisar el código cada vez que saca			
Realizar tareas de recuperación de cajitas			Habilidad visual, conocimiento de parámetros de calidad
Limpieza del área y de la máquina (cada 2 horas)			Conocimiento sobre limpieza (procedimientos)
Llenar el reporte de eficiencia			Conocimiento para llenar la hoja de reporte
Revisión del transporte	Atrapamiento de dedos.		
Identificar tarimas			Conocimiento para identificar tarimas
Recuperar paquetes malos			
Tomar tiempo de paradas			Conocimiento de toma de tiempos
Marcar con código las bolsas			Conocimiento de códigos lleva
Cambio de bobinas de polipropileno y termo encogible	Machucamiento de pies.	Guantes, cinturón, botas industriales	
Pesar el desperdicio al final del turno			Conocimiento de pesado
Revisión de la máquina			
Destruir la máquina cuando se estrella un paquete	Atrapamiento de dedos.		
Actividades diarias de implementación			
Completar la lista de chequeo de condiciones de trabajo del equipo bajo su cargo			
Tomar las acciones descritas en la lista de chequeo de condiciones de operación del equipo cuando las condiciones no cumplan con los estándares requeridos			
Realizar las actividades de lubricación básica del equipo bajo su cargo			
Realizar las actividades de limpieza del equipo a su cargo, siguiendo el instructivo de los equipos a su cargo			
Realizar los ajustes y reparaciones menores pertinentes según el instructivo del puesto de trabajo			
Participar en las actividades de mantenimiento, colaborando con el personal técnico con el propósito de desarrollar conocimientos y habilidades para el mantenimiento autónomo			
Al finalizar su turno de trabajo, dejar el área ordenada y limpia según lo establecido a través del control visual diseñado para su área de trabajo			
Cumplir con los requerimientos del programa de seguridad industrial de puesto y área de trabajo			
Realizar las actividades necesarias para los arranques y paros de los equipos a su cargo, siguiendo el instructivo establecido			
Desarrollar las actividades del puesto de trabajo, para mantener y mejorar continuamente los niveles de EGE de su área de trabajo			
ACTIVIDADES PERIÓDICAS			
Limpieza general de máquina cada fin de semana			Conocimientos sobre lubricación (aceites, silicón, grasas y vaselina)
Reunión mensual para ver problemas de máquina			Conocimientos sobre la operación de la máquina, y problemas comunes
Actividades periódicas de implementación			
Realizar las tareas de lubricación básica programadas para el equipo a su cargo			
Participar en las actividades de mantenimiento preventivas, colaborando con el personal de mantenimiento cuando le sea requerido			
Participar activamente en el programa de sugerencias, contribuyendo con ideas para la mejora continua de su puesto y área de trabajo			
Participar en actividades de orden, limpieza y seguridad para la mejora continua del Control Visual en su puesto y área de trabajo			
Participar activamente en las reuniones de grupos operativos programadas para su área de trabajo			
ACTIVIDADES GENERALES			
Sellar bolsa con fecha y P10 cuando hay cambio a paquete de 10			
Llenar bandejas cada vez que se descompone la máquina de empaque			
Actividades generales de implementación			
Participar activamente en los programas de entrenamiento, capacitación y educación programadas para su puesto de trabajo			
Realizar otras actividades asignadas por su jefe inmediato			
Relaciones internas y externas		¿Por qué necesita comunicarse con esta persona?	
Operario de empaque manual	Para sellar la bolsa. Cuando sale paquete malo.		
Operario de Bar machine	Para indicarle cuando sale forro despegado o con punta.		
Operario de C-90	Para indicarle cuando sale gaveta despegada, mal formada, o manchada.		
Operario de encabezado	Para avisarle de paro, y arrancar la máquina. Para recibir bandejas de recuperación		
Supervisores	Para indicar las eficiencias. Para aclarar dudas o problemas que se presenten.		
Calidad	Cuando está mala la bobina de polipropileno. Para encender fósforos de prueba. Para revisar		
Mantenimiento	Cuando se presentan problemas en la máquina. Para realizar el cambio de teflón.		
Encargado de bodega de materia prima	Cuando no está el supervisor, para pedir bolsas y bobinas.		
Almacén de repuestos	Cuando necesita usar el código. Para pedir artículos de limpieza.		

Fuente: entrevistas a operadores y supervisores de producción.

Figura 102. Rol del puesto de empaque manual

FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.			
Puesto: Empaque manual			
Actividad	Riesgo asociado	E.P.P.	Conocimientos y habilidades
ACTIVIDADES DIARIAS			
Traer cinta adhesiva para el sello de bolsas			
Verificar que el paquete vaya bien formado			Conocimiento sobre el funcionamiento del termo encogible
Verificar que no haya paquete de 9			Conocimiento sobre las causas que originan el paquete de 9
Verificar que el paquete no vaya roto o flojo			Conocimiento de parámetros de temperatura en operación del horno
Verificar que la bolsa vaya bien sellada			
Verificar que la bolsa tenga código			Conocimiento sobre códigos (mes y día que se está produciendo)
Verificar que la bolsa esté en buenas condiciones			
Verificar el funcionamiento del transporte de entrada a termo encogible	Quemarse las manos	Guantes	
Verificar que las bolsas de la tarima vayan completos			Conocimientos sobre cómo estibar tarimas
Traer tarimas para estibar			
Actividades diarias de implementación			
Completar la lista de chequeo de condiciones de trabajo del equipo bajo su cargo			
Tomar las acciones descritas en la lista de chequeo de condiciones de operación del equipo cuando las condiciones no cumplan con los estándares requeridos			
Realizar las actividades de lubricación básica del equipo bajo su cargo			
Realizar las actividades de limpieza del equipo a su cargo, siguiendo el instructivo de los equipos a su cargo			
Realizar los ajustes y reparaciones menores pertinentes según el instructivo del puesto de trabajo			
Participar en las actividades de mantenimiento, colaborando con el personal técnico con el propósito de desarrollar conocimientos y habilidades para el mantenimiento autónomo			
Al finalizar su turno de trabajo, dejar el área ordenada y limpia según lo establecido a través del control visual diseñado para su área de trabajo			
Cumplir con los requerimientos del programa de seguridad industrial para su puesto y área de trabajo			
Realizar las actividades necesarias para los arranques y paros de los equipos a su cargo, siguiendo el instructivo establecido			
Desarrollar las actividades del puesto de trabajo, para mantener y mejorar continuamente los niveles de EGE de su área de trabajo			
ACTIVIDADES PERIÓDICAS			
Actividades periódicas de implementación			
Realizar las tareas de lubricación básica programadas para el equipo a su cargo			
Participar en las actividades de mantenimiento preventivas, colaborando con el personal de mantenimiento cuando le sea requerido			
Participar activamente en el programa de sugerencias, contribuyendo con ideas para la mejora continua de su puesto y área de trabajo			
Participar en actividades de orden, limpieza y seguridad para la mejora continua del Control Visual en su puesto y área de trabajo			
Participar activamente en las reuniones de grupos operativos programadas para su área de trabajo			
ACTIVIDADES GENERALES			
Actividades generales de implementación			
Participar activamente en los programas de entrenamiento, capacitación y educación programadas para su puesto de trabajo			
Realizar otras actividades asignadas por su jefe inmediato			
Relaciones internas y externas		¿Por qué necesita comunicarse con esta persona?	
Operador de empaque	Para avisarle cuando el paquete va mal formado. Para avisarle cuando hay algún problema.		
Supervisor	Cuando necesita materia prima.		
Calidad	Se le comunica cuando van paquetes mal formados, rotos o flojos.		
Mantenimiento	Cuando existe alguna falla o problema.		

Fuente: entrevistas a operadores y supervisores de producción.

Figura 103. Rol del puesto de encabezado

FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.			
Puesto: Mesa de encabezado			
Actividad	Riesgo asociado	E.P.P.	Conocimientos y habilidades
ACTIVIDADES DIARIAS			
Revisión de la limpieza del área (6:00)			Conocimiento sobre limpieza (procedimientos)
Verificar la calibración de la cabeza			Conocimiento sobre herramientas
Recuperación y apoyo en cierres 1 y 2			Habilidad visual, conocimiento de parámetros de calidad
Alimentación de cubas de parafina 1 y 2	Quemadura en las manos	Guantes	Conocimiento de niveles de parafina
Limpiar las guías de la mesa (a cada 30 min)	Machucamiento de dedos	Guantes	
Realizar cambio de agua (a cada 4 horas)	Agua contaminada con químicos	Guantes, gabacha	
Monitorear el tablero			Conocimiento de las funciones del tablero
Anotar tiempo y causa de paro en la máquina			Conocimiento para llenar la hoja de reporte
Limpieza de los azulejos debajo de la cadena	Meterse debajo de la mesa		
Mantener temperaturas de parafina			Conocimientos sobre temperatura (conversiones)
Alimentar mesa de encabezado			Conocimiento del funcionamiento del automático
Marcar el plantado cuando va malo			Conocimiento de la distribución de las descargas (conocimiento general de la máquina continua)
Pedir peroles de pasta con tiempo			Conocimiento de la duración del perol
Quitar el agitador del perol cuando cambia de pasta			
Lavar el carretón al finalizar el turno			Conocimiento de limpiezas especiales
Verificar que el palito lleve parafina			Conocimiento de madera y parafina
Verificar que el encabezado vaya parejo			Conocimiento sobre acciones a tomar si está mal el encabezado
Verificar el nivel de la parafina			
Verificar el nivel de pasta			
Verificar la temperatura de la pasta			
Verificar que la pasta no esté muy espesa			Conocimiento de peso específico
Verificar que la mesa esté encabezando bien			Conocimientos sobre operación de maquinaria, parámetros de operación
Actividades diarias de implementación			
Completar la lista de chequeo de condiciones de trabajo del equipo bajo su cargo			
Tomar las acciones descritas en la lista de chequeo de condiciones de operación del equipo cuando las condiciones no cumplan con los estándares requeridos			
Realizar las actividades de lubricación básica del equipo bajo su cargo			
Realizar las actividades de limpieza del equipo a su cargo, siguiendo el instructivo de los equipos a su cargo			
Realizar los ajustes y reparaciones menores pertinentes según el instructivo del puesto de trabajo			
Participar en las actividades de mantenimiento, colaborando con el personal técnico con el propósito de desarrollar conocimientos y habilidades para el mantenimiento autónomo			
Al finalizar su turno de trabajo, dejar el área ordenada y limpia según lo establecido a través del control visual diseñado para su área de trabajo			
Cumplir con los requerimientos del programa de seguridad industrial para su puesto y área de trabajo			
Realizar las actividades necesarias para los arranques y paros de los equipos a su cargo, siguiendo el instructivo establecido			
Desarrollar las actividades del puesto de trabajo, para mantener y mejorar continuamente los niveles de EGE de su área de trabajo			
ACTIVIDADES PERIÓDICAS			
Lubricar las partes inferiores de la mesa hidráulica			Conocimientos sobre lubricación (aceites, silicón, grasas y vaselina)
Traer parafina de bodega, 3 veces por semana	Lastimarse los pies		
Pedir grasa para defensa de pasta, a cada 2 días			
Pedir grasa transparente para las guías, a cada 2 días			
Realizar limpieza, cada fin de semana			
Limpieza profunda, a cada semana			
Actividades periódicas de implementación			
Realizar las tareas de lubricación básica programadas para el equipo a su cargo			
Participar en las actividades de mantenimiento preventivas, colaborando con el personal de mantenimiento cuando le sea requerido			
Participar activamente en el programa de sugerencias, contribuyendo con ideas para la mejora continua de su puesto y área de trabajo			
Participar en actividades de orden, limpieza y seguridad para la mejora continua del Control Visual en su puesto y área de trabajo			
Participar activamente en las reuniones de grupos operativos programadas para su área de trabajo			
ACTIVIDADES GENERALES			
Actividades generales de implementación			
Participar activamente en los programas de entrenamiento, capacitación y educación programadas para su puesto de trabajo			
Realizar otras actividades asignadas por su jefe inmediato			
Relaciones internas y externas		¿Por qué necesita comunicarse con esta persona?	
Operario de plantado		Cuando está mal encabezado. Para marcar plantado malo. Para realizar cambio de agua. Para avisar que va a ir a pedir pasta e ir al baño.	
Operario de empaque		Para entregar las bandejas de recuperación. Cuando le avisa de un paro	
Operario de corte de cartón		Cuando realiza relevos para comer.	
Supervisores		Para relevar. Para realizar recuperación.	
Calidad		Cuando está mal encabezado.	
Mantenimiento		Cuando la máquina necesita ajustes.	
Bodega		Cuando necesita materia prima.	

Fuente: entrevistas a operadores y supervisores de producción.

Figura 104. Rol de puesto de pintadora

FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.			
Puesto: Pintadora C-92			
Actividad	Riesgo asociado	E.P.P.	Conocimientos y habilidades
ACTIVIDADES DIARIAS			
Verificar los contadores de pliego			Conocimiento de ubicación y funcionamiento de los contadores
Verificar si el cartón está bien pintado			Conocimiento de litografía
Verificar si el rasquero está bien pintado			Habilidad visual
Verificar que estén bien las marcas			
Verificar espesor de rasquero con calibrador			Conocimiento de medición (calibres, milimétricas)
Traer el aparato pintador del taller			
Encender la máquina			Conocimiento del funcionamiento de la máquina y la ubicación del encendido y paros de emergencia
Encender los motores de calefacción			Conocimiento sobre procesos de autorización de rasquero
Traer rasquero de la pastaría			
Llenar la olla de rasquero	Riesgo por traer la olla llena y el sistema de carga es manual	Guantes	
Encender la bomba peristáltica			
Colocar el cartón en la tarima de la máquina (en el lado correcto)	Levantar cargas pesadas Lastimarse los pies	Cinturón	Conocimiento sobre parámetros de calidad de los pliegos
Limpiar el aparato hendedor (a cada hora)	Atrapamiento de mano	Guantes	Conocimiento sobre limpieza (procedimientos)
Centrar el cartón cuando está cayendo cuando se cambia de marca	Majarse los dedos con los pliegos	Guantes	Conocimiento sobre uso de herramienta
Sacar la basura que sobra del corte (a cada hora)			
Colocar tablas a cada 25 minutos en el cajón			
Cambiar el cajón (a cada hora y media)			
Colocar el aparato pintador	Lastimarse los pies	Botas industriales	
Calibrar el aparato pintador y el cartón			Conocimiento sobre verificación de calibración
Actividades diarias de implementación			
Completar la lista de chequeo de condiciones de trabajo del equipo bajo su cargo			
Tomar las acciones descritas en la lista de chequeo de condiciones de operación del equipo cuando las condiciones no cumplan con los estándares requeridos			
Realizar las actividades de lubricación básica del equipo bajo su cargo			
Realizar las actividades de limpieza del equipo a su cargo, siguiendo el instructivo de los equipos a su cargo			
Realizar los ajustes y reparaciones menores pertinentes según el instructivo del puesto de trabajo			
Participar en las actividades de mantenimiento, colaborando con el personal técnico con el propósito de desarrollar conocimientos y habilidades para el mantenimiento autónomo			
Al finalizar su turno de trabajo, dejar el área ordenada y limpia según lo establecido a través del control visual diseñado para su área de trabajo			
Cumplir con los requerimientos del programa de seguridad industrial para su puesto y área de trabajo			
Realizar las actividades necesarias para los arranques y paros de los equipos a su cargo, siguiendo el instructivo establecido			
Desarrollar las actividades del puesto de trabajo, para mantener y mejorar continuamente los niveles de EGE de su área de trabajo			
ACTIVIDADES PERIÓDICAS			
Limpieza de duelas o varillas	2 veces al mes		
Limpieza de estructura de máquina,	2 veces al año		
Revisión de toda la cadena,	1 vez al año		
Pedir wype en bodega,	semanalmente		
Pedir aceite en bodega,	2 veces al mes		
Limpieza profunda de ollas y depósito de rasquero,	1 vez a la semana		
Pedir espátulas,	1 vez al año		
Actividades periódicas de implementación			
Realizar las tareas de lubricación básica programadas para el equipo a su cargo			
Participar en las actividades de mantenimiento preventivas, colaborando con el personal de mantenimiento cuando le sea requerido			
Participar activamente en el programa de sugerencias, contribuyendo con ideas para la mejora continua de su puesto y área de trabajo			
Participar en actividades de orden, limpieza y seguridad para la mejora continua del Control Visual en su puesto y área de trabajo			
Participar activamente en las reuniones de grupos operativos programadas para su área de trabajo			
ACTIVIDADES GENERALES			
Pedir ácido y esponjas cuando para alguna máquina y los cajones estén llenos			
Comunicar a calidad sobre resultado en corridas de prueba			
Actividades generales de implementación			
Participar activamente en los programas de entrenamiento, capacitación y educación programadas para su puesto de trabajo			
Realizar otras actividades asignadas por su jefe inmediato			
Relaciones internas y externas		¿Por qué necesita comunicarse con esta persona?	
Operario de cizalla		Para verificar que su producción esté en buenas condiciones y que no se encuentre muy	
Operario de Bar machine		Con el operario de bar machine para verificar que el material no se esté partiendo, además	
Operario de pastaría		Abastecerse de rasquero.	
Supervisores		Para informar cuando no hay suficiente material pintado y no puede realizar el relevo, además cuando hay cambios de un producto a otro.	
Mantenimiento		Cuando surgen problemas mecánicos entre el horario.	
Encargado de bodega de materia prima		Para pedir producto en su área, o para realizar un cambio de producto.	
Calidad		Cuando el espesor de rasquero está fuera de estándar.	
Almacén de repuestos		Pedir equipos de producción y artículos de limpieza.	

Fuente: entrevistas a operadores y supervisores de producción.

Figura 105. Rol de puesto de plantado

FOSFORERA CENTROAMERICANA S.A.			
Puesto: Plantado			
Actividad	Riesgo asociado	E.P.P.	Conocimientos y habilidades
ACTIVIDADES DIARIAS			
Verificar en la zaranda que haya palito			Habilidad visual
Controlar líneas de forro y gaveta			
Verificar que el plantado esté bien (marcarlo cuando viene ralo)			
Verificar la cadena de transporte de gaveta			Conocimiento del funcionamiento de la máquina continua
Verificar las descargas			Habilidad visual y conocimiento para comparar
Verificar que el fósforo esté bien encabezado			Conocimiento de la ubicación de las agujas
Limpiar las agujas			
Limpiar el plantado			
Barrer el área			
Limpiar duelas			
Contar cajitas			
Echar la basura en los toneles			
Entarimar las cajas que salen a granel			Conocimiento de las distintas marcas que se producen
Realizar tareas de recuperación			
Recuperar palito de zaranda			
Limpiar depósito de palito	Inhalación de polvo	Mascarilla	Conocimiento sobre limpieza (procedimientos)
Limpiar los cierres	Atrapamiento de manos	Guantes	
Limpiar la cadena de cierres	Atrapamiento de manos	Guantes	
Destrabar los cierres	Atrapamiento de manos	Guantes	
Actividades diarias de implementación			
Completar la lista de chequeo de condiciones de trabajo del equipo bajo su cargo			
Tomar las acciones descritas en la lista de chequeo de condiciones de operación del equipo cuando las condiciones no cumplan con los estándares requeridos			
Realizar las actividades de lubricación básica del equipo bajo su cargo			
Realizar las actividades de limpieza del equipo a su cargo, siguiendo el instructivo de los equipos a su cargo			
Realizar los ajustes y reparaciones menores pertinentes según el instructivo del puesto de trabajo			
Participar en las actividades de mantenimiento, colaborando con el personal técnico con el propósito de desarrollar conocimientos y habilidades para el mantenimiento autónomo			
Al finalizar su turno de trabajo, dejar el área ordenada y limpia según lo establecido a través del control visual diseñado para su área de trabajo			
Cumplir con los requerimientos del programa de seguridad industrial para su puesto y área de trabajo			
Realizar las actividades necesarias para los arranques y paros de los equipos a su cargo, siguiendo el instructivo establecido			
Desarrollar las actividades del puesto de trabajo, para mantener y mejorar continuamente los niveles de EGE de su área de trabajo			
ACTIVIDADES PERIÓDICAS			
Encender extractor para jalar polvo (lunes)			
Limpiar el depósito y debajo de la máquina	Inhalación de polvo	Mascarilla	
Limpieza de bandejas donde cae aceite (semanalmente)			
Plantar cada principio de semana			
Limpiar los focos (semanalmente)			
Limpieza profunda donde hay grasa (semanalmente)			Conocimientos sobre lubricación (aceites, silicón, grasas y vaselina)
Actividades periódicas de implementación			
Realizar las tareas de lubricación básica programadas para el equipo a su cargo			
Participar en las actividades de mantenimiento preventivas, colaborando con el personal de mantenimiento cuando le sea requerido			
Participar activamente en el programa de sugerencias, contribuyendo con ideas para la mejora continua de su puesto y área de trabajo			
Participar en actividades de orden, limpieza y seguridad para la mejora continua del Control Visual en su puesto y área de trabajo			
Participar activamente en las reuniones de grupos operativos programadas para su área de trabajo			
ACTIVIDADES GENERALES			
Actividades generales de implementación			
Participar activamente en los programas de entrenamiento, capacitación y educación programadas para su puesto de trabajo			
Realizar otras actividades asignadas por su jefe inmediato			
Relaciones internas y externas		¿Por qué necesita comunicarse con esta persona?	
Operarios de área palito	Cuando el palito va largo, o fuera de sección. Cuando la tolva se queda vacía.		
Operario de encabezado	Cuando se marca la parte donde va palito sin cabeza, con cabeza grande o pequeña, o cuando hay pedazos sin plantar.		
Operario de empaque	Cuando se llenan las líneas le tienen que avisar que para el empaque, para que parar la máquina continua.		
Operario de Bar machine	Cuando se quedan las líneas sin forro.		
Operario de C-90	Cuando se quedan las líneas sin gaveta.		
Mantenimiento	Cuando hay problemas en el plantado, cierres o descargas.		
Persona de la limpieza	Cuando necesita ser relevado.		

Fuente: entrevistas a operadores y supervisores de producción.

A medida que se vaya avanzando las actividades de implementación serán integradas a las actividades diarias, periódicas o generales según sea la frecuencia de ejecución pero por el momento para conocimiento del personal administrativo y operativo aún se mantienen separadas.

4.1.1. Matrices generadas de los roles de puestos

De los roles de cada puesto se obtuvieron habilidades y conocimientos que hay que reforzar a través de una serie de temas que se les debe brindar a los trabajadores para que puedan ser mejores en el puesto de trabajo, para que aprendan otros puestos de trabajo o sencillamente sean mejores personas.

4.1.1.1. Matriz de entrenamiento

Se refiere a todos los conocimientos y habilidades necesarias para desempeñar de buena manera el puesto de trabajo, es decir que el operador sea un experto, como ejemplo de temas que se pueden implementar en esta matriz, están los siguientes:

- Conocimientos de maquinaria y equipos
- Arranques y paros
- Limpieza y lubricación

A continuación se presenta la figura 106, en la cual se presenta la matriz de entrenamiento que contiene los cursos o temas que serán impartidos para cada puesto de trabajo.

Figura 106. **Matriz de entrenamiento**

FOSFORERA CENTROAMERICANA									
DESARROLLO DE PERSONAL									
Cursos	MATRIZ DE ENTRENAMIENTO								
	Puestos								
	BAR MACHINE	C-90	CIZALLA	CORTE DE CARTÓN	EMPAQUE	EMPAQUE MANUAL	MESA DE ENCABEZADO	PINTADORA	PLANTADO
Lubricación básica	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Control de calidad en cartones	X	X	X	X				X	
Limpieza de maquinaria	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Litografía básica	X	X	X					X	
Instrumentos de medición y su uso	X	X	X	X	X		X	X	X
Conocimiento del proceso de adhesivos	X	X							
Temperatura y conversiones	X				X	X	X		
Neumática básica	X								
Rodamientos y su funcionamiento	X	X	X	X	X			X	X
Funcionamiento de fibras electrónicas	X	X			X				X
Funcionamiento de máquina	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Problemas comunes en la maquinaria	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Diferenciación entre producto bueno y malo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Parámetros de calidad de la materia prima y/o materiales	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Propiedades físicas en líquidos (peso específico, densidad, etc.)		X					X		
Procedimientos adecuados para estibar				X		X			X
Procedimientos de abastecimiento de material	X	X	X	X	X	X	X	X	
Procedimiento seguro de manejo de materiales		X		X	X	X	X	X	
Documentación	X	X	X	X	X		X	X	X
Codificación					X	X			
Limpieza del área	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: roles de puestos de trabajo.

4.1.1.2. **Matriz de capacitación**

La matriz de capacitación se refiere a todos los conocimientos y habilidades para ocupar otros puestos de trabajo, es decir que con esta matriz se fomenta crear personal con multi habilidades para operar varios puestos de trabajo según las necesidades de la producción, los ejemplos más comunes en los que se necesita la multi habilidad son los siguientes:

- Relevos
- Tiempos de comida
- Vacaciones
- Permisos

La capacitación brinda flexibilidad en la operación y desarrolla respeto y colaboración entre el personal. A continuación se presenta la figura 107 matriz de capacitación que indica el porcentaje de conocimiento que posee cada operador en los puestos de trabajo.

Figura 107. **Matriz de capacitación**

FOSFORERA CENTROAMERICANA										
DESARROLLO DE PERSONAL										
MATRIZ DE CAPACITACIÓN										
		BAR MACHINE	C-90	CIZALLA	CORTE DE CARTÓN	EMPAQUE	EMPAQUE MANUAL	MESA DE ENCABEZADO	PINTADORA	PLANTADO
BAR MACHINE	Operador turno 1	X	10%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%
	Operador turno 2	X	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
C-90	Operador turno 1	80%	X	100%	0%	0%	40%	0%	0%	25%
	Operador turno 2	40%	X	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
CIZALLA	Operador turno 1	0%	60%	X	0%	0%	50%	0%	0%	0%
	Operador turno 2	0%	0%	X	0%	0%	50%	0%	0%	0%
CORTE DE CARTÓN	Operador único	0%	50%	0%	X	0%	0%	80%	0%	50%
EMPAQUE	Operador turno 1	0%	0%	80%	0%	X	80%	40%	0%	30%
	Operador turno 2	0%	0%	0%	0%	X	80%	0%	0%	20%
EMPAQUE MANUAL	Operador turno 1	0%	0%	0%	0%	15%	X	0%	0%	20%
	Operador turno 2	0%	0%	0%	0%	15%	X	0%	0%	10%
MESA DE ENCABEZADO	Operador turno 1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	X	0%	20%
	Operador turno 2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	X	0%	25%
PINTADORA	Operador turno 1	60%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	X	20%
	Operador turno 2	80%	0%	90%	0%	0%	60%	0%	X	0%
PLANTADO	Operador turno 1	0%	0%	0%	0%	0%	80%	20%	0%	X
	Operador turno 2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	0%	X
SUPLENTE	Operador suplente	80%	50%	80%	100%	0%	50%	70%	100%	50%

Fuente: entrevistas a supervisores de producción.

Para el proceso de capacitación se partió de la certificación de los operadores en el puesto de trabajo al que pertenecen, para la certificación se inicia dándoles a conocer los roles del puesto a cada operador para luego verificar que sepan realizar todas las actividades del rol de su puesto excepto las actividades de implementación.

Luego se les brinda la capacitación en los puestos que el operador tenga más elevados sus conocimientos creando de esta manera las multi habilidades.

4.1.1.3. Matriz de educación

La matriz de educación se refiere a los conocimientos y habilidades que una persona debe poseer para ser un mejor trabajador, sin importar el puesto que ocupe, es decir que esta matriz está orientada a que un trabajador sea mejor persona, y se aplican temas humanos y de interés general en la empresa.

En esta parte se tocan temas como:

- Filosofía de la empresa
- Seguridad e higiene industrial
- Análisis y solución de problemas
- Matemáticas
- Comunicación

A continuación se presenta la figura 108, que muestra la matriz de educación para que el personal de la planta converja con los ideales, valores y objetivos de la empresa.

Figura 108. **Matriz de educación**

FOSFORERA CENTROAMERICANA									
DESARROLLO DE PERSONAL									
Cursos	MATRIZ DE ENTRENAMIENTO								
	Puestos								
	BAR MACHINE	C-90	CIZALLA	CORTE DE CARTÓN	EMPAQUE	EMPAQUE MANUAL	MESA DE ENCABEZADO	PINTADORA	PLANTADO
Filosofía de la empresa (Misión, visión, y valores)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Comunicación	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Trabajo en equipo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ética y valores	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Relaciones interpersonales	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Seguridad industrial	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Uso de equipo de protección personal	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo de extinguidores	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Primeros auxilios	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo de materiales peligrosos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
T.P.M.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Grupos operativos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tipos de herramientas y su manejo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análisis y solución de problemas	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Orden y limpieza	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lubricación básica	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mecánica básica	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Electricidad básica	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento autónomo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aseguramiento de calidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calidad en la fuente	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Salud e higiene personal	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: entrevista con recursos humanos y asistencia técnica.

4.1.2. Implementación del sistema de entrenamiento, educación y capacitación

La autorización por parte de gerencia de planta fue de impartir un tema de manera semanal, para lo cual se distribuyeron los temas intercalando la matriz de entrenamiento y la matriz de educación, por la cantidad de temas y el contenido de estos, fueron divididos para ser impartidos por parte de los departamentos de mantenimiento, producción, almacén de materia prima, calidad, recursos humanos, y seguridad industrial.

A continuación se presenta la figura 109, que contiene la programación de los temas para cumplirlos antes de finalizar el año de implementación.

Figura 109. Programación de cursos de entrenamiento y educación

FOSFORERA CENTROAMERICANA																	
PLANIFICACIÓN DE LA FASE DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA																	
DESARROLLO DE PERSONAL																	
TEMAS	PROGRAMACIÓN DE DESARROLLO DE PERSONAL PARA EL AÑO 2010																
	18/01 al 23/01	25/01 al 30/01	1/02 al 6/02	8/02 al 13/02	15/02 al 20/02	22/02 al 27/02	1/03 al 6/03	8/03 al 13/03	15/03 al 20/03	22/03 al 27/03	29/03 al 3/04	5/04 al 10/04	12/04 al 17/04	19/04 al 24/04	26/04 al 1/05	3/05 al 8/05	10/05 al 15/05
Productividad total	■																
Control visual	■	■															
Grupos operativos			■														
Limpieza del área				■													
Filosofía de la empresa					■												
Limpieza de maquinaria						■											
Ética y valores							■										
Funcionamiento de la maquina								■									
Trabajo en equipo									■								
Problemas comunes en la maquinaria										■							
Comunicación											■						
Diferencia entre producto bueno y malo												■					
Calidad en la fuente													■				
Parámetros de calidad de materia prima														■			
Aseguramiento de calidad															■		
Lubricación básica																■	
	17/05 al 22/05	24/05 al 29/05	31/05 al 5/06	7/06 al 12/06	14/06 al 19/06	21/06 al 26/06	28/06 al 3/07	5/07 al 10/07									
Seguridad industrial	■																
Control de calidad en cartones		■															
Manejo de materiales peligrosos			■														
Instrumentos de medición y su uso				■													
Uso de equipo de protección personal					■												
Rodamientos y su funcionamiento						■											
Manejo de extinguidores							■										
Procedimientos de abastecimiento de material								■									
	12/07 al 17/07	19/07 al 24/07	26/7 al 31/07	2/08 al 7/08	9/08 al 14/08	16/08 al 21/08	23/08 al 28/08	30/8 al 4/09	6/09 al 11/09	13/09 al 18/09	20/09 al 25/09	27/9 al 2/10	4/10 al 9/10	11/10 al 16/10	18/10 al 23/10	25/10 a 30/10	al 6/11
Primeros auxilios	■																
Procedimiento seguro de manejo de materiales		■															
Relaciones interpersonales			■														
Documentación				■													
Normas del área de trabajo (parte legal)					■												
Análisis y solución de problemas						■											
Litografía básica							■										
Orden y limpieza								■									
Conocimiento del proceso de adhesivos									■								
Salud e higiene personal										■							
Temperatura y conversiones											■						
Tipos de herramientas y su manejo												■					
Neumática básica													■				
Funcionamiento de fibras electrónicas														■			
Mecánica básica															■		
Propiedades físicas en líquidos (densidad, peso específico, etc.)																■	
	8/11 al 13/11	15/11 al 20/11	22/11 al 27/11	29/11 al 04/12													
Electricidad básica	■																
Procedimientos adecuados para estibar		■															
Mantenimiento autónomo			■														
Codificación				■													

Fuente: matriz de entrenamiento y matriz de educación.

4.2. Clima Organizacional

El Clima Organizacional es un fenómeno interviniente que media entre los factores del sistema organizacional y las tendencias motivacionales que se traducen en un comportamiento que tiene consecuencias sobre la organización en aspectos como productividad, satisfacción, rotación, etc.

A fin de comprender mejor el concepto de Clima Organizacional es necesario resaltar los siguientes elementos:

- Clima se refiere a las características del medio ambiente de trabajo
- Estas características son percibidas directa o indirectamente por los trabajadores que se desempeñan en ese medio ambiente.
- Tiene repercusiones en el comportamiento laboral
- Es una variable interviniente que media entre los factores del sistema organizacional y el comportamiento individual.
- Estas características de la organización son relativamente permanentes en el tiempo, se diferencian de una organización a otra y de una sección a otra dentro de una misma empresa.
- Junto con las estructuras y características organizacionales y los individuos que la componen, forman un sistema interdependiente altamente dinámico.

Las percepciones y respuestas que abarcan el Clima Organizacional se originan en una gran variedad de factores:

- Factores de liderazgo y prácticas de dirección
- Factores relacionados con el sistema formal y la estructura de la organización.
- Factores del sistema de comunicaciones, relaciones de dependencia, promociones, remuneraciones, etc.
- Las consecuencias del comportamiento en el trabajo.

En resumen, el clima organizacional es un factor importante que afecta directamente la productividad de una empresa.

4.2.1. Aspectos de la encuesta de clima organizacional

Antes de entrar en materia de la encuesta de clima organizacional, es importante definir los aspectos que serán evaluados en la encuesta.

4.2.1.1. Trabajo en equipo

El trabajo en equipo se refiere a la serie de estrategias, procedimientos y metodologías que utiliza un grupo humano para lograr las metas propuestas. Con este aspecto se pretende verificar si existe trabajo en equipo bajo la perspectiva de los trabajadores.

4.2.1.2. Desarrollo de personal

Es una herramienta importante dentro de la organización que los gerentes emplean para aumentar la participación del empleado dentro de esta de manera más directa, ya que cuando el trabajador es adiestrado por la empresa esta

estará contribuyendo a su desarrollo profesional, ganándose así su confianza e identidad con la misma, lo cual hará que el trabajador contribuya a su vez en el crecimiento de la empresa.

4.2.1.3. Delegación y empoderamiento

La delegación es un aspecto que abarca la confianza que los jefes tienen a sus subordinados para realizar tareas sin supervisión brindándoles el poder de analizar y ejecutar acciones para solucionar problemas.

En esta parte, se pretende evaluar el sentimiento de los trabajadores hacia los aspectos de delegación y empoderamiento.

4.2.1.4. Identificación

La identificación es un sentimiento fuerte de pertenencia con algo, es decir que aquí se verifica el sentimiento de pertenencia con la línea que pertenecen los trabajadores, con el grupo de trabajo, y con la propia empresa.

4.2.1.5. Liderazgo y jefatura

En este aspecto se pretende lograr obtener la percepción que los trabajadores tienen acerca de la forma en que se desempeñan sus jefes.

4.2.1.6. Comunicación

La comunicación es un factor de suma importancia para lograr alcanzar las metas de un equipo de trabajo, por esta importancia en este aspecto se

pretende verificar si existe comunicación en el grupo de trabajo, no solamente hablando de los propios trabajadores sino con también con los jefes.

4.2.1.7. Relaciones internas y externas

Debido a la cantidad de horas que pasan las personas en el trabajo, es esencial averiguar cómo se encuentran las relaciones que poseen con sus compañeros de trabajo no solamente en el departamento al que pertenecen sino también con los otros departamentos.

4.2.2. Encuesta de Clima Organizacional

En la encuesta de clima organizacional se abarcan los temas antes mencionados en el capítulo 4.2.1, se crearon las preguntas con el fin de generar ideas que mejoren este aspecto del ambiente de trabajo.

De la figura 103 a la figura 109, se muestran las preguntas que se formularon para la encuesta de clima organizacional, cubriendo cada una los aspectos antes vistos.

4.2.3. Resultados obtenidos de la encuesta de Clima Organizacional

De la tabla XXXIV a la tabla XL que se presentan a continuación, se pueden observar los resultados obtenidos en la encuesta.

Tabla XXXIV. **Resultados de trabajo en equipo**

1. ¿Cuando una máquina se detiene los demás compañeros colaboran para re establecer la máquina?	
Siempre	11.11%
Casi siempre	16.67%
De vez en cuando	61.11%
Nunca	11.11%
2. ¿Cree que son importantes las reuniones de plan de gestión que se ejecutan mensualmente?	
SI	88.89%
NO	11.11%
¿Cada cuanto se debieran realizar reuniones?	
Semanal	33.33%
Quincenal	33.33%
Mensual	33.33%
Anual	0.00%
¿Ayudan a resolver problemas?	
Siempre	22.22%
Casi siempre	44.45%
De vez en cuando	33.33%
Nunca	0.00%
3. ¿Cuáles cree usted que son los beneficios del trabajo en equipo marque 3 que a su criterio son las más importantes?	
Eficiencia	24.07%
Comunicación	22.22%
Facilitar el trabajo	14.81%
Logro de metas	12.96%
Mejor ambiente de trabajo	20.37%
Estabilidad laboral	5.55%
4. ¿Considera que existe armonía y confianza entre el personal del área para trabajo en equipo?	
SI	38.89%
NO	61.11%
5. ¿Considera que en su área de trabajo existe trabajo en equipo?	
Mucho	5.55%
Suficiente	5.55%
Poco	72.23%
Nada	16.67%

Fuente: encuesta de Clima Organizacional.

Tabla XXXV. **Resultados de desarrollo de personal**

1. ¿Cómo considera la capacitación brindada por la empresa en equipo y maquina en su área de trabajo?	
Muy buena	11.11%
Buena	22.22%
Mala	55.56%
Muy mala	11.11%
2. ¿Cómo calificaría el sistema actual de inducción?	
Muy bueno	0.00%
Bueno	50.00%
Malo	50.00%
Muy malo	0.00%
3. ¿Existe un programa por parte de la empresa para preparar antes de desempeñar otros puestos?	
SI	16.67%
NO	83.33%
4. ¿Existe oportunidad de ascenso a otros puestos en su área de trabajo?	
SI	27.78%
NO	72.22%
5. ¿De los siguientes temas, cuales consideraría prioritarios para mejorar el desempeño en su área de trabajo, marque 4?	
Conocimiento de materia prima y materiales	13.89%
Funcionamiento de maquinaria y equipos	16.67%
Seguridad industrial	12.50%
Trabajo en equipo	12.50%
Comunicación	13.89%
Metas y objetivos del área	4.17%
Estándares de calidad	5.55%
Capacitación en otros puestos	9.72%
Atribuciones y responsabilidades del puesto	11.11%
6. ¿Considera que sus compañeros de trabajo tienen los conocimientos, experiencia y capacidad necesarios para enseñar a otros su puesto de trabajo?	
Mucho	11.11%
Suficiente	50.00%
Poco	33.33%
Nada	5.56%

Fuente: encuesta de Clima Organizacional.

Tabla XXXVI. **Resultados de identificación**

1. ¿Qué tanto le gusta el puesto de trabajo que ocupa actualmente en C-148?	
Mucho	33.33%
Suficiente	50.00%
Poco	16.67%
Nada	0.00%
2. ¿Le gustaría ocupar un puesto de otra área de la planta?	
SI	55.56%
NO	38.88%
Nulo	5.56%
¿Si su respuesta es si, en cuál?	
KL-2	10.00%
Palitos	20.00%
Pastería	0.00%
Carterita	0.00%
Mantenimiento	30.00%
Calidad	0.00%
Bodega	30.00%
Nulo	10.00%
3. ¿Preferiría pertenecer al grupo del otro turno de trabajo?	
SI	22.22%
NO	77.78%
4. ¿Cuando fuera de la empresa escucha comentarios sobre nuestros productos (buenos o malos), nos importa?	
Siempre	61.11%
Casi siempre	16.67%
De vez en cuando	16.67%
Nunca	5.55%
5. ¿Cómo considera su área de trabajo en relación con las demás?	
Muy buena	5.56%
Buena	72.22%
Mala	16.67%
Muy mala	5.56%

Fuente: encuesta de Clima Organizacional.

Tabla XXXVII. **Resultado de delegación**

1. ¿Dentro del sistema se nos permite tomar decisiones para evitar que el proceso no se detenga?	
Siempre	11.11%
Casi siempre	0.00%
De vez en cuando	33.34%
Nunca	61.11%
2. ¿Cuando alguien toma una decisión y esta no fue la correcta se puede informar con seguridad confianza?	
Siempre	16.67%
Casi siempre	27.78%
De vez en cuando	5.55%
Nunca	50.00%
3. ¿Cómo evaluaría la confianza que tienen sus compañeros para tomar decisiones en el área de trabajo?	
Mucho	5.55%
Suficiente	0.00%
Poco	72.22%
Nada	22.22%
4. ¿El ambiente de trabajo es adecuado para aportar ideas para beneficio del proceso?	
SI	27.78%
NO	72.22%
5. Cuando sus compañeros toman decisiones en el área de trabajo, ¿Se responsabiliza por los resultados?	
Siempre	0.00%
Casi siempre	27.78%
De vez en cuando	27.78%
Nunca	44.44%

Fuente: encuesta de Clima Organizacional.

Tabla XXXVIII. **Resultados de liderazgo y jefatura**

1. ¿De las siguientes, cuales considera que deben ser las 3 características más importantes de un líder para el área C-148?	
Respetuoso	24.07%
Responsable	14.81%
Educado	12.97%
Enseña	5.55%
Apoya	11.11%
Razonable	1.85%
Motivador	12.97%
Disciplinado	3.70%
Que dé el ejemplo	12.97%
2. ¿Considera que su jefe actúa de forma objetiva y sin preferencias hacia personas específicas?	
SI	27.78%
NO	72.22%
3. ¿El supervisor/jefe inmediato, le presta la atención y apoyo a lo que ocurre en el área de trabajo durante el turno?	
Siempre	0.00%
Casi siempre	11.11%
De vez en cuando	61.11%
Nunca	27.78%
4. ¿Cómo considera que su jefe inmediato aplica la disciplina?	
Muy estricto	33.33%
Estricto	16.67%
Tolerante	22.22%
Muy tolerante	27.78%
5. ¿El supervisor predica con el ejemplo en el área de trabajo?	
Siempre	11.11%
Casi siempre	5.56%
De vez en cuando	38.89%
Nunca	44.44%

Fuente: encuesta de Clima Organizacional.

Tabla XXXIX. **Resultados de comunicación**

1. ¿Recibe retroalimentación de su desempeño en el puesto de trabajo por parte de?
Jefe inmediato Siempre 5.56% Casi siempre 5.56% De vez en cuando 38.88% Nunca 50%
Compañeros de trabajo Siempre 11.11%, Casi siempre 22.22%, De vez en cuando 50.00%, Nunca 16.67%
Personal de mantenimiento Siempre 0%, Casi siempre 16.67%, De vez en cuando 33.33%, Nunca 50%
Aseguramiento de calidad Siempre 5.56%, Casi siempre 22.22%, De vez en cuando 33.33%, Nunca 38.89%
2. ¿Le comunican claramente las metas y objetivos del área de trabajo?
Eficiencia Siempre 33.33%, Casi siempre 11.11%, De vez en cuando 16.67%, Nunca 33.33%, Nula 5.56%
Seguridad Siempre 11.11%, Casi siempre 27.78%, De vez en cuando 33.33%, Nunca 37.78%
Calidad Siempre 22.22%, Casi siempre 16.67%, De vez en cuando 38.89%, Nunca 22.22%
3. ¿Se le comunican los cambios de procedimientos, horarios y marcas?
Siempre 22.22%, Casi siempre 11.12%, De vez en cuando 33.33%, Nunca 33.33%
4. ¿Cómo calificaría la comunicación actualmente con?
Sus compañeros de trabajo Muy buena 0%, Buena 83.33%, Mala 11.11%, Muy mala 5.56%
Sus jefes inmediatos Muy buena 0%, Buena 27.78%, Mala 44.44%, Muy mala 27.78%
Mantenimiento Muy buena 0%, Buena 50%, Mala 22.22%, Muy mala 27.78%
Aseguramiento de calidad Muy buena 11.11%, Buena 50%, Mala 16.67%, Muy mala 16.67%, Nula 5.55%
5. Cuando inicia su turno, ¿le comunican lo ocurrido en el turno anterior?
Siempre 44.44%, Casi siempre 27.78%, De vez en cuando 16.67%, Nunca 11.11%
6. Cuando se le presenta algún problema en el área de trabajo
¿Sabe a quién dirigirse? SI 72.22%, NO 27.78%
¿Le brindan el apoyo solicitado? Siempre 11.11%, Casi siempre 5.56%, De vez en cuando 44.44%, Nunca 38.89%

Fuente: encuesta de Clima Organizacional.

Tabla XL. **Resultados de relaciones internas y externas**

1. ¿Existe una relación de confianza y respeto con?	
Jefes inmediatos	
SI	16.67%
NO	83.33%
Compañeros de trabajo	
SI	61.11%
NO	38.89%
2. ¿Cómo califica la relación de trabajo del área con otros departamentos?	
Mantenimiento	
Muy buena 50%, Buena 33.33%, Mala 11.11%, Muy mala 5.56%	
Calidad	
Muy buena 16.67%, Buena 55.55%, Mala 16.67%, Muy mala 11.11%	
Bodega de producto terminado	
Muy buena 16.67%, Buena 38.89%, Mala 33.33%, Muy mala 11.11%	
Almacén de materia prima	
Muy buena 5.56%, Buena 61.11%, Mala 27.77%, Muy mala 5.56%	
Recursos humanos	
Muy buena 11.11%, Buena 44.44%, Mala 38.89%, Muy mala 5.56%	
Gerencia de producción	
Muy buena 5.56%, Buena 38.88%, Mala 44.44%, Muy mala 5.56%, Nula 5.56%	
3. ¿Se fomentan actividades que ayuden a mejorar las relaciones entre los departamentos?	
Siempre 0%, Casi siempre 0%, De vez en cuando 66.67%, Nunca 33.33%	
4. ¿Con que frecuencia se presentan situaciones conflictivas entre sus compañeros de trabajo?	
Siempre 11.11% Casi siempre 5.55% De vez en cuando 66.67% Nunca 16.67%	
5. En general, ¿Cómo se siente en las relaciones de trabajo que tiene en su área de trabajo?	
Muy bien 5.56%, Bien 88.88%, Mal 5.56%, Muy mal 0%	

Fuente: encuesta de Clima Organizacional.

CONCLUSIONES

1. Elevar la productividad de una empresa, en este caso la planta de producción de fósforos, no es una tarea de poco tiempo, sino que es mas bien un trabajo continuo que permita ir eliminando día a día los desperdicios en el proceso, los tiempos de paro y que con esto se logren aprovechar los recursos que se involucran en el proceso. El trabajo realizado en la planta brinda las herramientas necesarias para la mejora continua, aunque al principio solo se logró ver la estabilidad de las operaciones por medio del indicador de efectividad global de los equipos.
2. La maquinaria que opera en la planta es muy antigua, es por ello que los procesos que utiliza son mecánicos y requieren que los operadores estén atentos para evitar atrancos en los mecanismos, por lo que es importante utilizar sistemas de automatización que eviten estos eventos, tal es el caso de la utilización de fibras ópticas.
3. Debido a que las mejoras que se presentaron para cada una de las máquinas no se realizaron, no se puede cuantificar la ayuda que pueden brindar para elevar la disponibilidad de la maquinaria y equipo.
4. Las listas de chequeo que fueron orientadas al personal operativo permitieron identificar futuros problemas que se pudieron dar en tiempos de operación, lo que provocó que se adelantaran los trabajos y estos se convirtieran de una posible falla a una rutina preventiva, logrando un notable aumento en la disponibilidad, ahora bien las rutinas

de mantenimiento preventivo orientadas al personal técnico generaron que las máquinas no fallaran aunque estos trabajos se hacen más notorios, cuando estas tareas se realizan por segunda o tercera vez consecutiva, lo que no se pudo observar debido al corto tiempo en comparación con la periodicidad de algunas rutinas.

5. Cuando se inició a medir la efectividad global del equipo se tenía la impresión de que la eficiencia de la línea se encontraba mal debido a los paros continuos de la máquina, aunque los primeros resultados que se obtuvieron mostraron que los paros eran la segunda causa de la baja efectividad de las líneas, siendo el primer problema, y el más grave, el desperdicio, lo que provocó que se iniciaran acciones correctivas contra este problema, aunque en mayor parte de éste fue repetidamente desajustes en las máquinas.
6. Con la implementación del concepto de control visual en el área de trabajo, se inició la generación de la cultura de mantener limpias y ordenadas todas las áreas, aunque al principio se generó mucha renuencia del personal puesto que es un cambio de pensamiento, pese a esto con el transcurrir del tiempo y con la ayuda de las auditorías la nueva cultura para ellos fue haciendo efecto, logrando de esta manera que los operadores encontraran sus utensilios de trabajo en su lugar y no perdieran tiempo en buscarlos, además se generó un sentimiento de pertenencia hacia sus puestos, lo que se tradujo en un personal motivado y productivo.
7. La implementación del control visual permitió determinar y reducir drásticamente la cantidad de desperdicio en cada área de trabajo, ya que la delimitación de recipientes creó conciencia en el personal para

controlar los desperdicios en cada puesto de trabajo. Cada operador ahora conoce los niveles normales y avisa cuando tiene problemas en su puesto de trabajo.

8. Con la creación de los roles de cada uno de los puestos de trabajo, los operadores fueron aclarados de las atribuciones que tiene cada uno respecto a su puesto, y generaron también la posibilidad de incrementar sus habilidades y conocimientos a partir de la implementación de cursos que les brindaban esa oportunidad de desarrollo, lo que inició en la creación de personal más capacitado y eficiente en los ya mencionados puestos.
9. De las auditorías que se realizaron con respecto a los riesgos presentes en la planta, se generaron medidas de prevención de accidentes por medio de mecanismos como guardas para riesgos mecánicos, sistemas aislantes para riesgos eléctricos, o rótulos para prevenir caídas o resbalones en áreas resbalosas o mojadas para riesgos de saneamiento o riesgos físicos, aunque con estas medidas solamente se disminuyeron los riesgos puesto que estos aún se encuentran presentes, lo que se pudo complementar con charlas sobre actos inseguros y condiciones inseguras que les hicieron conciencia para realizar sus operaciones de forma segura.

RECOMENDACIONES

1. Orientar y enfatizar los esfuerzos del personal de mantenimiento en el desarrollo de actividades para el mantenimiento preventivo, y evolucionar rápidamente hacia el mantenimiento predictivo para elevar la disponibilidad de la maquinaria y equipo existente en la planta.
2. Implementar proyectos de rediseño en las maquinarias que permitan satisfacer la creciente demanda de producción de la planta.
3. Informar al personal de forma inmediata el estatus de los indicadores para tomar acciones correctivas y de mejoramiento y por consiguiente aumentar la productividad de la planta.
4. Crear en el personal una cultura de trabajo con calidad, permitiendo que el Departamento de Calidad funja exclusivamente como la parte de aseguramiento de esta.
5. Desarrollar las habilidades administrativas de la supervisión para generar un mejor ambiente laboral.
6. Crear reuniones con el personal operativo que permitan escuchar los problemas que suceden en las líneas y escuchar las soluciones que plantean ellos.
7. Implementar un sistema de sugerencias para los trabajadores que ayuden a la mejora continua.

8. Desarrollar o adquirir un software que permita la administración de las tareas de mantenimiento, permita controles de los inventarios de herramientas, repuestos y materiales de la bodega de repuestos.

9. Implementar un sistema en el almacén de repuestos que permita llevar un control de las personas que prestan herramientas, y que los obligue a regresarlas en cuanto les termine de servir.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Calderas o generadores de vapor.* Catálogo [en línea]: de la biblioteca <<http://html.rincondelvago.com/calderas-o-generadores-de-vapor.html>> [Consulta: 1 de agosto de 2009].
2. *¿Cómo prevenir golpes de ariete en las tuberías de vapor?* Catálogo [en línea]: de la biblioteca <<http://www.seditesa.es/download/pdf/Ht7.pdf>> [Consulta: 8 de agosto de 2009].
3. *Control visual.* Catálogo [en línea] <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ul31E0v3_a0J:etitudela.com/downloads/402presentacioncontrolvisual.doc+control+visual&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=gt> [Consulta: 18 de noviembre de 2009]
4. *El control de deficiencia: La productividad.* Catálogo [en línea]: de la biblioteca. <http://html.rincondelvago.com/control-de-deficiencia_la-productividad.html> [Consulta: 10 de septiembre de 2009].
5. *Gestión total de la productividad.* Catálogo [en línea]: de la biblioteca. <<http://www.monografias.com/trabajos24/gestion-productividad/gestion-productividad.shtml>> [Consulta: 12 de octubre de 2009].

6. *Manómetros.* Catálogo [en línea]: de la biblioteca <<http://www.monografias.com/trabajos15/manometros/manometros.shtml>> [Consulta: 9 de enero de 2010].
7. *Mantenimiento productivo total.* Catálogo [en línea]: de la biblioteca. <http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total> [Consulta: 10 de septiembre de 2009].
8. *Neumática.* Catálogo [en línea]: de la biblioteca. <<http://es.wikipedia.org/wiki/Neum%C3%A1tica>> [Consulta: 16 de agosto de 2009].
9. *Termocupla.* Catálogo [en línea]: de la biblioteca <<http://www.slideshare.net/blacksaturn/termocupla>> [Consulta: 10 de enero de 2010].