



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

**ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA EL ÁREA DE
EMPAQUES FLEXIBLES EN LA EMPRESA PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES S.A.**

Boanerges Ricardo Molina Cinto

Asesorado por la Inga. Sigríd Alitza Calderón de León

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA EL ÁREA DE
EMPAQUES FLEXIBLES EN LA EMPRESA PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BOANERGES RICARDO MOLINA CINTO

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

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

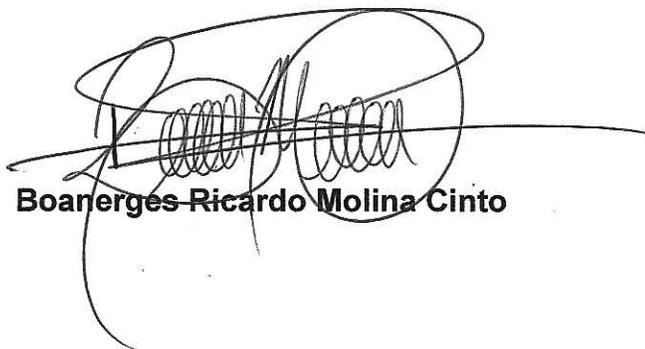
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de de León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

**ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA EL ÁREA DE
EMPAQUES FLEXIBLES EN LA EMPRESA PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 11 octubre de 2011.



Boanerges Ricardo Molina Cinto



Guatemala, 06 de mayo de 2013.
REF.EPS.DOC.531.05.13.

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

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, **Boanerges Ricardo Molina Cinto**, Carné No. **200611531** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA EL ÁREA DE EMPAQUES FLEXIBLES EN LA EMPRESA PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES 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



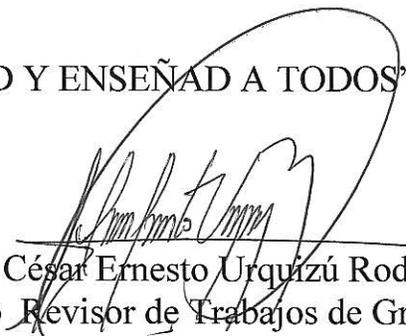
SACdL/ra



REF.REV.EMI.084.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA EL ÁREA DE EMPAQUES FLEXIBLES EN LA EMPRESA PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Boanerges Ricardo Molina Cinto**, 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 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.188.013

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 **ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA EL ÁREA DE EMPAQUES FLEXIBLES EN LA EMPRESA PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Boanerges Ricardo Molina Cinto**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, julio de 2013.

/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: **ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA EL ÁREA DE EMPAQUES FLEXIBLES EN LA EMPRESA PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Bonerges Ricardo Molina Cinto**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en funciones

Guatemala, julio de 2013



/cc

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Facultad de Ingeniería	Por haberme desarrollado como un profesional exitoso en la vida y ser un ejemplo en la sociedad, todo esto para el desarrollo de nuestro país.
Unidad de EPS	Por permitir mi desarrollo dentro de una organización con el Ejercicio Profesional Supervisado, el cual nos brinda las oportunidades necesarias para la implementación de todos los conocimientos técnicos y científicos en el campo de la ingeniería.
Plásticos Agro Industriales S.A.	Por abrir las puertas de su organización para que yo pudiera desarrollarme como un profesional en el ramo de la ingeniería en el ámbito del control de calidad.
Asesor	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León, por el apoyo brindado durante todo el ejercicio profesional y su dedicación en la realización de mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA PLÁSTICOS	
AGROINDUSTRIALES S.A.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Plásticos AgroIndustriales S.A	1
1.2. Misión y Visión de la organización.....	2
1.2.1. Visión	2
1.2.2. Misión	3
1.3. Servicios que presta la organización	3
1.4. Estructura organizacional	3
1.4.1. Organización de la empresa	4
1.4.2. Organigrama	4
1.5. Ubicación actual de la organización	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PROPUESTA	
DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE CALIDAD	7
2.1. Diagnóstico de la situación actual	7
2.1.1. Diagrama Ishikawa	7
2.1.1.1. Análisis del Diagrama Ishikawa.....	8

2.1.2.	Herramienta FODA	9
2.1.2.1.	Análisis del FODA	12
2.1.3.	Estrategias a seguir	15
2.2.	Situación actual	15
2.2.1.	Estándares de calidad	17
2.2.1.1.	Variación en el calibre de la película	17
2.2.1.2.	Variación en el tamaño de bolsa	18
2.2.1.3.	Resistencia del sellado de bolsa	18
2.2.2.	Problemática de no calidad.....	19
2.2.2.1.	Reproceso	20
2.2.2.2.	Deficiencia en la producción.....	21
2.2.2.3.	Utilización del recurso humano	21
2.2.3.	Costos de no calidad	22
2.2.3.1.	Costos por fallas internas	22
2.2.3.2.	Costos por fallas externas	23
2.2.4.	Proceso actual	25
2.2.4.1.	Proceso de extrusión	25
2.2.4.1.1.	Proceso de mezclado	25
2.2.4.1.2.	Proceso de extrusión	25
2.2.4.2.	Proceso de conversión	26
2.2.4.2.1.	Proceso de corte	26
2.2.4.2.2.	Proceso de enfardado	27
2.2.4.3.	Diagramas de proceso	27
2.2.4.3.1.	Diagrama de flujo del proceso extrusión	28
2.2.4.3.2.	Diagrama de flujo del proceso conversión	42
2.2.5.	Diseño de los productos.....	45

	2.2.5.1.	Diseño del producto popular	45
	2.2.5.2.	Diseño del producto industrial	45
2.2.6.		Control de calidad.....	46
	2.2.6.1.	Cartas de control extrusión.....	46
	2.2.6.2.	Cartas de control conversión.....	48
2.3.		Propuesta de mejora: creación de un Departamento de Control de Calidad.....	48
2.3.1.		Manuales de organización y funciones	48
	2.3.1.1.	Manual de funciones para la jefatura de calidad	49
	2.3.1.2.	Manual de funciones para el analista de calidad	57
2.3.2.		Instructivos.....	65
	2.3.2.1.	Instructivo para el analista de calidad.....	65
2.3.3.		Herramientas estadísticas para el control de calidad.....	78
	2.3.3.1.	Estimación de confianza	78
	2.3.3.2.	Tamaño de muestra.....	79
	2.3.3.3.	Plan de muestreo simple	80
	2.3.3.4.	Curva Característica de Operación (CO).....	81
	2.3.3.5.	Gráficos de control	84
		2.3.3.5.1. Gráficos de Promedio (X)	85
		2.3.3.5.2. Gráficos para la Desviación (S)	89
	2.3.3.6.	Calidad Seis Sigma (6σ).....	91
2.3.4.		Costos de implantación de la nueva unidad	93

2.3.5.	Evaluación de costos por calidad	94
2.3.5.1.	Costos de evaluación	94
2.3.5.2.	Costos de prevención	95
2.3.6.	Flujogramas propuestos para las Áreas de Extrusión y Conversión.....	96
2.3.6.1.	Diagramas de flujo del proceso extrusión	97
2.3.6.2.	Diagramas de flujo del proceso conversión	110
2.3.7.	Control del proceso	114
2.3.7.1.	Formatos de control	114
2.3.7.1.1.	Formato de control para extrusión	114
2.3.7.1.2.	Formato de control conversión	116
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	119
3.1.	Situación actual	119
3.1.1.	Descripción de la maquinaria	120
3.1.1.1.	Extrusores	120
3.1.1.2.	Cortadoras.....	120
3.1.2.	Consumo energético de la maquinaria	120
3.1.3.	Potencia teórica de la maquinaria	121
3.1.4.	Problemática general de la maquinaria	122
3.1.4.1.	Extrusores	122
3.1.4.2.	Cortadoras.....	122
3.2.	Propuesta de mejora: programa de mantenimiento preventivo y Producción más Limpia.....	122

3.2.1.	Potencia real de los motores eléctricos	123
3.2.2.	Determinación de la eficiencia energética de la maquinaria.....	124
3.2.2.1.	Eficiencia en cada motor.....	125
3.2.3.	Mantenimiento preventivo de la maquinaria	126
3.2.3.1.	Programa de mantenimiento.....	127
3.2.3.1.1.	Ficha de verificación (<i>checklist</i>).....	129
3.2.3.2.	Manual de mantenimiento preventivo para la maquinaria	132
3.2.4.	Plan de ahorro energético.....	162
3.2.4.1.	Indicadores.....	164
3.2.4.2.	Medidas para la reducción del consumo energético en toda la maquinaria y equipo.....	165
3.2.4.3.	Ahorro total estimado.....	168
4.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. PLAN DE CAPACITACIONES.....	169
4.1.	Plan de capacitaciones según necesidades	169
4.2.	Programa de capacitaciones.....	172
4.2.1.	Inducción de ahorro energético para una Producción más Limpia	174
4.2.2.	Presentación final de resultados sobre el Plan de Gestión de Calidad	175
4.2.3.	Presentación del nuevo departamento y los estándares de calidad para cada área.....	176
4.2.4.	Presentación sobre Buenas Prácticas de Manufactura.....	176

4.2.5.	Presentación sobre seguridad industrial	177
4.3.	Evaluación final.....	178
CONCLUSIONES		181
RECOMENDACIONES		183
BIBLIOGRAFÍA.....		185
APÉNDICES		187
ANEXOS		189

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama organizacional para el Área de Empaques Flexibles	5
2.	Ubicación actual de Plásticos AgroIndustriales S.A	6
3.	Diagrama Ishikawa para el Área de Empaques Flexibles	9
4.	Matriz de estrategias FODA para la empresa Plásticos AgroIndustriales S.A	13
5.	Gráfico de producciones mensuales para el Área de Empaques Flexibles	20
6.	Diagrama de flujo del proceso actual para el extrusor FE-01.....	29
7.	Diagrama de flujo del proceso actual para el extrusor FE-02.....	33
8.	Diagrama de flujo del proceso actual para el extrusor FE-03.....	37
9.	Diagrama de flujo del proceso actual para conversión	42
10.	Carta de control actual para el Área de Extrusión	47
11.	Manual de organización y funciones para el puesto jefatura de calidad	50
12.	Manual de organización y funciones analista de calidad flexibles	58
13.	Instructivo del métodos de trabajo para el analista de calidad empaques flexibles	66
14.	Estimación del tamaño de muestra	80
15.	Datos para la Curva Característica de Operación (CO)	83
16.	Curva Característica de Operación.....	84
17.	Gráfico de control para el promedio en el extrusor FE-01.....	87
18.	Gráfico de control para el promedio en el extrusor FE-02	88

19.	Gráfico de control para la desviación estándar en el extrusor FE-01	90
20.	Gráfico de control para la desviación estándar en el extrusor FE-02.....	91
21.	Metodología Seis Sigma	92
22.	Diagrama de flujo del proceso mejorado para el extrusor FE-01	98
23.	Diagrama de flujo del proceso mejorado para el extrusor FE-02	102
24.	Diagrama de flujo del proceso mejorado para el extrusor FE-03	106
25.	Diagrama de flujo del proceso mejorado para el Área de Conversión	111
26.	Formato de control para el Área de Extrusión	115
27.	Hoja de control para el Área de Conversión.....	116
28.	Programa de mantenimiento para el extrusor FE-01	128
29.	Colocación en la maquinaria del programa de mantenimiento preventivo	129
30.	<i>Checklist</i> para extrusores	130
31.	Manual de mantenimiento preventivo para el Área de Extrusión Empaques Flexibles.....	133
32.	Plan de ahorro energético para el Área de Empaques Flexibles	162
33.	Ciclo para el ahorro energético en la organización	166
34.	Colocación de letreros cerca de los equipos para la concientización en el ahorro de consumo energético	167
35.	Colocación de letreros cerca de los equipos para la concientización en el ahorro de consumo energético	167
36.	Plan de capacitaciones para la empresa Plásticos Agro Industriales S.A	170
37.	Programa de capacitaciones para el Área de Empaques Flexibles ...	172
38.	Capacitación sobre mantenimiento preventivo en la maquinaria, realizada por una empresa proveedora de equipo industrial.....	175

39.	Presentación sobre Buenas Prácticas de Manufactura en la empresa Plásticos AgroIndustriales S.A	177
40.	Presentación sobre seguridad industrial en la empresa Plásticos AgroIndustriales S.A	178
41.	Gráfico comparativo del consumo energético para la implementación del plan de ahorro para el Área de Empaques Flexibles	179

TABLAS

I.	Cantidad de devoluciones realizadas en dos mil once	16
II.	Cantidad de tiempo mensual utilizado por paros en la maquinaria	16
III.	Producto retenido por no conformidades en el diseño	17
IV.	Tiempo promedio utilizado en reproceso	21
V.	Costos internos por no calidad para el Área de Empaques Flexibles	23
VI.	Costos externos por no calidad para el Área de Empaques Flexibles	24
VII.	Estimación de An según la cantidad de muestras seleccionadas....	86
VIII.	Muestra de calibres para el extrusor FE-01	86
IX.	Muestra de calibres para el extrusor FE-02	88
X.	Costos de implementación del Departamento de Calidad.....	93
XI.	Costos de evaluación de la calidad para el Área de Empaques Flexibles	94
XII.	Costos de prevención de la calidad para el Área de Empaques Flexibles	95
XIII.	Determinación de la potencia eléctrica en los motores de la maquinaria	121

XIV.	Determinación de la potencia eléctrica en la maquinaria	124
XV.	Valores típicos de eficiencia en motores eléctricos actuales	125
XVI.	Indicadores energéticos para el Área de Empaques Flexibles.....	164
XVII.	Cálculo del ahorro estimado en cada motor	166
XVIII.	Valores del ahorro total estimado	168

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hp	Caballos de fuerza
Co	Curva de operación
S	Desviación estándar
HDPE	High Density Polietilene (polietileno alta densidad)
Kw	Kilovatios
LCC	Límite de control central
LCI	Límite de control inferior
LCS	Límite de control superior
LDPE	Low Density Polietilene (polietileno baja densidad)
X	Media de medias
mls	Milésimas de pulgada
PP	Polipropilene (polipropileno)
Pa	Probabilidad de aceptación
P	Proporción de unidades defectuosas
n	Tamaño de muestra
6σ	Seis sigma

GLOSARIO

Agroindustrial	Actividad económica que comprende la producción, industrialización y comercialización de productos agrarios pecuarios, forestales y biológicos. Esta rama de industrias se divide en dos categorías, alimentaria y no alimentaria.
Atribución	Son los actos que debe ejercer el empleado, sus facultades y responsabilidades dentro del puesto de trabajo.
Calibre	Es la medida del espesor de algún artículo, normalmente especificado en 0.00001" (cienmilésimas de pulgada).
Coadyuvando	Contribuir o ayudar en la realización de algo o en el logro de alguna cosa.
Colaboradores	Persona que colabora en la realización o realizada una tarea en común con varias personas.

Control de Calidad	Es el proceso de evaluación continua del desempeño de los productos y procesos en un sistema, con la finalidad de que se alcancen los estándares establecidos y prever cualquier anomalía dentro del sistema.
Criterio	Regla o norma conforme a la cual se establece un juicio o se toma una determinación. Opinión, juicio o decisión que se adopta sobre una cosa.
Densidad	Es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia. Es la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa.
Desperdicio	Residuo, desecho de algo, basura, restos que no se pueden aprovechar.
Diámetro	Ancho de un círculo, cilindro o esfera.
Eficiencia	Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.
Insuflado	Introducir, a soplos o inyectados, un gas, un vapor o una sustancia dentro de una cavidad u órgano.
Insumo	Concepto económico que permite nombrar a un bien que se emplea en la producción de otros

	bienes, puede utilizarse como sinónimo de materia prima o factor de producción.
Lote	Conjunto de cosas que tienen características comunes y que se agrupan con un fin determinado.
Muestra	Es una parte o una porción de un producto que permite conocer la calidad del mismo.
No Conformidad	Es el incumplimiento de un requisito, incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado.
Parámetro	Un parámetro es un dato que es tomado como necesario para analizar o valorar una situación. A partir del parámetro, una determinada circunstancia puede entenderse o situarse en perspectiva.
Polioléfina	Todo aquel polímero obtenido mediante la polimerización de olefinas.
Premisa	Afirmación o idea probada que se da como cierta y que sirve de base a un razonamiento o una discusión.
Presión	Es la magnitud que relaciona la fuerza con la superficie sobre la que actúa.

Rafia	La rafia es una fibra tenaz y gruesa, usada en la industria del cordado y de artículo de tejido, como materia prima en sustitución del yute.
Rebobinar	Desenrollar una película o material delgado de una bobina y enrollarla en otra.
Responsabilidad	Es la toma de decisiones conscientemente y acepta las consecuencias de sus actos, dispuesto a rendir cuenta de ellos.
Universo	Describe a varios individuos o piezas que poseen uno o más rasgos que se toman en consideración.
Variabilidad	Son cambios inevitables que modifican el proceso (ya sean pequeños o casi imperceptibles).

RESUMEN

Un Plan de Gestión de la Calidad para el Área de Empaques Flexibles en la empresa Plásticos Agro Industriales S.A., tiene como finalidad la mejora de los procesos productivos en las Áreas de Extrusión y Conversión para el aseguramiento de las especificaciones en los productos.

El plan de gestión describe los pasos que se deben tomar para una adecuada implementación y su posterior implantación dentro de la organización como lo son; iniciando con los antecedentes generales y toda la estructura organizacional con la que cuenta actualmente.

El análisis situacional dentro de la organización es uno de los puntos más importantes a realizar debido a que se contemplan las herramientas FODA y Diagrama de Ishikawa, las cuales ayudan en la planeación y en la estratificación de todos los puntos a considerar para el establecimiento del plan de gestión de la calidad.

Otro punto importante es la descripción de toda la situación actual, procesos, documentación, costos incurridos, especificaciones, controles, etc. Todo lo concerniente para la oportuna toma de decisiones estableciendo las prioridades para la gestión y así poder establecer una propuesta de mejora en todos los puntos que presenten conflicto siguiendo la planeación desarrollada.

Como en toda fase de investigación se debe describir puntualmente la situación en la cual se encuentra el equipo, las características, su consumo eléctrico actual y la problemática generada con la finalidad de encontrar una

solución óptima a todas estas características. Proporcionando un plan de mejora con base en una Producción más Limpia, tema que actualmente está adquiriendo relevancia en ámbito social debido a una conciencia ecológica.

Por último la forma de transmitir toda esta información deberá realizarse de la manera más adecuada a todos los grupos involucrados en la implementación del plan de gestión de calidad, con base en reuniones, charlas y capacitaciones, que son los métodos más adecuados para su transmisión y entendimiento. A cada grupo se le deberá transmitir la información necesaria de modo correcto y para todo ella se deberá de contar con un plan y programa de capacitaciones utilizando las herramientas tecnológicas adecuadas y que actualmente se encuentran disponibles.

OBJETIVOS

General

Establecer el plan de gestión de calidad para el Área de Empaques Flexibles, utilizando todas las herramientas de ingeniería en el control de procesos y de calidad para los distintos productos elaborados.

Específicos

1. Proponer la creación del Departamento de Control de Calidad para los procesos y productos elaborados en la organización.
2. Establecer las herramientas de ingeniería necesarias para el control de la calidad de los productos.
3. Elaborar los diagramas de procesos, para cada una de las áreas de producción en empaques flexibles.
4. Realizar los manuales de cada uno de los puestos para el nuevo Departamento del Control de Calidad.
5. Crear un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo de la planta.
6. Crear un plan de ahorro energético en la planta para el equipo y la luminaria.

7. Crear un plan de capacitación sobre el mantenimiento preventivo y Producción más Limpia de acuerdo a las necesidades de la planta.

INTRODUCCIÓN

Plásticos AgroIndustriales S.A., es una compañía dedicada a la fabricación de productos plásticos iniciando sus operaciones en 1993, la cual ha ido desarrollándose en el ámbito comercial debido a su aceptación en el mercado nacional y extranjero, como una de las mejores empresas productoras de bolsas plásticas.

Debido a las tendencias de cambio que han ocurrido actualmente en los mercados nacionales e internacionales se ha presentado la necesidad del perfeccionamiento y estandarización de los productos para cumplir con las expectativas de los clientes, y un plan de gestión para la calidad juega un papel muy importante en el logro de esos objetivos propuestos por la organización.

Primero se debe realizar un análisis situacional de la organización, para conocer todas las especificaciones del producto, sus respectivos procesos, materias primas, recurso humano utilizado y toda la maquinaria necesaria para llevar a cabo la transformación de los polímeros en producto final.

El Plan de Gestión para la Calidad en el Área de Empaques Flexibles se basa en la identificación de toda la problemática relacionada con los procesos productivos, mejorándolos y aplicándolos para su adecuada implantación. Incluyendo también los diferentes métodos o herramientas estadísticas de control, los cuales brindan certeza y confiabilidad en el proceso de control de la calidad, previniendo y eliminando las no conformidades del proceso.

El tema de Producción más Limpia hoy en día está ganando bastante auge debido a la conciencia ecológica social, esto se puede ver reflejado en la disminución del consumo eléctrico en los distintos procesos poniendo en práctica algunos útiles consejos para el ahorro y prevención.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES S.A.

1.1. Antecedentes

Es la información general de la empresa donde se describen sus inicios y datos históricos que ayudan a conocer el tipo de organización y su función dentro de la sociedad.

1.1.1. Plásticos AgroIndustriales S.A.

Plásticos AgroIndustriales S.A. es una empresa guatemalteca fabricante de productos derivados de materia prima (poli-olefinas), que inicia sus operaciones en la ciudad de Guatemala, zona 8 de Mixco durante 1993, contando en sus inicios únicamente con 6 trabajadores, elaborando los productos de conitos por docena y tela de lluvia también por docena.

En 1997 expande sus operaciones fuera de las fronteras nacionales introduciéndose al mercado centroamericano con los productos de sogas artesanal y agrícola en material PP (polipropileno), para satisfacer la demanda en los distintos mercados locales.

En 2001 expande sus operaciones en la fabricación de bolsas en HDPE (Polietileno de Alta Densidad) populares para el mercado local, contando únicamente con una planta de producción que en el 2004 debido al crecimiento de la producción se divide a dos plantas de producción una específica para la producción de PP Rafia y la otra para todo tipo de

empaques flexibles.

En la actualidad Plásticos AgroIndustriales S.A., es una empresa sólida en los mercados artesanales, agrícolas, comerciales e industriales, locales y centroamericanos, con un 25% de su producción en los mercados centroamericanos, un 40% de participación en el mercado nacional de sogas y un 8% en los mercados de bolsa popular e industrial. Generando empleo a más de 120 personas actualmente con una visión de crecimiento para el beneficio de la sociedad y el país.

La empresa Plásticos AgroIndustriales S.A., ofrece los productos de Sogas Agrícolas, Sogas Artesanales, Lazos, Conito Docena, Bolsa Popular e Industrial, Redecilla y Tela Lluvia. Teniendo como expectativas en el futuro del mercado de los plásticos el crecimiento y la diversificación de productos del mismo giro, con un enfoque que favorezca al medio ambiente manejando el concepto de que el plástico es reciclable por lo que dentro de algunos productos se utilizan materiales reciclados.

1.2. Misión y Visión de la organización

A continuación se describe la visión y misión creadas para establecer todas las acciones organizacionales.

1.2.1. Visión

“Nos proyectamos como una empresa innovadora que busca cumplir con las expectativas de calidad de nuestros clientes, proporcionando soluciones de amarre y empaque”.¹

¹ Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

1.2.2. Misión

“Somos un equipo que valoramos el trabajo que realizamos, dedicados a solucionar problemas de amarre y empaque de la agroindustria, el comercio y sector artesanal, protegiendo, facilitando, y asegurando las actividades de nuestros clientes a través de la transformación de poli-olefinas en productos plásticos, coadyuvando al desarrollo de nuestro país”.²

1.3. Servicios que presta la organización

Plásticos AgroIndustriales S.A., es una empresa comercial de plásticos para la industria y la agroindustria, produciendo para estos mercados, diversos productos según sus necesidades. Para el sector agroindustrial ofrece rollos de sogas rendidora, rollos de 4 cintas, rollos de sogas tomatero, rollos de sogas bananero, bultos de madeja, docenas de conito y rollos de lazo en las presentaciones de 5mm, 1/4”, 3/8”, 7/16”, 1/2” y 3/4”. Para el sector industrial ofrece diversidad de productos en bolsa popular económica y paisa, bolsa kristal, bolsa de gabacha, bolsa para basura, bolsas industriales, bolsas termo-incogibles, bolsas impresas, docenas de tela lluvia, bobinas de plástico para usos agroindustriales y rollos de redecilla en diversidad de colores.

1.4. Estructura organizacional

La estructura organizacional en Plásticos AgroIndustriales S.A., es de tipo funcional con líneas de comunicación ascendentes verticales, donde las decisiones son tomadas en los niveles jerárquicos superiores, debido a que se encuentran bien definidas las todas las áreas organizacionales.

² Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

1.4.1. Organización de la empresa

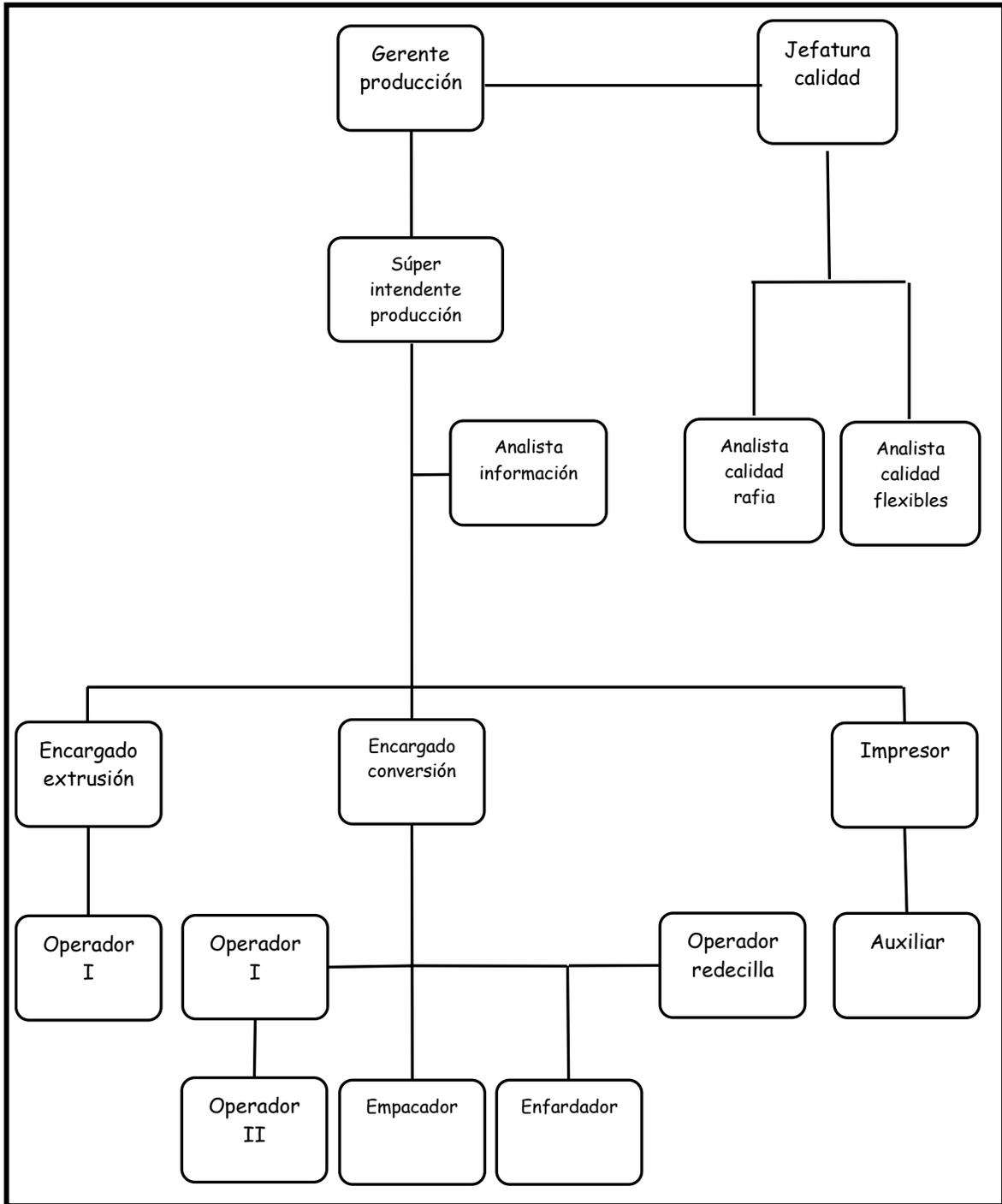
El tipo de organización con que cuenta la empresa Plásticos AgroIndustriales S.A., es de tipo funcional porque los empleados son agrupados con base en las funciones que desempeñan dentro de la organización, en las siguientes áreas:

- Administración
- Ventas
- Producción
- Bodegas

1.4.2. Organigrama

Toda organización que quiera definir la estructura organizacional de sus distintas áreas debe crear y mantener un organigrama institucional, general y específicos para todas las áreas, evidenciando en él, la secuencia o líneas de mando interinstitucional para un correcto desempeño de los colaboradores y fomentar la comunicación efectiva, (ver figura 1).

Figura 1. Diagrama organizacional para el Área de Empaques Flexibles

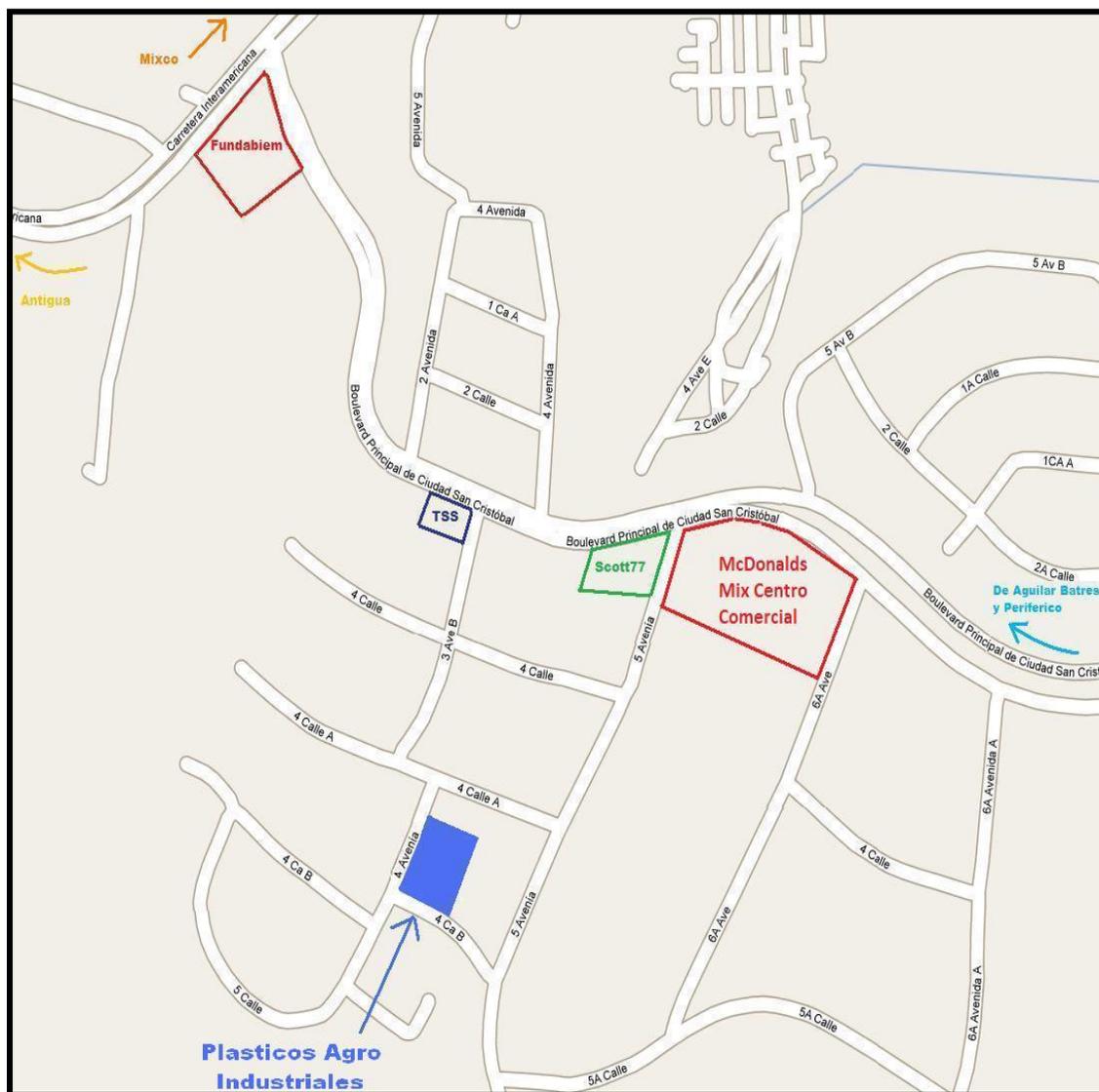


Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

1.5. Ubicación actual de la organización

Plásticos AgroIndustriales S.A., actualmente está ubicada en la 4ª avenida 4-21, z. 8 Mixco, Ciudad San Cristóbal, Guatemala, Centroamérica. Frente a turbo cargadores Eliot y a un costado de transportes Monroy.

Figura 2. Ubicación actual de Plásticos AgroIndustriales S.A.



Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE CALIDAD

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Es la realización del estudio de todos los factores que envuelven a una organización para determinar cuál de estos genera una problemática que obstaculice el correcto funcionamiento de la misma.

Es conocer en qué punto se encuentra actualmente la organización para poder desarrollarla y alcanzar los objetivos organizacionales, con el establecimiento de metas y prioridades.

2.1.1. Diagrama Ishikawa

El Diagrama Causa y Efecto también conocido como Espinas de Pescado es una herramienta importante en la toma de decisiones para la solución de problemas, ya que presenta de una forma gráfica cada punto de interés que puede ser una posible causa del problema, describiendo las líneas de acción hacia la resolución efectiva de la causa raíz o problema general.

Este diagrama es construido con base en la aportación de los involucrados para el mejoramiento de los distintos procesos, como la superintendencia y los encargados de cada área, quienes intervienen en el proceso donde se ha generado la problemática.

Se utiliza el método de Lluvia de Ideas para identificar las condiciones secundarias que pueden generar una posible solución a la problemática general, dividiéndolas en seis grandes grupos y los cuales se convierten en toda la estructura del Diagrama Causa y Efecto, para posteriormente redirigir los esfuerzos del grupo en eliminar o disminuir cada subcausa planteada en el diagrama y así alcanzar el objetivo planteado.

- Problema: el incremento en las devoluciones por producto no conforme.
- Seis M's: métodos, medio ambiente, mediciones, maquinaria, mano de obra y materia prima.
- Efecto: no calidad. No conformidades.
- Causa raíz: gestión de calidad.

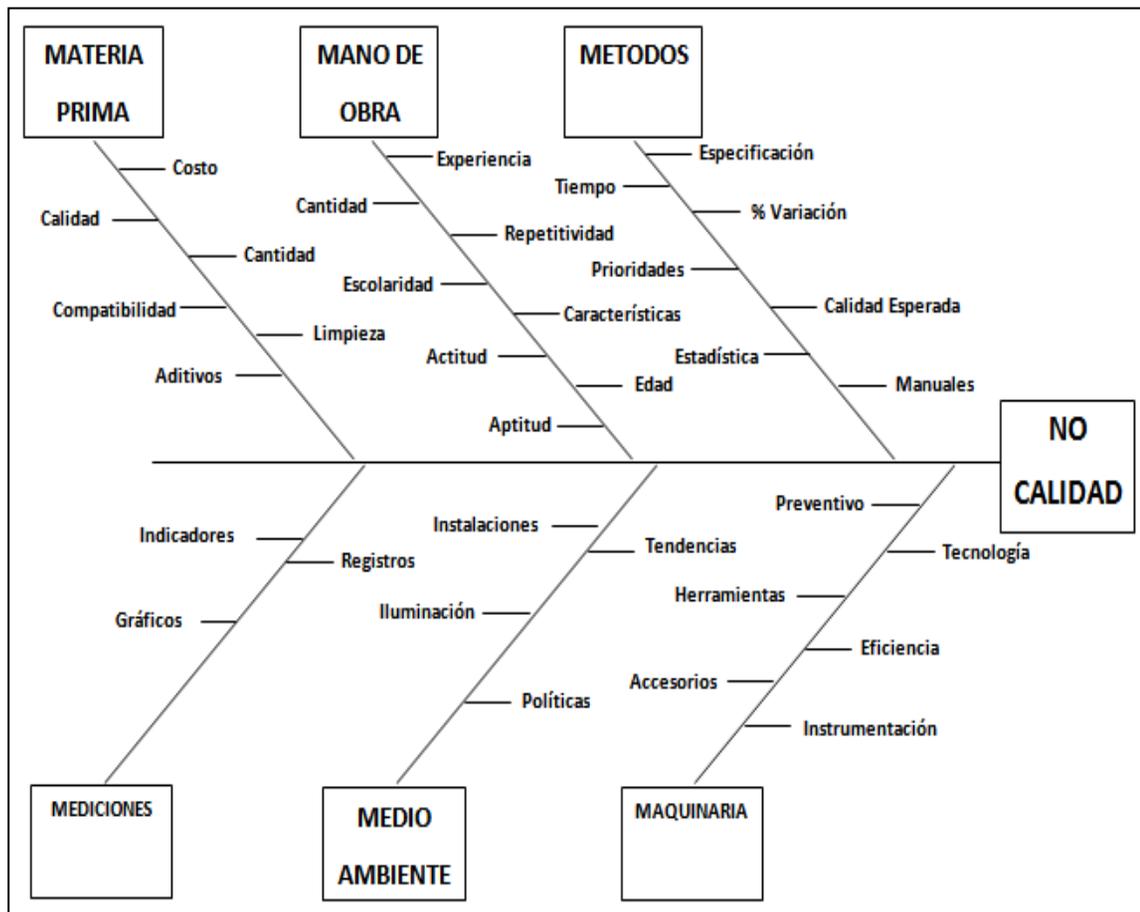
2.1.1.1. Análisis del Diagrama Ishikawa

En el Diagrama Causa y Efecto se determinó que existen varias subcausas de las cinco causas principales estudiadas, las cuales ayudaran a disminuir o eliminar el efecto, que es la no calidad en los productos elaborados por la empresa. Se determinó que la causa con muy subcausas a considerar es la de los métodos establecidos en los procesos, ya que no se cuenta con información clara y concisa en las especificaciones de los productos, los métodos y herramientas de control de procesos están incompletos, y el personal no cuenta con la inducción necesaria a las diferentes áreas de trabajo para su adecuado desenvolvimiento.

La segunda causa más importante a considerar es la maquinaria ya que las subcausas incluidas en esta, presenta bastante incidencia en los procesos, como lo es el mantenimiento preventivo, su correcta realización y continuidad en los procesos depende del programa y manuales adecuados para cada

equipo.

Figura 3. Diagrama Ishikawa para el Área de Empaques Flexibles



Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Herramienta FODA

Es una herramienta que ayuda en la planificación de las estrategias a corto, mediano y largo plazo de toda la organización, describiendo de una manera clara y consciente las amenazas, fortalezas, oportunidades y debilidades presentes. Esta es la herramienta más importante a utilizar, la cual

brinda un análisis y determina las condiciones internas de la organización, fijando el rumbo de las acciones en base a la visión establecida.

Para la obtención de cada uno de los factores que constituyen las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, y que se describen a continuación se realizaron reuniones con la gerencia de producción y la superintendencia del área, planteando la premisa sobre la disminución o eliminación de las no conformidades presentes en los distintos productos.

Utilizando las entrevistas no estructuradas en forma verbal como herramienta para la obtención de dicha información y manteniendo las reuniones para la revisión de cada punto planteado en las mismas.

- Fortalezas
 - Contar con personal altamente experimentado para el manejo de extrusores.
 - Dirección autócrata
 - Adaptabilidad y flexibilidad en el proceso
 - La dirección dispuesta a mejorar en base a la implementación de nuevas tecnologías.
 - Contar con personal de mantenimiento altamente capacitado
 - Pocas compañías dedicadas a la fabricación de estos tipos de productos a nivel nacional.
 - Dirección dispuesta a la investigación y desarrollo de los procesos
 - Adecuado estado de la maquinaria
 - Reciclar nuestro desperdicio
 - Oportunidades de crecimiento dentro de la empresa
 - Ambiente sano de convivencia
 - Contar con todas la prestaciones de ley

- Oportunidades
 - Nuevos nichos de mercado
 - Nuevas tecnologías
 - El sector industrial motive el reciclaje de plásticos
 - Alianzas estratégicas con proveedores

- Debilidades
 - Personal sin el nivel educativo adecuado para todas las áreas
 - Variabilidad en los distintos tipos de materias primas
 - Variabilidad en el calibre de todos los productos
 - No estandarización de productos en las distintas maquinas
 - Repuestos de alto costo y de complicada existencia en el mercado nacional.
 - Respuesta lenta de parte del personal de mantenimiento
 - Producción sin parámetros claramente definidos en las órdenes
 - Falta de programas de mantenimiento preventivo
 - No hay una estabilidad en el precio de los productos
 - Contar con maquinaria no tecnificada

- Amenazas
 - Compañías nacionales que se dedican a la producción de productos similares a menores costos.
 - Compañías nacionales que se dedican a la producción de productos similares ofreciendo una estabilidad de precios.
 - Compañías extranjeras que se dedican a la exportación de productos similares.
 - Inflación y devaluación monetaria
 - Variabilidad de los precios en el petróleo

- Las nuevas tendencias ecológicas en la sociedad
- Resistencia al cambio
- Mercado laboral no calificado
- Cambio de gobierno
- Desastres naturales
- Políticas medioambientales nuevas en el país

2.1.2.1. Análisis del FODA

Al realizar la Matriz FODA y determinar las oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades organizacionales, se deben plantear las premisas de cómo aprovechar esos puntos favorables con los que se cuenta o podría contar para resolver o mitigar los aspectos negativos presentes y reducir los que se pudieran presentar con la finalidad de mantener un proceso de cambio constante y favorable dentro de la organización.

La interpretación de la Matriz FODA se realiza con la intersección de cada uno de los factores que la constituye, obteniendo así de las intersecciones el uso de las fortalezas organizacionales para aprovechar las oportunidades en los distintos mercados tanto internos como externos.

Analizando la disminución de todas las debilidades internas para el aprovechamiento de las oportunidades, utilizando las fortalezas organizacionales adecuadas se evitarán todas las amenazas presentes en los mercados nacionales que representan un mayor obstáculo actualmente y por último al realizar un análisis de la matriz y siendo el punto más importante el disminuir las debilidades evitando las amenazas externas.

Figura 4. **Matriz de estrategias FODA para la empresa Plásticos Agro Industriales S.A.**

Gestión de Calidad Reducción de No Calidad	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	<p>FO</p> <ul style="list-style-type: none"> • La alta experiencia de los operadores en extrusión permite la fácil inmersión en los nuevos nichos de mercado. (1,1). • Con la dirección dispuesta a la implementación de nuevas tecnologías se puede eficientar la producción con tecnología de punta. (4,2). • La adaptabilidad con la que cuenta la organización ayudara a la aceptación del reciclaje de parte del sector industrial. (3,3). 	<p>DO</p> <ul style="list-style-type: none"> • El aprovechamiento de las capacitaciones externas de los proveedores en nuevas tecnologías. (1,1). • La variabilidad en las distintas materias primas se puede ver mitigada con alianzas estratégicas con proveedores. (2,4). • Una alianza con proveedores de maquinaria y repuesto puede eficientar el proceso de mantenimiento preventivo en la distinta maquinaria. (8,4).

Continuación de la figura 4.

<p>Amenazas</p>	<p>FA</p> <ul style="list-style-type: none"> • El uso de nuevas tecnologías fomentadas por la dirección organizacional puede evitar que otras compañías nacionales puedan competir en calidad y costo de los productos. (4,1). • El reprocesamiento de los distintos productos tanto interna como externamente ayudaran a evitar la pérdida de mercado debido a las tendencias ecológicas actuales. (9,6). • El liderazgo autócrata conjuntamente con el personal altamente experimentado ayudara a evitar la resistencia al cambio organizacional y la mano de obra no calificada del mercado nacional. (2,8). 	<p>DA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si el nivel educativo de todos los colaboradores se ve aumentado se podrá evitar la amenaza de la resistencia al cambio. (1,7). • Si se reducen la constante variación en la compra de materias primas se podría competir contra compañías nacionales y extranjeras que producen productos similares con mejor calidad. (2,3). • Si se logra la estandarización de todos los repuestos para la maquinaria se podrá evitar el rápido devaluó de la maquinaria y la rápida respuesta del equipo de mantenimiento. (5,4).
------------------------	--	--

Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Estrategias a seguir

Con base en el problema del incremento de las devoluciones, la información recabada por las distintas herramientas y con los distintos análisis realizados una de las estrategia a implementar para la solución del efecto de no calidad en los productos para el área de empaques flexibles, es desarrollar toda la documentación e información necesaria para cada uno de los distintos procesos productivos dentro del área que actualmente no cuenta con este tipo de documentación para los procesos.

Mejorar la información escrita transmitida a todos los colaboradores en base a los órdenes de producción, establecer los parámetros de control estadístico para los procesos de extrusión e implantar un Departamento de Control de la Calidad para esta área de la mano con la creación y establecimiento de programas de mantenimiento en toda la maquinaria involucrada según necesidades organizacionales y departamentales.

2.2. Situación actual

La situación actual en la que se encuentra la empresa respecto a las condiciones de calidad presentes en los diversos productos, refleja la imperante necesidad de una gestión de calidad, debido al bajo control que se tiene de los procesos y productos, y en la poca recolección de información de los mismos, aunado con la falta de mantenimiento en toda la maquinaria, ocasionando paros más continuos y disminución de la calidad en los productos.

A continuación se presentan tablas con información recolectada del Área de Empaques Flexibles de los últimos seis meses en cuestión del total de devoluciones realizadas, las cantidades de producto retenido en planta y el total

de horas utilizadas actualmente para el departamento de mantenimiento para la realización de reparaciones o ajustes a la maquinaria.

Tabla I. **Cantidad de devoluciones realizadas en dos mil once**

MES	No. DEVOLUCIONES
ENERO	3
FEBRERO	5
MARZO	5
ABRIL	7
MAYO	6
JUNIO	7

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Cantidad de tiempo mensual utilizado por paros en la maquinaria**

MES	PAROS (hrs)
ENERO	70
FEBRERO	75
MARZO	79
ABRIL	89
MAYO	83
JUNIO	85

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Producto retenido por no conformidades en el diseño**

MES	RETENCIÓN (Lbs)
ENERO	400,30
FEBRERO	375,10
MARZO	245,70
ABRIL	340,00
MAYO	253,20
JUNIO	300,90

Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Estándares de calidad

Los estándares o especificaciones actuales de los productos son establecidos por las distintas gerencias de la organización en base a la condiciones del mercado local y extranjero. Actualmente no se utiliza ninguna normativa internacional para las especificaciones de los productos.

2.2.1.1. Variación en el calibre de la película

La variabilidad en el calibre de la película es la mayor problemática que se presenta en el proceso de extrusión, el cual se refleja en la tabla III, debido a las altas cantidades de producto retenido para su inspección, la variación en el calibre de la película influye en el ancho de la película como en la resistencia de sellado en la bolsa que son aspectos de mayor importancia para el proceso. Debido a esta variabilidad también existen problemáticas secundarias como la resistencia al rasgado y la tonalidad en el color de los productos.

Toda esta problemática se da cuando el proceso no es debidamente controlado por el operador y la película puede presentar variaciones entre 2 mls a 9 mls por sección, siendo más común la variación de calibre en los productos de 2 – 4 mls.

2.2.1.2. Variación en el tamaño de bolsa

La variabilidad en las dimensiones de bolsa, son establecidas primeramente por el proceso de extrusión, ya que este es quien establece el largo de la bolsa y condiciones del material. Seguidamente el ancho y otras características son fijados por el operador de conversión en base a especificaciones del producto dadas por el cliente.

Durante todo el proceso de extrusión están permitidas las variaciones que van desde 1/8” para productos populares hasta 1/2” para productos industriales de gran tamaño. De lo cual si la variación es excesiva para los parámetros establecidos las condiciones del producto final se ven perjudicadas creando nuevas problemáticas en el proceso, reflejado en la cantidad de producto devuelto a la organización y el producto retenido en planta.

2.2.1.3. Resistencia del sellado de bolsa

Para el producto final este el factor con mayor importancia que se debe considerar ya que de la resistencia y calidad de sellado depende la efectividad del producto, siendo los dos factores más importantes a controlar, el calibre de la película y las condiciones de proceso para la obtención de un sellado de buena calidad.

El producto presentará una buena resistencia de sellado si la fractura no

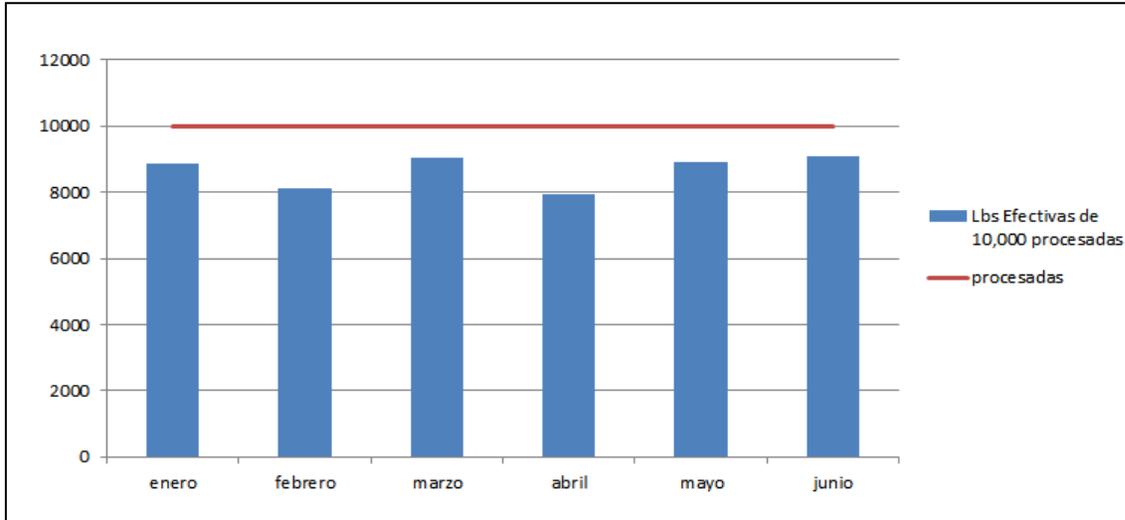
ocurre en el sello, presentando una importante elongación del producto. Si el producto presenta una mala resistencia de sellado pueden ocurrir filtraciones del producto, colapso total del sello, rasgado de la bolsa y mala apariencia.

2.2.2. Problemática de no calidad

Debido al poco control existente en los procesos de extrusión y conversión, la problemática por no calidad se ve reflejada en el incremento de las devoluciones y retenciones de los productos según tablas I y III, también en el incremento del total de tiempo invertido en reparaciones a la maquinaria según tabla II y en el consumo energético debido al aumento en la temperatura para alcanzar condiciones de proceso ideales.

Otra de las problemáticas debido al poco control de los procesos es la disminución de velocidad en operación de la maquinaria, poca eficiencia en la utilización del personal, utilización de tiempo y recursos de otras áreas para alcanzar los objetivos todo ello reflejado en las tablas I, II y III, donde se puede apreciar que no se alcanzan los objetivos organizacionales por la falta de una gestión de calidad.

Figura 5. **Gráfico de producciones mensuales para el Área de Empaques Flexibles**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2.1. Reproceso

Un reproceso es agregar un paso más en la secuencia lógica de transformación de la materia prima para alcanzar un producto final con características específicas establecidas, como por ejemplo; rebobinar un producto, resellar cierta cantidad de bolsas, reacomodar un producto, etc.

Un reproceso se da para alcanzar los objetivos propuestos o para disminuir las pérdidas por producto no conforme en otros procesos, los materiales son reutilizados o combinados para alcanzar la calidad deseada en los productos. La tabla siguiente muestra el total de tiempo estimado en cada uno de los reprocesos realizados en la organización para el alcance de la calidad propuesta.

Tabla IV. **Tiempo promedio utilizado en reproceso**

Reproceso	Tiempo Utilizado (hrs)
Rebobinado	2,30
Re empacado	2,00
Resellado	8,00

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.2. Deficiencia en la producción

Es debida a la disminución de la velocidad en el proceso de conversión, demoras por reproceso en otra maquinaria antes de este proceso, demora por falta de personal adecuado para realizar el reproceso del producto, utilización de otra maquinaria que presenta su propia carga productiva, etc. Esta deficiencia en la producción se ve reflejada en el gráfico 6, el cual muestra los parámetros obtenidos en un período de tiempo y los cuales no alcanzan el porcentaje adecuado de producción.

2.2.2.3. Utilización del recurso humano

Uno de los factores más importantes es la utilización eficiente del recurso humano dentro de la organización para aprovechar al máximo el tiempo disponible de cada uno, sus habilidades y conocimiento en cada proceso. Si estos son utilizados para realizar actividad diferente a las establecidas con anterioridad, no se está utilizando eficientemente este recurso, por lo cual ocasiona demoras e ineficacia en el proceso.

2.2.3. Costos de no calidad

Los costos de no calidad, no son más que todas las pérdidas e incremento del costo en el producto ocasionados por las devoluciones, retenciones, reproceso, desperdicio, venta a menor precio y la pérdida de imagen de la organización. Los costos de no calidad también están asociados a fallas organizacionales, de las cuales se clasifican en fallas internas y fallas externas.

2.2.3.1. Costos por fallas internas

Son todos aquellos costos incurridos debido a problemáticas internas que son detectadas antes de que sean trasladados los productos hacia una siguiente área o cliente interno, denominados retenciones del producto. Estos costos son los que menor proporción adquieren si son detectados a tiempo y dentro de la organización. Por ejemplo los siguientes:

- Paros de maquinaria
- Reproceso
- Materiales
- Insumos
- Personal
- Almacenaje
- Reparaciones

A continuación se presenta la tabla V donde se especifican los costos mensuales en que incurre la organización por falta de una gestión de calidad en los distintos procesos productivos, obteniendo esta información por parte del Departamento de Contabilidad en el mes de mayo.

Tabla V. **Costos internos por no calidad para el Área de Empaques Flexibles**

DESCRIPCION	COSTO/HR	HRS/MES	COSTO UNIDAD	SUBTOTAL	TOTAL
Extrusores	Q6,00	95,17		Q571,02	Q5916,42
Cortadoras	Q6,00	516,82		Q3100,92	
Impresora	Q6,00	10,25		Q61,50	
Redecilla	Q6,00	363,83		Q2182,98	
Maquinaria	Q6,00	18,25		Q109,50	Q662,63
Operador	Q12,50	18,25		Q228,13	
Re empaque		500,00	Q0,50	Q250,00	
Operador	Q6,00	6,00		Q75,00	
Encargado	Q17,09	63,00		Q1076,67	Q1864,17
Operador	Q12,50	63,00		Q787,50	
Documentación		5,00	Q0,75	Q3,75	Q6003,75
Producto			Q6,00	Q6000,00	
Total					Q14446,97

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.2. Costos por fallas externas

Son aquellos costos que también están relacionados con problemáticas internas pero a diferencia de los costos internos estos son detectados en el momento que llegan a manos del consumidor final o cliente, llamados también devoluciones del producto. Por ejemplo los siguientes:

- Papelería
- Transporte
- Materiales
- Insumos
- Personal
- Imagen organizacional

A continuación se presenta la tabla VI donde se especifican los costos mensuales en que incurre la organización por falta de una gestión de calidad en los distintos procesos productivos, obteniendo esta información por parte del Departamento de Contabilidad en el mes de mayo.

Tabla VI. **Costos externos por no calidad para el Área de Empaques Flexibles**

DESCRIPCION	COSTO/HR	HRS/MES	COSTO UNIDAD	SUBTOTAL	TOTAL
Maquinaria	Q6,00	18,25		Q109,50	
Operador	Q12,50	18,25		Q228,13	
Re empaque		500,00		Q250,00	
Operador	Q12,50	6,00	Q0,50	Q75,00	Q662,63
Jefatura Calidad	Q17,09	63,00		Q1076,67	
Operador	Q12,50	63,00		Q787,50	Q1864,17
Documentación		2,00	Q7,00	Q14,00	
Coordinadora	Q14,20	2,00		Q28,40	
Bodeguero	Q10,68	2,00		Q21,36	
Producto			Q6,00	Q6000,00	Q6063,76
Total					Q8590,56

Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Proceso actual

La empresa Plásticos AgroIndustriales S.A. y el Área de Empaques Flexibles, para la elaboración de bolsas tipo industrial y popular se cuenta con los procesos de extrusión y corte, los cuales se describirán a continuación.

2.2.4.1. Proceso de extrusión

Es el proceso por medio del cual los polímeros o materia prima, son transformados en un extrusor por medio de una serie de etapas con cambios de temperatura y presión dentro de un tornillo sin fin para obtener una película de calibre determinado, esta película es insuflada y transportada por un mecanismo llamado Nip Roll el cual proporciona una relación de estirado a la película, enrollándola en bobinas de peso y anchos establecidos.

2.2.4.1.1. Proceso de mezclado

El proceso de extrusión inicia en el área de mezclado donde se seleccionan, pesan y mezclan los distintos tipos de polímeros o materias primas según las especificaciones de producción y cantidades estimadas para obtener el producto final. Esta mezcla debe pasar por un período de tiempo determinado para alcanzar su homogeneidad y luego ser vertida en las tolvas alimentadoras del extrusor convirtiéndose en película.

2.2.4.1.2. Proceso de extrusión

La materia prima es sometida a una presión constante y temperaturas superiores a los 150 °C, para convertirse en un globo insuflado por aire, dependiendo de la cantidad de aire que el operador le proporcione al globo así

será el ancho de la película y el calibre de la misma. Pasando por una serie de rodillos sujetadores llamados Nip Roll y luego a los rodillos tensores, hasta convertirse en una película delgada que pasa a través de un bobinador el cual enrolla la bobina de diámetro y peso establecido en la orden de producción.

2.2.4.2. Proceso de conversión

Es el proceso en el cual se toma una bobina de calibre específico y se convierte en distintos tipos de bolsas plásticas con diseños y tamaños establecidos por los clientes, plasmados en una orden de producción. Utilizando un sello lateral o sello de fondo para la fabricación de la bolsa por medio de una cuchilla a altas temperaturas y velocidades acordes.

2.2.4.2.1. Proceso de corte

La materia prima para el proceso de corte son las bobinas que se producen en el proceso de extrusión, estas se extraen del área de almacenaje, son llevadas por los operadores hasta la maquinaria de corte, son montadas, sujetadas y alineadas para obtener las características específicas del producto según su orden de producción.

Esta película pasa a través de una serie de rodillos sujetadores y tensores los cuales la llevan hasta la cuchilla de corte. La cuchilla trabaja a la velocidad programada por el operador y con una temperatura superior a los 400 °C. La maquinaria realiza el conteo de unidades y las expulsa por una banda transportadora, el operador las extrae, dobla y empaca para luego ser depositadas en el área de enfardado.

2.2.4.2.2. Proceso de enfardado

Luego de que las bolsas son depositadas en la mesa un segundo empacador realiza el empaque para fardos según sea establecidos por las ordenes de producción con una mayor cantidad de unidades y colocándolas en una bolsa de mayor tamaño la cual debe llevar su identificación dependiendo del tipo de producto, es sellada para evitar su contaminación y por ultimo estos paquetes son entarimados y trasladados a una área específica para su posterior traslado a bodega de producto terminado.

2.2.4.3. Diagramas de proceso

Son la representación gráfica de la secuencia de pasos actuales para las áreas de extrusión y conversión en la empresa Plásticos AgroIndustriales S.A., los diagramas representan cada una de las etapas de los procesos, como traslados, inspecciones, operaciones, demoras, tiempos utilizados, distancias, etc. Cada diagrama elaborado debe contener un encabezado el cual describa que tipo de diagrama se está utilizando, la empresa donde se ha elaborado, el número de páginas y cuál es el área donde se aplicará.

Como en todo diagrama debe ir incluido un resumen por actividades, especificando el total de tiempo utilizado durante el proceso de inspección, traslado, operación, etc. También la cantidad total de distancia recorrida para el proceso y sus demoras.

La simbología utilizada para la elaboración de los diagramas de proceso, son imágenes representativas para cada acción descritas a continuación:

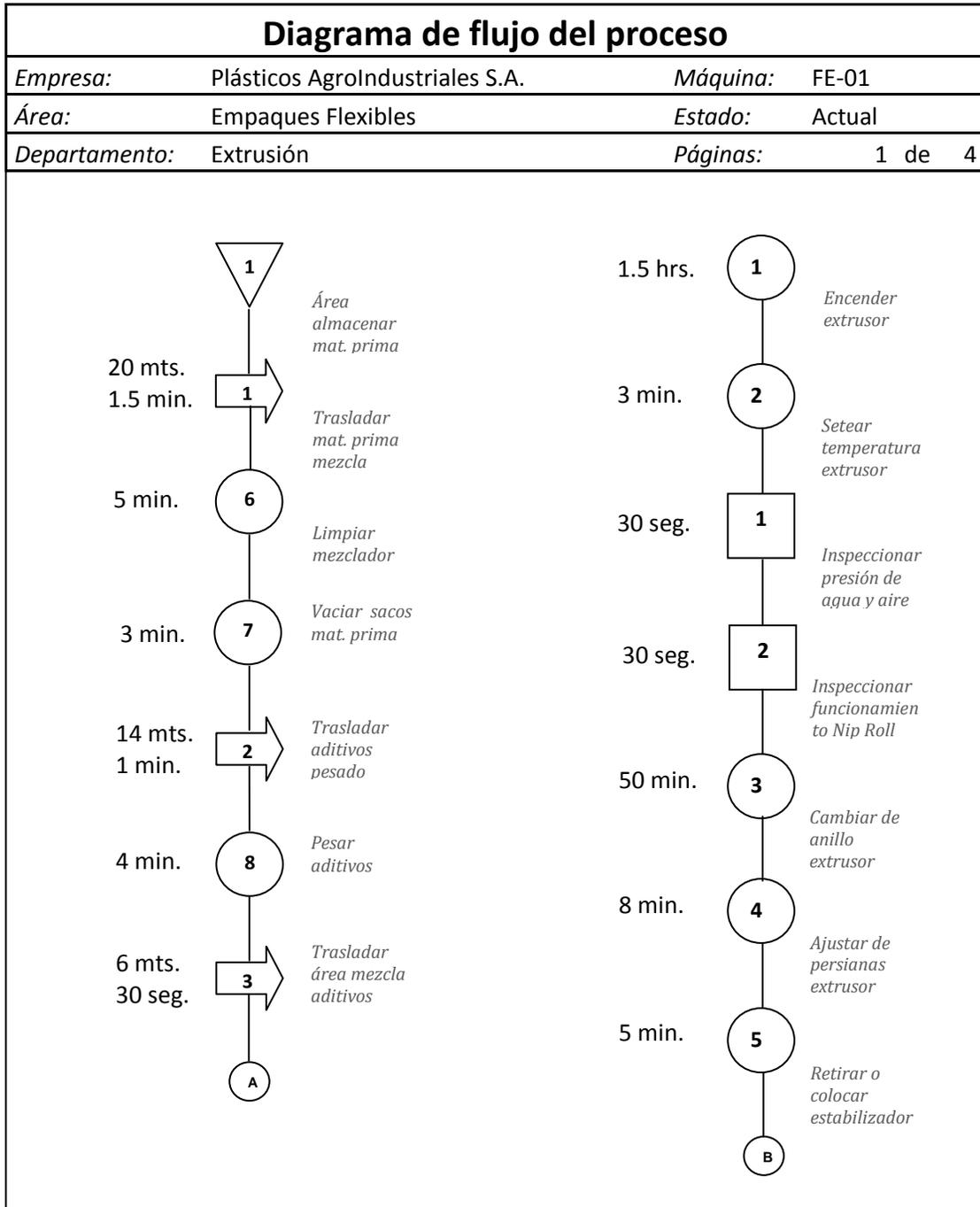
	Área de almacenaje
	Proceso
	Inspección
	Proceso combinado
	Flujo del proceso
	Transporte
	Nodo (unión)

2.2.4.3.1. Diagrama de flujo del proceso extrusión

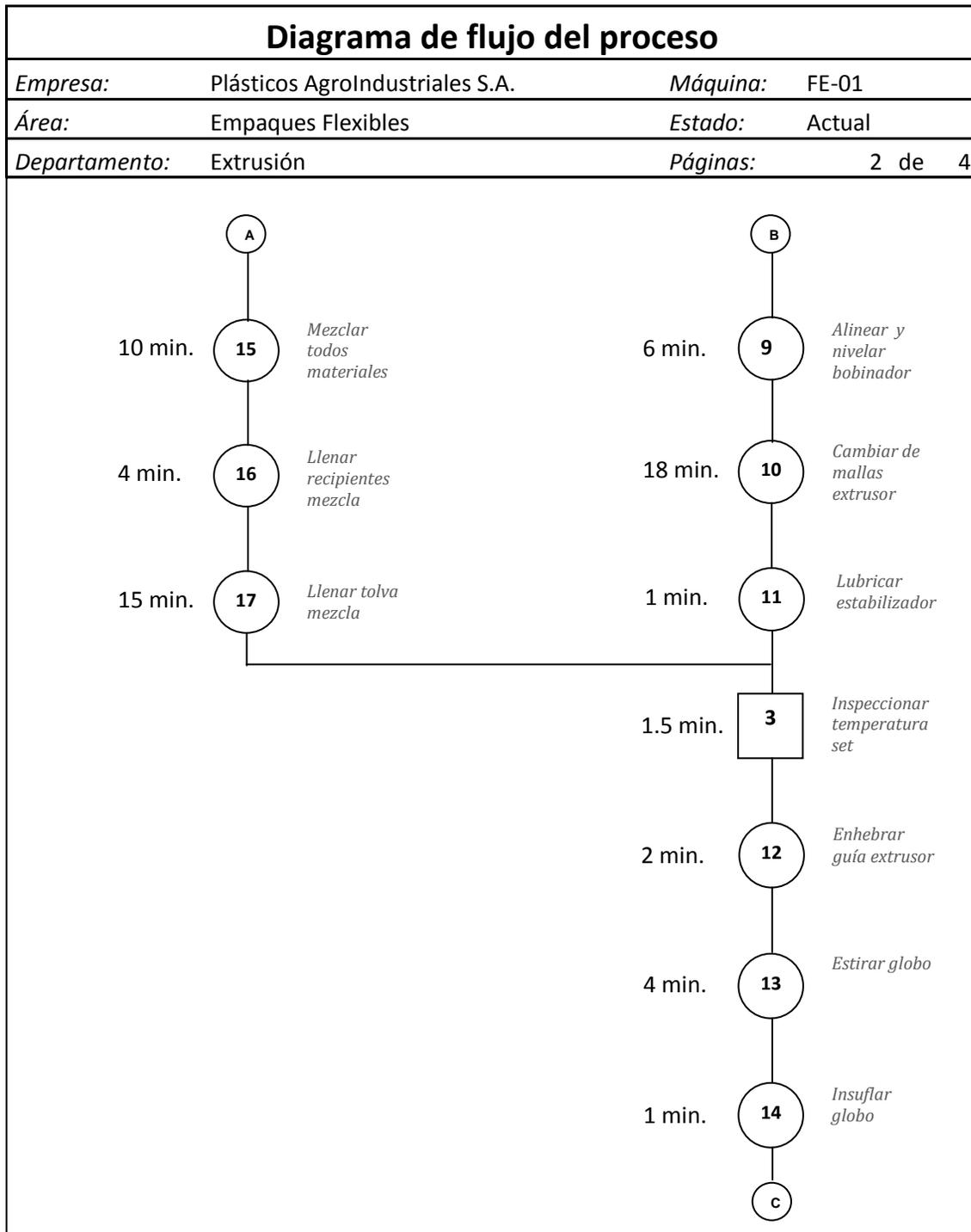
Es la representación gráfica de la secuencia de pasos ordenados del proceso de extrusión actual para la creación de bobinas de los diferentes productos, las cuales se convertirán en la materia prima para los siguientes procesos. A continuación se presentan los diagramas actuales para el proceso de extrusión en el Área de Empaques Flexibles, los cuales no han sido analizados o modificados desde su creación en 2009, (ver figura 6).

El diagrama de proceso actual para el Área de Extrusión está conformado por los procesos de mezclado, extrusión, disposición del desperdicio y disposición del producto final, con la finalidad de establecer en un solo documento que englobe dicho proceso, especificando los puntos de operación, inspección, traslado y almacenaje respectivo de todos los productos.

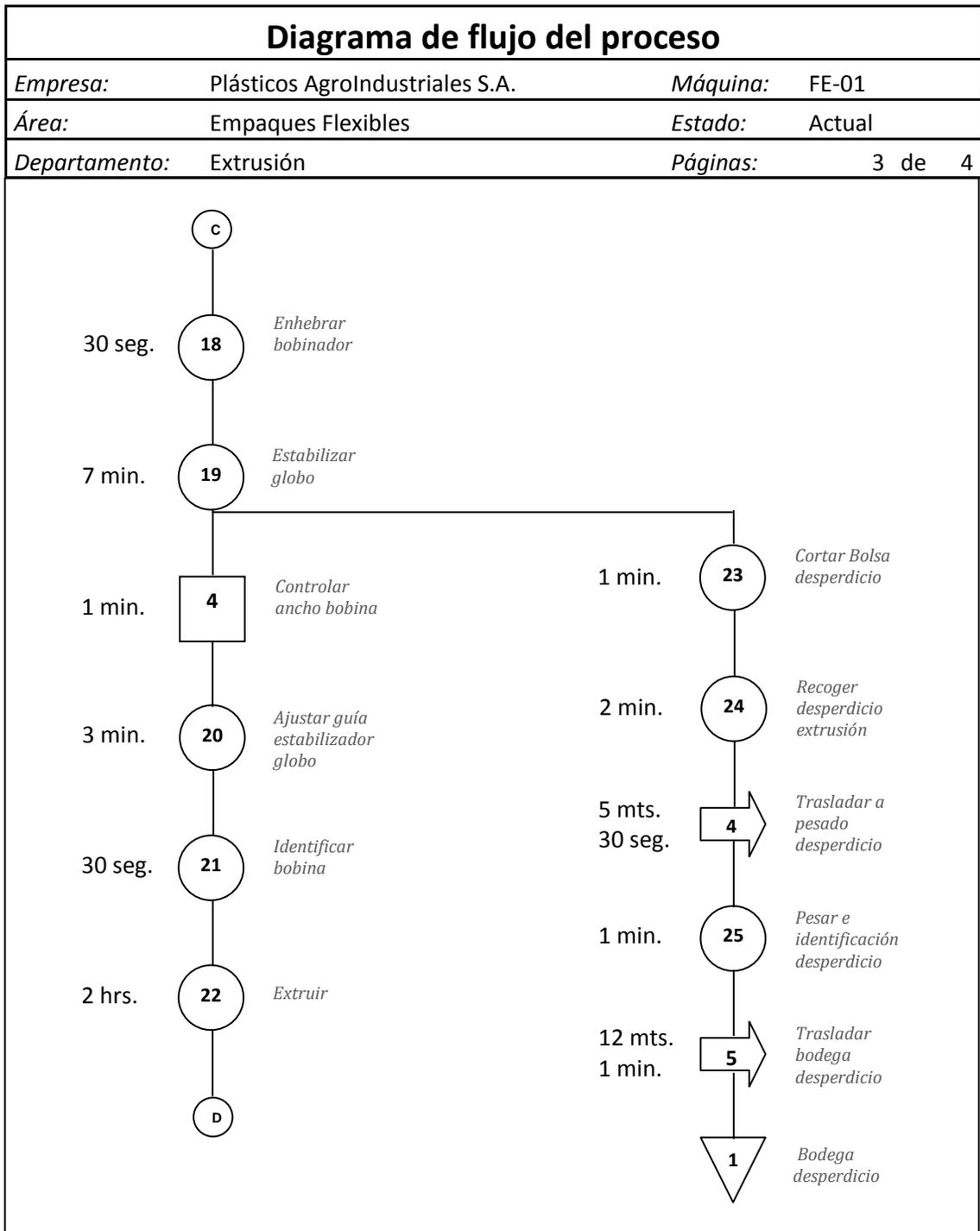
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso actual para el extrusor FE-01



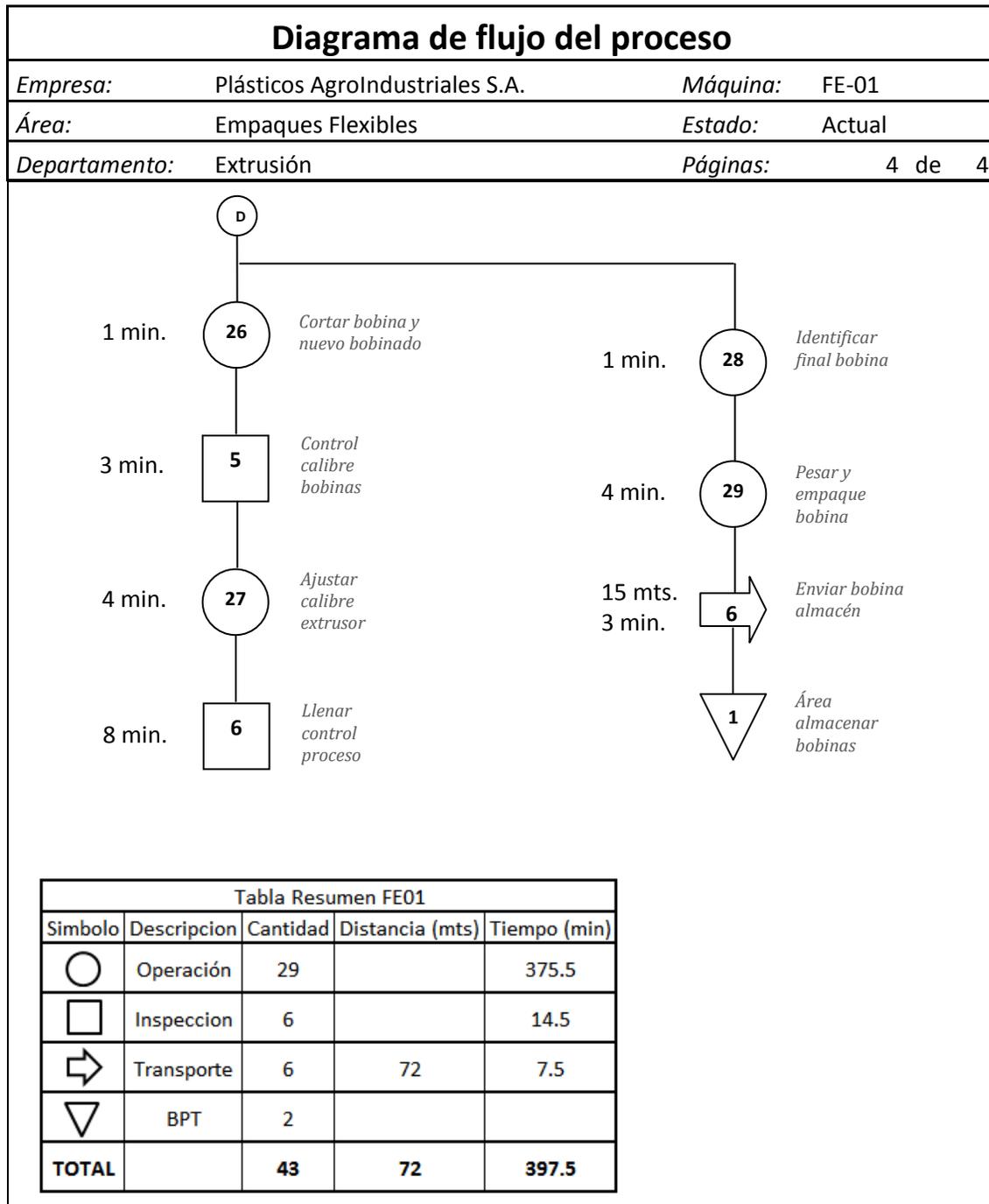
Continuación de la figura 6.



Continuación de la figura 6.

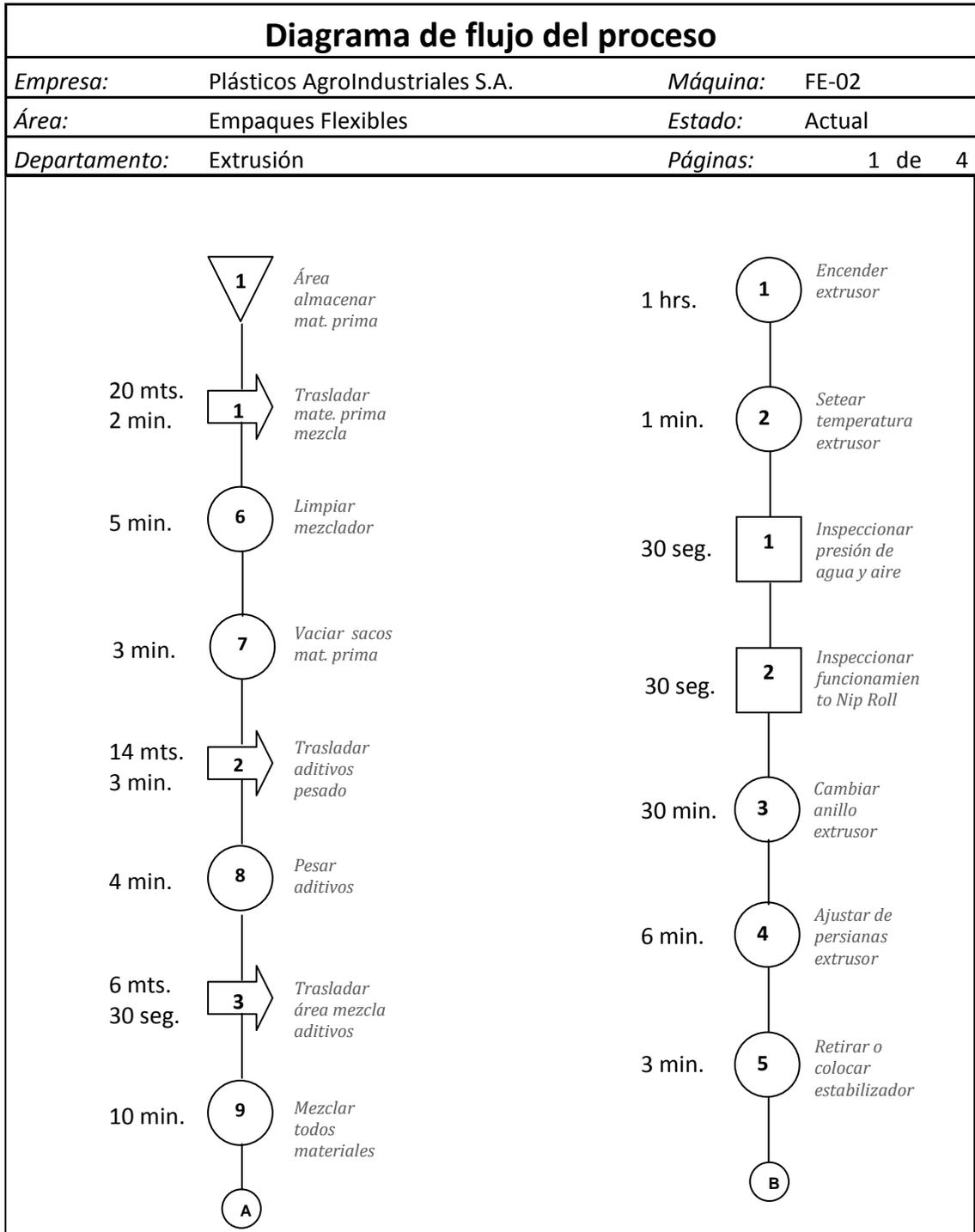


Continuación de la figura 6.

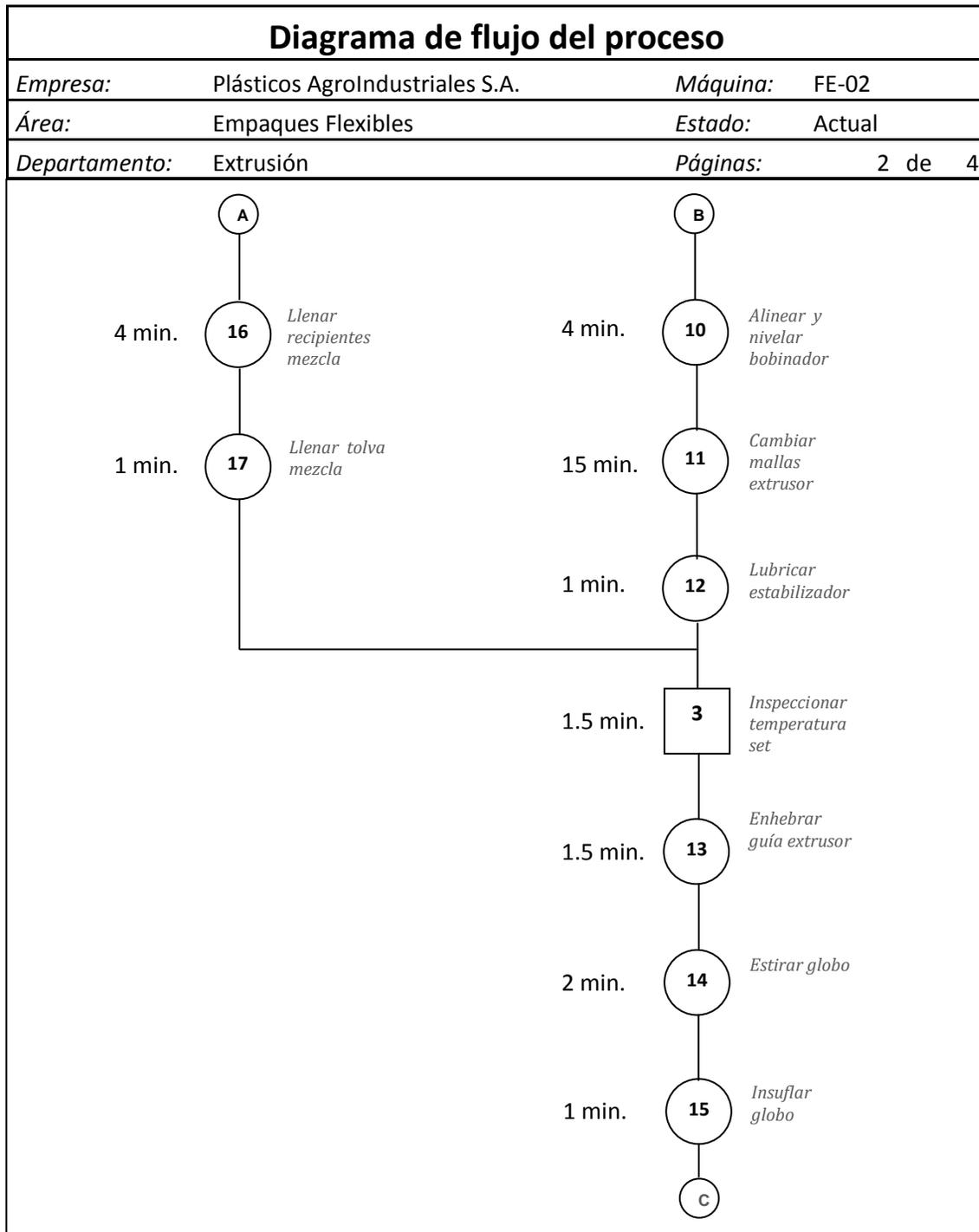


Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

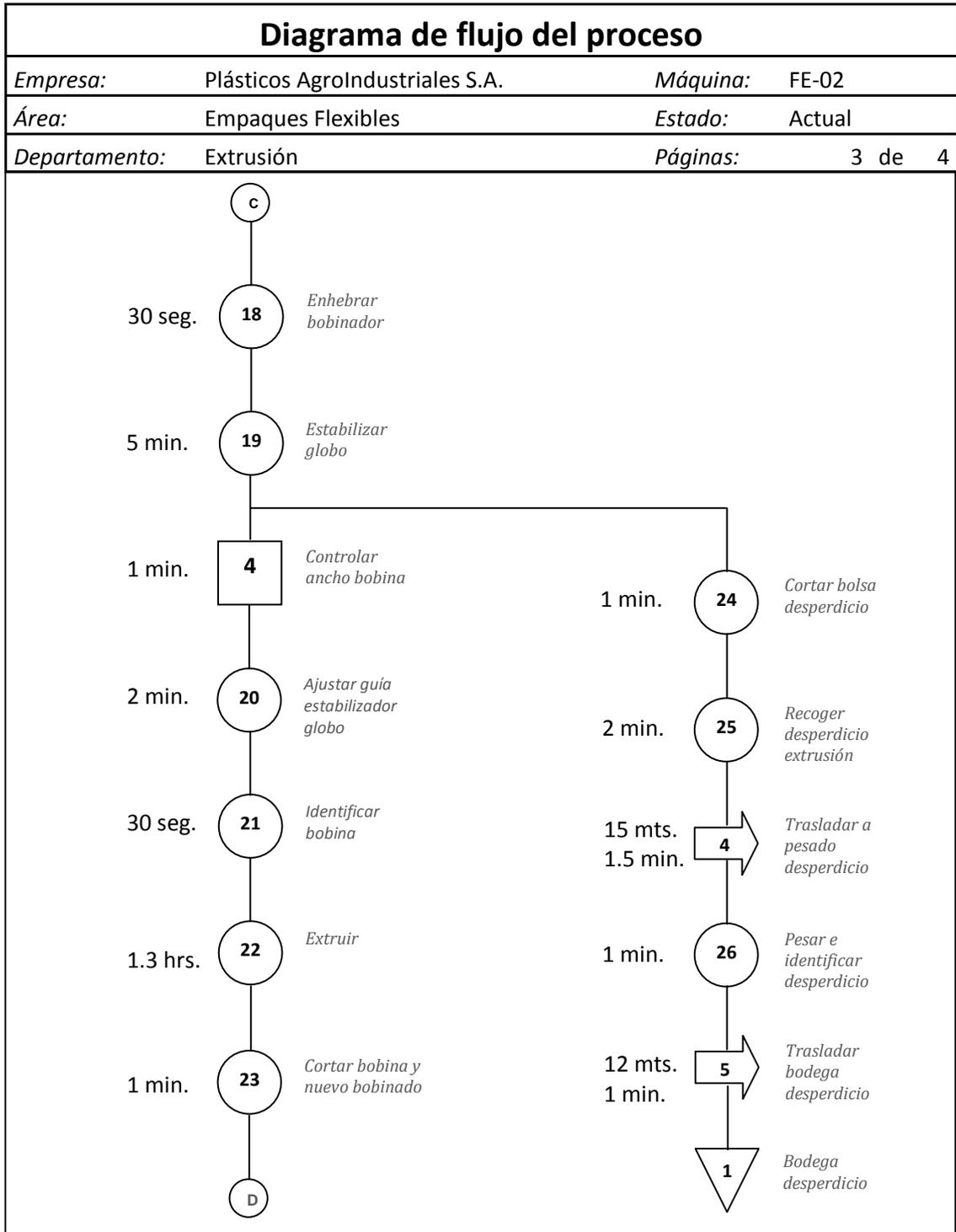
Figura 7. Diagrama de flujo del proceso actual para el extrusor FE-02



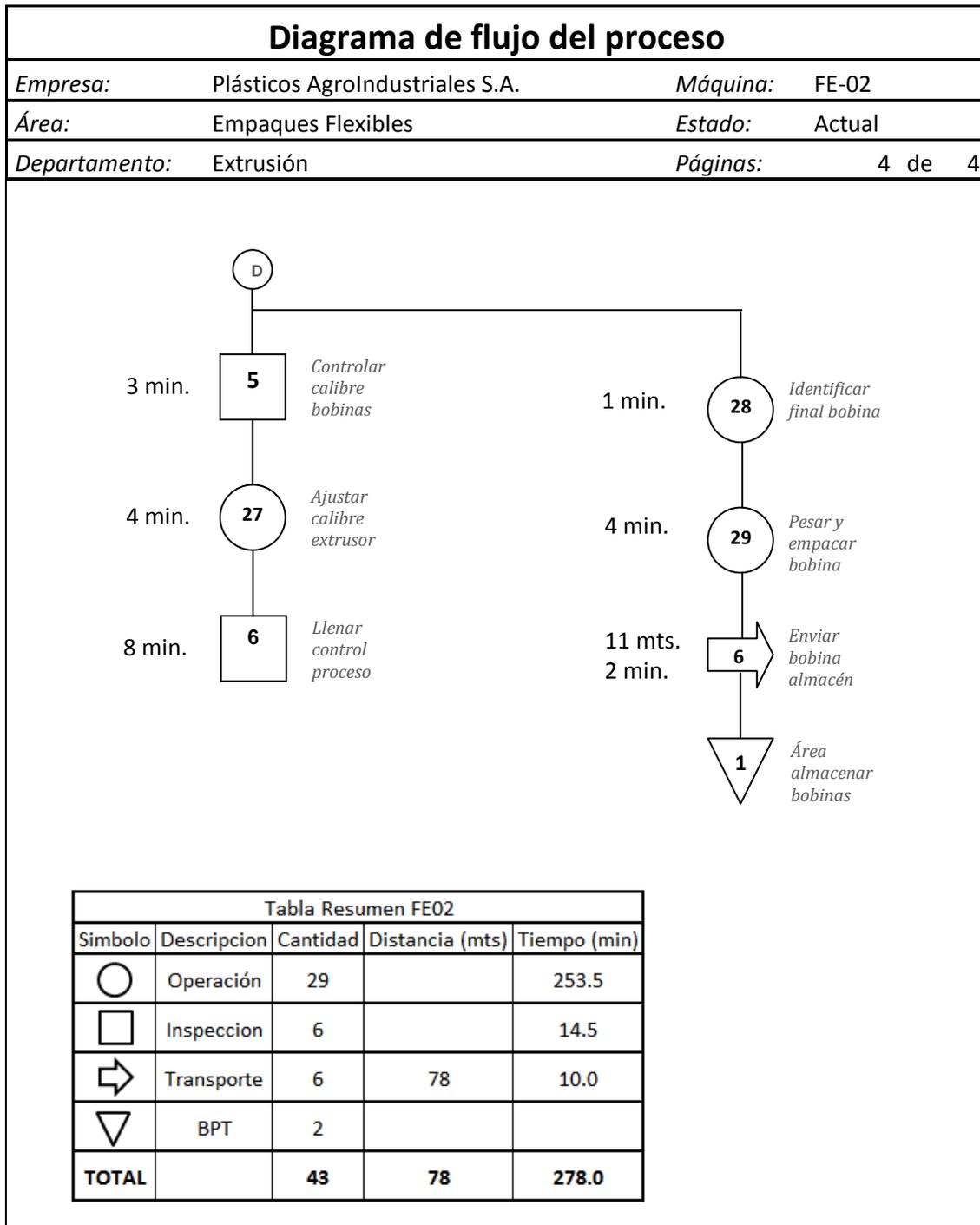
Continuación de la figura 7.



Continuación de la figura 7.

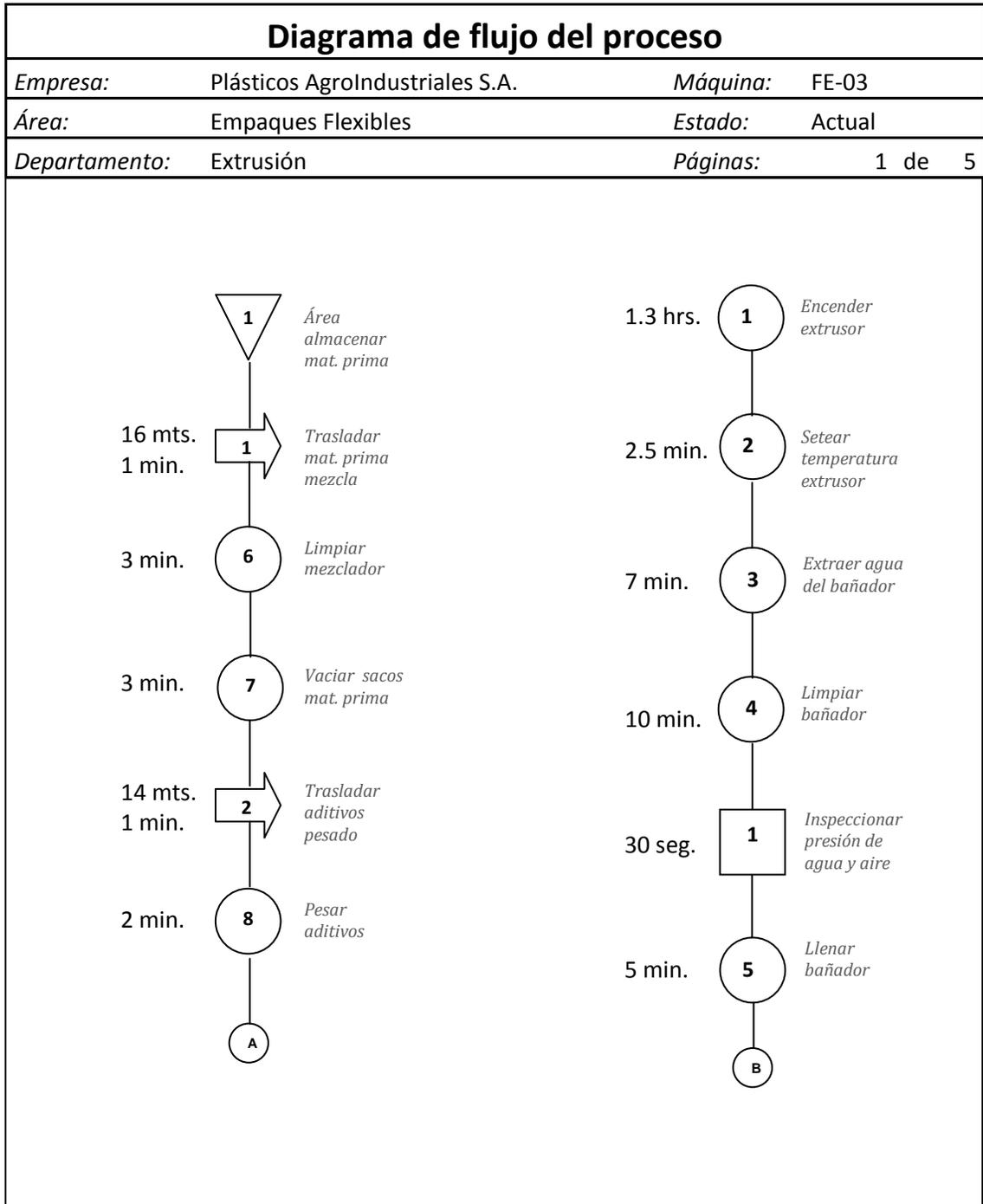


Continuación de la figura 7.

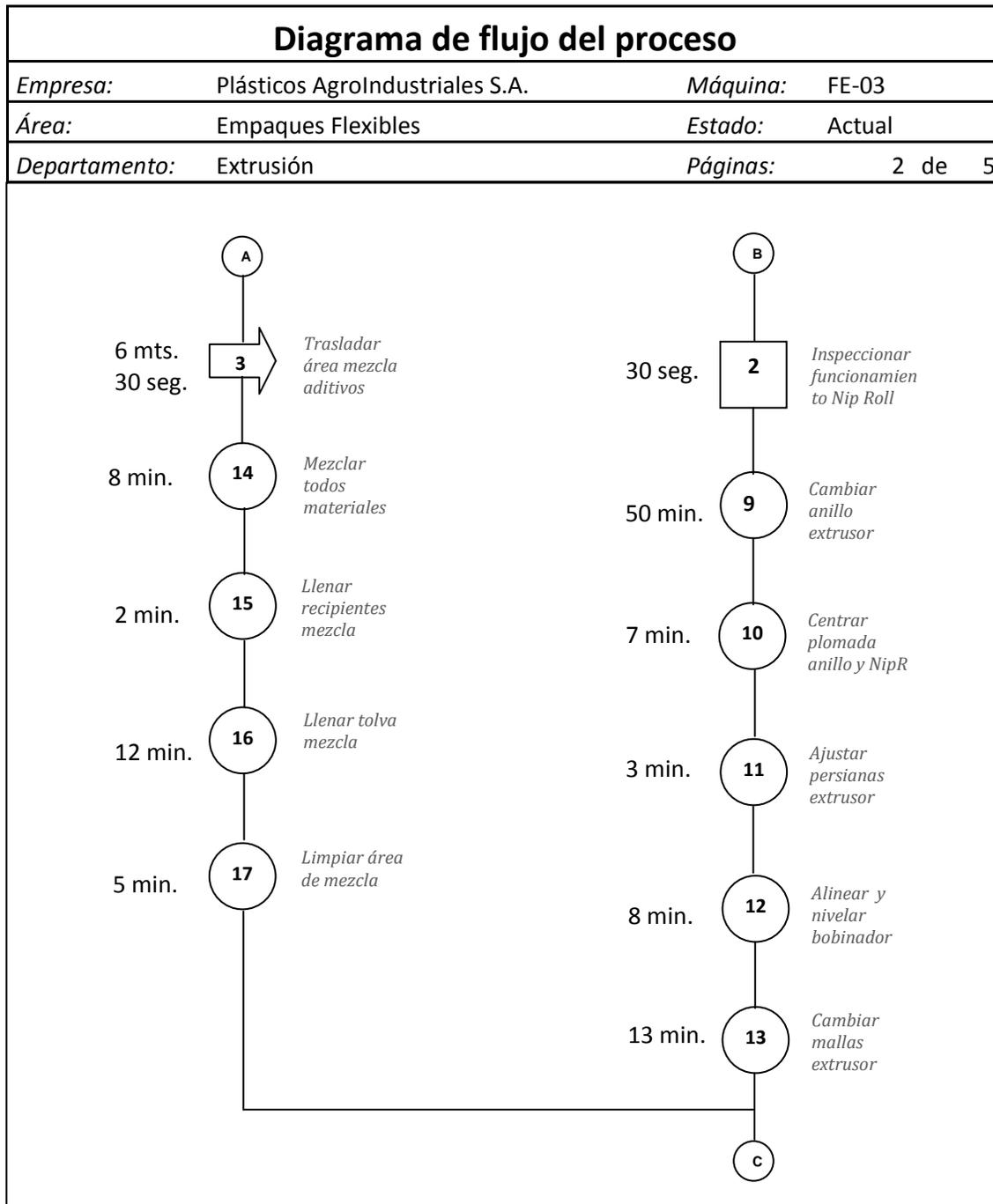


Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

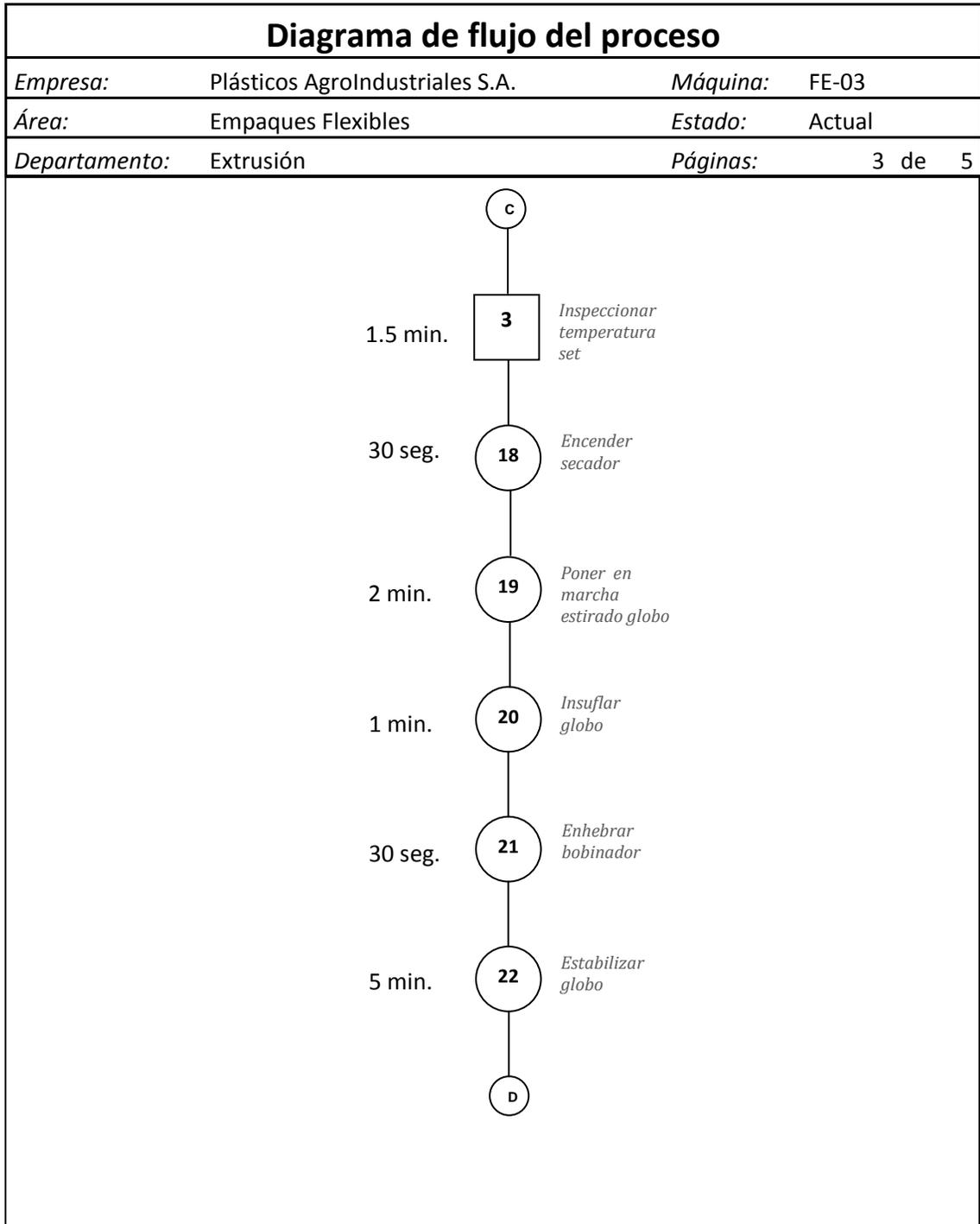
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso actual para el extrusor FE-03



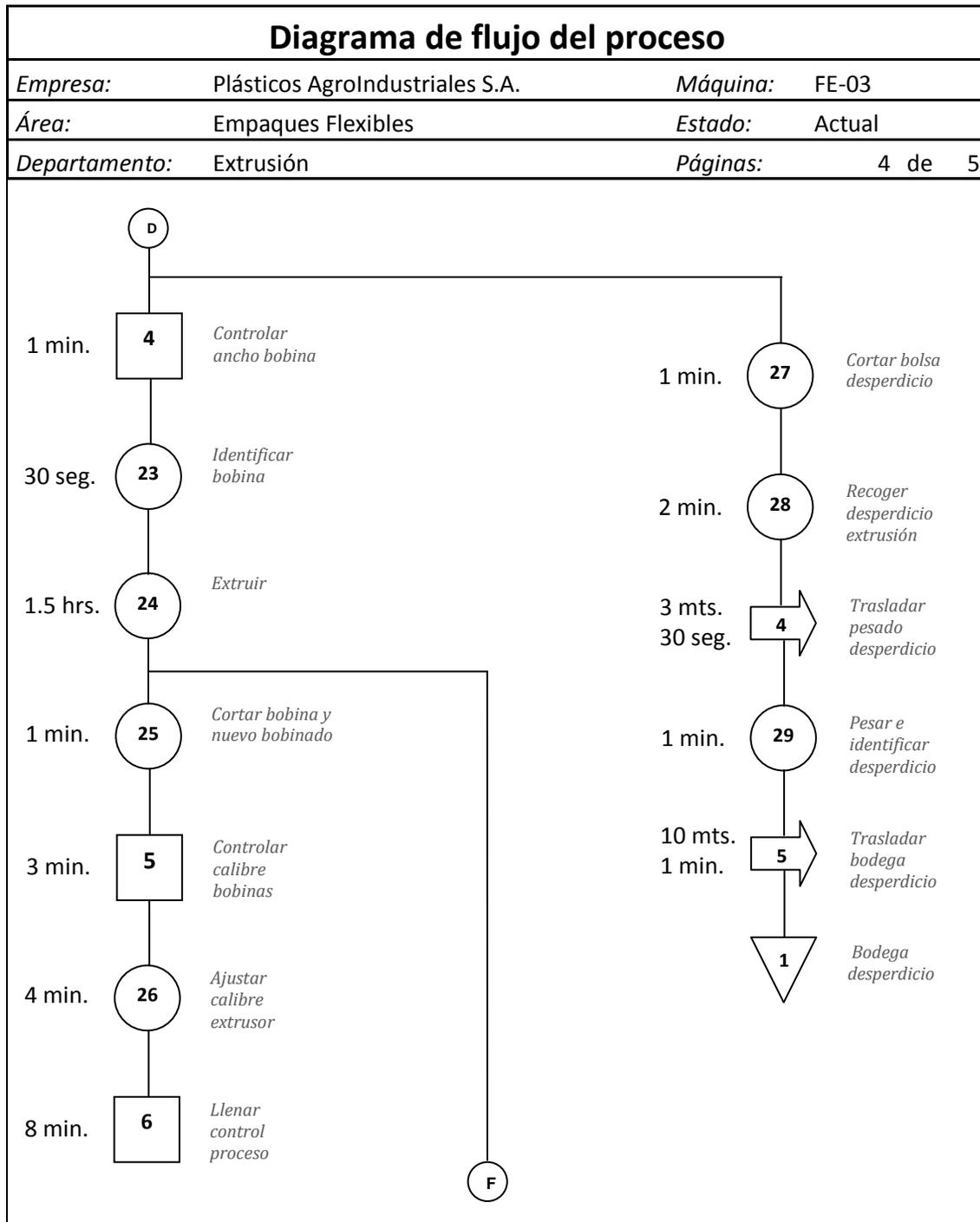
Continuación de la figura 8.



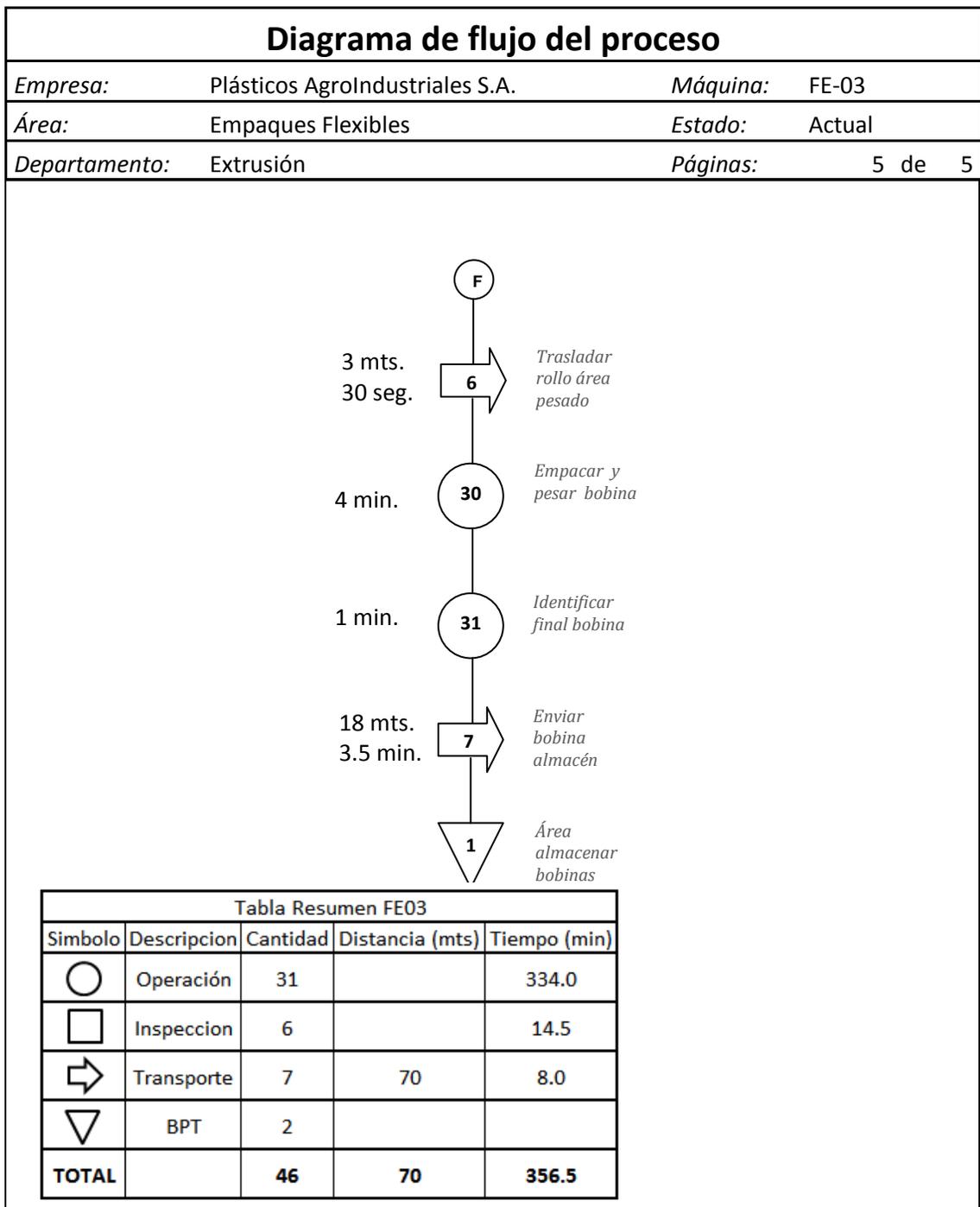
Continuación de la figura 8.



Continuación de la figura 8.



Continuación de la figura 8.



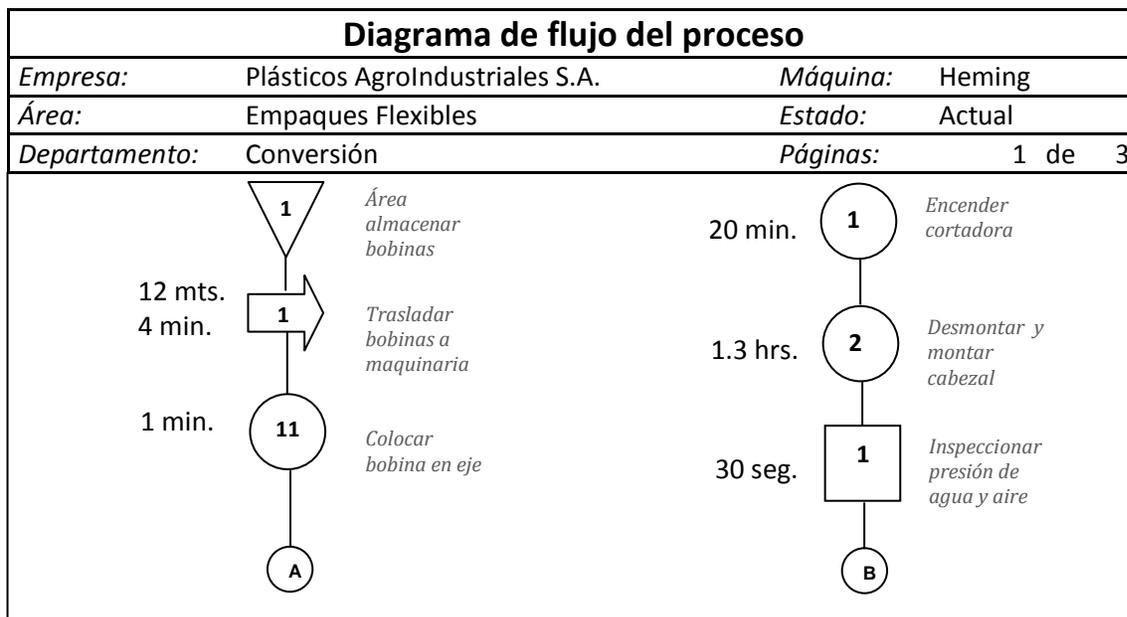
Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

2.2.4.3.2. Diagrama de flujo del proceso conversión

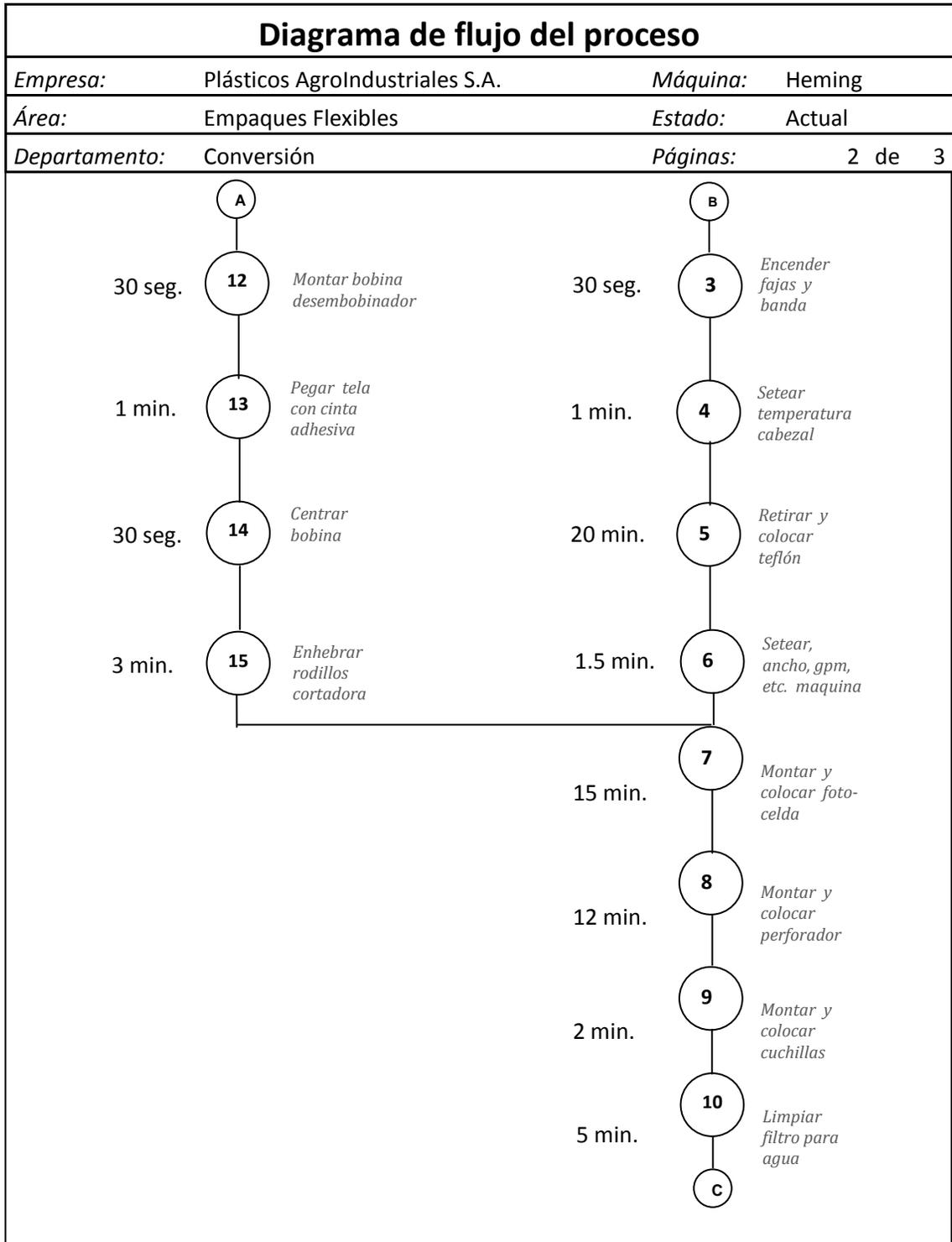
Es la representación gráfica de la secuencia de pasos ordenados del proceso de conversión para la creación de bolsas de los diferentes productos, las cuales se convertirán en el producto final. Este diagrama de proceso es el mismo para toda la maquinaria en conversión debido al diseño del proceso. A continuación se presenta el diagrama actual para el proceso de conversión en el Área de Empaques Flexibles, el cual no ha sido analizado o modificado desde su creación en 2009, (ver figura 9).

El diagrama de proceso actual para el Área de Conversión está conformado por el proceso de montaje, conversión, disposición del desperdicio y disposición del producto final, con la finalidad de establecer en un solo documento que englobe dicho proceso, especificando los puntos de operación, inspección, traslado y almacenaje respectivo de todos los productos.

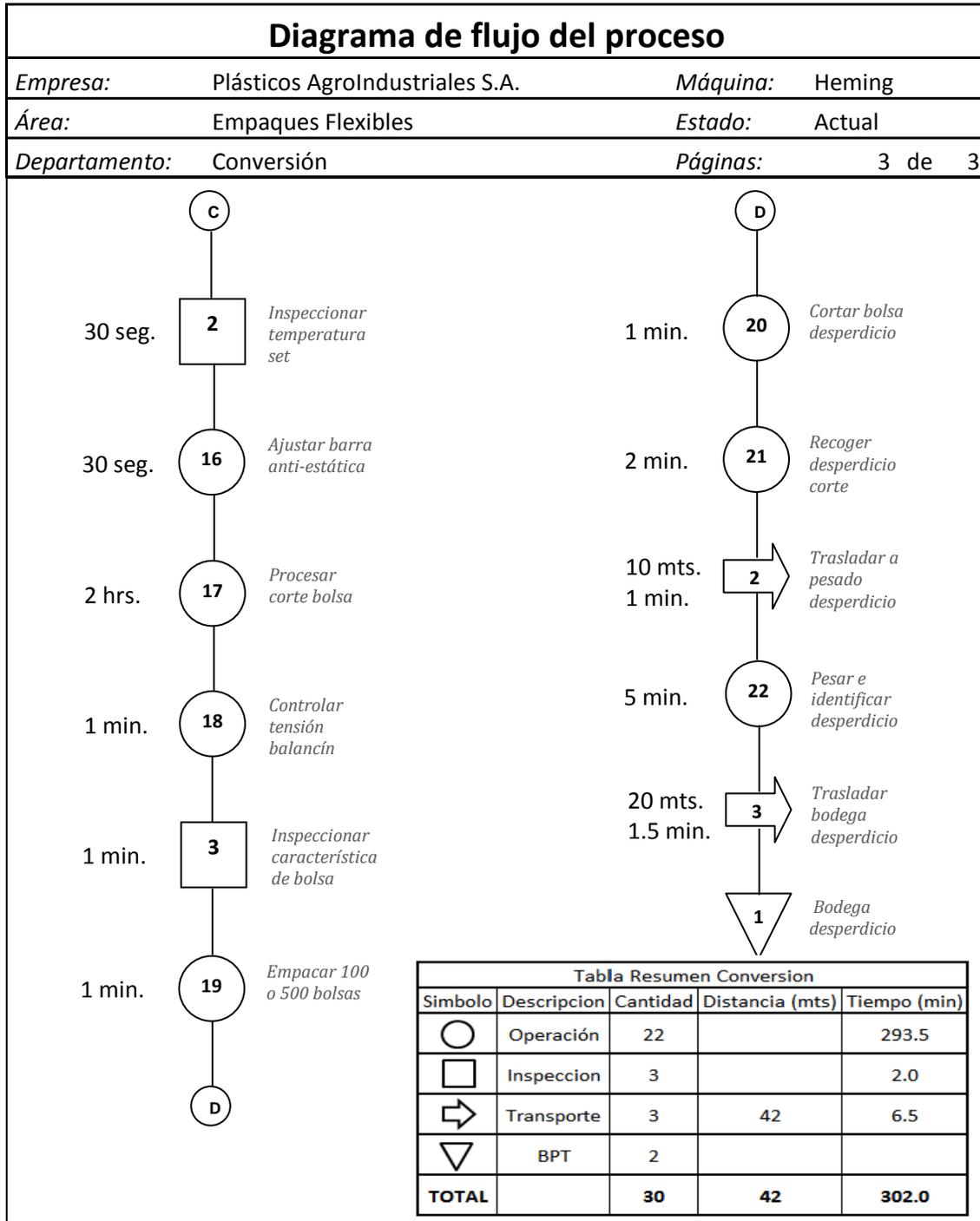
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso actual para conversión



Continuación de la figura 9.



Continuación de la figura 9.



Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

2.2.5. Diseño de los productos

El diseño de los productos populares actualmente está determinado según las características del mercado y para los productos industriales estos se diseñan para cumplir su función según las necesidades de los clientes internos y externos.

2.2.5.1. Diseño del producto popular

Los productos con esta denominación se encuentran en el mercado en colores natural, rojo, verde, azul, amarillo, rosado, violeta, blanco, naranja. Con una especificación de calibre entre 0.5 mls a 1.0 mls en las siguientes medidas:

4x8	5x8	6x10	7x10	8x11	9x14
	10x16	12x18			

Permitiendo en todos estos productos una variabilidad tanto en el ancho como en el largo de $\pm 1/8$ ".

2.2.5.2. Diseño del producto industrial

Los productos con esta denominación se encuentran en el mercado en colores transparente, blanco, negro y azul. En otra categoría se encuentran los productos industriales impresos y para todos estos productos las especificaciones son dadas por los clientes según las necesidades y utilización del producto. Con calibres desde 1 mls hasta 10 mls y dimensiones de la bolsa desde 4 plg hasta 42 plg de ancho o largo por cada producto. Permitiendo una variación tanto en el ancho como en el largo de $\pm 1/4$ ".

2.2.6. Control de calidad

El control de calidad son todos los mecanismo, acciones, herramientas que se utilizan en los proceso para detectar las no conformidades en los productos. Y su función es recolectar y analizar datos para toma de acciones correctivas adecuadas y oportunas. Actualmente no se cuenta con un departamento dedicado al control de calidad, el proceso es llevado a cabo por personal contratado para distintas funciones y no específicamente para el control de la calidad en los productos.

2.2.6.1. Cartas de control extrusión

También llamada hoja de recolección de datos, la actual hoja de control para el proceso de extrusión, recolecta información escasa para el eficiente control de proceso, proporcionando únicamente la descripción del producto, número de orden, el número de muestras, etc. La modificación de las cartas de control existentes se considera una opción viable para el mejoramiento del control en el proceso de extrusión.

Las películas extruidas están conformadas de dos caras las cuales presentan calibres distintos que en conjunto proporcionan el calibre total del producto, también el control del ancho de película es un punto importante para establecer las variaciones permisibles dentro del proceso, si se proporciona el ancho real de producto de puede determinar si el producto final se encuentra dentro de las especificaciones antes de que sea trasladado al área de conversión y así evitar las no conformidades.

2.2.6.2. Cartas de control conversión

Las cartas de control en conversión son el elemento necesario para la obtención de datos, los cuales se convertirán en información para la toma de decisiones en base a la calidad de los productos, también son necesarias para obtener registros de las condiciones de procesos, como el ancho seteado, la velocidad de la máquina, la temperatura de cabezal, etc.

Actualmente no se cuenta con esta herramienta en el área, con su creación y la obtención de información se lograra la estandarización de los procesos en el área de conversión, mejorando la calidad de los productos.

2.3. Propuesta de mejora: creación de un Departamento de Control de Calidad

La creación de un Departamento de Calidad nace con la premisa de que la calidad en los productos es un factor importante hoy en día para el consumidor. La creación de dicho departamento mejorara el control de calidad para las distintas áreas de producción en la empresa Plásticos AgroIndustriales S.A., estableciendo métodos estadísticos, documentación y seguimiento de las condiciones en los procesos y las no conformidades que se pueda presentar en todos los productos.

2.3.1. Manuales de organización y funciones

Cuando se crean puestos nuevos dentro de cualquier organización, se deben establecer todos los lineamientos necesarios para el adecuado desempeño de las actividades del nuevo personal, estos manuales son elaborados con la finalidad de transmitir la mayor cantidad de información

acerca de las características del puesto, sus funciones, atribuciones y responsabilidades.

Debido a la creación de un nuevo departamento para el control de la calidad en los procesos y productos, se debe contar con la documentación necesaria para la realización de la inducción a los puestos de jefatura de calidad y también para los analistas de calidad, ya que son puestos nuevos y no se tiene antecedentes del funcionamiento o realización de las actividades nuevas.

2.3.1.1. Manual de funciones para la jefatura de calidad

Creado con la finalidad de establecer los lineamientos deseados a seguir por el personal que ocupe el puesto. Para la selección del candidato de ese puesto podrá ocuparse por una promoción interna que cumpla con los requisitos establecidos o será el Departamento de Recursos Humanos quien realice la gestión externa para la selección del personal.

El manual para la jefatura de calidad debe contener una caratula, la misión y visión de la organización, los objetivos del puesto, el organigrama de funciones, atribuciones y responsabilidades, cadena de mando y la denominación del puesto, donde se coloca el nombre del puesto con todas las áreas involucradas. Actualmente no existe el puesto de jefatura de calidad, el cual debe tener la responsabilidad de cuidar y mantener la conformidad en los procesos y productos, por tal razón un manual de atribuciones es necesario para el establecimiento de los objetivos del puesto.

A continuación en la figura 11 se presenta el manual de organización y

funciones para el puesto de la jefatura de calidad del Área de Empaques Flexibles, actualmente no existe ningún manual de funciones para este puesto.

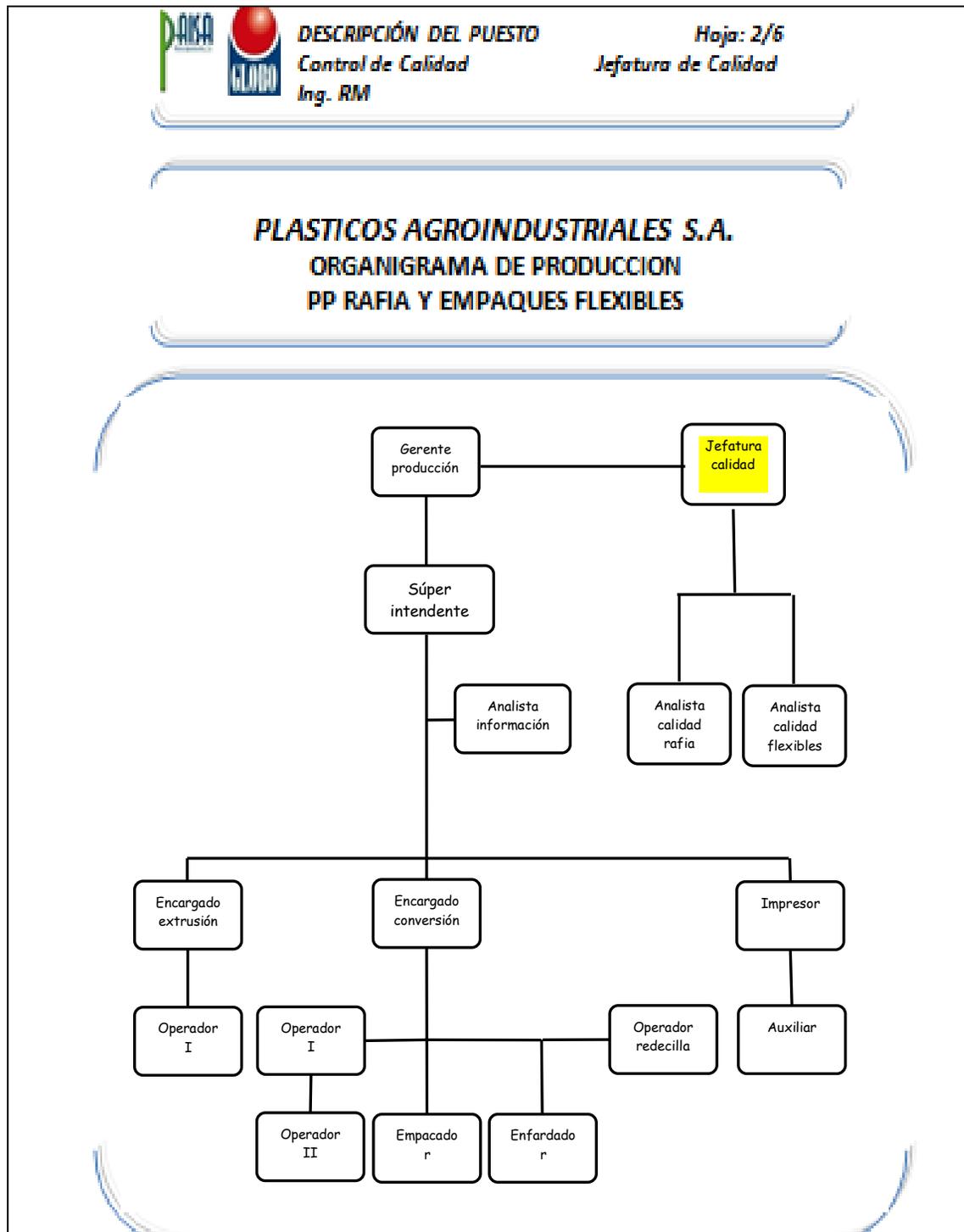
Figura 11. **Manual de organización y funciones para el puesto jefatura de calidad**



Continuación de la figura 11.

	DESCRIPCIÓN DEL PUESTO Control de Calidad Ing. RM	Hoja: 1/6 Jefatura de Calidad
Quiénes Somos		
<p><i>En Plásticos Agroindustriales S.A. somos una empresa guatemalteca fabricante de productos derivados de materia prima (poli-olefinas), que inicia sus operaciones en 1993 para satisfacer el mercado artesanal, agrícola, comercial e industrial.</i></p>		
Visión		
<p><i>Nos proyectamos como una empresa innovadora que busca cumplir con las expectativas de calidad de nuestros clientes, proporcionando soluciones de amarre y empaque.</i></p>		
Misión		
<p><i>Somos un equipo que valoramos el trabajo que realizamos, dedicados a solucionar problemas de amarre y empaque de la agroindustria, el comercio y sector artesanal, protegiendo, facilitando, y asegurando las actividades de nuestros clientes a través de la transformación de poli-olefinas en productos plásticos, coadyuvando al desarrollo de nuestro país.</i></p>		
Política de calidad		
<p><i>En Plásticos Agroindustriales S.A., nuestro compromiso primordial es garantizar la satisfacción de nuestros clientes mediante la fabricación de productos plásticos para amarre y empaque que cumplan con los estándares de calidad y entregados a tiempo, por lo que el mejoramiento continuo forma parte esencial de nuestras actividades.</i></p>		

Continuación de la figura 11.



Continuación de la figura 11.

	DESCRIPCIÓN DEL PUESTO <i>Control de Calidad</i> <i>Ing. RM</i>	<i>Hoja: 3/6</i> <i>Jefatura de Calidad</i>
Denominación del Puesto Nombre del Puesto: Jefatura de Calidad Código: Área: Control de Calidad Lugar: Empaques Flexibles y Rafia		
Dependencias del Puesto Jerárquico Superior: Gerencia General Jerárquico Inferior: Analista de Calidad Empaques Flexibles Analista de Calidad Rafia		
Objetivos del Puesto <ul style="list-style-type: none">• Controlar la calidad de todos los productos para las áreas de empaques flexibles y rafia.• Generar y presentar información específica para el control de calidad en todos los productos generados.• Mejorar todos los procesos de producción para las áreas de empaques flexibles y rafia.		

Continuación de la figura 11.

	DESCRIPCIÓN DEL PUESTO <i>Control de Calidad</i> <i>Ing. RM</i>	<i>Hoja: 4/6</i> <i>Jefatura de Calidad</i>
Perfil del Puesto		
Requisitos		
<ul style="list-style-type: none">• Ingeniería Industrial o Mecánica Industrial.• Maestría en Gestión Industrial (opcional).• Estudios en sistemas de gestión de calidad. (ISO 9001).• Experiencia mínima de 2 años en control de calidad.• Conocimiento avanzado en programas en ambiente Windows.• Conocimiento básico sobre poli-olefinas.• Disponibilidad de Horario.• Bilingüe.		
Habilidades Personales		
<ul style="list-style-type: none">• Con capacidad de Liderar, influenciar, motivar y dirigir.• Orientación en base a resultados, síntesis y objetividad.• Excelentes relaciones interpersonales.• Agilidad en toma de decisiones.• Enfocado al servicio al cliente.• Habilidad numérica.• Organizado.		

Continuación de la figura 11.

	DESCRIPCIÓN DEL PUESTO <i>Control de Calidad</i> <i>Ing. RM</i>	<i>Hoja: 5/6</i> <i>Jefatura de Calidad</i>
<h3>Responsabilidades del Puesto</h3> <ul style="list-style-type: none">• Gestionar el sistema de calidad de todos los productos.• Dirigir la implantación y evaluación de la gestión de calidad.• Preparar y desarrollar los manuales de calidad.• Aprobar y distribuir los procedimientos para la gestión de calidad.• Buscar soluciones para prevenir y controlar las no conformidades.• Registrar cualquier problema relacionado con la calidad.• Controlar los procesos de calidad de los diferentes productos.• Proponer y ejecutar los planes de formación de todo el personal en la empresa.• Coordinar los programas para el mejoramiento del sistema de calidad.• Coordina el destino final del producto no conforme dentro de la organización.• Aprobación de muestras de conformidad para la calidad de los productos en impresión de productos nuevos y tradicionales.		

Continuación de la figura 11.

		DESCRIPCIÓN DEL PUESTO Control de Calidad Ing. RM	<i>Hoja: 6/6</i> <i>Jefatura de Calidad</i>
---	---	--	--

Atribuciones del Puesto

- Revisar y mejorar cada uno de los procesos de producción en las distintas áreas.
- Realizar inspecciones generales de la calidad en todos los productos procesados.
- Realizar capacitaciones e inducciones a todo el personal.
- Proveer a todo el personal el equipo y las herramientas para su adecuado desempeño.
- Diseñar los proyectos de mejora (5S's, Medio Ambiente, Seguridad Laboral, Infraestructura).
- Asesorar a la alta dirección para la toma de decisiones en la mejora continua.
- Asegurar la Calidad del envío a todas las exportaciones, llevando un registro gráfico de todas las operaciones.
- Aprobar las muestras de producción en impresión, calidad de colores, diseño y medidas de los productos.

Fuente: elaboración propia.

2.3.1.2. Manual de funciones para el analista de calidad

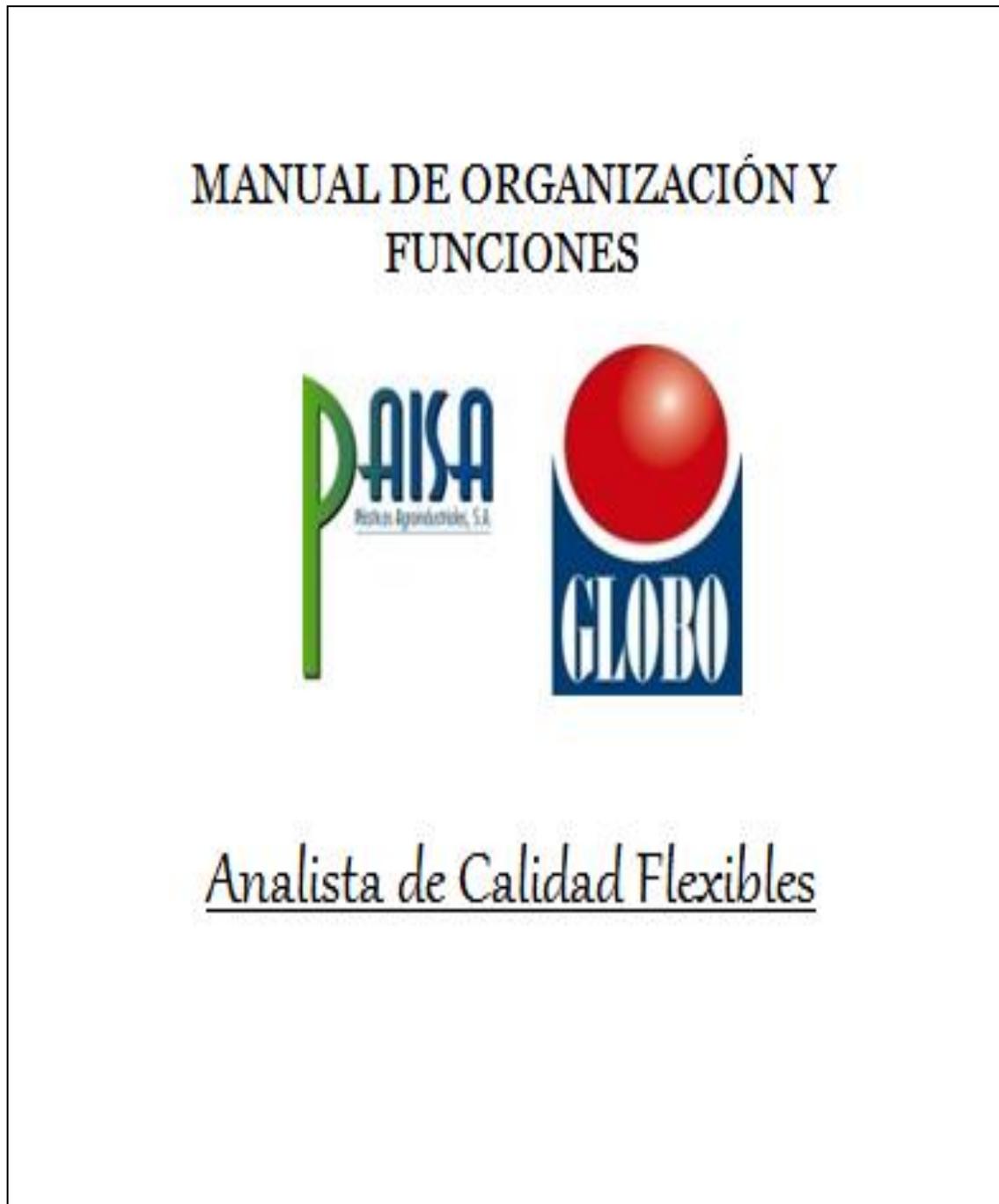
Creado con la finalidad de establecer los lineamientos deseados a seguir por el personal que ocupe el puesto. Para la selección del candidato de ese puesto podrá ocuparse por una promoción interna que cumpla con los requisitos establecidos o será el Departamento de Recursos Humanos quien realice la gestión externa para la selección del personal.

El manual para el analista de calidad del Área Empaques Flexibles debe contener una caratula, la misión y visión de la organización, los objetivos del puesto, el organigrama de funciones, atribuciones y responsabilidades, cadena de mando y la denominación del puesto, donde se coloca el nombre del puesto con todas las áreas involucradas.

Actualmente no existe el puesto analista de calidad, el cual debe tener la responsabilidad de medir y control las condiciones del proceso evitando así las no conformidad en los procesos y productos, por tal razón un manual de atribuciones es necesario para el establecimiento de los objetivos del puesto.

A continuación en la figura 12 se presenta el manual de organización y funciones para el puesto de analista de calidad del Área de Empaques Flexibles, actualmente no existe ningún manual de funciones para este puesto.

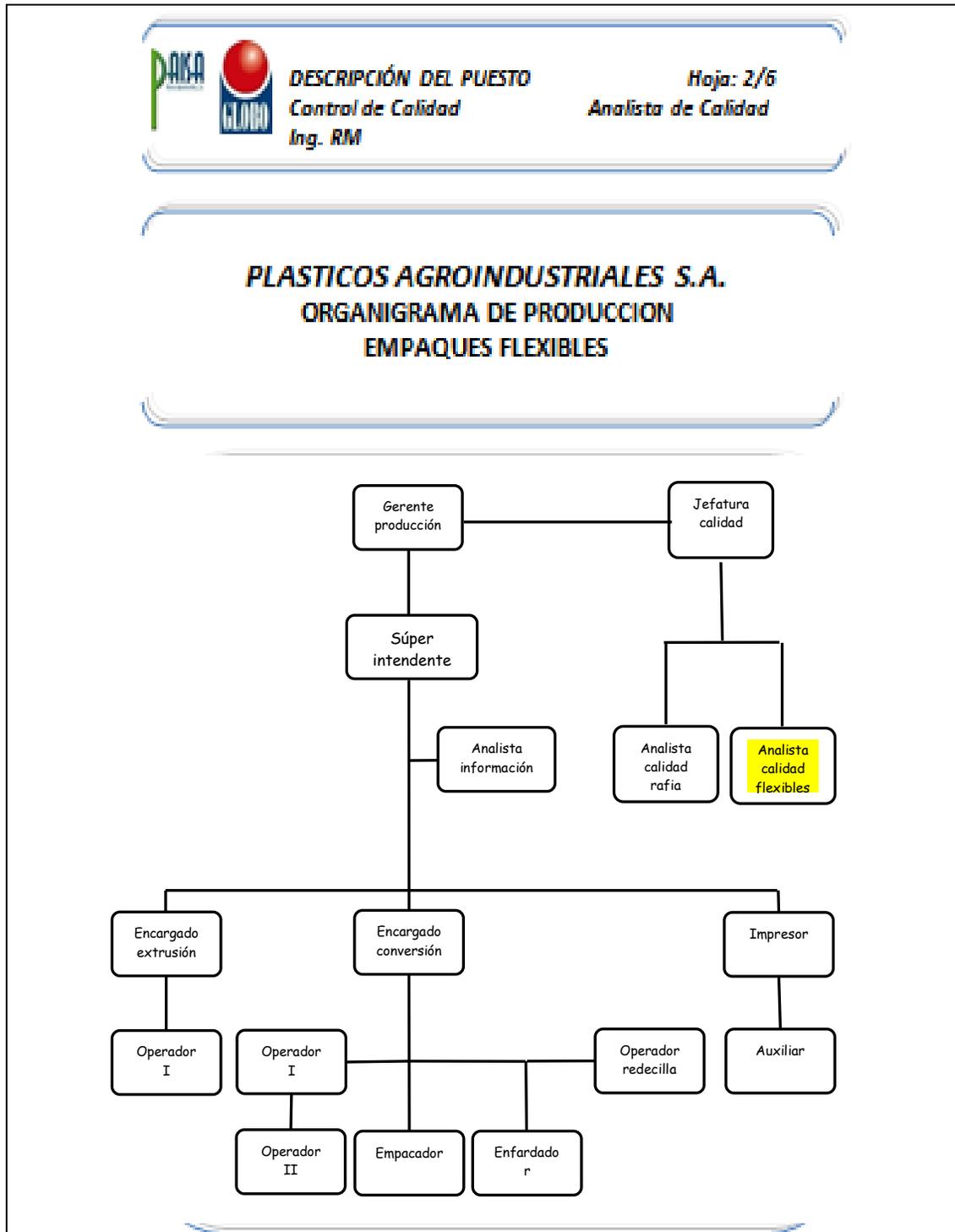
Figura 12. **Manual de organización y funciones analista de calidad flexibles**



Continuación de la figura 12.

	DESCRIPCIÓN DEL PUESTO Control de Calidad Ing. RM	Hoja: 1/6 Analista de Calidad
Quiénes Somos		
<i>En Plásticos Agroindustriales S.A. somos una empresa guatemalteca fabricante de productos derivados de materia prima (poli-olefinas), que inicia sus operaciones en 1993 para satisfacer el mercado artesanal, agrícola, comercial e industrial.</i>		
Visión		
<i>Nos proyectamos como una empresa innovadora que busca cumplir con las expectativas de calidad de nuestros clientes, proporcionando soluciones de amarre y empaque.</i>		
Misión		
<i>Somos un equipo que valoramos el trabajo que realizamos, dedicados a solucionar problemas de amarre y empaque de la agroindustria, el comercio y sector artesanal, protegiendo, facilitando, y asegurando las actividades de nuestros clientes a través de la transformación de poli-olefinas en productos plásticos, coadyuvando al desarrollo de nuestro país.</i>		
Política de calidad		
<i>En Plásticos Agroindustriales S.A., nuestro compromiso primordial es garantizar la satisfacción de nuestros clientes mediante la fabricación de productos plásticos para amarre y empaque que cumplan con los estándares de calidad y entregados a tiempo, por lo que el mejoramiento continuo forma parte esencial de nuestras actividades.</i>		

Continuación de la figura 12.



Continuación de la figura 12.

	DESCRIPCIÓN DEL PUESTO Control de Calidad Ing. RM	<i>Hoja: 3/6</i> <i>Analista de Calidad</i>
Denominación del Puesto Nombre del Puesto: Analista de Calidad Flexibles Código: Área: Control de Calidad Lugar: Empaques Flexibles		
Dependencias del Puesto Jerárquico Superior: Gerencia de Producción Jefatura de Calidad Jerárquico Inferior: No aplica		
Objetivos del Puesto <ul style="list-style-type: none">• Controlar la calidad de todos los productos para el área de empaques flexibles.• Generar y presentar información específica para el control de todos los productos generados.• Contribuir con el correcto ordenamiento de todos los materiales dentro de las instalaciones para utilizar eficientemente el espacio disponible.		

Continuación de la figura 12.



DESCRIPCIÓN DEL PUESTO
Control de Calidad
Ing. RM

Hoja: 4/6
Analista de Calidad

Perfil del Puesto

Requisitos

- Graduado Nivel diversificado.
- Disponibilidad de Horario.
- Experiencia mínima de 1 años en control de calidad y manejo de inventarios.
- Conocimiento avanzado de programas en ambiente Windows.
- Conocimiento básico sobre poli-olefinas.

Habilidades Personales

- Excelentes relaciones interpersonales.
- Agilidad en la toma de decisiones.
- Enfocado al servicio al cliente.
- Habilidad numérica.
- Organizado.

Continuación de la figura 12.



DESCRIPCIÓN DEL PUESTO
Control de Calidad
Ing. RM

Hoja: 5/6
Analista de Calidad

Responsabilidades del Puesto

- Realizar el adecuado control de calidad de los calibres de todos los productos procesados.
- Recopilar, ordenar, procesar y analizar toda la información generada en cada proceso productivo del área de empaques flexibles.
- Entregar informes al finalizar cada orden de producción a la Gerencia de Producción, a Superintendencia de Empaques Flexibles y a la Jefatura de Calidad, para verificar el nivel de calidad de los productos.
- Presentar diariamente a la administración de empaques flexibles el reporte comparativo de la existencia física con la existencia presente en el sistema interno de la empresa, verificando cualquier factor que afecte los niveles de inventario.
- Llevar un control de todo el desperdicio generado durante cada turno, presentando a la administración de empaques flexibles un informe quincenal de las cantidades de desperdicio enviadas o reprocesamiento, separando cada producto por color y material.
- Comparar y rectificar la cantidad de desperdicio enviada con la del sistema en conjunto con el analista de producción.
- Contribuir con la realización del inventario general realizado al finalizar cada mes, en colaboración con la administración de empaques flexibles y todas las áreas involucradas en el proceso.
- Realizar las actividades de ordenamiento de todos los materiales o productos dentro de las instalaciones y colaborar en la realización de cualquier actividad que ayude al mejoramiento de la productividad organizacional.

Continuación de la figura 12.

		DESCRIPCIÓN DEL PUESTO <i>Control de Calidad</i> <i>Ing. RM</i>	<i>Hoja: 6/6</i> <i>Analista de Calidad</i>
---	---	--	--

Atribuciones del Puesto

- Realizar el control e ingreso de calibre de cada producto procesado.
- Recolectar todas las etiquetas de los productos ya procesados para su posterior reducción en el sistema.
- Introducir al sistema la cantidad de desperdicio generado durante cada turno. Coordinar su envío y cuadro conjuntamente con el analista de producción.
- Comparar y rectificar el inventario físico de producción con el que se encuentra en el sistema.
- Recepción y ordenamiento de toda la materia prima necesaria para la planta. (martes y viernes).
- Diseñar y realizar muestras de productos nuevos terminados para el área de ventas.
- Llevar un control propio de la producción en extrusión y consumo en conversión.
- Coordinar el adecuado ordenamiento de todas las bobinas de producción por cada producto. Y según la clasificación de calidad que estos presenten.
- Coordinar el adecuado ordenamiento de todos los centros de cartón o pvc para la producción en extrusión.
- Solicitar y revisar el adecuado estado de las tarimas para colocar el producto terminado de cada área.
- Realizar los requerimientos de insumos para cada área.
- Al detectar bobinas con baja calidad solicitar el corte y corrección de las mismas para evitar que los defectos representen mayores pérdidas.
- Velar porque los reglamentos, normas y procedimientos de la empresa se cumplan.

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Instructivos

Los instructivos son los documentos en los cuales se describe detalladamente las actividades o responsabilidades para un adecuado desempeño del personal que ocupara cada puesto, especificando los puntos que han sido planteados en los manuales de organización y funciones de puesto. Estos manuales deben describir la metodología del control de los procesos y su forma de evaluación, seguimiento y reporte del mismo.

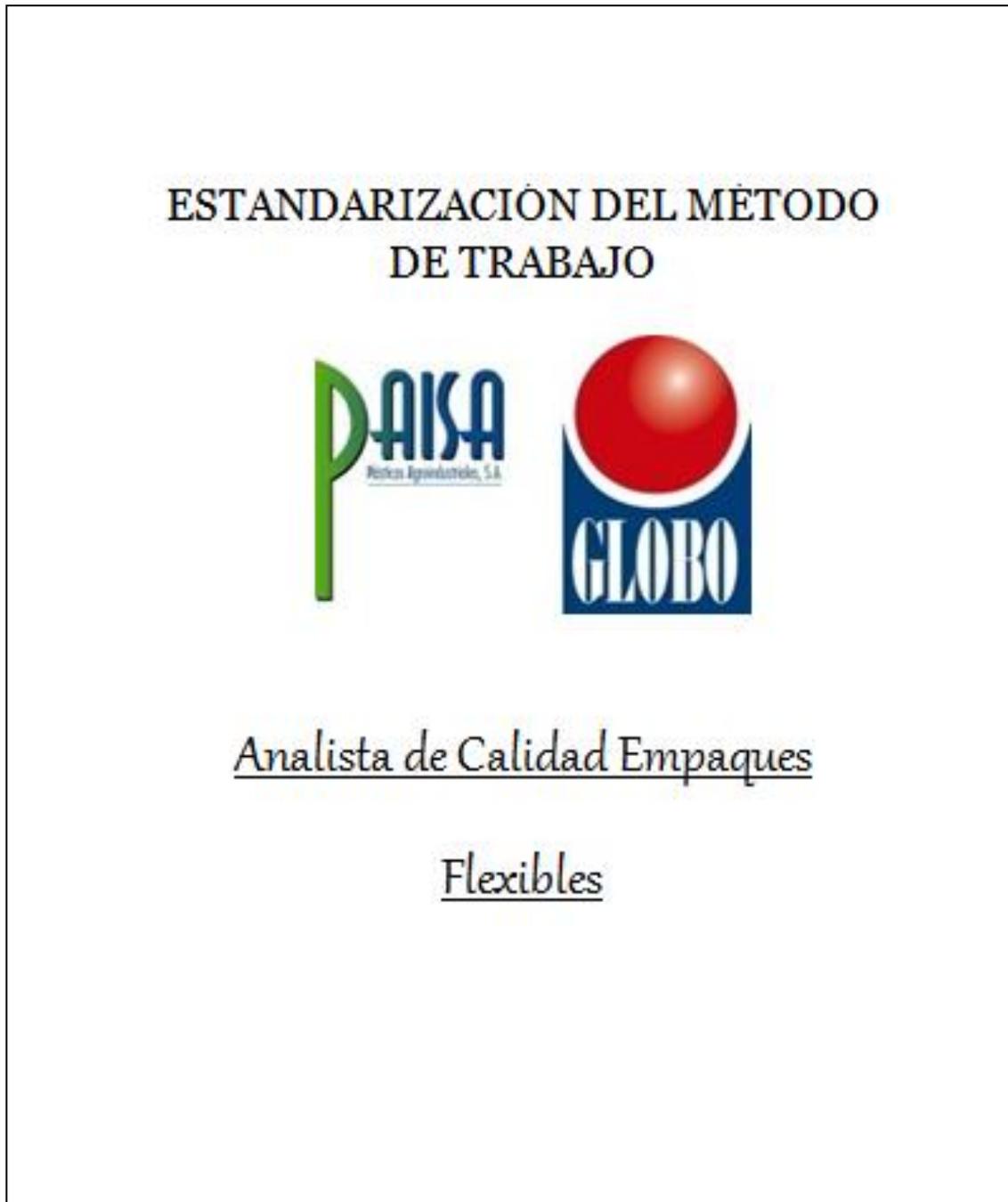
2.3.2.1. Instructivo para el analista de calidad

Un manual debe estar redactado de una manera simple para que cualquier persona pueda entenderlo y asimilarlo de una manera rápida, por lo tanto debe proporcionar la información necesaria para el proceso de inducción del personal que opte por ocupar el puesto.

El manual de procedimientos para el analista de calidad es el documento que consta de la descripción detallada de todos los puntos propuestos en el manual de organización y funciones, describiendo cada proceso de forma sistémica apoyado con ejemplos e imágenes prácticas para un fácil entendimiento. Los ejemplos pueden ir desde una aplicación sencilla como realizar un control visual hasta la presentación de reportes escritos detallando toda la información necesaria.

Actualmente no se cuenta con un documento formal que especifique por escrito los lineamientos o parámetros a seguir para el correcto desempeño del personal y así poder medir el grado de cumplimiento alcanzado por el mismo.

Figura 13. Instructivo del método de trabajo para el analista de calidad empaques flexibles



Continuación de la figura 13.

	Plásticos Agroindustriales S.A.	Hoja de Procesos			
		Extrusores: 1, 2, 3 y 4			
Descripción de Actividades					
Equipo de Seguridad:					
Guantes	<input type="checkbox"/>	Tapones Auditivos	<input type="checkbox"/>	Gafas	<input type="checkbox"/>
Botas	<input checked="" type="checkbox"/>	Faja	<input checked="" type="checkbox"/>	Mascarilla	<input type="checkbox"/>
Capacidad de la Maquinaria					
Promedio 47 bobinas/día					
Características del Producto:					
Bobinas: Promedio 250 Lbs.		Largo: Max 42 Plg.			
Puntos Críticos					
Ordenamiento del área de almacenaje de bobinas.					
Levantamiento de bobinas para cada fila de bobinas.					
Objetivos del Puesto					
<ul style="list-style-type: none">• Controlar la calidad de todos los productos para el área de empaques flexibles.• Generar y presentar información específica para el control de todos los productos generados.• Contribuir con el correcto ordenamiento de todos los materiales dentro de las instalaciones para utilizar eficientemente el espacio disponible.					

Continuación de la figura 13.



Plásticos Agroindustriales S.A. Hoja de Procesos
Extrusores: 1, 2, 3 y 4
Descripción de Actividades

CONTROL DE LOS INVENTARIOS

Dirigirse al área de almacenaje para recolectar, ordenar y clasificar todo el desperdicio generado por las áreas de extrusión y conversión del área de empaques flexibles.

Anotar en el registro diario cuales son las cantidades generadas de desperdicio por cada área y el tipo de material desperdiciado, con la finalidad de saber en qué momento se puede mandar a reprocesar estos productos y el orden según el tipo de material.

Llevar un control propio de las cantidades producidas por el área de extrusión durante cada turno para realizar el cuadro del inventario diario generado.

Recolectar todas las etiquetas de las bobinas consumidas por el área de conversión para llevar el control del inventario físico diario, sumando todas las libras del producto generado durante los dos turnos y descontando lo consumido y su desperdicio generado, realizando un cuadro diario del consumo de libras.

$$\text{Inv. Final} = (\text{Inv. Inicial} + \text{Producción}) - (\text{Consumo})$$

Crear y mantener un archivo de control para el inventario llevado durante todo el mes y presentar un informe mensual a gerencia de producción, superintendencia y analista de información de empaques flexibles, acerca de las existencias físicas de toda la producción.

Ayudar en la realización del inventario general, el cual se lleva a cabo mensualmente en toda la organización.

Continuación de la figura 13.



Plásticos Agroindustriales S.A. Hoja de Procesos
Extrusores: 1, 2, 3 y 4
Descripción de Actividades

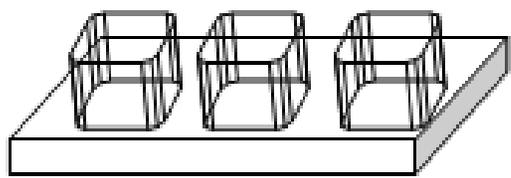
RECEPCION DE MATERIA PRIMA

Los días martes y viernes se debe dar recepción de toda la materia prima necesaria para la planta de empaques flexibles, para este proceso se debe contar con la hoja de especificación generada por el encargado de la materia prima, sobre el tipo de materia, la cantidad entregada y el tipo de embalaje. Debiendo rectificar lo siguiente: (con la finalidad de mantener una calidad homogénea durante todo el proceso).

- Las cantidades reales entregadas con las solicitadas por el superintendente de producción.
- El tipo de materia prima solicitada.
- Que los sacos no estén rotos.
- Que las tarimas se encuentren en buenas condiciones.
- No se encuentren mezclados diferentes tipos de materia prima.
- Que no haya un sobre estibado de toda la materia prima.

Distribuir toda la materia prima adecuadamente para el uso eficiente de todo el espacio disponible dentro de la planta.

Fig. 01 Orden Materia Prima



Continuación de la figura 13.



Plásticos Agroindustriales S.A. Hoja de Procesos
Extrusores: 1, 2, 3 y 4

Descripción de Actividades

OBTENCION DEL CALIBRE EN LA PELICULA

El analista de calidad durante su periodo laboral deberá realizar el análisis de calibres de las distintas órdenes de producción que se han generado durante el turno nocturno y las que se generan en el turno diurno para obtener el comportamiento de la calidad de los productos procesados y tomar las decisiones necesarias para su disposición final. Los pasos a seguir son los siguientes:

- ✚ El operador de extrusión deberá proporcionar un tamaño de muestra lo suficientemente grande para que él y el analista de calidad puedan realizar las pruebas necesarias por cada bobina y producto procesado con su respectiva secuencia y orden de producción.
- ✚ Utilizar el equipo adecuado como lo es una navaja, metro y los pesos diseñados para obtener el calibre, dependiendo del tipo de producto o materia prima así existe un peso adecuado, (HDPE, LDPE, PP).
 - Primeramente se elige el tipo de peso dependiendo del producto en análisis.
 - Se mide el ancho de la película el cual puede tener una variación dependiendo de las especificaciones del producto.

Utilizando la navaja y el peso adecuado se procede a realizar cortes en la película, dependiendo del ancho de la misma así será la cantidad de cortes que se pueden obtener, como se ilustra más adelante.

Fig. 02 Ejemplo del Peso para Calibres

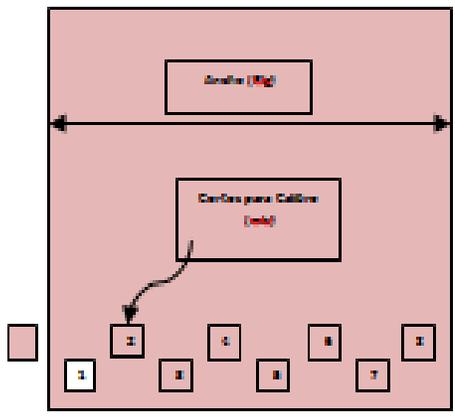


Continuación de la figura 13.

PAISA  **Plásticos Agroindustriales S.A.** *Hoja de Procesos*
Extrusores: 1, 2, 3 y 4
Descripción de Actividades

- Se realiza el corte de un rectángulo y este es pesado para obtener el calibre de esa sección, únicamente en el primer corte se pesa por separado cada cara de la muestra para verificar su calibre debiendo ser aproximadamente la mitad por cada cara del valor promedio del calibre deseado.
- Con toda la información se llenan las hojas de control específicas para el análisis de calibres por maquina en extrusión, la cual posteriormente será utilizada para la presentación de los informes de calidad en la producción.
- El desperdicio generado durante el proceso de obtención de calibres deberá ser dispuesto en el desperdicio generado por extrusión y con su respectiva clasificación dependiendo del tipo de material.

Fig. 03 Ejemplo Obtención de Calibres



Coordinar con el analista de empaques flexibles, el proceso de extracción de todo el desperdicio por cada área, para su reprocesamiento fuera de las instalaciones y su respectiva recepción convertido en material reutilizable.

Continuación de la figura 13.

	Plásticos Agroindustriales S.A.	Hoja de Procesos
	Descripción de Actividades	Extrusores: 1, 2, 3 y 4

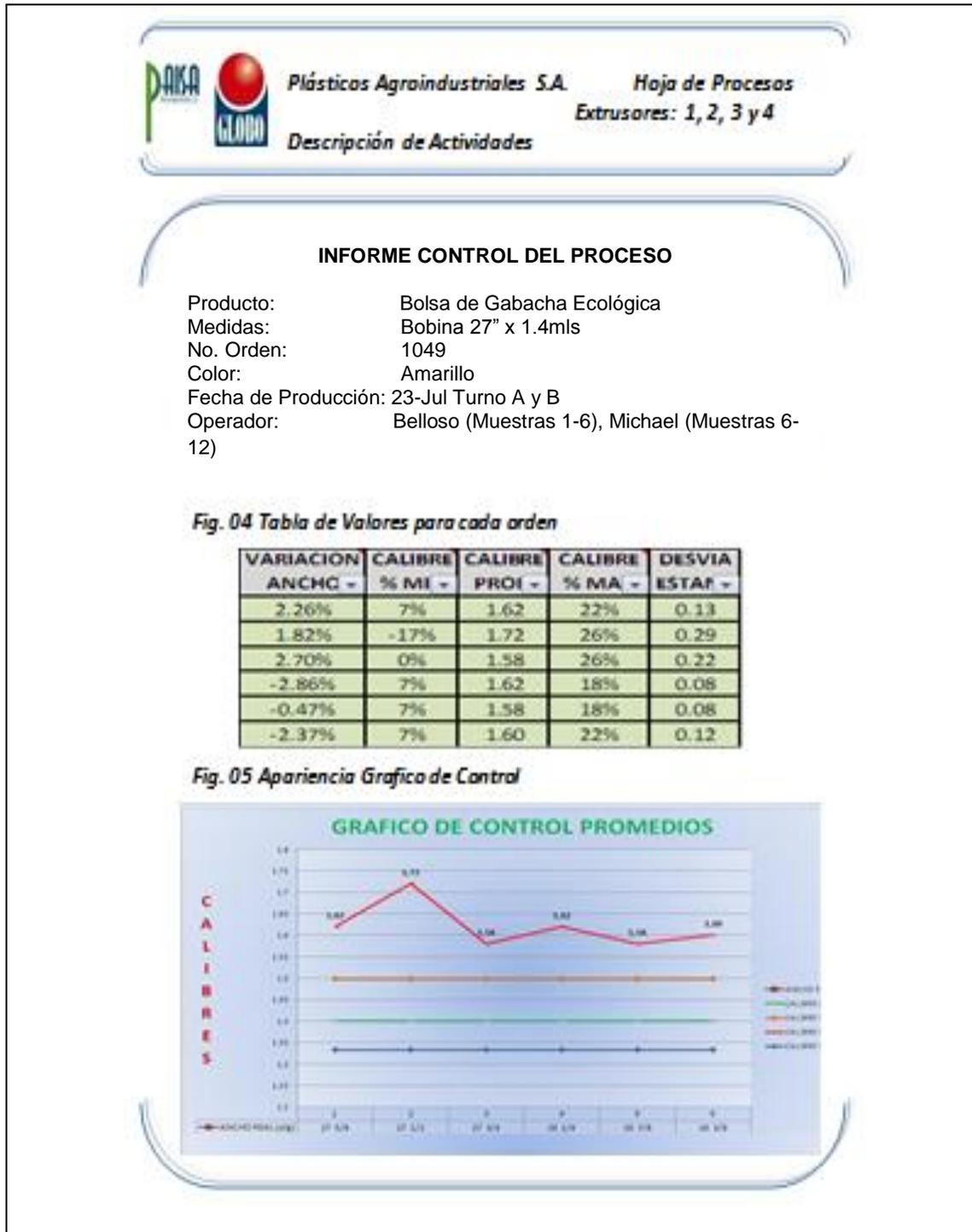
PRESENTACION DE INFORMES

El analista de Calidad (Control de Inventarios) para el área de empaques flexibles, tiene como fin primordial velar por la calidad obtenida en el proceso de extrusión. Controlar el calibre de cada bobina producida para evitar inconformidades en los clientes internos y por consecuencia la obtención de un producto final con mala calidad, también se deben controlar otros aspectos como el ancho de la bobina, intensidad de tratamiento, intensidad del color, lo opacidad del producto y la calidad de bobinad (Telescopiado). Al momento de detectar alguna bobina que no cumpla con los requerimientos mínimos, el analista de calidad está facultado para solicitar el corte y corrección de la misma para evitar que los defectos representen mayores pérdidas

INFORME DIARIO DE CONTROL DE PROCESO:

El analista de calidad deberá presentar diariamente o cuando se le solicite, a la gerencia de producción con copia a la superintendencia de producción de empaques flexibles y a la jefatura de calidad, un reporte del comportamiento de las ordenes de producción elaboradas durante los dos turnos anteriores al día, presentando en su reporte la información a continuación descrita:

Continuación de la figura 13.



Continuación de la figura 13.



Plásticos Agroindustriales S.A. Hoja de Procesos
Extrusores: 1, 2, 3 y 4
 Descripción de Actividades

INFORME DIARIO DE DESPERDICIO:

El analista de calidad deberá presentar diariamente o cuando se le solicite, a la Gerencia de Producción y a la Superintendencia de producción de Empaques Flexibles, el reporte del comportamiento de todo el desperdicio generado durante los dos turnos anteriores al día, según el tipo de color y su tipo de material, describiendo las libras reales y el porcentaje que estas representan, comparado con el que es reportado en las distintas ordenes de producción por el analista de empaques flexibles.

Fig. 06 Contenido del informe de desperdicio Cristal y Bajo

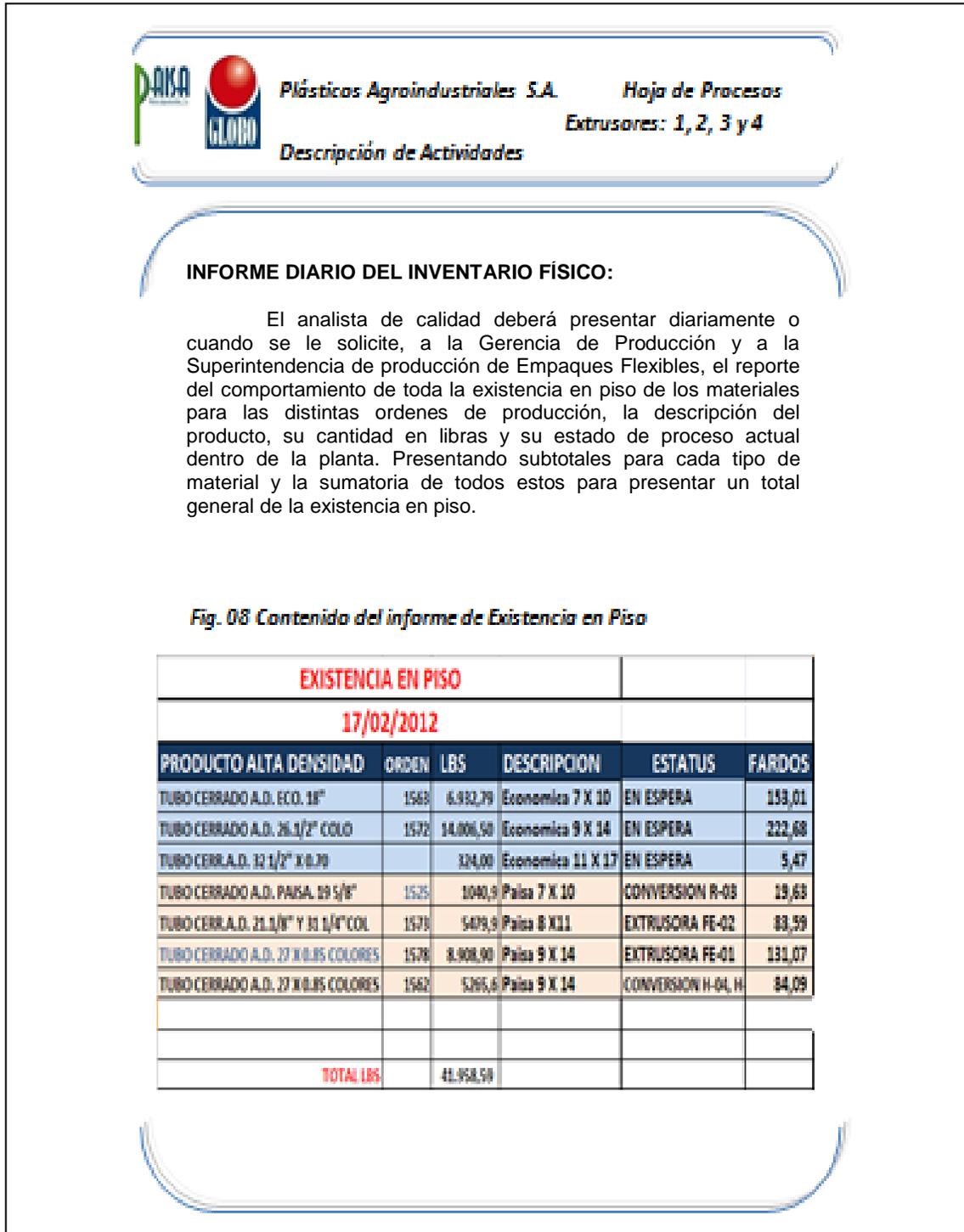
CRISTAL		
LESO	95.1	23.59
IMPRESIÓN		0.00
BAJA		
TRANSPARENTE	84.5	20.96
IMPRESO	43.46	10.78
NEGRO	107.92	26.77
MAT/RECUP	2	0.50
	403.12	100

Fig. 07 Contenido del informe de desperdicio Alta

El desperdicio del día de hoy 18/02/12

ALTA	18 Feb	%
AMARILLO	3.6	0.09
NARANJA	10.3	2.56
ROJO	1.3	0.32
ROSADO		0.00
AZUL	14.2	3.52
VIOLETA		0.00
BLANCO	83.8	20.26
VERDE	7.45	1.85
NEGRO		0.00
TORCIA		0.00

Continuación de la figura 13.



Continuación de la figura 13.



Plásticos Agroindustriales S.A. Hoja de Procesos
Extrusores: 1, 2, 3 y 4
Descripción de Actividades

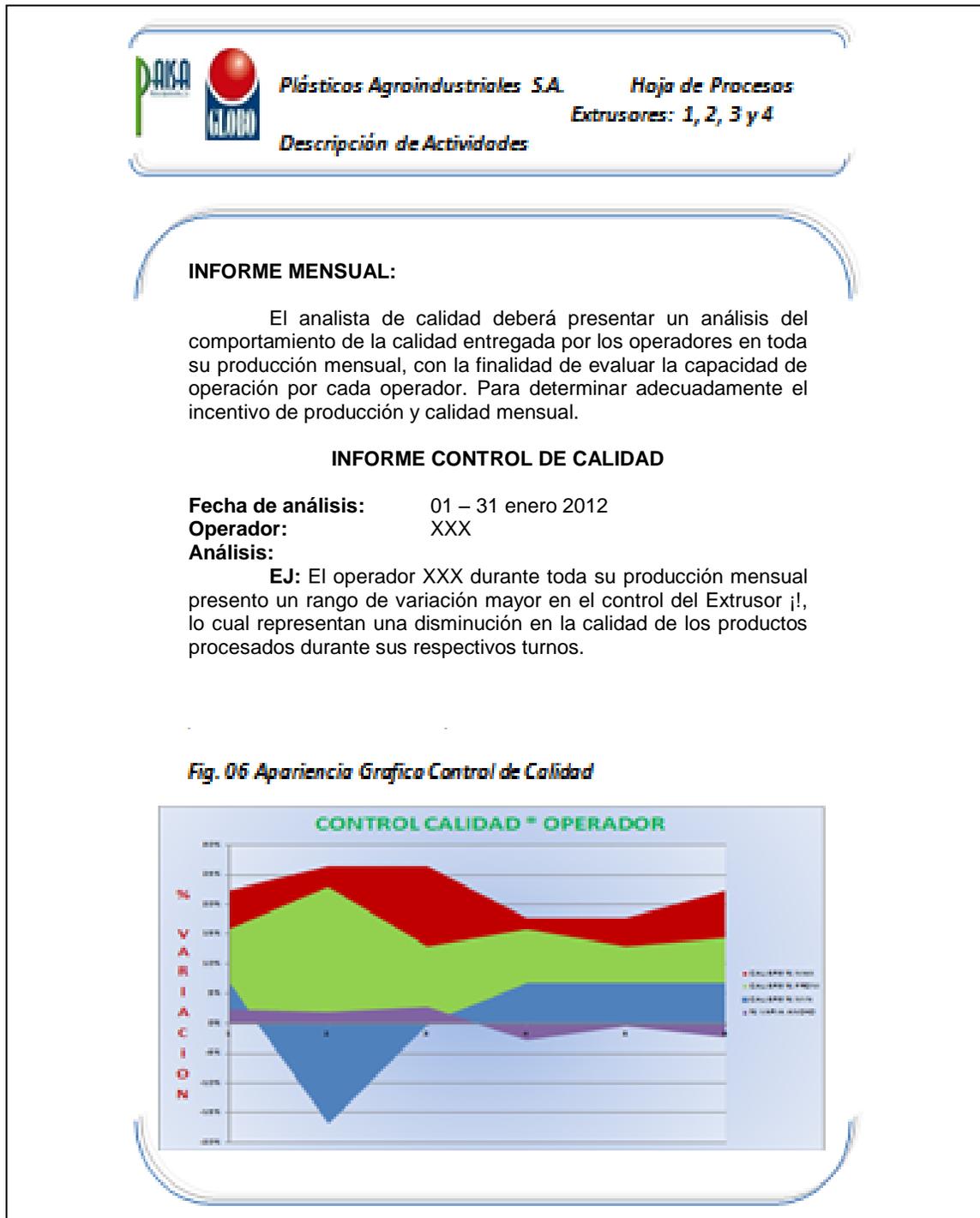
INFORME QUINCENAL DEL DESPACHO DE DESPERDICIO:

El analista de calidad deberá presentar diariamente o cuando se le solicite, a la Gerencia de Producción y a la Superintendencia de producción de Empaques Flexibles, el reporte del comportamiento de los despachos de desperdicio contra las cantidades de producto peletizado recibidas en el área de empaques flexibles separando estas cantidades según la empresa que las procesa, tomando en cuenta el día de envió, los tipos de materiales enviados con sus respectivas cantidades en libras, la cantidad de producto recibido ya peletizado, su tipo de material y su procedencia.

Fig. 09 Contenido del informe para despacho del Desperdicio

MATERIAL ENVIADO DE GLOBO			MATERIAL ENVIADO DE ECOPLAST		
LIBRAS	MATERIAL	FECHA	LIBRAS	MATERIAL	FECHA
6.526,02	PP	07/12/2011	8.196,71	PP	24/01/2012
5.030,37	HDPE	05/01/2012			
6.544,01	LDPE	20/01/2012			
6.335,04	PP	04/02/2012			

Continuación de la figura 13.



2.3.3. Herramientas estadísticas para el control de calidad

Los métodos y procedimientos estadísticos son utilizados para el control de la calidad en los procesos de producción, son una fuente de información ideal para conocer las características de los procesos, pudiendo analizar la calidad de los productos en el mismo instante que se producen y no hasta el final de su fabricación. Para el control estadístico existen herramientas como los gráficos de control, las curvas características de operación, los muestreos de aceptación, etc. Importantes para la toma de decisiones oportunas dentro del proceso.

2.3.3.1. Estimación de confianza

Este valor estima la probabilidad del parámetro de una población, el cual pueda encontrarse dentro de un intervalo de confianza. Todo nivel de confianza se denota por $(1-\alpha)$, expresándose en un porcentaje (%). Es común que el investigador tome como nivel de confianza un 95% o un 99%, por facilidad en el manejo de los datos, que corresponden con valores α de 0,05 y 0,01 respectivamente.

Dentro de la organización se ha elegido un nivel de confianza del 95%, debido a factores como, el tamaño de lote, muestreo destructivo, cantidad de tiempo utilizado y disponibilidad del personal, también se ha determinado que para lotes mayores a 5000 unidades, el tamaño de muestreo es constante, por lo tanto se pueden estimar los costos fijos por inspección o muestreo del lote.

Calculo para la estimación $Z_{\alpha/2}$:

$\alpha = 0,05$ $\alpha/2 = 0,025$ área = 0,95 área $_{\alpha/2}=0,975$
 $Z_{\alpha/2} = 1,96$ (ver anexo 1).

2.3.3.2. Tamaño de muestra

La determinación de un tamaño de muestra es un proceso estadístico el cual ayuda a seleccionar un número de elementos representativos del universo, buscando obtener la homogeneidad del mismo y el cual proporcione el menor grado de error estándar del proceso. Para la determinación de un tamaño de muestra se deben considerar los factores económicos incurridos por la organización, debido a que una muestra muy grande puede incurrir en muchos gastos y sería mejor aceptar una devolución por costos.

La siguiente ecuación determina la estimación del tamaño de muestra ideal para el proceso en el Área de Empaques Flexibles. El nivel de confianza es establecido por el analista en conjunto con la Gerencia de Producción dependiendo del grado de complejidad del proceso, el tema de costos por tamaño de muestra, etc., estimando la conveniencia del nivel de confianza para el proceso.

$$n = z^2 pqN / Ne^2 + z^2 pq$$

Calculo para la determinación del tamaño de muestras:

$$n = (1,96)^2(0,5) (0,5) (15000) / (15000) (0,05)^2 + (1,96)^2(0,5) (0,5)$$

$$n = 374,57 \Rightarrow 375$$

Figura 14. Estimación del tamaño de muestra

Ecuacion para una poblacion Finita
 $n = Z^2 * p * q * N / Ne^2 + Z^2 * p * q$

Z = nivel de confianza N = Universo
 p = Probabilidad a favor e = error de estimacion
 q = Probabilidad en contra n = tamaño de muestra

Criterios de Decision

p = 50% Se Acepta
 q = 50% Se Rechaza

Z = 1,96 95 % Confiabilidad
 e = 0,05 5 % Error

N = Universo variable según el Producto
 Esta variable si es conocido

n =	375
p =	0.5
q =	0.5
Z =	1.96
e =	0.05
N =	15000

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.3. Plan de muestreo simple

El plan de muestreo es una forma de inspección, únicamente define si acepta o rechaza un lote, nunca interviene en los aspectos de calidad por lo cual no puede mejorar esta. Este no es una estrategia de mejora en la calidad de los productos, garantizando únicamente que los productos cumplan o no con los parámetros o especificaciones establecidas por calidad.

Este tipo de plan es utilizado cuando las pruebas son destructivas, cuando es muy costoso realizar una inspección al 100%, debido a la cantidad de tiempo utilizable, los recursos son escasos, comparado con el costo de admitir una unidad defectuosa.

Consiste en extraer una muestra aleatoria de n unidades de un lote e inspeccionarlas para aceptar o rechazar, al encontrar c o menos unidades defectuosas. La CO demuestra la bondad con que funciona el muestreo. En la curva se representan las probabilidades de aceptación, P_a , contra la proporción de unidades defectuosas, p , supuesta para el lote de entrada. Dichas proporciones y los riesgos de aceptación o rechazo que implican se deducen de la curva CO y con ello se determina el programa de muestreo simple que cubre las especificaciones de calidad deseadas.

Para el proceso actual se determinó que de un tamaño de muestra de 375 unidades se tiene un criterio de aceptación ideal de 14 unidades para la aceptación del lote con un 3.5% de probabilidad de unidades defectuosas en todo el lote.

2.3.3.4. Curva Característica de Operación (CO)

La curva característica de operación (CO) es una herramienta estadística importante para la determinación de la calidad en lotes de productos, esta herramienta puede ser utilizada tanto por el productor como por el consumidor, cuando se desea determinar si aceptar o rechazar un producto con una gran confiabilidad en el proceso.

Si el porcentaje de artículos defectuosos en la muestra es grande, la probabilidad de aceptación del lote es baja, a esto se le llama riesgo del consumidor, por el contrario si el porcentaje de artículos defectuosos en la muestra es pequeño, la probabilidad de aceptación del lote es alta, a esto se le llama riesgo del productor.

La curva característica (CO) es la herramienta que ayuda a reducir los

costos por inspección de los productos, debido a que se selecciona un tamaño de muestra representativo, por el contrario a la inspección al 100% la cual incurre en gastos mayores de recursos económicos, personal y de tiempo.

La siguiente ecuación determina la estimación del tamaño de muestra ideal para el proceso en el Área de Empaques Flexibles.

$$P(x,n,p) = \binom{n}{x} p^x(1-p)^{n-x} ; x = 0,1,2,\dots,n$$

$$\text{Donde } \binom{n}{x} = n! / x!(n-x)!$$

Calculo para la determinación del tamaño de muestras, el criterio de aceptación simple para este ejemplo es de 15 unidades como máximo para aceptar el lote, la proporción de unidades defectuosas máximas del 3,5%, con un tamaño de muestra de 375 unidades.

$$P(15, 375, 0,035) = (1 - 0,035)^{100} + 100p(1 - 0,035)^{99} + 4950p^2(1 - 0,035)^{98} + 161700p^3(1 - 0,035)^{97} + \dots +$$

$$P(15) = (0,757)(100) = 76 \%$$

El resultado obtenido indica que al extraer 375 elementos de un lote de 15,000 unidades, se pueden encontrar en la muestra 15 unidades no conformes como máximo y aceptar el lote con un 76% de confianza que se encuentra dentro de especificaciones.

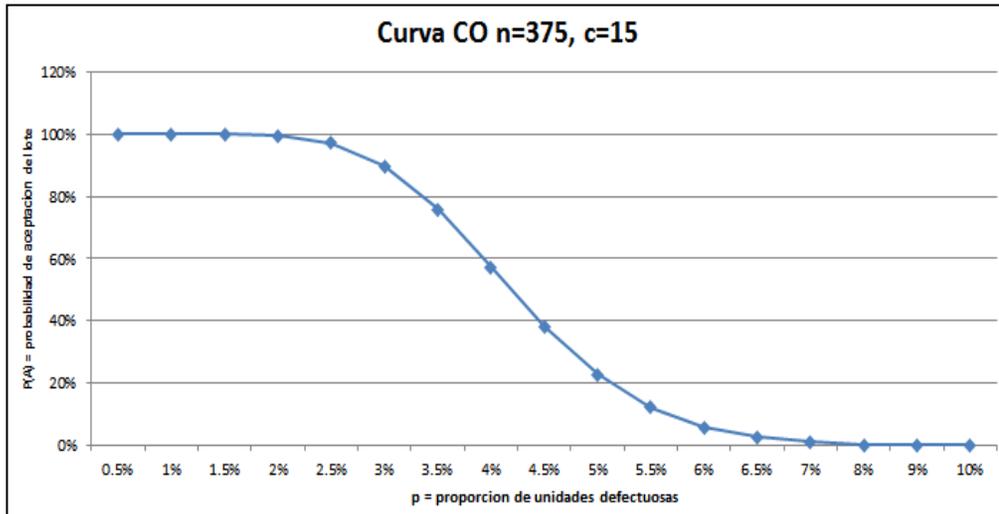
Figura 15. Datos para la Curva Característica de Operación (CO)

n = 375		p	0.5%	1%	1.5%	2%	2.5%	3%	3.5%	4%	4.5%	5%	5.5%	6%	6.5%	7%	8%	9%	10%
c =	1	P(1)	44%	11%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	2	P(2)	71%	28%	8%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	3	P(3)	88%	49%	19%	6%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	4	P(4)	96%	68%	34%	13%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	5	P(5)	99%	83%	51%	24%	9%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	6	P(6)	100%	92%	67%	38%	17%	7%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	7	P(7)	100%	96%	80%	53%	28%	13%	5%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	8	P(8)	100%	99%	89%	67%	41%	21%	9%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	9	P(9)	100%	100%	94%	78%	54%	31%	16%	7%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	10	P(10)	100%	100%	97%	87%	66%	43%	24%	12%	5%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	11	P(11)	100%	100%	99%	92%	77%	55%	34%	18%	9%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	12	P(12)	100%	100%	100%	96%	85%	67%	45%	27%	14%	6%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
c =	13	P(13)	100%	100%	100%	98%	91%	76%	56%	36%	21%	10%	5%	2%	1%	0%	0%	0%	0%
c =	14	P(14)	100%	100%	100%	99%	95%	84%	67%	47%	29%	16%	8%	4%	1%	1%	0%	0%	0%
c =	15	P(15)	100%	100%	100%	100%	97%	90%	76%	57%	38%	23%	12%	6%	3%	1%	0%	0%	0%

Fuente: elaboración propia.

Al igual que utilizar la tabla de valores, se puede utilizar el gráfico correspondiente para para la curva característica de operación, en la cual se determina el porcentaje de unidades defectuosas que representan al eje x, trazando una línea vertical que intersecte a la curva y luego una línea horizontal que cruje el eje y, esta intersección proporciona el valor o la probabilidad de aceptación de un lote recibido, mientras más alto el valor de la probabilidad mayor será la calidad en el lote.

Figura 16. **Curva Característica de Operación**



Fuente: elaboración propia.

2.3.3.5. Gráficos de control

Son elementos visuales que ayudan al proceso de control de la producción, dando a conocer las tendencias o comportamiento de los productos en forma de gráficos, estos se pueden clasificar en gráficos por atributos y por variables. Para el proceso de extrusión se utilizarán los gráficos por variables debido a que la variable más importante a controlar es el peso de las diferentes secciones en la película.

Los gráficos utilizados serán el de promedios y el de la desviación estándar, estos proporcionan un límite superior, un límite central y un límite inferior, los cuales sirven de referencia e indican si el proceso se encuentra dentro o fuera de control para las distintas variables del proceso.

Son la representación gráfica de una secuencia de puntos unidos por una

línea, en la cual se observa y analiza gráficamente el comportamiento de un proceso, con la finalidad de observar las variaciones debidas a causas comunes o las ocasionadas por causas especiales. Compuesta básicamente por tres líneas paralelas y dos ejes utilizados para identificar la procedencia de los datos.

El objetivo principal de todo gráfico de control es observar no solo los puntos que estén fuera de control en el proceso si no también ver si estos presentan algunas tendencias o patrones indicativos, los cuales proporcionarían una alerta de un posible cambio en las condiciones del proceso.

2.3.3.5.1. Gráficos de Promedio (X)

Los gráficos de control son llamados 3-sigma y son utilizados para analizar la variación de una tendencia central en un proceso productivo. En todo proceso existe una variable llamada variabilidad natural atribuida a causas comunes debidas al azar cuando el proceso se encuentra bajo control. También existen las causas no naturales llamadas causas asignables al proceso las cuales son factores que pueden ser investigados y pueden evitarse.

En un gráfico de control se pueden observar las series de puntos en los cuales, pueden existir puntos que estén fuera de los límites establecidos o muestren una tendencia particular se puede afirmar que un proceso se encuentra fuera de control. En los gráficos de control X se estiman los límites superiores e inferiores en base a las siguientes ecuaciones:

$$LCS = \bar{x} + 3 * \hat{\sigma} / a_n \sqrt{n}$$

$$LCC = \bar{x}$$

$$LCI = x - 3 * \hat{s}/a_n \sqrt{n}$$

Tabla VII. **Estimación de An según la cantidad de muestras seleccionadas**

N	3	4	5	6	7	8
An	0,886	0,921	0,940	0,952	0,959	0,965

Fuente: Wackerly, Dennis D. Estadística matemática con aplicaciones. p. 936.

Cálculo para la determinación de los límites inferiores y superiores para el extrusor FE-01:

$$LCS = 0,67 + 3 * (0,08 / 0,952 \sqrt{6}) = 0,773$$

$$LCC = 0,67$$

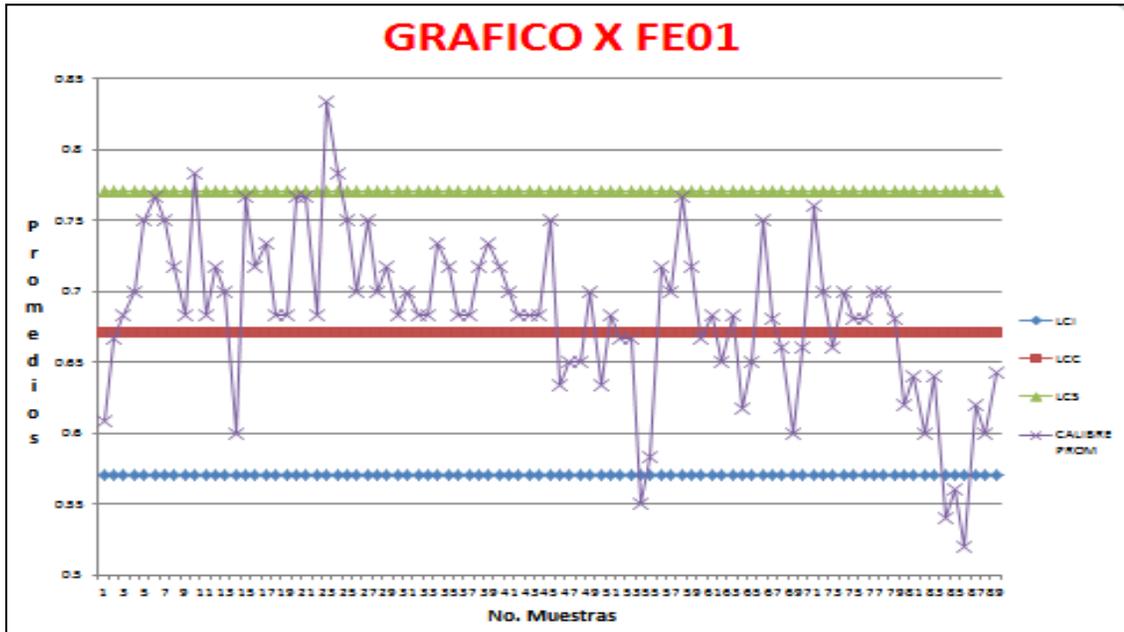
$$LCI = 0,67 - 3 * (0,08 / 0,952 \sqrt{6}) = 0,567$$

Tabla VIII. **Muestra de calibres para el extrusor FE-01**

1	2	3	4	5	6	Calibre Promedio	Desviación Estándar
0,65	0,50	0,50	0,50	0,60	0,90	0,61	0,16
0,70	0,60	0,50	0,50	0,70	1,00	0,67	0,19
0,70	0,60	0,60	0,60	0,70	0,90	0,68	0,12
0,70	0,90	0,60	0,50	0,80	0,70	0,70	0,14
0,90	0,70	0,70	0,50	0,70	1,00	0,75	0,18
0,70	0,70	0,90	0,80	0,80	0,70	0,77	0,08
0,90	0,70	0,60	0,60	0,80	0,90	0,75	0,14
0,80	0,70	0,50	0,50	0,80	1,00	0,72	0,19
0,90	0,70	0,50	0,60	0,60	0,80	0,68	0,15

Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

Figura 17. Gráfico de control para el promedio en el extrusor FE-01



Fuente: elaboración propia.

El gráfico anterior muestra las condiciones del proceso determinando así que el proceso se encuentra bajo control.

Cálculo para la determinación de los límites inferiores y superior para el extrusor FE-02:

$$LCS = 0,64 + 3 * (0,07 / 0,952 \sqrt{6}) = 0,73$$

$$LCC = 0,64$$

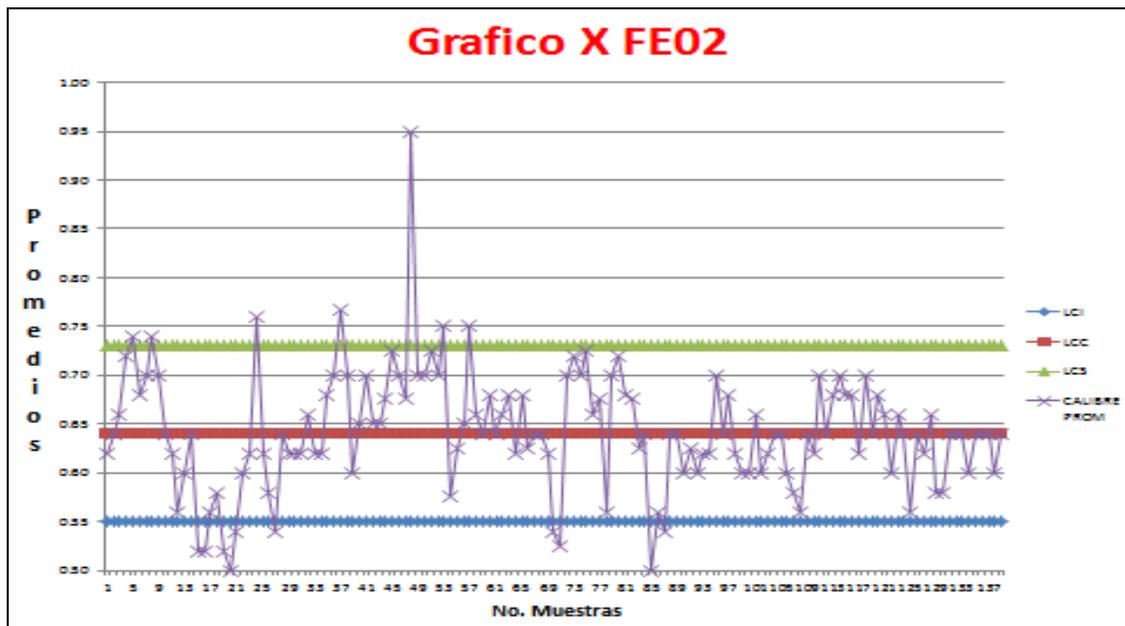
$$LCI = 0,64 - 3 * (0,07 / 0,952 \sqrt{6}) = 0,55$$

Tabla IX. **Muestra de calibres para el extrusor FE-02**

1	2	3	4	5	6	Calibre Promedio	Desviación Estándar
0,70	0,60	0,50	0,60	0,70		0,62	0,08
0,80	0,60	0,50	0,60	0,70		0,64	0,11
0,70	0,70	0,50	0,60	0,80		0,66	0,11
0,70	0,70	0,70	0,80	0,70		0,72	0,04
0,80	0,70	0,70	0,80	0,70		0,74	0,05
0,70	0,60	0,70	0,70	0,70		0,68	0,04
0,80	0,80	0,60	0,60	0,70		0,70	0,10
0,80	0,80	0,60	0,70	0,80		0,74	0,14
0,90	0,80	0,60	0,60	0,60		0,70	0,09

Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

Figura 18. **Gráfico de control para el promedio en el extrusor FE-02**



Fuente: elaboración propia.

El gráfico anterior muestra las condiciones del proceso determinando así que el proceso se encuentra bajo control.

2.3.3.5.2. Gráficos para la Desviación (S)

Los gráficos de control para la desviación estándar, son utilizados para observar la variabilidad de los procesos durante todo el proceso. Estos gráficos son utilizados para la observancia de la variabilidad que existe en el proceso, si un gráfico muestra una variabilidad muy amplia se puede intervenir en el proceso y disminuir esa amplitud para el control del mismo y de la calidad en los productos.

En los gráficos de control S se estiman los límites superiores e inferiores en base a las siguientes ecuaciones:

$$LCS = \hat{s} + 3\hat{s} \sqrt{1 - a_n^2/a_n}$$

$$LCC = \hat{s}$$

$$LCI = \hat{s} - 3\hat{s} \sqrt{1 - a_n^2/a_n}$$

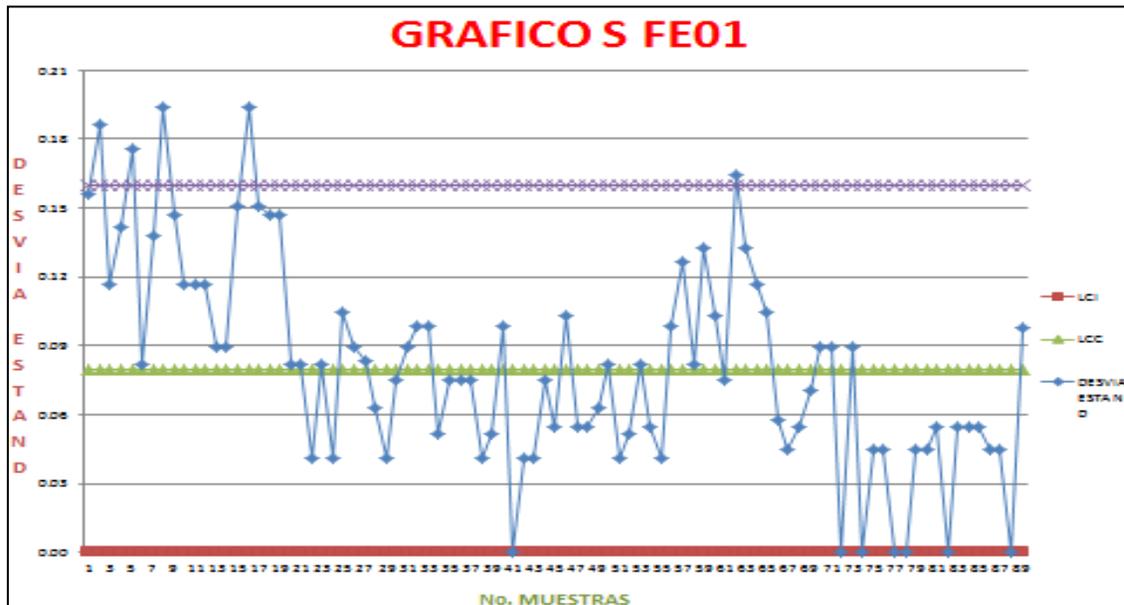
Cálculo para la determinación de los límites inferiores y superiores para el extrusor FE-01:

$$LCS = 0,08 + 3(0,08) \sqrt{(1 - (0,952^2 / 0,952))} = 0,16$$

$$LCC = 0,08$$

$$LCI = 0,08 - 3(0,08) \sqrt{(1 - (0,952^2 / 0,952))} = 0,00$$

Figura 19. **Gráfico de control para la desviación estándar en el extrusor FE-01**



Fuente: elaboración propia.

El gráfico anterior muestra las condiciones del proceso determinando así que el proceso se encuentra estable.

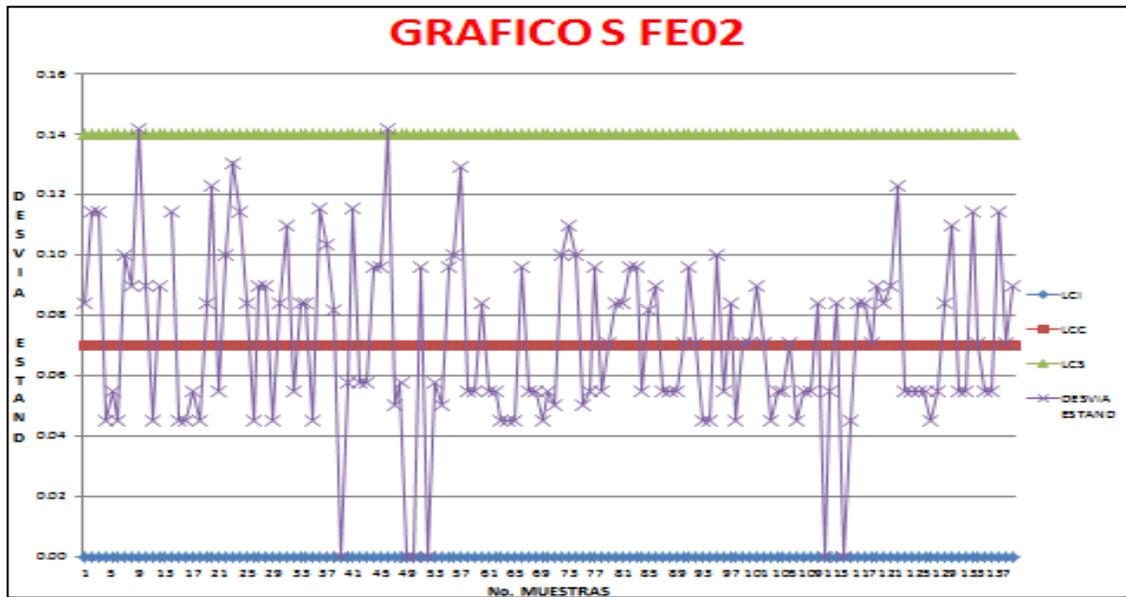
Cálculo para la determinación de los límites inferiores y superiores para el extrusor FE-02:

$$LCS = 0,07 + 3(0,07) \sqrt{1 - (0,952^2 / 0,952)} = 0,14$$

$$LCC = 0,07$$

$$LCI = 0,07 + 3(0,07) \sqrt{1 - (0,952^2 / 0,952)} = 0,00$$

Figura 20. **Gráfico de control para la desviación estándar en el extrusor FE-02**



Fuente: elaboración propia.

El gráfico anterior muestra las condiciones del proceso determinando así que el proceso se encuentra estable.

2.3.3.6. Calidad Seis Sigma (6σ)

La filosofía Seis Sigmas se enfoca en tres áreas de prioridad como lo es; la satisfacción del cliente, la reducción del tiempo de ciclo y la disminución de los defectos.

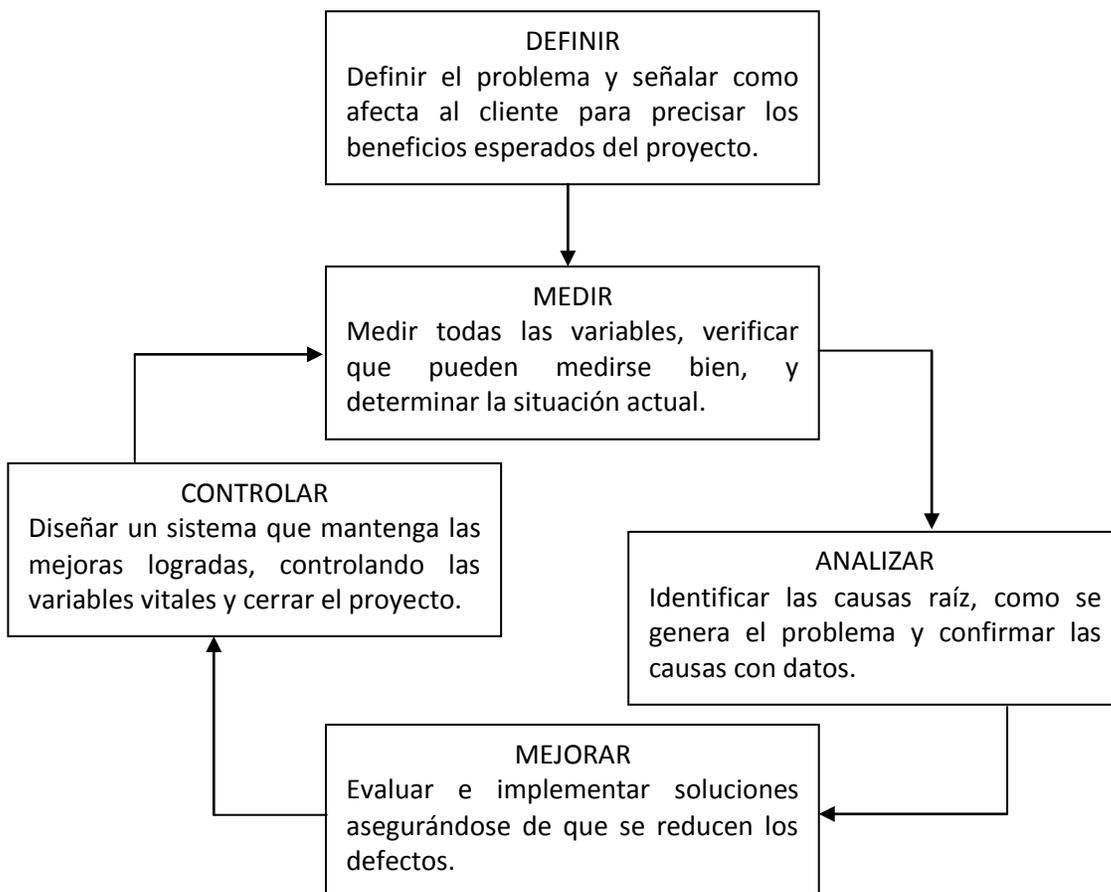
Calidad Seis Sigma significa que es un proceso de mejora continua enfocado a la remoción de los defectos y retrasos de todos los productos y procesos, no siendo una actividad marginal y complementaria sino por el contrario es un liderazgo que va desde los niveles más altos de la dirección

hacia todos los niveles inferiores.

Uno de los principios más importantes de seis sigmas es la orientación al cliente basándose en los procesos, profundizando en el entendimiento al cliente y a la satisfacción de sus necesidades.

Todo el sistema debe estar basado en la recolección e interpretación de datos, utilizando metodologías rigurosas de cinco fases que son definir, medir, analizar, mejorar y controlar en todos los procesos.

Figura 21. **Metodología Seis Sigma**



Fuente: Gutiérrez Pulido, Humberto. Calidad total y productividad. p. 363.

2.3.4. Costos de implantación de la nueva unidad

Son los costos en los que incurre la empresa por la implementación de un nuevo departamento para el control de calidad, los costos de herramientas, instalaciones, mobiliario, equipo de cómputo, etc., son algunos de los costos para lograr un adecuado desempeño del personal adjunto a este departamento. Uno de los factores importantes para la toma de decisiones en la implantación de un nuevo departamento es la estimación del beneficio obtenido en comparación con los costos incurridos por la implementación.

Tabla X. **Costos de implementación del Departamento de Calidad**

Descripción	Unidades	Costo Unidad	Subtotal	Total
Cuchillas	3	Q39,29	Q117,87	
Cinta Métrica	3	Q30,80	Q92,40	
Cinturón	3	Q107,76	Q323,28	
Pesa	3	Q1534,68	Q4604,04	
Tapones	3	Q5,97	Q17,91	
Bernier	3	Q88,39	Q265,17	
Calibrador	3	Q1140,64	Q3421,92	
Calculadora	3	Q35,25	Q105,75	
Cronometro	3	Q127,14	Q381,42	Q9329,76
Desktop	3	Q1850,00	Q5550,00	
Escritorio	3	Q550,00	Q1650,00	
Silla	3	Q125,00	Q375,00	
Ups	3	Q421,95	Q1265,85	
Impresora	3	Q399,99	Q1199,97	Q10040,82
Resaltadores	3	Q2,00	Q6,00	
Agenda	3	Q20,00	Q60,00	
Fotocopias	3	Q25,00	Q75,00	
Tablas Clip	3	Q11,00	Q34,50	
Lapicero	3	Q1,00	Q3,00	Q178,50
Total				Q19549,08

Fuente: elaboración propia.

2.3.5. Evaluación de costos por calidad

Los costos por calidad son los costos en los que incurre toda empresa por realizar un control de calidad en los procesos productivos, los costos por calidad pueden clasificarse en costos de prevención y los costos por evaluación, siendo los primeros los de mayor incidencia para toda organización, ya que el fin primordial de la calidad es evitar o reducir al máximo la ocurrencia de productos que presenten no conformidades durante todo el proceso.

2.3.5.1. Costos de evaluación

Estos costos son en gran parte a las inspecciones o análisis que se realizan directamente en los procesos productivos por los operadores, encargados y analistas de calidad, generando desperdicio en el proceso, debido al tipo de análisis (destrutivo) y también debido al proceso al no poderse introducir nuevamente al lote de producción.

Tabla XI. **Costos de evaluación de la calidad para el Área de Empaques Flexibles**

DESCRIPCION	COSTO / HR	HRS / MES	COSTO UNIDAD	SUB TOTAL	TOTAL
Jefatura Calidad	Q17,09	72,0		Q1230,48	
Analista Calidad	Q12,82	72,0		Q923,04	
Colaborador	Q12,50	50,4		Q630,00	Q1283,52
Desperdicio			Q6,00	Q300,00	Q1800,00
Básculas			Q200,00	Q600,00	Q600,00
Total					Q3683,52

Fuente: elaboración propia.

2.3.5.2. Costos de prevención

Estos son los costos para la prevención de ocurrencias de no conformidades en todos los productos, de estos recursos depende en mucho la calidad, debido a que el fin primordial del establecimiento de un Departamento del Control de Calidad es la prevención de toda problemática que pueda afectar el adecuado desempeño de la calidad en todos los productos. Algunos de los costos en los que se puede incurrir en la prevención son los siguientes:

- Planificación
- Inducciones o Capacitaciones
- Mantenimiento preventivo
- Documentación

Tabla XII. **Costos de prevención de la calidad para el Área de Empaques Flexibles**

DESCRIPCION	COSTO / HR	HRS / MES	COSTO UNIDAD	SUB TOTAL	TOTAL
Superintendencia	Q23,08	1,0		Q23,08	
Jefatura Calidad	Q17,09	4,0		Q68,36	
Colaborador	Q12,50	4,0		Q50,00	Q141,44
Gerencia Produc.	Q31,67	10,0		Q316,70	
Superintendencia	Q23,08	5,0		Q115,40	
Jefatura Calidad	Q17,09	72,0		Q1230,48	Q1662,58
Jefatura Calidad	Q17,09	72,0		Q1230,48	
Analista Calidad	Q12,82	72,0		Q923,04	Q2153,52

Continuación de la tabla XII.

DESCRIPCION	COSTO / HR	HRS / MES	COSTO UNIDAD	SUB TOTAL	TOTAL
Superintendencia	Q23,08	1,0		Q23,08	
Jefatura Calidad	Q17,09	1,0		Q17,09	
Colaborador	Q12,50	12,0		Q150,00	
Maquinaria	Q300,00	3,0		Q3600,00	Q3790,17
Descrip. Puesto			Q2,15	Q4,30	
Seguridad Indust.			Q2,15	Q4,30	
Lista Cotejo			Q1,15	Q4,60	
Memos			Q0,50	Q1,00	
Tablas Control			Q0,25	Q15,00	Q29,20
Total					Q7776,91

Fuente: elaboración propia.

2.3.6. Flujogramas propuestos para las Áreas de Extrusión y Conversión

Es la representación gráfica de los pasos que siguen en los proceso de extrusión y conversión, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza. Los cuales incluyen toda la información que se considera necesaria para su análisis, tal como distancias recorridas y tiempo requerido. Con el fin de reducir tiempo, movimientos o desplazamientos innecesarios por el personal con la finalidad de volver más eficiente el proceso en estudio.

Los gráficos son conocidos como operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. En los diagramas de operaciones se identifica claramente cuál es el proceso y permite observar con claridad la problemática, ya que si no se plantea correctamente el proceso difícilmente

podrá ser resuelto.

2.3.6.1. Diagramas de flujo del proceso extrusión

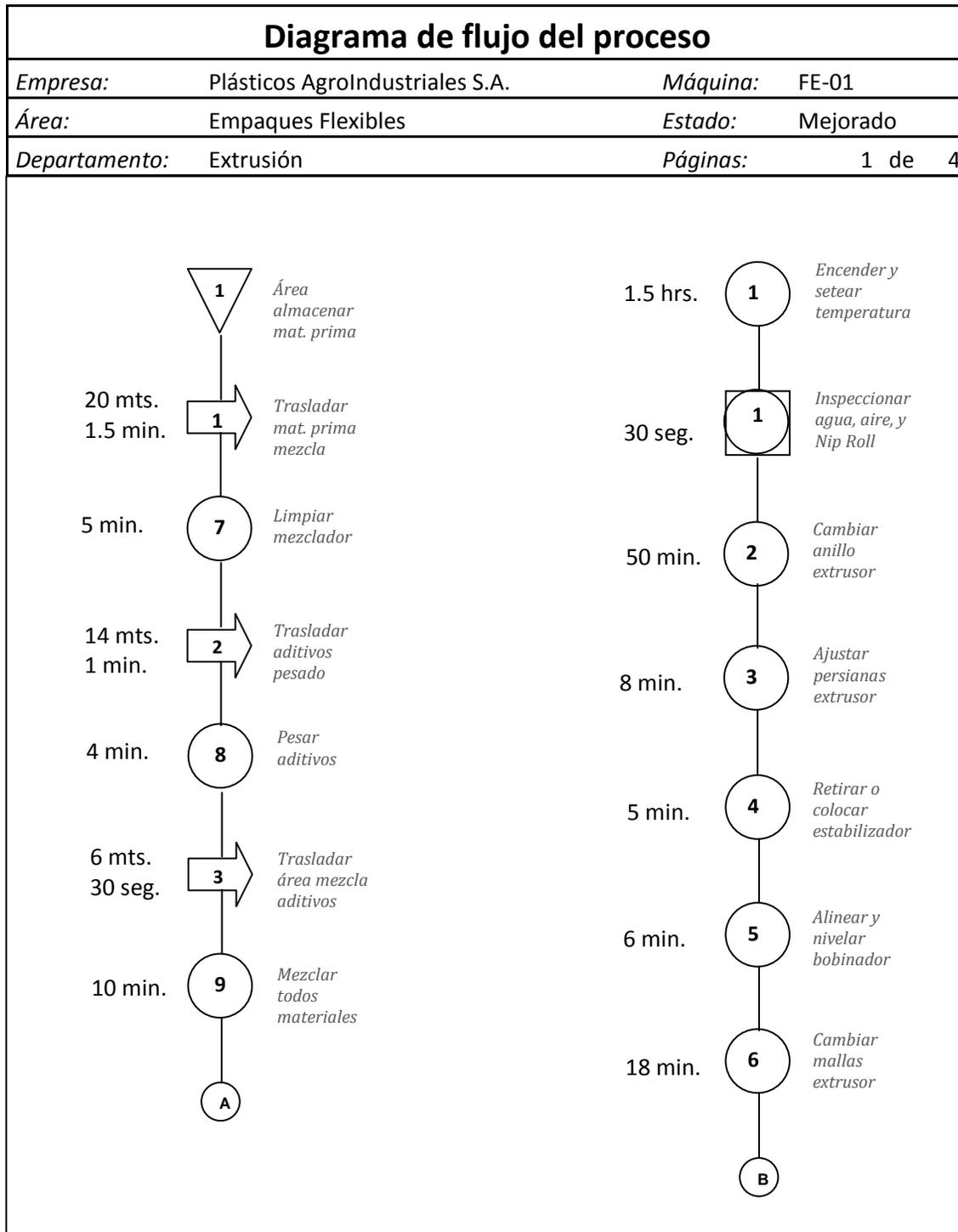
La observación forma parte vital en el mejoramiento de este tipo de diagramas, ya que todo buen analista antes de combinar o mejorar el tiempo en una operación deberá ver la posibilidad de eliminar la misma, con la finalidad de obtener los mismos resultados con menor cantidad de pasos a desarrollar por los operadores o encargados de llevar a cabo esta operación.

Para los diagramas de extrusión mejorados, se identificaron los procesos en los cuales se podía incluir una inspección visual o física, ordenándolos de una manera más eficiente, obteniendo reducciones de tiempo considerables al combinar operaciones que antes se realizaban por separado y por personal diferente, con ganancias de tiempo que van desde los 30 segundos hasta los 3.0 minutos por operación combinada.

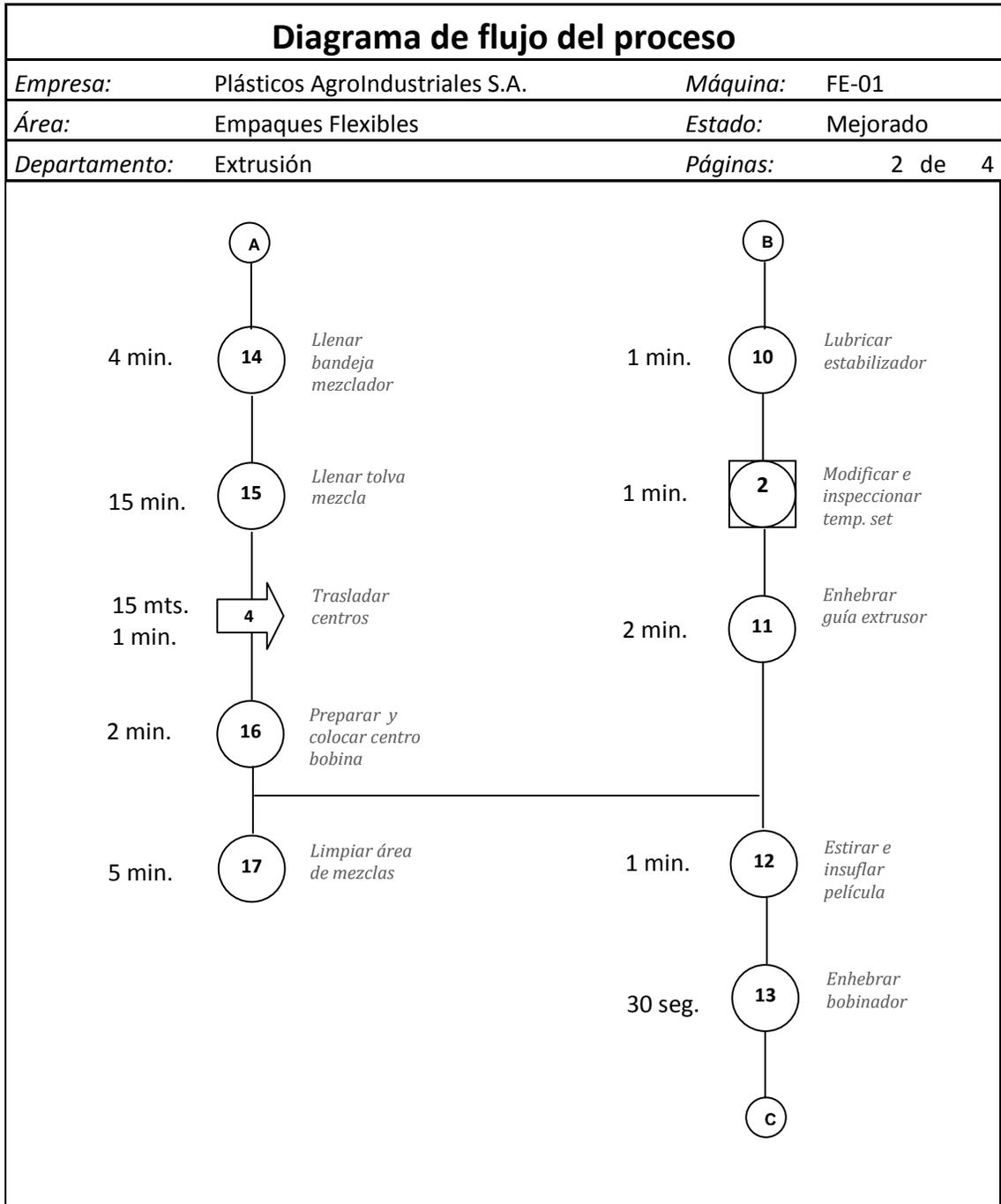
Debido al lapso de tiempo entre la última revisión que recibieron estos diagramas de flujo del proceso, algunas operaciones no habían sido tomado en cuenta para una de las maquinarias, que en el proceso mejorado se tomaron en cuenta realizando sus respectivas mediciones, lo cual reflejo un aumento de tiempo en el proceso mejorado.

Un adecuado ordenamiento de los diagramas de flujo del proceso y su correcta identificación ayuda al mejor entendimiento y comprensión de cada uno de los pasos que debe seguir todo operador para un eficiente desempeño en el puesto de trabajo, lo cual ayuda a la estandarización y mejoramiento de la calidad en los productos.

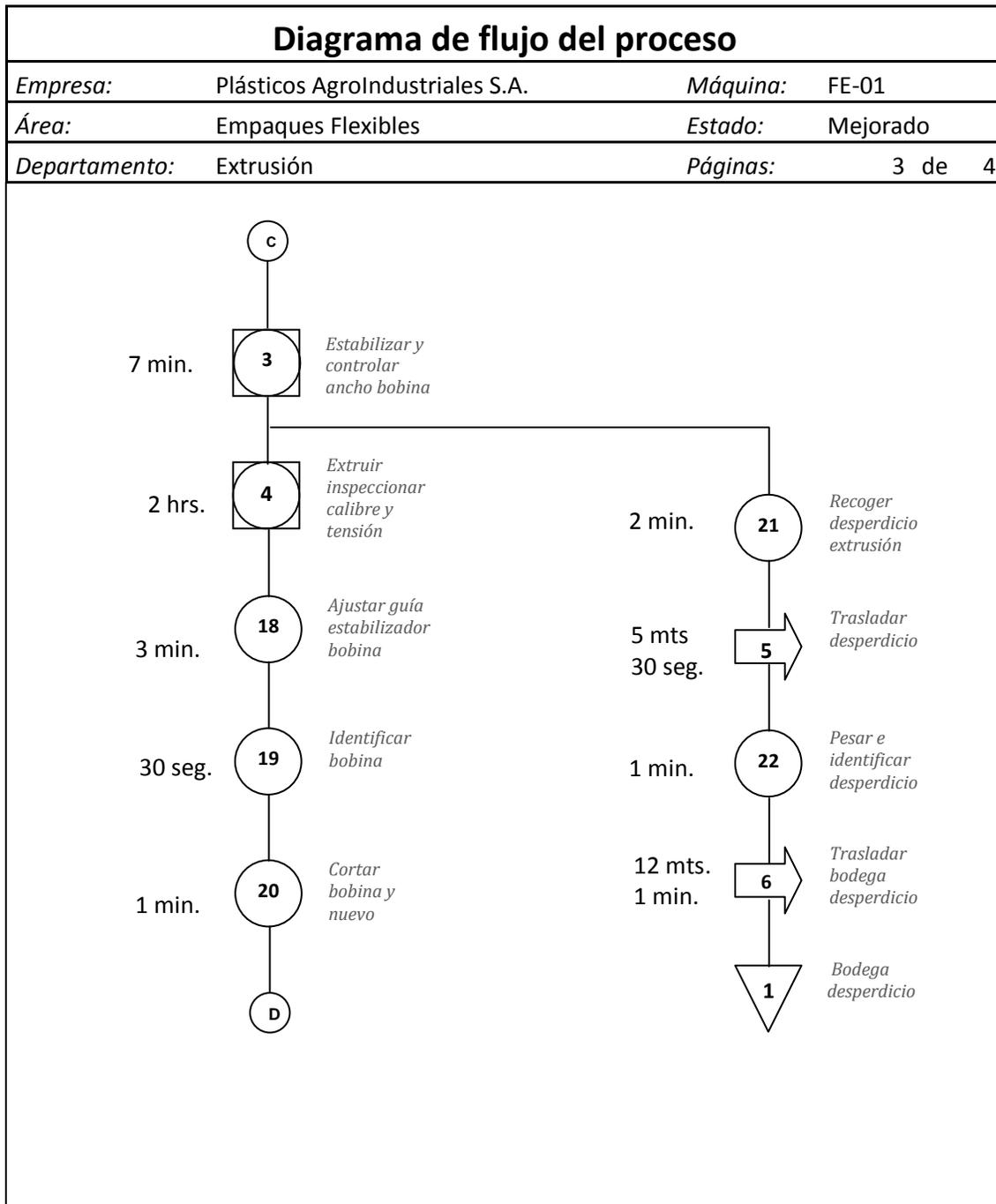
Figura 22. Diagrama de flujo del proceso mejorado para el extrusor FE-01



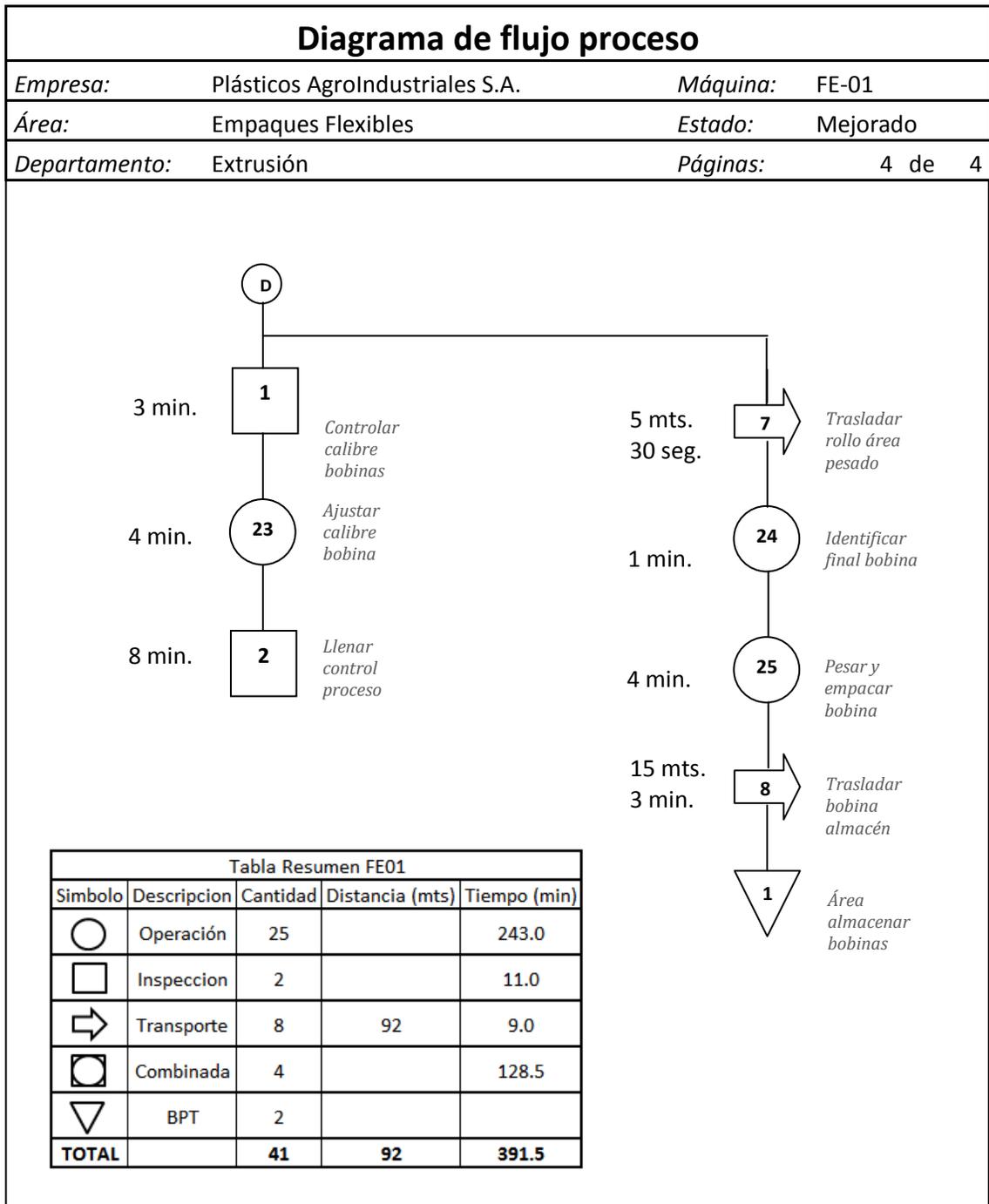
Continuación de la figura 22.



Continuación de la figura 22.

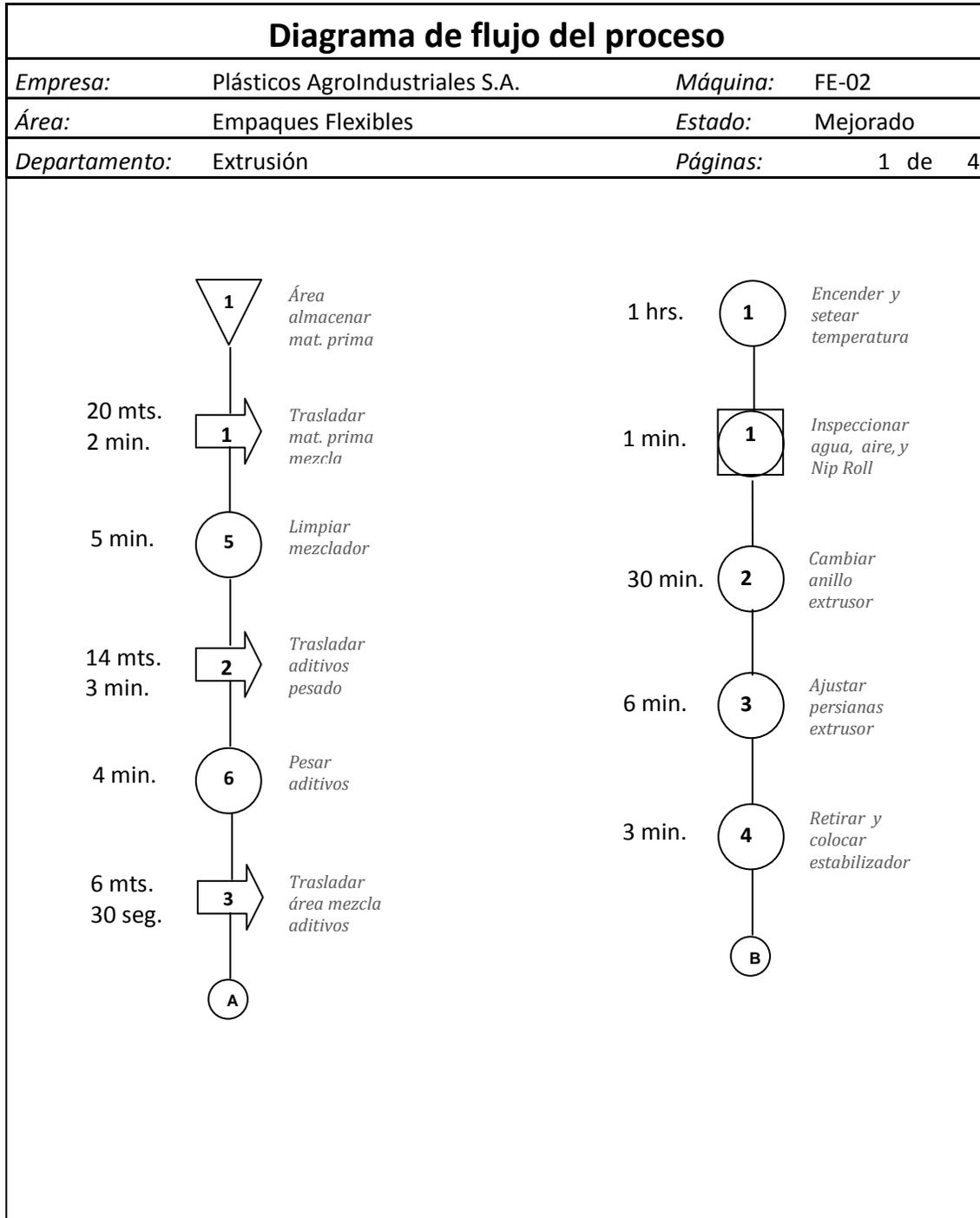


Continuación de la figura 22.

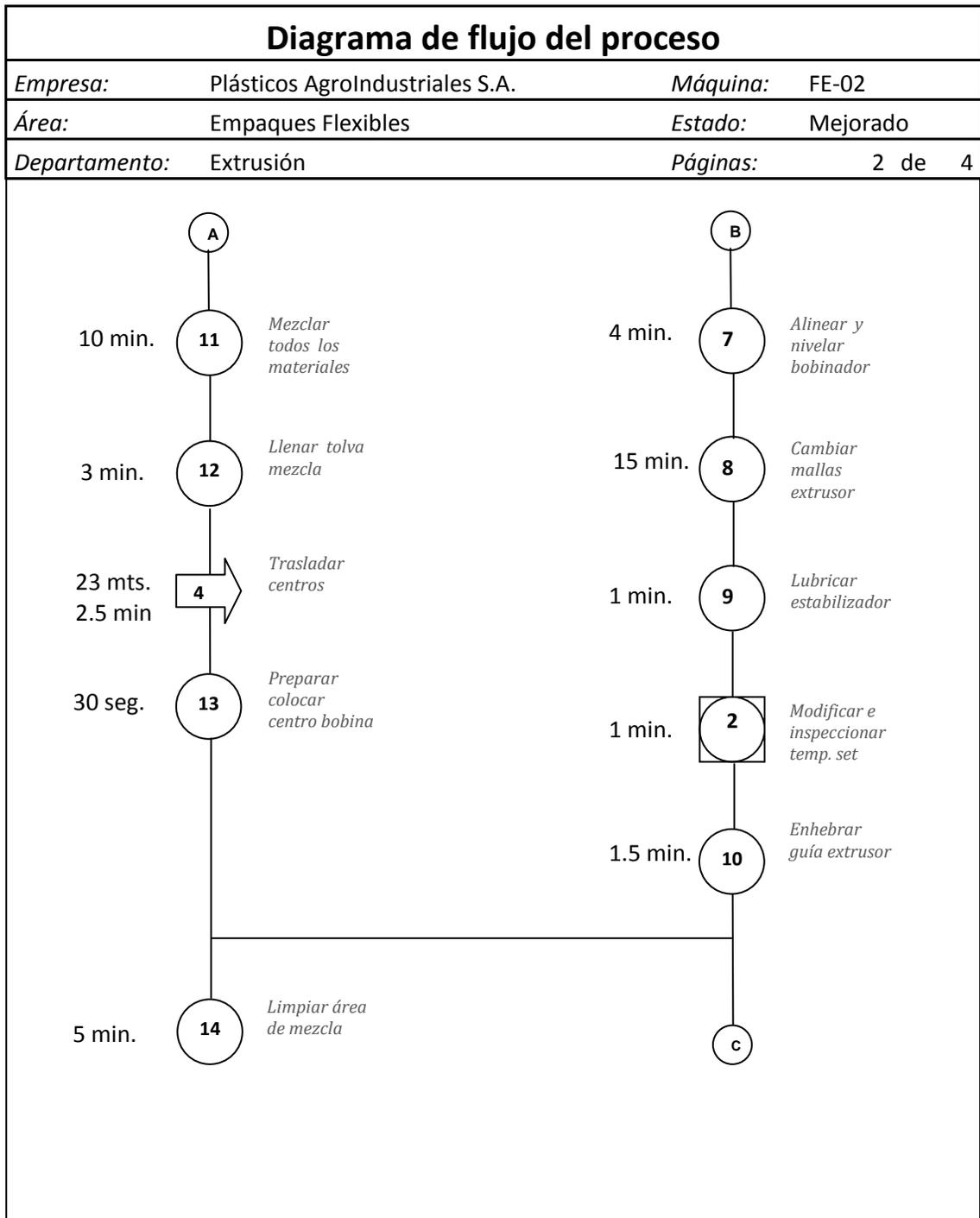


Fuente: elaboración propia.

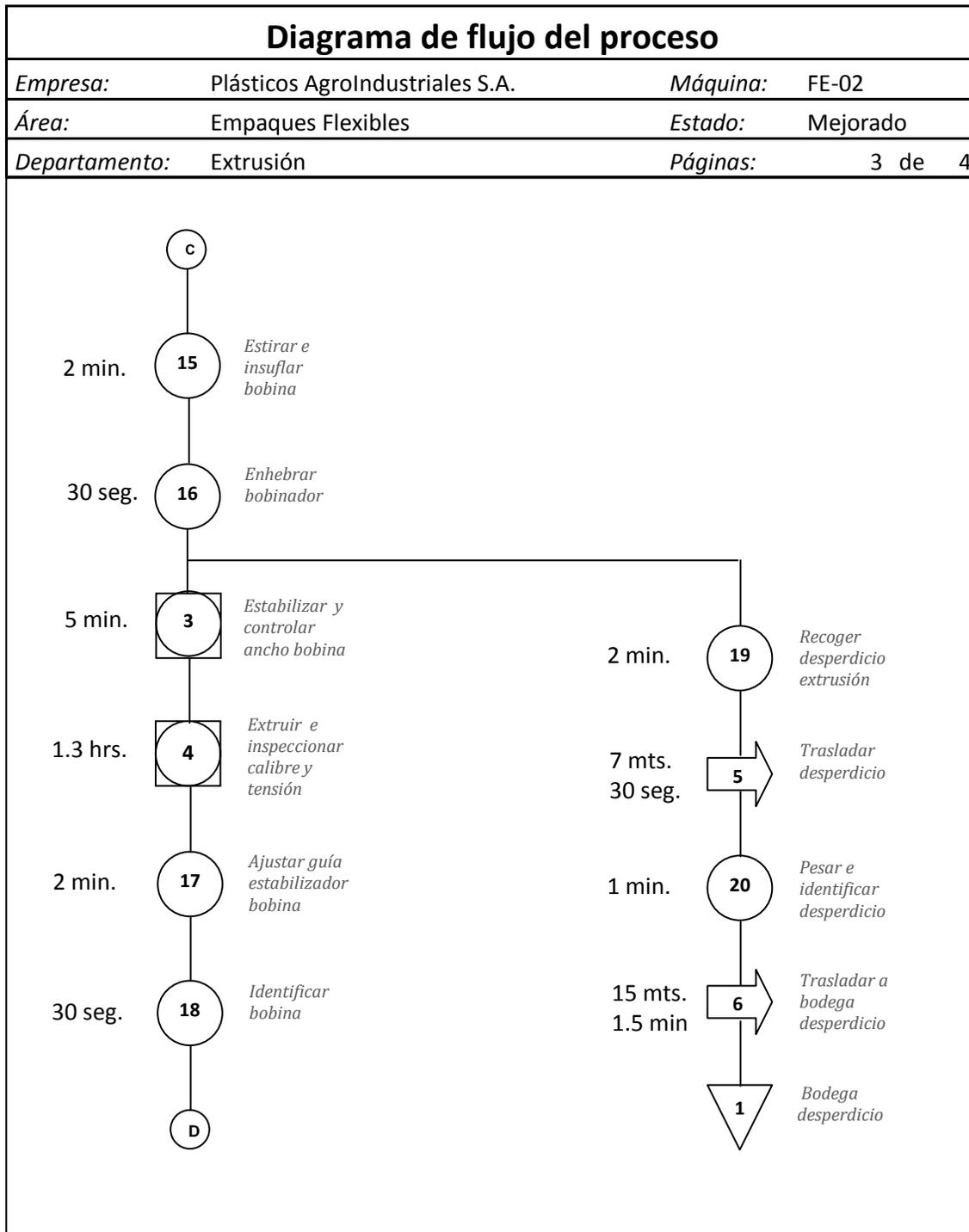
Figura 23. Diagrama de flujo del proceso mejorado para el extrusor FE-02



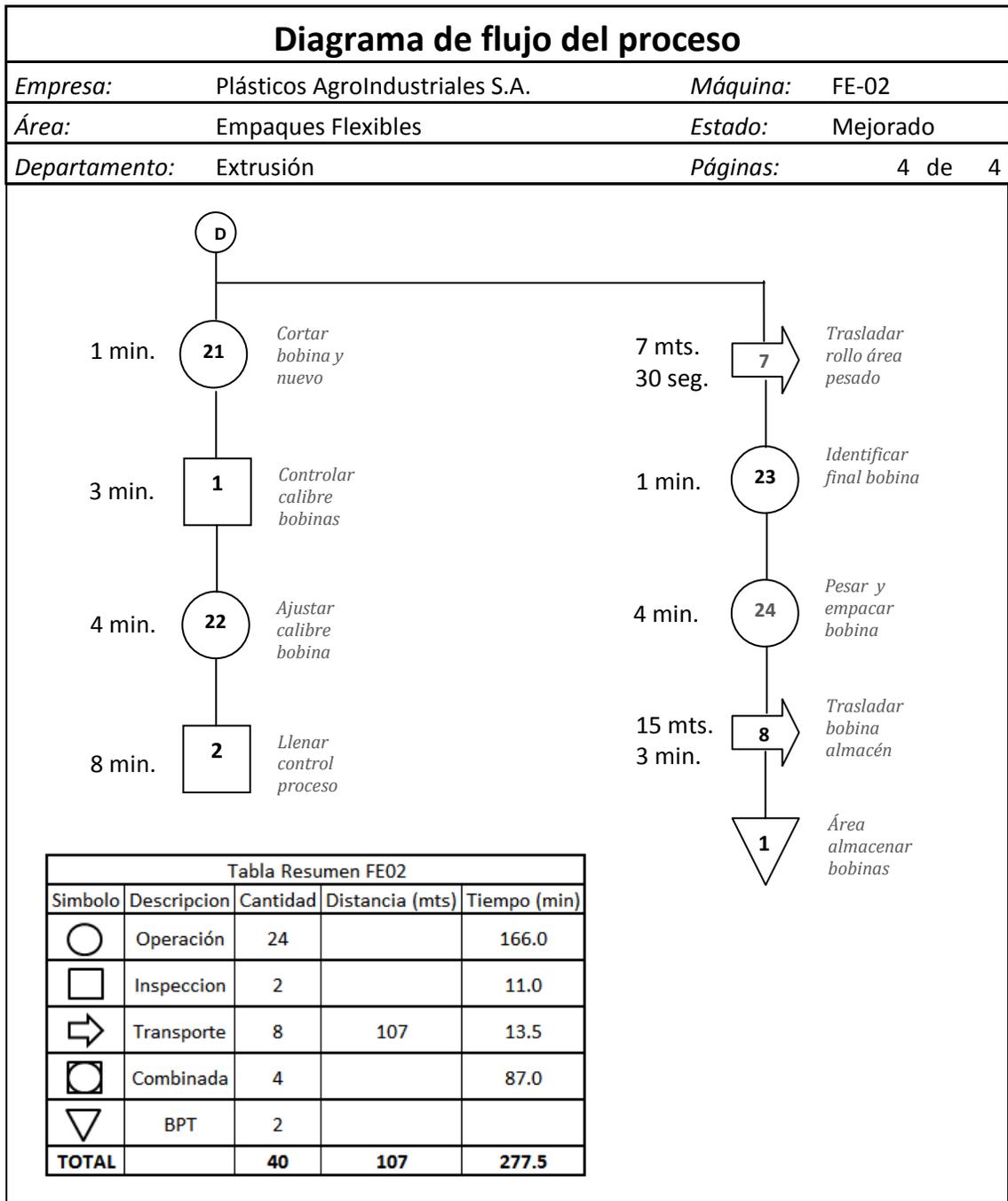
Continuación de la figura 23.



Continuación de la figura 23.

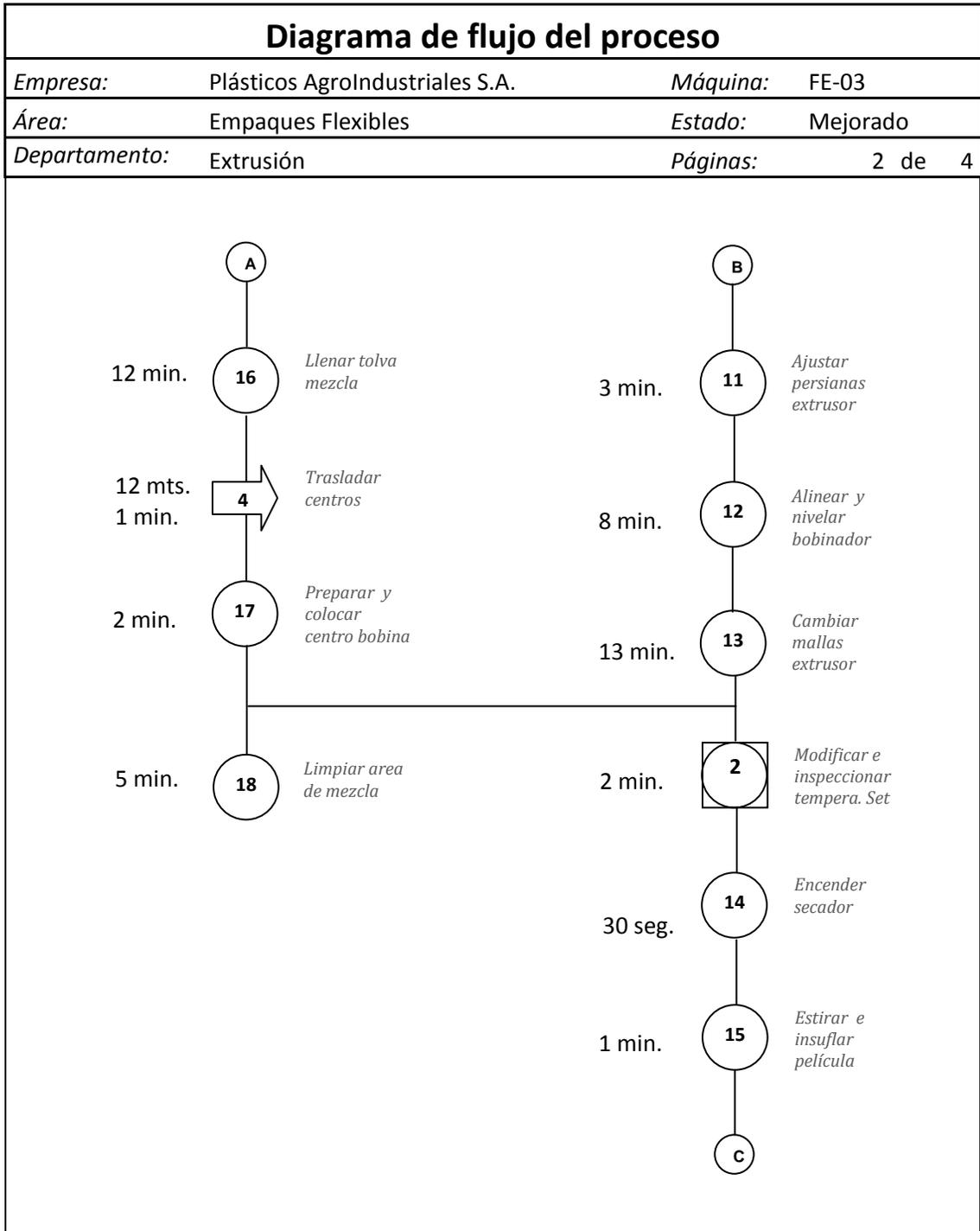


Continuación de la figura 23.

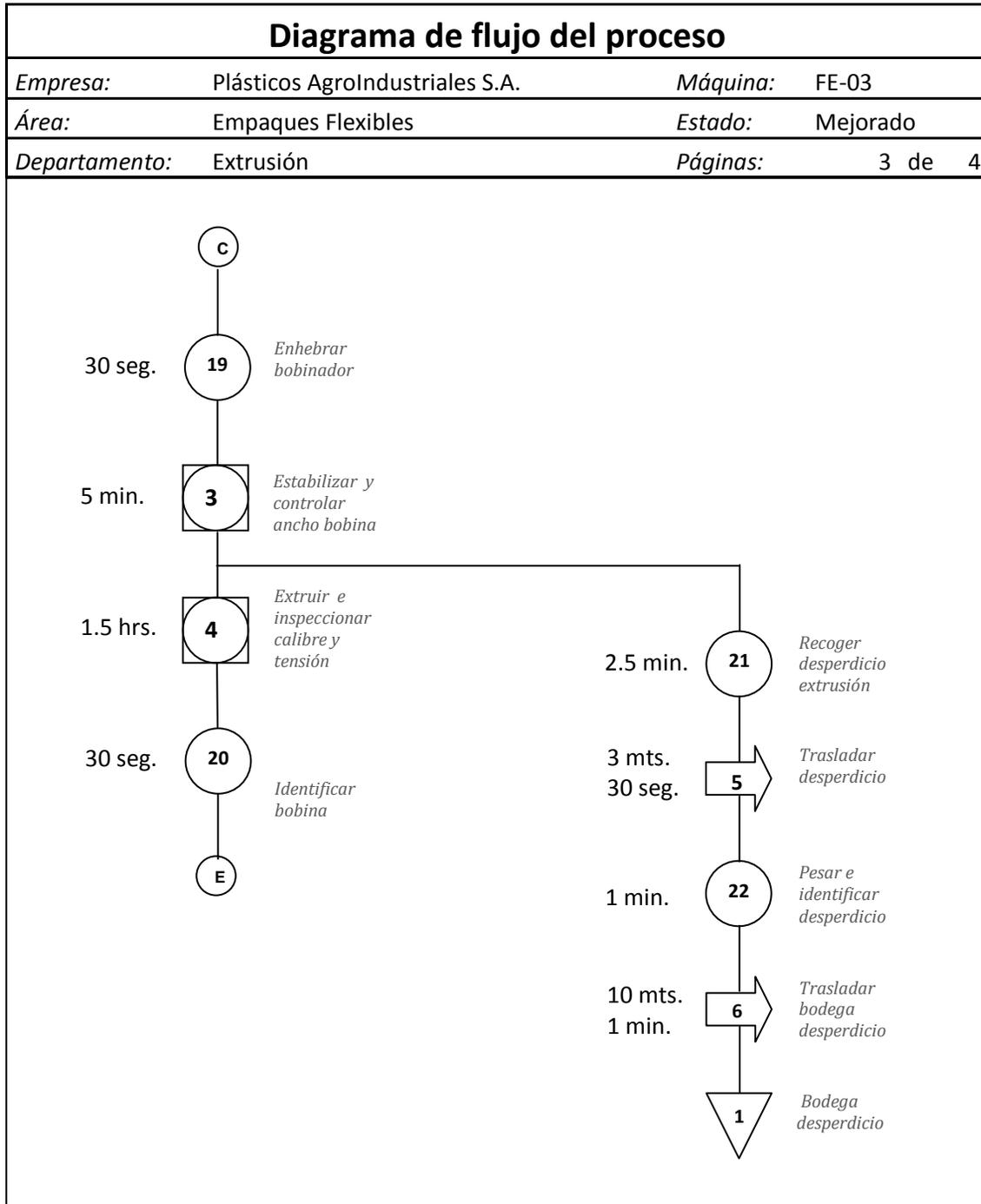


Fuente: elaboración propia.

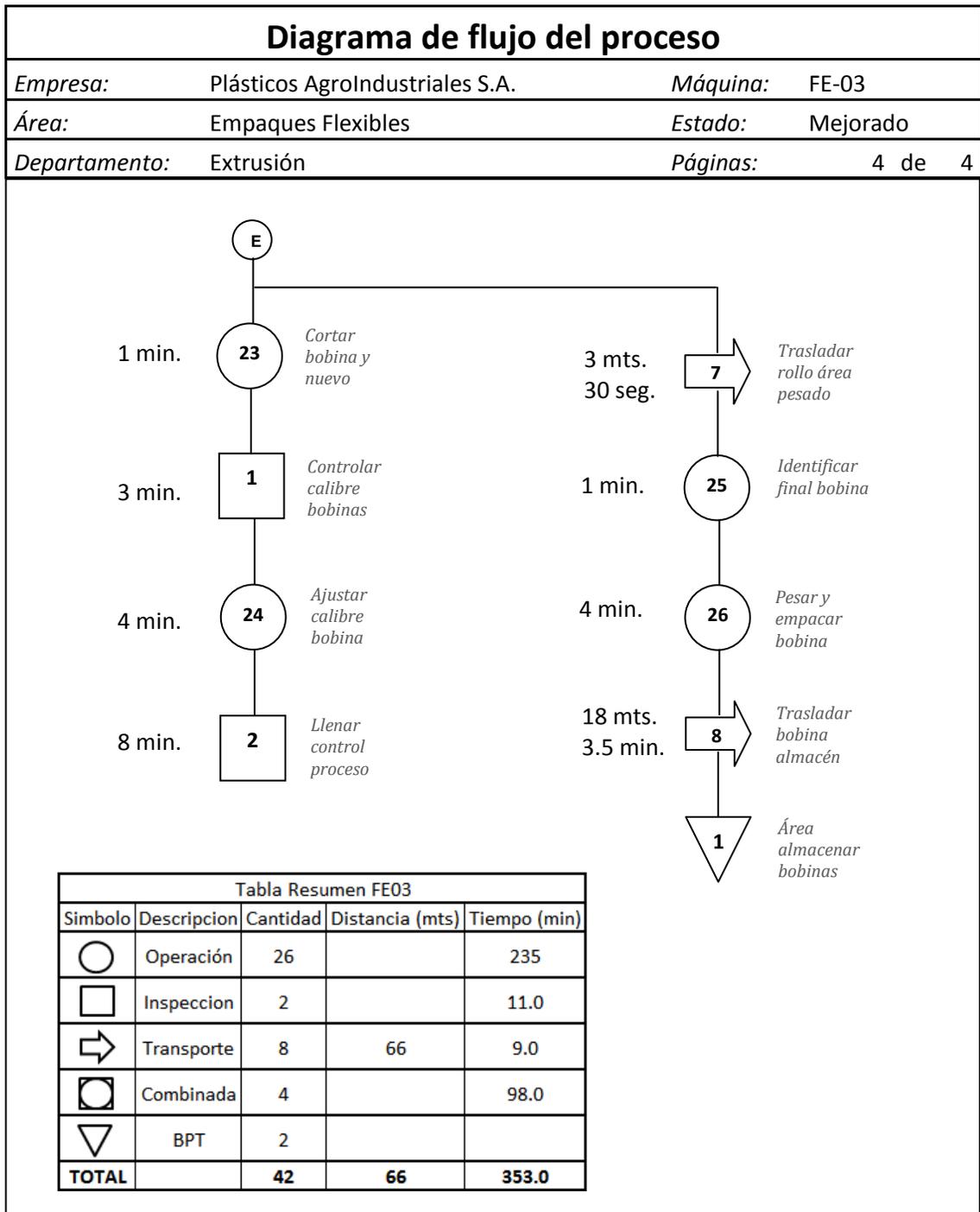
Continuación de la figura 24.



Continuación de la figura 24.



Continuación de la figura 24.



Fuente: elaboración propia.

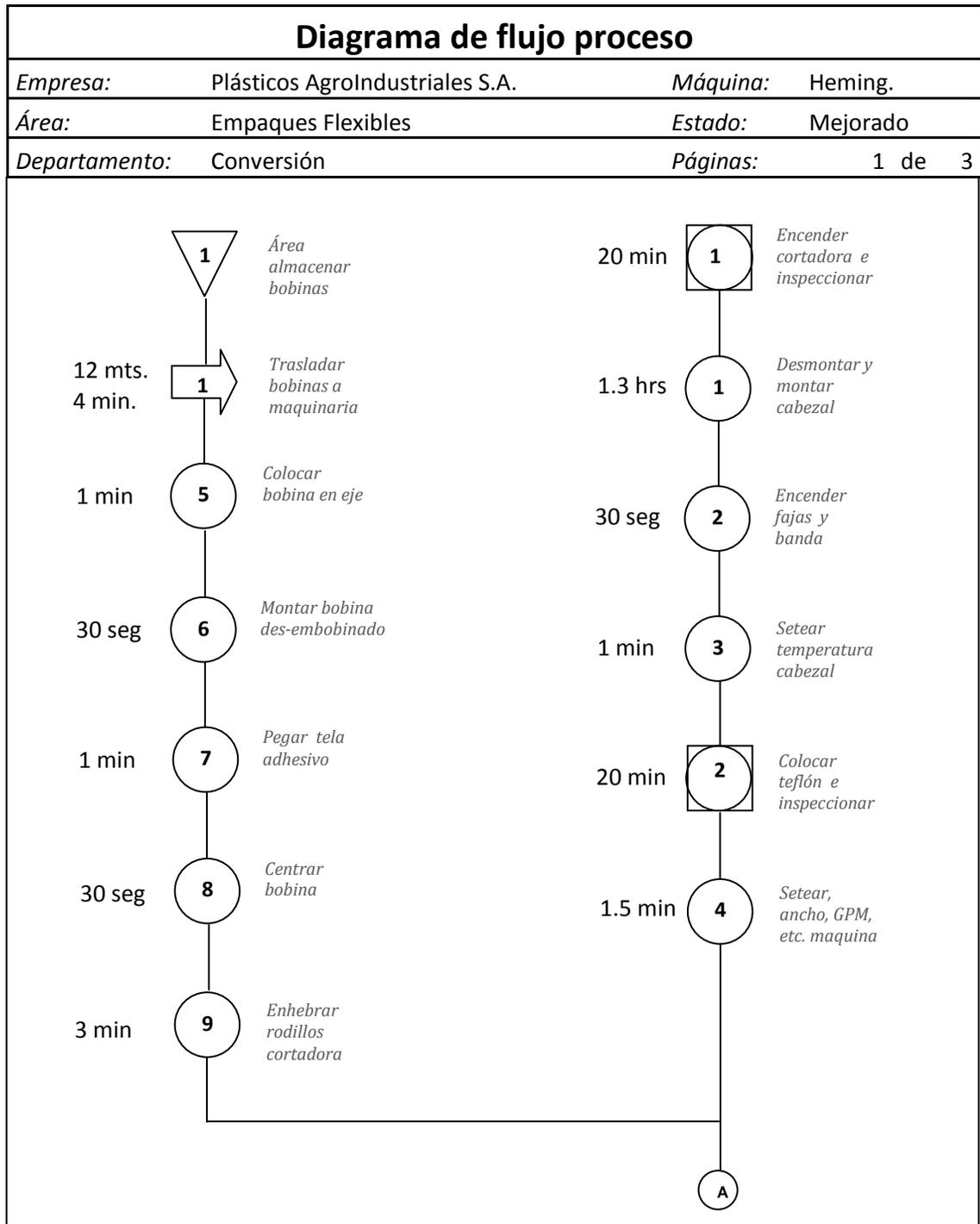
2.3.6.2. Diagramas de flujo del proceso conversión

El diagrama de proceso para el Área de Conversión es una herramienta útil para la documentación necesaria en la gestión de calidad adecuada dentro de la organización y para mantener la calidad de los productos.

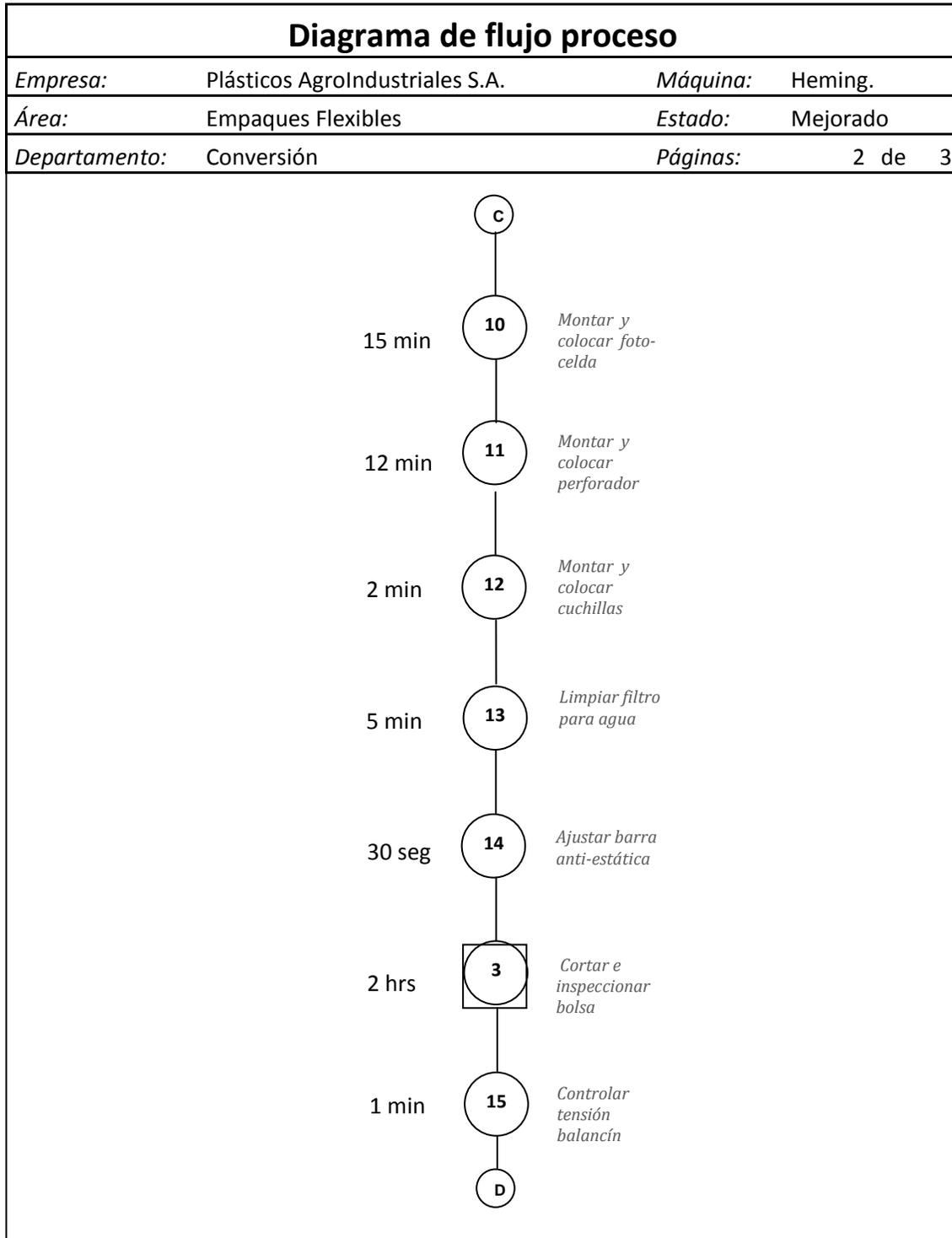
En el proceso de conversión se determinó que al momento de arranque en la maquinaria el lapso de tiempo invertido en alcanzar la temperatura se pueden realizar la inspecciones de presión del agua y presiones de aire en los mecanismos de tensión, también se agrega una inspección realizada por el propio operador al momento del proceso de corte, el cual ayuda a evitar errores durante la producción, con estas inspecciones y reducciones en las operaciones se puede obtener un ahorro en tiempo entre 1,5 minutos hasta 2,5 min, los cuales se pueden invertir en inspecciones del producto.

Al mejorar los diagramas de flujo del proceso en esta área se puede estandarizar los pasos de arranque e inspección de los procesos para las otras maquinarias cuya operación presentan similitud y así alcanzar un estándar de calidad en los productos, que es parte de la gestión propuesta.

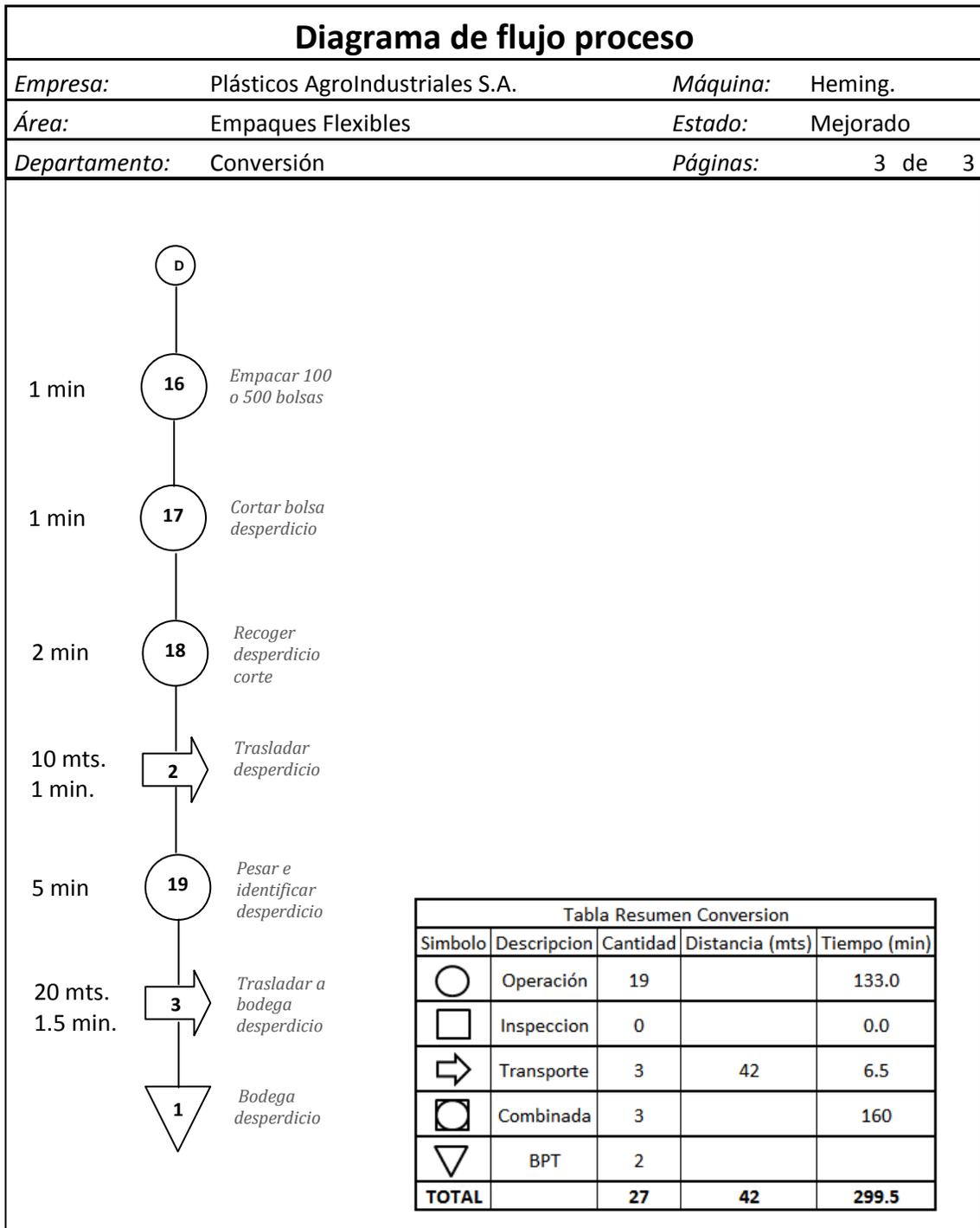
Figura 25. Diagrama de flujo del proceso mejorado para el Área de Conversión



Continuación de la figura 25.



Continuación de la figura 25.



Fuente: elaboración propia.

2.3.7. Control del proceso

El control de proceso es un elemento de suma importancia porque de él depende la calidad de todos los productos, su función principal es recolectar toda la información necesaria para la adecuada y oportuna toma de decisiones. Apoyado con la documentación (formatos y registros) necesaria para realizar el mismo, sin control no puede existir una retroalimentación adecuada para la mejora continua en los procesos enfocada en la gestión de calidad.

2.3.7.1. Formatos de control

Las hojas de recolección de datos, actuales proporcionaban una pequeña cantidad de información necesaria para el control del proceso de extrusión, con lo cual no se obtenía el control necesario de todos los productos, introduciendo nuevas variables que se habían descuidado y que proporcionan información valiosa para los distintos procesos, se logra mejorar una gestión de calidad implantada en los procesos y productos.

2.3.7.1.1. Formato de control para extrusión

Para el proceso de extrusión se contaba con un diseño el cual omitía aspectos importantes para el adecuado control del proceso, como la orden de producción, su correlativo por bobina y el peso en libras por cada una, debido que al adecuado control de estas variables se podrá realizar un mejor seguimiento de la calidad del producto. Ampliando así la cantidad de información para la adecuada y oportuna toma de decisiones en el proceso.

2.3.7.1.2. Formato de control conversión

Para el proceso de conversión debido a la inexistencia de una carta de control se crea un documento o formato que proporcione la mayor cantidad de información para analizar las condiciones del proceso en esta área y así poder controlar efectivamente todas las características de calidad necesarias descritas en las especificaciones de producción.

Algunas de las variables a controlar son principalmente la orden de producción, el ancho, largo, la calidad de sellado, el bloqueo, color, etc. El formato asegura la calidad de los productos en el proceso con información objetiva en la toma de decisiones y para obtener el alcance de los objetivos planteados.

Figura 27. Hoja de control para el Área de Conversión

Control de Calidad											
Maquina							Año				
Duracion		Descripcion Producto					Dimension				
Fecha	Hora	No. BOBIN	OP.	Nombre Producto	No. Bolsas	No. Pistas	Color/ Aspecto	Largo Real (Plg)		Ancho Real (Plg)	

Continuación de la figura 27.

Mad Bolsa



Turno													
es de Bolsa				Sello		Bloqueo		Condiciones					
Color/ Aspecto	Largo Real (Plg)		Ancho Real (Plg)		Buen	Mal	SI	NO	Peso 500 Uni (Lbs)	Ancho Maq. (mm)	GPM SET	Temp. (°C) SET	Contador

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

3.1. Situación actual

Plásticos AgroIndustriales S.A., cuenta con maquinaria específica para la transformación de polímeros en alta y baja densidad, contando con un extrusor para cada tipo de material, también posee maquinaria cortadora de bolsas la cual puede procesar todos los tipos de materiales según sea la necesidad organizacional.

La herramienta utilizadas para el diagnóstico situacional de la maquinaria fue el Diagrama Causa y Efecto, elaborado con la finalidad de establecer las principales causas y subcausas que afecten la calidad de los producto, reforzando toda la información con entrevistas no estructuradas para el equipo de mantenimiento y lo grupos de trabajo de las distintas áreas involucradas en el proceso productivo.

Actualmente no se cuenta con un programa de mantenimiento específico para cada maquinaria, no se cuenta con un manual de mantenimiento el cual ayudará a la estandarización del proceso de mantenimiento para los extrusores, no se cuenta con una descripción detallada de todos los motores que posee cada maquinaria, ignorando el consumo energético y potencia desarrollada en cada uno.

3.1.1. Descripción de la maquinaria

A continuación se describe cada una de la maquinaria utilizada para la transformación de los polímeros en la empresa Plásticos AgroIndustriales S.A., la maquinaria para el proceso de extrusión y la maquinaria para el proceso de conversión.

3.1.1.1. Extrusores

Cada extrusor utiliza tres motores de diferente caballaje, uno para realizar el movimiento rotacional del tornillo sin fin del extrusor, el segundo motor es utilizado en el NIP ROLL el cual efectúa la tracción en el globo para convertirlo en película y darle un grosor adecuado y el último es utilizado en el bobinador para convertir la película de polímero en una bobina de características específicas.

3.1.1.2. Cortadoras

Para la maquinaria cortadora únicamente se utilizan dos motores de igual caballaje con la diferencia de que uno está conectado a una caja reductora, la cual hace funcionar el mecanismo de tracción el cual proporciona agarre a la película y la lleva a través de la cuchilla cortadora. El segundo motor está unido a una serie de fajas y poleas las cuales accionan el mecanismo de balancín realizando un movimiento ascendente y descendente del cabezal para realizar el corte de la película y así convertirla en bolsa.

3.1.2. Consumo energético de la maquinaria

El consumo energético en la maquinaria es medido por la cantidad de

vattios que consume en un determinado periodo de tiempo que por lo general se mide en horas (Kw/hr). Los valores de consumo y potencia en la maquinaria dependen de la marca, el modelo, antigüedad y de la eficiencia en sus componentes eléctricos.

Para la determinación del consumo energético en la maquinaria se debe medir cada equipo individualmente y realizar una sumatoria para establecer un consumo total estimado del equipo. La ecuación para determinar la cantidad de consumo en los motores trifásicos es la siguiente: $746 \text{ w} = 1 \text{ hp}$

Obteniendo el caballaje de cada motor instalado en los equipos por medio de la placa de características que posee cada motor y aplicando la ecuación se obtiene el consumo en vattios del equipo.

3.1.3. Potencia teórica de la maquinaria

La potencia teórica de la maquinaria está determinada por la potencia de los motores alimentados trifásicamente, esta potencia es proporcionada por el fabricante medida en Hp, colocada en la placa de características en cada motor. Utilizando el factor de conversión se obtiene los siguientes resultados.

Tabla XIII. **Determinación de la potencia eléctrica en los motores de la maquinaria**

Potencia Teórica							
Extrusor 1		Extrusor 2		Extrusor 3		Cortadora	
<i>hp</i>	<i>kw</i>	<i>hp</i>	<i>Kw</i>	<i>hp</i>	<i>kw</i>	<i>hp</i>	<i>kw</i>
50	37,30	20	14,92	30	22,38	2	1,49
2	1,49	1	0,75	1	0,75	2	1,49
2	1,49	1	0,75	1	0,75		

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Problemática general de la maquinaria

Seguidamente se detalla la problemática presente de la maquinaria en las áreas de extrusión y conversión, de las cuales la problemática es una misma.

3.1.4.1. Extrusores

En el Área de Extrusión existen tres máquinas extrusoras en las cuales el único mantenimiento que reciben es al momento de que ocurra una avería o se realice un paro de emergencia, siendo así que el mantenimiento lo recibe única y exclusivamente el área afectada, por lo tanto no existe un mantenimiento preventivo como tal para evitar este tipo de acontecimientos.

3.1.4.2. Cortadoras

Para la maquinaria cortadora, se cuenta con una rutina de lubricación en partes móviles expuestas superficialmente y en la cual no se especifica, cantidades de lubricante, tipo de lubricante y periodicidad de lubricación etc. Por cual no existe un programa de mantenimiento preventivo para evitar la ocurrencia de fallas en los equipos.

3.2. Propuesta de mejora: programa de mantenimiento preventivo y Producción más Limpia

Existen diversos tipos de mantenimiento entre los cuales encontramos el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. En este caso se utilizará el mantenimiento preventivo como una respuesta a la problemática generada actualmente en la maquinaria. Aplicando el mantenimiento preventivo a

aquellos equipos de mayor importancia o de un nivel crítico los cuales no pueden permanecer detenidos durante un lapso de tiempo considerable ya que su parada detendría la producción de las subsiguientes áreas.

La Producción más Limpia es un concepto de la aplicación de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos y productos con la finalidad de reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente en general, enfocando el concepto a la reducción del consumo energético del equipo mediante el mantenimiento preventivo, ya que este evita el sobre consumo de energía por fricción entre los medios mecánicos debido a contaminación e inadecuada lubricación en todos los componentes

3.2.1. Potencia real de los motores eléctricos

Siendo la potencia la cantidad de energía absorbida por el elemento en un determinado periodo de tiempo, el cálculo de la potencia real en los motores trifásicos de los extrusores y de las cortadoras es determinado por la siguiente ecuación para el cálculo de la potencia.

$$\text{Pot} = 1,73 \times V \times I \times \cos \theta$$

Potencia = P

Voltaje = V

Factor = 1.73

Corriente = I

Coseno de θ = factor de potencia = $\cos \theta$

Cálculo para la determinación de la potencia en los motores trifásicos:

$$\text{Potencia} = 1,73 (430) (60) (0,90) = 40170,60 / 1000 = 40,17 \text{ Kw}$$

En la ecuación anterior la potencia es determinada por la multiplicación del factor, la corriente medida directamente de la caja principal de contactores en el extrusor y en las cortadoras, el factor de potencia está dado por los fabricantes de cada motor y se puede encontrar en la placa de características que tiene cada motor colocada en su carcasa.

Tabla XIV. **Determinación de la potencia eléctrica en la maquinaria**

Extrusor 1				Extrusor 2			
<i>volt</i>	<i>amp</i>	<i>cos fi</i>	<i>Kw</i>	<i>volt</i>	<i>amp</i>	<i>cos fi</i>	<i>kw</i>
430	60,0	0,90	40,17	438	30,0	0,87	19,78
435	5,0	0,85	3,20	430	1,8	0,85	1,14
430	5,0	0,85	3,16	437	1,8	0,85	1,16
Extrusor 3				Cortadoras			
<i>volt</i>	<i>amp</i>	<i>cos fi</i>	<i>kw</i>	<i>volt</i>	<i>amp</i>	<i>cos fi</i>	<i>kw</i>
433	40,0	0,88	26,37	435	3,0	0,85	1,92
440	1,8	0,85	1,16	430	3,0	0,85	1,90
429	1,8	0,85	1,14				

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. **Determinación de la eficiencia energética de la maquinaria**

La eficiencia es la medida de rendimiento de un motor debido a la transformación de la potencia eléctrica en una potencia mecánica, la potencia mecánica puede ser determinada realizando una medición en el eje principal del motor, conocida como potencia mecánica. Y la medición de consumo tomado en la línea de carga del motor, conocida como potencia eléctrica, utilizando la siguiente ecuación se determinó la eficiencia energética en cada uno de los motores instalados en la maquinaria o equipo.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Pot. Mecánica}}{\text{Pot. Eléctrica}} \times 100$$

3.2.2.1. Eficiencia en cada motor

Debido a la procedencia de la maquinaria no se cuenta con manuales ni descripción de la maquinaria como tal, la eficiencia de cada motor fue determinada en base a la tabla siguiente, debido a que en la placa de características de cada motor no está establecida la misma, se determinaron los Hp en cada motor algunos por medio de ecuaciones y los otros presentaban la eficiencia en su plaqueta.

Luego de determinada la eficiencia en cada motor se investigó en el mercado los diferentes modelos de motores, comparando la similitud en características pero enfocados en el incremento de la eficiencia, ya que esta proporcionaría una disminución en el consumo eléctrico de todos los equipos y un mejor desempeño.

Tabla XV. **Valores típicos de eficiencia en motores eléctricos actuales**

Hp	Rango de eficiencia	Eficiencia media
1	68-78	73
1,5	68-80	75
2	72-81	77
3	74-83	80
5	78-85	82
7,5	80-87	84
10	81-88	85
15	83-89	86
20	84-89	87,5
25	85-90	88

Continuación de la tabla XV.

Hp	Rango de eficiencia	Eficiencia media
30	86-90,5	88,5
40	87-91,5	89,5
50	88-92	90
60	88,5-92	90,5
75	89,5-92,5	91
100	90-93	91,5
125	90,5-93	92
150	91-93,5	92,5
200	91,5-94	93
250	91,5-94,5	93,5

Fuente: John C. Andreas: Energy Efficient Electric Motors, Ed. Decker, 1992.

3.2.3. Mantenimiento preventivo de la maquinaria

Es el que se realiza con la finalidad de conservar en funcionamiento la maquinaria, con revisiones y reparaciones garantizando el buen funcionamiento de todo el equipo y evitar los paros por daños en el equipo. El mantenimiento preventivo se realiza en las Áreas de Extrusión y Conversión con la finalidad de evitar paros por aglomeración de suciedades en los mecanismos y controlar la calidad de los productos procesados y así ayudando a la Producción más Limpia en el proceso por el bajo consumo energético debido a un adecuado mantenimiento.

Este tipo de mantenimiento es realizado con base a las necesidades de la empresa y su maquinaria por lo cual el mantenimiento preventivo es realizado en las siguientes áreas para los extrusores:

- Persianas
- Rines de Aire
- Pozo de Agua
- Rodillos
- Limpieza de filtros
- Nivelación del molde

El mantenimiento preventivo es realizado en las siguientes áreas para las máquinas cortadoras.

- Lubricación de chumaceras
- Lubricación de engranes helicoidales
- Lubricación de pistones

3.2.3.1. Programa de mantenimiento

Es la determinación de tiempo o frecuencia de realización entre cada mantenimiento preventivo, específico para la maquinaria de extrusión y conversión, con la finalidad de dar un seguimiento y mantener informado a los encargados de dicha área, sobre el desarrollo de las actividades de mantenimiento en el equipo bajo su cargo y durante el período que esté vigente esa calendarización.

Toda programación elaborada debe estar colocado en un lugar visible de fácil acceso y cerca de la maquinaria para la cual haya sido diseñado, resaltando los puntos más importantes y colocando observación que no pueden ser obviadas durante cada mantenimiento, incluyendo espacio para las firmas de autorización que avalen la legitimidad de todo procedimiento.

Figura 28. Programa de mantenimiento para el extrusor FE-01

Planta		Empaques Flexibles				
Area		Extrusion				
Maquina		FE-01		Puesto	Encargado de Extrusion	
Procedimiento		D	S	Q	M	A
Limpieza de Filtros		X				
Limpieza de Rodillos					X	
Limpieza de Percianas					X	
Cambio de mallas		X				
Limpieza de Rines y anillos				X		
Centrado y Nivelacion Base					X	
Alineacion del Bobinador			X			

Importante:

- Al iniciar el mantenimiento se deberá notificar a la súper intendencia para su consideración.
- El mantenimiento deberá procurar iniciarse a primera hora en el inicio de semana durante el turno diurno.
- La limpieza de dado y molde deberá solicitarse al departamento de mantenimiento.
- Todo punto no considerado en este listado deberá ser responsabilidad del depto. De mantenimiento.
- Cualquier anomalía presente en la maquinaria deberá reportarse inmediatamente para su pronta solución.

Gerencia de Producción Superintendencia

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Colocación en la maquinaria del programa de mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

3.2.3.1.1. Ficha de verificación (*checklist*)

Es el listado donde se consideran los puntos más importantes para la inspección tanto del área, como de la maquinaria después de realizado el mantenimiento, funcionando también como una hoja de arranque para cada extrusor, detectando con anticipación cualquier problemática que se pudiera dar antes de empezar a utilizar el equipo, corrigiendo y evitando cualquier avería.

Figura 30. **Checklist para extrusores**



FORMATO PARA MANTENIMIENTO DE EXTRUSORES

		FIRMA DEL OPERADOR			
		FIRMA ENCARGADO EXTRUSOR			
		FECHA			
		Hora Inicio			
		Hora Final			
CONDICIONES DEL AREA	ESTANDAR DEL AREA	CUMPLE		CUMPLE	
El área se encuentra libre de polvo y basura	En el área no existen agentes contaminantes como polvo, basura y residuos que pueden contaminar el proceso o el producto.	SI	NO	SI	NO
Los toneles se encuentran limpios	Todos los recipientes contenedores de materia prima deben limpiarse para evitar que se ensucien los materiales.	SI	NO	SI	NO
En al área no existe materia prima regada	En el área nunca debe encontrarse materia prima regada en el suelo para evitar el incremento de costos o algún accidente que esta pueda provocar.	SI	NO	SI	NO
En el área no se encuentra agua regada	No debe haber agua regada en el suelo para evitar un corto circuito o algún accidente.	SI	NO	SI	NO
La colocación adecuada de materia prima	Toda la materia prima debe estar colocada en su respectiva área, sin mezclar los distintos productos o materias.	SI	NO	SI	NO
En el área no existe producto de otra orden	En el área únicamente debe estar el producto que se va a producir o está produciendo.	SI	NO	SI	NO
Anillos colocados adecuadamente	Todos los distintos tamaños de anillos se deben encontrar colocados en su respectiva área y de manera adecuada para evitar que se dañen.	SI	NO	SI	NO
En el área no existen herramientas innecesarias	Las herramientas no utilizadas de los equipos deben estar en un área específica o en la caja de herramientas.	SI	NO	SI	NO
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	DESCRIPCION	CUMPLE		CUMPLE	
Limpieza de los Filtros en los Jaladores	Los filtros deben estar libres de obstrucciones como polvillo, tamo o basura acumulada, utilizando el aire comprimido para su limpieza.	SI	NO	SI	NO
Cambio de Mallas	El cambio de malla debe realizarse de forma adecuada y con las medidas específicas por cada extrusor siempre al inicio del turno.	SI	NO	SI	NO
Limpieza de los Rines de Aire	Realizar la limpieza utilizando Wipe y aplicando el desengrasante (FITRUS PLUS) para retirar obstrucciones que impidan la correcta circulación de aire en el globo.	SI	NO	SI	NO
Limpieza de Anillos	Realizar la limpieza de anillos con wipe y el pulidor (KEM 7-11) para obtener una mejor ventilación y estabilidad del globo.	SI	NO	SI	NO

Observaciones: _____

Continuación de la figura 30.

MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	DESCRIPCION	CUMPLE		CUMPLE	
Limpeza de Rodillos	Realizar limpieza de los rodillos para quitar materiales adheridos a ellos y así proporcionar un adecuado paso de la película en el extrusor, utilizando wipe y pulidor (KEM 7-11).	SI	NO	SI	NO
Limpeza de Persianas	Realizar la limpieza utilizando desengrasante (FITRUS PLUS) y cepillo para retirar todos los contaminantes evitando manchar la película y mejorar la calidad.	SI	NO	SI	NO
Alineación y Nivelación en la Base del Molde	Realizar la nivelación y centrado del molde con un nivel de burbuja y plomada para un correcto paso de la película en los rodillos y en la persiana de salida.	SI	NO	SI	NO
Limpeza y Lubricación de Tratadores	Realizar la limpieza de los tratadores utilizando dieléctrico y cepillo de bronce en todas las partes accesibles, para las cuchillas y los rodillos utilizar wipe y pulidor (KEM 7-11).	SI	NO	SI	NO
VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO	DESCRIPCION	CUMPLE		CUMPLE	
Mangueras para Aire y Agua	Deben estar sujetas adecuadamente, no deterioradas ni deben presentar ninguna fuga.	SI	NO	SI	NO
Manómetros	Verificar que la aguja indique correctamente la presión, verificar que los depósitos contengan un nivel adecuado de lubricante.	SI	NO	SI	NO
Cableado	Verificar que todo el cableado se encuentre instalado adecuadamente y bien protegido sin ningún deterioro en su forro protector.	SI	NO	SI	NO
Sistema de Enfriamiento	Verificar el correcto funcionamiento de todos los ventiladores en el panel y los utilizados en las distintas zonas del tornillo para un adecuado enfriamiento.	SI	NO	SI	NO
Pantallas indicadoras de Temperatura	Verificar que todas las pantallas indicadoras de las distintas zonas, funcionen correctamente e indiquen la temperatura seteada y real.	SI	NO	SI	NO
Bobinadores	Deben estar alineados con el extrusor correctamente y bien lubricados.	SI	NO	SI	NO

Observaciones: _____

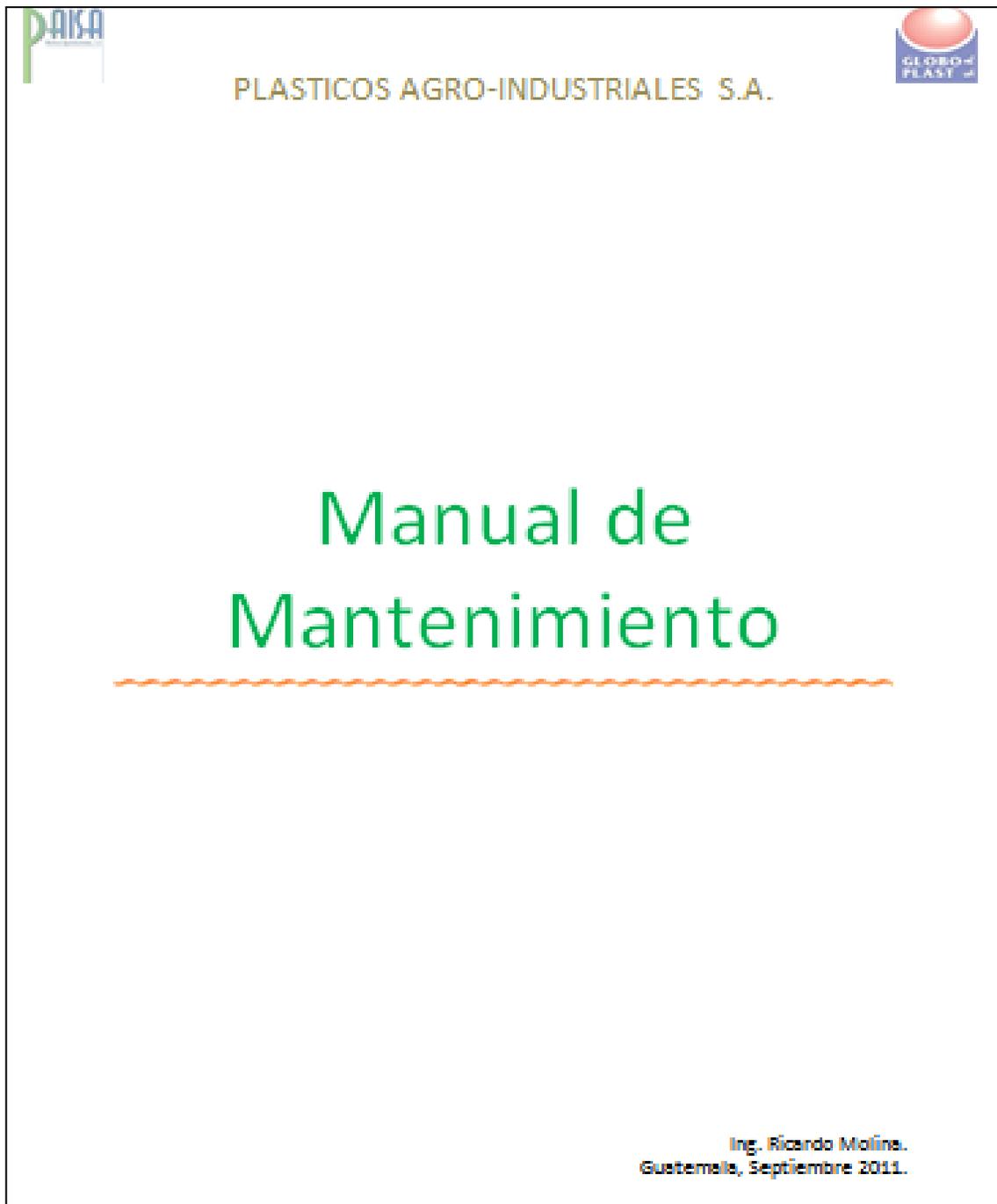
Fuente: elaboración propia.

3.2.3.2. Manual de mantenimiento preventivo para la maquinaria

Un manual de mantenimiento es un documento donde se debe especificar todos los procedimientos de trabajo para la realización de un adecuado mantenimiento preventivo en una determinada maquinaria, constando este de un título, la misión y visión de la organización, el tipo de mantenimiento que se realizará, los objetivos del mantenimiento, el área a la que pertenece, el personal encargado de llevar a cabo el mantenimiento y como complementario el tiempo estándar para llevar a cabo dicha operación.

Cada manual de mantenimiento debe basarse en las necesidades de la organización y de la maquinaria a la cual se dará el mantenimiento, ya que este constituye un medio facilitador para el personal encargado proveyendo imágenes de la maquinaria, tipos de lubricantes o aditivos, cantidades adecuadas de aplicación, también se deben considerar las condiciones del área como infraestructura y suelos. Facilitando así la inducción del personal para la aplicación de los nuevos procedimientos que se adoptan con el tipo de mantenimiento que se realizará.

Figura 31. **Manual de mantenimiento preventivo para el Área de Extrusión Empaques Flexibles**



Continuación de la figura 31.

	<h1>Índice</h1>	
TITULO 1		
CONDICIONES DEL ÁREA		
En al área no existe materia prima regada.....	4	
Los recipientes se encuentran limpios.....	5	
En el área no se encuentra agua regada.....	6	
La colocación adecuada de materia prima.....	7	
En el área no existe producto de otra orden.....	8	
Anillos colocados adecuadamente.....	9	
En el área no existen herramientas innecesarias.....	10	
Limpieza de los Filtros Jaladores.....	11	
Cambio de Mallas.....	12	
Limpieza de los Rines de Aire.....	13	
Limpieza de Dados y Moldes	14	
Limpieza de Anillos.....	15	
Limpieza de Rodillos.....	16	
Nivelación y Paralelismo de Rodillos.....	17	
Limpieza de Persianas.....	18	
Nivelación de la Base del Molde.....	19	
VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO		
Mangueras.....	20	
Manómetros.....	21	
Cableado.....	22	
Ventiladores.....	23	
Pantallas indicadoras de Temperatura.....	24	
Bobinadores.....	25	

Continuación de la figura 31.



Medidas de Seguridad Industrial

Continuación de la figura 31.

PAISA

LOBO LAST

(Ref. 01)

- Al trabajar cerca de zonas de alta temperatura o manipular partes u objetos calientes se deben utilizar guantes térmicos de manga larga específicos para altas temperaturas, así evitara accidentes como quemaduras severas en la piel.
- Siempre espere un momento prudencial para que se enfríen los guantes después de haber manipulado objetos calientes como residuos de materiales, accesorios o partes específicas de la maquinaria.





(Ref. 02)

- Al realizar el mantenimiento en cualquier área del extrusor, debe verificar que este se encuentra detenido completamente, para evitar cualquier tipo de accidente.
- Dentro del área de extrusión NO debe utilizar camisas de manga larga, collares, corbatas, pulseras, relojes, anillos ni cualquier otro objeto que pueda quedar atrapado dentro de los mecanismos en movimiento.
- No arriesge su integridad física, es mas sencillo reparar una maquina que el cuerpo humano.





Continuación de la figura 31.

(Ref. 03)

- Al ocurrir un corto circuito en alguna de las distintas áreas del extrusor, inmediatamente se debe desconectar la alimentación principal y detener la maquinaria.
- Al provocarse un incendio debido a un corto circuito en el extrusor utilizar el extintor adecuado, apuntando directamente al centro de las llamas. Luego de haber apagado el fuego o NO, deberá retirarse y esperar a que un experto revise las condiciones de cada área.



A rectangular red sign with a white border. At the top, the word "PELIGRO" is written in white on a red background. In the center is a white square containing a black lightning bolt symbol. At the bottom, the words "ALTA TENSION" are written in white on a red background.



A rectangular white sign with a black border. At the top, the word "PELIGRO" is written in white on a black background. Below it is a black triangle containing a white lightning bolt symbol. To the right of the triangle, the words "ALTO VOLTAJE" are written in black.

(Ref. 04)

- Utilice en todo momento dentro de la planta, el cinturón de seguridad o faja.
- No manipule objetos de gran tamaño y peso sin el cinturón, así evitara lesiones que puedan incurrir en la espalda o abdomen.
- Utilice siempre la fuerza de las piernas para levantar los objetos pesados y no la de la espalda.



A rectangular blue sign with a white border. At the top, the words "USO OBLIGATORIO" are written in white on a blue background. In the center is a white square containing a black silhouette of a safety harness. At the bottom, the word "FAJA" is written in white on a blue background.



A rectangular yellow sign with a black border. At the top, the words "AL LEVANTAR" and "APOYEN SUS PIERNAS" are written in black. In the center is a black square containing a white silhouette of a person lifting a box correctly using their legs. At the bottom, the words "NO EN SU ESPALDA" are written in black.

Continuación de la figura 31.

(Ref. 05)

- Las áreas de mezcla y extrusión deben permanecer en todo momento, limpias y ordenadas para evitar cualquier accidente.
- Es recomendable recoger cualquier herramienta o accesorio del suelo y colocarlas en sus respectivas áreas para su adecuado almacenamiento y pronta localización al momento de ser utilizadas.





(Ref. 06)

- Al manipular cualquier manguera que transporte agua o aire recuerde siempre cerrar la llave de paso.
- Sujetarla fuertemente para evitar que cause algún accidente debido a que estas contienen una gran presión.

Si utiliza el aire comprimido recuerde siempre:

- No apuntar el aire a su rostro o al de cualquier compañero, ya que puede provocar ceguera.
- Si tiene alguna herida en la piel no utilice el aire comprimido ya que puede provocar la muerte.
- **El aire comprimido nunca se utiliza para barrer o limpiar las áreas de trabajo.**



Continuación de la figura 31.

(Ref. 07)

- Dentro de la planta o en su área NO corra.
- Aspectos por los cuales no debe correr:
 - para realizar el corte de las bobinas.
 - para abastecer de materia prima a las tolvas.
 - para parar la maquinaria al momento de algún reventón.
 - para parar la maquinaria por falta de agua o energía.



“Todas estas son recomendaciones generales que usted debe adoptar para mantener la seguridad e higiene industrial en la planta, sea precavido su salud es lo más importante”.





Continuación de la figura 31.



Continuación de la figura 31.

Limpeza del Área

- Mantener el área de trabajo limpia y ordenada en todo momento.
- En el área únicamente deben estar los materiales especificados en la orden de producción. Si se encuentra materia prima regada en el suelo, se debe recoger y apartar en un recipiente adecuado para su posterior limpieza y reproceso.
- Se debe verificar que en el área no existen agentes contaminantes como polvo, basura o residuos que pueden contaminar las mezclas o el producto y así evitar que tenga una mala calidad.


(Ref. 05)





Continuación de la figura 31.

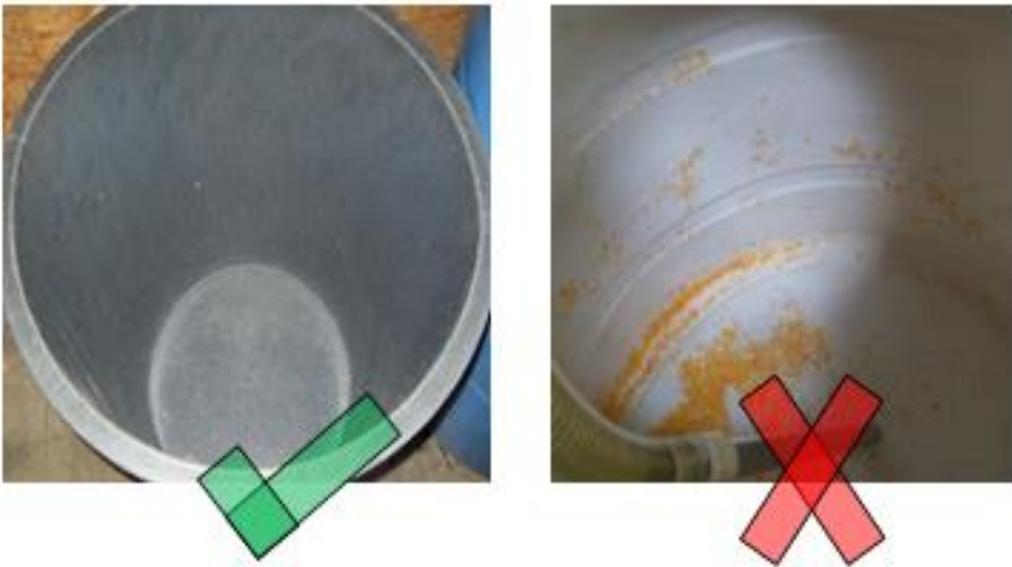
PAISA

LOBO-FAST

Los recipientes se encuentran limpios

Todos los recipientes contenedores de materia prima deben limpiarse, utilizando wipe para limpiar toda la superficie interna del contenedor, de polvo o materia prima y poder extraerla de una manera más fácil, para evitar que se ensucien los materiales, o se mezclen con alguna otra resina que no esté dentro de los porcentajes de mezclas. Esto debe realizarse en cada cambio de orden y así evitar una mala calidad en la producción.

AVISO
ESTUDIANTE DE INGENIERÍA QUÍMICA
(Ref. 05)



The image contains two side-by-side photographs of containers. The left photograph shows a clean, empty white container with a green checkmark overlaid on it. The right photograph shows a white container with orange residue on its inner surface, with a red 'X' overlaid on it. The text and logos are positioned at the top of the page, and the 'AVISO' sign is on the right side.

Continuación de la figura 31.

PAISA

GLOBAL PLAST

Fugas de agua o aire.

Para evitar que la maquinaria sufra averías debido a falta de presión de agua o aire, nunca deben haber fugas, o agua regada en el suelo, que pueda entrar en contacto con el cableado eléctrico, esto para evitar un corto circuito que provoque un incendio o un accidente al momento de que algún operador camine por el área.

PELIGRO
ALTA PRESION
(Ref. 06)



Continuación de la figura 31.

PAISA

GLOBO LAST

La colocación adecuada de materia prima

Todas las resinas deben estar debidamente entarimadas para evitar que se mezclen con otras, todos los colorante utilizados deben estar colocados en su respectiva estantería, sin que ocurran mezclas de los distintos colores. Estando debidamente amarradas e identificadas las bolsas de colorante. Debiendo evitar el derrame de toda materia prima debido a que algún saco se encuentre roto, si esto ocurre se deberá cambiar el saco roto por uno que no lo esté. Identificándolo con el peso, el tipo de material y su código.

FAJA (Ref. 04)

AVISO (Ref. 05)



Continuación de la figura 31.

En el área no existe producto de otra orden

Dentro del área de la maquinaria nunca debe haber materiales de órdenes que ya no se vayan a procesar, siempre se debe regresar al área respectiva de donde se extrajo. En el área únicamente debe estar el producto que se va a producir o está produciendo. Así se evitara las perdida o la difícil localización de la materia prima para cuando se realice algún inventario. Además esto puede producir reducción del área de trabajo o puede provocar limitación en el adecuado desenvolvimiento del personal.

 
(Ref. 04) (Ref. 05)

Continuación de la figura 31.

Anillos colocados adecuadamente

Después de realizar un cambio de anillos en cada uno de los extrusores y de haber realizado su respectiva limpieza, llevarlos y colocarlos en la estantería adecuada para anillos, todos los distintos tamaños de anillos se deben encontrar colocados en su respectiva área y de manera adecuada para evitar su daño. En esta área no se debe encontrar ninguna clase de materia prima, para evitar el daño de los anillos y el de la materia prima, como el derramarla en el suelo o en la estantería.

AVISO
ESTADANDO EN
MANTENER LIMPIO
(Ref. 05)



The image contains two side-by-side photographs of a metal shelving unit. The left photograph shows the shelves organized with various sizes of metal rings, marked with a green checkmark. The right photograph shows the shelves cluttered with rings and other items, marked with a red X.

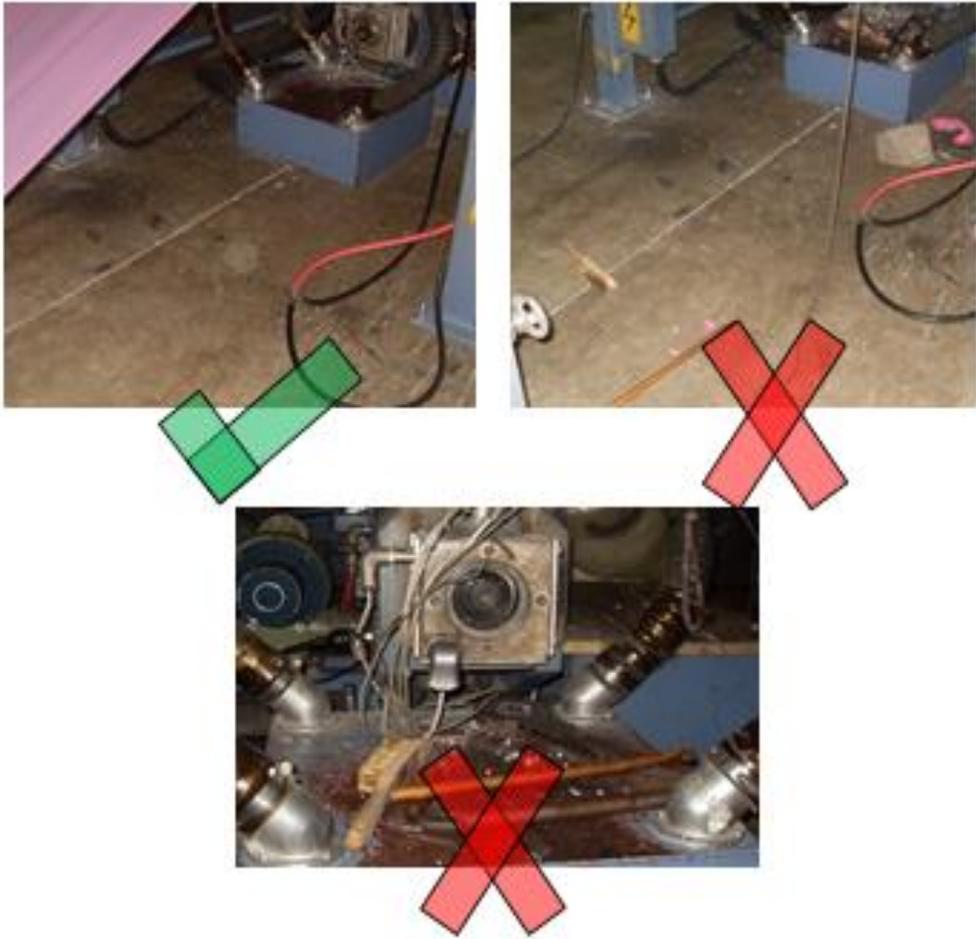
Continuación de la figura 31.

En el área no existen herramientas innecesarias

Las herramientas no utilizadas de los equipos deben estar en un área específica o en la caja de herramientas, nunca deben estar tiradas en el suelo. Si se utiliza una misma herramienta para varios extrusores se debe colocar donde sea más accesible para su uso y así evitar que se extravié o cause inconvenientes debido a la lejanía donde se encuentre.

PRECAUCION
CAMINAR NO CORRER
(Ref. 07)

AVISO
DETENERSE EN PASADIZOS LIMPIS
(Ref. 05)



The figure contains three photographs illustrating tool storage. The top-left photo shows a tool (a long thin rod) placed inside a blue storage box, with a green checkmark overlaid on the bottom right corner. The top-right photo shows the same tool lying on the floor next to a blue box, with a red X overlaid on the bottom right corner. The bottom photo shows the tool lying on a machine's surface, also with a red X overlaid on the bottom right corner.

Continuación de la figura 31.

MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Limpieza de los Filtros Jaladores

Los filtros deben estar libres de obstrucciones como polvillo, tamo o basura acumulada, utilizando el aire comprimido. Esta operación debe realizarse siempre al iniciar el turno.



Primero retire los seguros que se encuentran sujetando la bomba de succión, luego retire la bomba de succión y colóquela en un lugar seguro para evitar que se dañe, retire el filtro y su empaque y límpielos utilizando aire comprimido, si es necesario utilice agua y jabón para retirar completamente todas las partículas de polvo o contaminantes que pueda tener.



Continuación de la figura 31.

Cambio de Mallas

El cambio de malla debe realizarse de forma adecuada y con las medidas específicas para este extrusor siempre al inicio de turno, utilizando guantes térmicos de manga larga para evitar quemaduras.



Orden de mallas por calibre: 60, 80, 40.



Utilice la llave adecuada para retirar el tornillo de seguridad que sostiene al portamallas, aflójelo y luego utilice una llave Allen para retirar el tornillo central el cual está unido al portamallas, retire estos dos tornillos utilizando guantes térmicos para evitar quemaduras ya que se encuentran a altas temperaturas. Debido a que esta zona se encuentra a altas temperaturas encienda la máquina para que el material empuje el portamallas hasta una distancia prudente donde pueda ser retirado.



Continuación de la figura 31.

Limpie el portamallas de todo el exceso de material que se encuentra adherido a este, utilizando el cepillo de cobre, luego retire las mallas utilizadas y coloque las nuevas según el orden antes especificado, antes de colocar el portamallas con las mallas nuevas limpie el espacio donde este es introducido, extrayendo todo el exceso de material con el tubo largo de cobre y limpie las paredes utilizando el cepillo de cobre hasta que esta se encuentre libre de excesos de material adheridos en la zona, introduzca el portamallas y presione hasta el fondo de una manera adecuada sin utilizar el tornillo central de fijación, ya en el fondo coloque el tornillo de seguridad y el tornillo central, ambos deben entrar de manera suave, si ocurre lo contrario retire el tornillo y vuelva a intentarlo sin hacer que se barra la rosca, asegure fuertemente los tornillos y arranque la máquina.



Continuación de la figura 31.

Limpieza de los Rines de Aire

Realizar la limpieza utilizando Wipe y aplicando el desengrasante (FITRUS PLUS) para retirar obstrucciones que impidan la correcta circulación de aire en el globo.



Continuación de la figura 31.

PAISA

GLOBO PLAST

Limpieza de Dados y Moldes

Hacer la limpieza al realizar un cambio de orden para obtener un mejor calibre y una mejor calidad de producto procesado.

PELIGRO
ALTA TEMPERATURA
(Ref. 01)



Continuación de la figura 31.

Limpieza de Anillos

Realizar la limpieza de anillos para obtener una mejor ventilación y estabilidad del globo.



Continuación de la figura 31.

PAISA

ELORO-FAST

Limpieza de Rodillos

Realizar la limpieza de los rodillos para quitar materiales adheridos a ellos y así proporcionar un adecuado paso de la película en el extrusor, utilizando wiper y pulidor (KEM 7-11). Evitar el contacto de cualquier instrumento cortante con la superficie. El objetivo es no dañar la superficie de los rodillos ni los bordes.

Aplicar el pulidor en un poco de wiper y luego con este humedecido frotarlo en toda la superficie de los cilindros tanto los cilindros de caucho como lo cilindros de aluminio para proporcionar un adecuado desplazamiento de la película y evitar que se manche la película obteniendo una mala calidad del producto. Por último dejar que seque y luego ponerlos en marcha.

PELIGRO

MÁQUINA EN MOVIMIENTO
(Ref. 02)



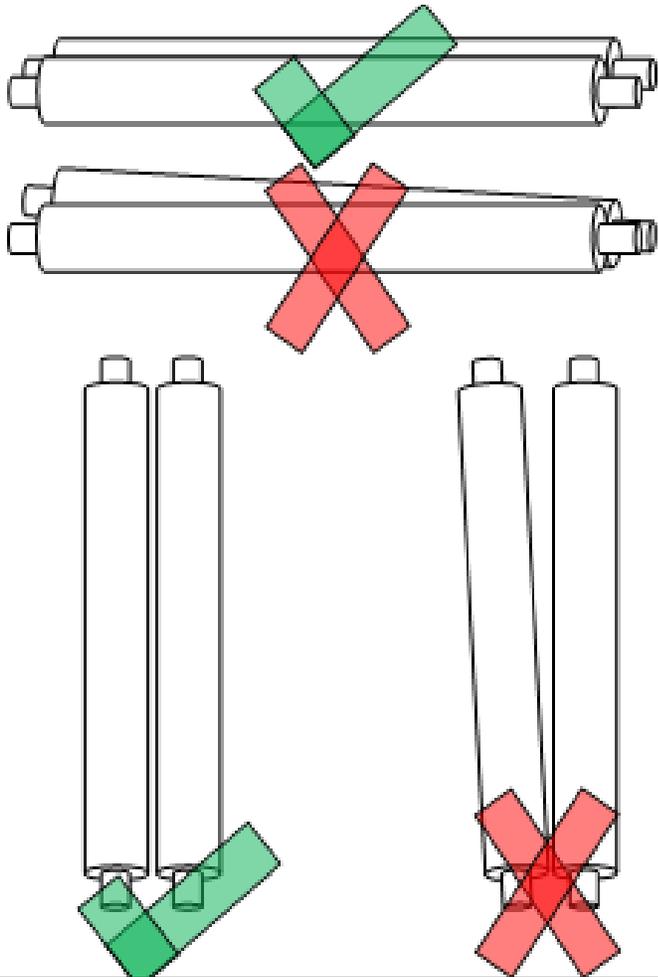
Continuación de la figura 31.

Nivelación y Paralelismo de Rodillos

Los rodillos deben estar correctamente nivelados utilizando un nivel de burbuja y bien alineados uno frente a otro. Si estos no se encuentran alineados y bien nivelados provocarán una mala tensión en la película y le causarán arrugas a todo el producto, si los rodillos jaladores presentan una desalineación proporcionarán una variación en el calibre de toda la película.

Se debe colocar un nivel de burbuja después de haberlos limpiado correctamente, y se debe proceder a la nivelación, para obtener un adecuado paralelismo entre las parejas de rodillos, si la desalineación es muy grande y no se puede solucionar con un simple ajuste, se deberá generar una orden de trabajo inmediatamente al equipo de mantenimiento para que puedan solucionar el inconveniente con la mayor brevedad posible.



¡PELIGRO!
MAQUINA EN MOVIMIENTO
(Ref. 02)

Continuación de la figura 31.

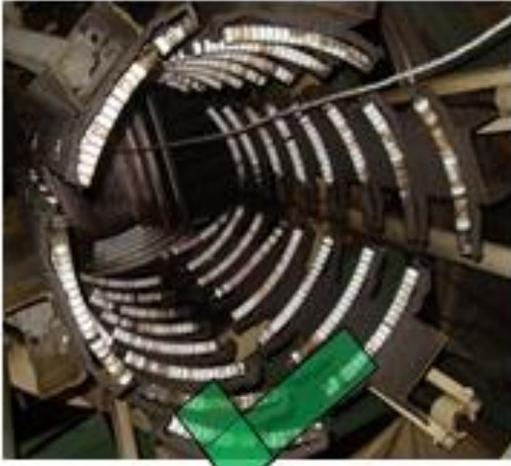
PAISA

GLOBE LAST

Limpieza de Persianas

Realizar la limpieza utilizando desengrasante (FITRUS PLUS) y cepillo para retirar todos los contaminantes evitando manchar la película y mejorar la calidad.

Debido a la acumulación de partículas contaminantes en toda la persiana estas se deben retirar utilizando un cepillo plástico (escoba), para limpiar toda el área, si las partículas estuvieran muy adheridas a la superficie de madera de las persianas se puede utilizar el cepillo de bronce para retirarlas, luego aplicar desengrasante para humedecer el wipe y pasarlo por cada una de las partes de la persiana y así evitar que las películas nuevas se contaminen o se manchen generando un producto de mala calidad.



Continuación de la figura 31.

VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO

Manómetros

Verificar que la aguja indique correctamente la presión del aire en el NIP-ROLL, revisar que los depósitos contengan siempre aceite lubricante. Si el nivel es bajo o el manómetro no funciona adecuadamente realizar una orden de trabajo para que el personal de mantenimiento realice el cambio o llene los dispositivos.



A photograph of a manometer and a filter assembly. The manometer needle is pointing to a value on the scale. The filter is filled with a yellowish oil. A large green checkmark is overlaid on the bottom right of the image.



A photograph of a manometer and a filter assembly. The manometer needle is not pointing to a value on the scale. The filter is empty. A large red X is overlaid on the bottom right of the image.

Continuación de la figura 31.

Cableado

Verificar que todos los cables de la maquinaria se encuentren adecuadamente protegidos y sin ningún deterioro, evitando que cualquier colaborador los pise y que les pueda generar algún daño. Si algún cableado presenta deterioro y pueda provocar un corto circuito, se debe generar una orden de trabajo inmediatamente al equipo de mantenimiento para su correcta solución.



Continuación de la figura 31.

PAISA
PROMOCIÓN ASISTIDA
INTEGRADA

**LOGO-4
LAST**

Ventiladores

Verificar el correcto funcionamiento de todos los ventiladores utilizados en el enfriamiento del equipo de extrusión. Si algún ventilador no trabaja correctamente o a dejado de funcionar se debe generar una orden de trabajo inmediatamente para que el personal de mantenimiento realice el cambio y se pueda evitar el daño de cualquier equipo.

PELIGRO
ALTO VOLTAJE
(Ref. 03)



The image shows two square fans mounted side-by-side in a metal enclosure. The fan on the left is marked with a large green checkmark, indicating it is functioning correctly. The fan on the right is marked with a large red X, indicating it is not functioning or is defective. The fans are connected to wires, and the enclosure has some screws visible at the top.

Continuación de la figura 31.

Pantallas indicadoras de Temperatura

Verificar que todos los indicadores de temperatura de las distintas zonas, funcionen correctamente e indiquen la temperatura real. En todos los paneles hay indicadores de medición si alguno dejara de funcionar o no proporcionara una lectura correcta se debe generar una orden de trabajo inmediatamente para que el personal de mantenimiento verifique o haga cambio del instrumento para un adecuado desempeño de la maquinaria.





Continuación de la figura 31.

PAISA

GLOBOPLAST

Bobinadores

El bobinador debe estar alineado a partir de la base del extrusor y los rodillos deben estar nivelados correctamente para obtener un correcto bobinado de la película. Eliminando el exceso de grasa en las partes móviles, el polvo o cera en la superficie de los rodillos y la correcta nivelación de todos los rodillos utilizando el nivel de burbuja.

MAQUINA EN MOVIMIENTO
(Ref. 02)



Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Plan de ahorro energético

El plan de ahorro energético para el Área de Empaques Flexibles, está basado en la disminución en el consumo de energía eléctrica debido a la realización de un adecuado mantenimiento preventivo en toda la maquinaria, realizando este tipo de mantenimiento la maquinaria deberá consumir una menor cantidad de kw-hr considerablemente, también la concientización a todo el personal y las propuestas en la utilización de tecnología verde en todas las áreas.

Figura 32. **Plan de ahorro energético para el Área de Empaques Flexibles**

PLAN DE MEJORA

Área	Objetivos	Medidas para la reducción de Consumo	Ahorro Total Estimado	Responsable
Bodega Repuestos	Reducir el consumo energético dentro del área	Utilizar regletas para desconectar los equipos durante la noche. Implementar un horario específico para el encendido y apagado de la luces. Estandarizar el tipo de lámpara y su consumo para toda el área. Concientizar al personal sobre las consecuencias del uso inadecuado de la energía eléctrica.	75,877 Watts/Mes	Encargado de Bodega Repuestos
Administrativa	Concientizar al personal sobre el correcto uso del equipo y la luminaria para reducir el consumo energético	Utilizar regletas para desconectar los equipos durante la noche. Implementar un horario específico para el encendido y apagado de la luces. Estandarizar el tipo de lámpara y su consumo para toda el área. Concientizar al personal sobre las consecuencias del uso inadecuado de la energía eléctrica.	322,214 Watts/Mes	Encargado de cada oficina o cubículo
Administración Flexibles	Realizar el cambio de Toda Luminaria actual para reducir el consumo actual	Realizar el cambio de todas las luminarias en la planta, del tipo incandescentes a tipo fluorescentes, con un consumo menor en vatios por cada lámpara. Establecer un horario específico para el encendido y apagado de dicha luminaria. Concientizar al personal sobre las consecuencias del uso inadecuado de la energía eléctrica.	1,373,208 Watts/Mes	Encargado de Inventarios del Área

Continuación de la figura 32.

Áreas	Objetivos	Medidas para la reducción de Consumo	Ahorro Total Estimado	Responsable
Administración Rafia	Realizar el cambio de Toda Luminaria actual para reducir el consumo actual	Realizar el cambio de todas las luminarias en la planta, del tipo incandescentes a tipo fluorescentes, con un consumo menor en vatios por cada lámpara. Establecer un horario específico para el encendido y apagado de dicha luminaria. Concientizar al personal sobre las consecuencias del uso inadecuado de la energía eléctrica.	3,200,698 Watts/Mes	Encargado de Inventarios del Área
Administración Bodega	Concientizar al personal sobre el correcto uso del equipo y la luminaria para reducir el consumo energético	Utilizar regletas para desconectar los equipos durante la noche. Implementar un horario específico para el encendido y apagado de la luces. Estandarizar el tipo de lámpara y su consumo para toda el área. Concientizar al personal sobre las consecuencias del uso inadecuado de la energía eléctrica.	157,702 Watts/Mes	Jefe de Bodega
Mantenimiento	Concientizar al personal sobre el correcto uso de la luminaria para reducir el consumo energético	Implementar un horario específico para el encendido y apagado de la luces. Estandarizar el tipo de lámpara y su consumo para toda el área. Concientizar al personal sobre las consecuencias del uso inadecuado de la energía eléctrica.	29,995 Watts/Mes	Jefe de Mantenimiento
Ventas	Concientizar al personal sobre el correcto uso del equipo y la luminaria para reducir el consumo energético	Utilizar regletas para desconectar los equipos durante la noche. Implementar un horario específico para el encendido y apagado de la luces. Estandarizar el tipo de lámpara y su consumo para toda el área. Concientizar al personal sobre las consecuencias del uso inadecuado de la energía eléctrica.	31,442 Watts/Mes	Coordinadora de Ventas
Varios	Concientizar al personal sobre el correcto uso de la luminaria para reducir el consumo energético	Implementar un horario específico para el encendido y apagado de la luces. Estandarizar el tipo de lámpara y su consumo para toda el área. Baños y comedor.	31,680 Watts/Mes	Encargado de Limpieza

Fuente: elaboración propia.

3.2.4.1. Indicadores

Los indicadores energéticos son un conjunto de elementos que ayudan a evaluar la eficiencia de la organización, proporcionando un estimado del consumo de todo el equipo en un determinado período de tiempo. Otro factor en los que se pueden utilizar los indicadores es en la luminaria ya que se puede proyectar el consumo por persona de luminaria en cada área.

Los indicadores tienen la finalidad de poder estimar consumos y poderlos proyectar en costos para la organización, así saber que tan eficiente se es y poder identificar los potenciales de ahorro energético dentro de la organización.

Tabla XVI. **Indicadores energéticos para el Área de Empaques Flexibles**

	Luminaria Actual		Equipo Actual		Totales
	Kw/mes	Kw/día	Kw/mes	Kw/día	Kw/mes
Consumo	8501	294	6045	201	14546
Costo	8744,15	302,55	6217,51	207,25	14961,65
% Consumo	4,13%	0,14%	2,94%	0,10%	7,07%
% Costo	2,64%	0,09%	1,88%	0,06%	4,52%
Kwh/persona	65,0	2,0	46,0	2,0	112,0
Costo/Persona	67,26	2,33	47,83	1,59	115,09

Fuente: elaboración propia.

3.2.4.2. Medidas para la reducción del consumo energético en toda la maquinaria y equipo

Uno de los puntos más importantes en las medidas de reducción del consumo energético en esta área es la realización de la mejora en la eficiencia de todos los motores eléctricos de la maquinaria, esto deberá realizarse gradualmente al momento de un fallo permanente en los motores actuales, la idea es cambiar todos los motores actuales por unos con similares características y mayor eficiencia.

La ecuación utilizada para el cálculo del ahorro aproximado obtenido anualmente en la maquinaria por cada motor que se haya cambiado es la siguiente:

$$\text{Ahorro} = (\text{Pkw1}/\text{Efi 1} - \text{Pkw2}/\text{Efi 2}) * (24*360)$$

Dónde:

Pkw = potencia en kilowatts

Efi = eficiencia de cada motor

Factor = 24 hrs – 360 días

Cálculo para el ahorro estimado del equipo:

$$\text{Ahorro} = (22,08 / 0,87 - 22,08 / 0,91) (24*360) = 9638,56 \text{ Kw} - \text{año}$$

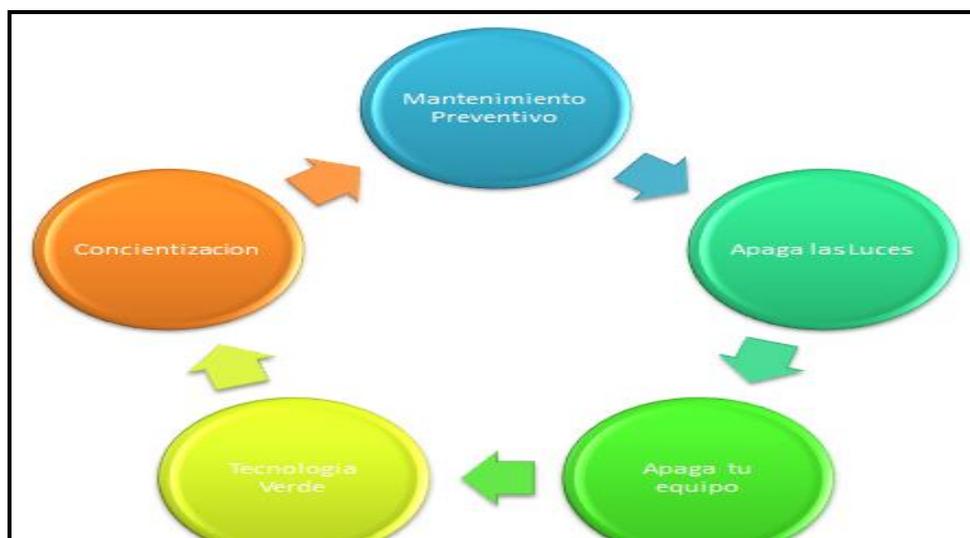
Tabla XVII. **Cálculo del ahorro estimado en cada motor**

Motor Antigua				Motor Nuevo				Ahorro Estimado
<i>Hp</i>	<i>Rpm</i>	<i>Efi</i>	<i>Kw</i>	<i>hp</i>	<i>rpm</i>	<i>efi</i>	<i>Kw</i>	<i>kw/año</i>
30	2500	0,87	22,08	30	2500	0,91	22,08	9638,56

Fuente: elaboración propia.

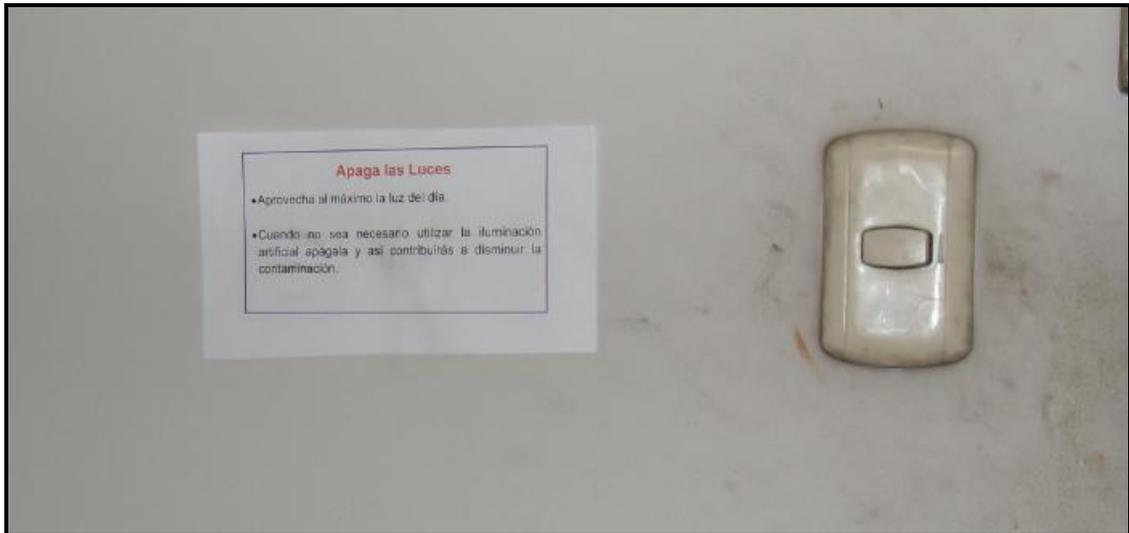
Otra medida que fue adoptada dentro de la organización fue el cambio de toda la luminaria dentro de la planta de producción, ya que se contaba con bombillos de haluro-metálico de 400 watts, sustituyéndolos por bombillos espirales de 150 watts que proporcionan la misma cantidad de lúmenes en el área. También fueron colocados en las Áreas de Oficina afiches para la concientización del personal sobre las medidas de reducción en el consumo energético en su área.

Figura 33. **Ciclo para el ahorro energético en la organización**



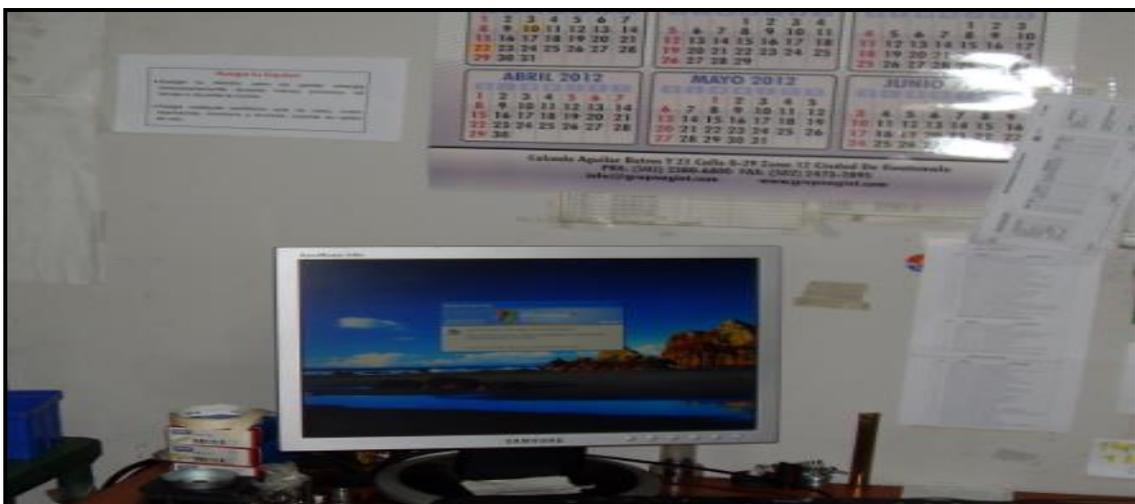
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Colocación de letreros cerca de los equipos para la concientización en el ahorro de consumo energético



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Colocación de letreros cerca de los equipos para la concientización en el ahorro de consumo energético



Fuente: elaboración propia.

3.2.4.3. Ahorro total estimado

El ahorro total estimado para las acciones propuestas está calculado en base a los trimestres anuales en los que la demanda y costo de la energía eléctrica varían en la organización, debido a esto se realiza la proyección del consumo energético con base en los últimos 4 años. La estimación del ahorro energético de toda la maquinaria, se proyecta en base a los valores mínimos de consumo que se han tenido, el valor promedio para cada trimestre y el valor máximo de consumo.

Con lo cual se obtiene un consumo actual y un consumo propuesto por la aplicación de las medidas en ahorro energético en el área, la diferencia entre el consumo actual y el consumo propuesto indica los valores porcentuales de consumo energético reducido y el porcentaje de reducción en los costos por energía eléctrica.

Tabla XVIII. Valores del ahorro total estimado

	Actual			Propuesta			Ahorro		
	min	med	Max	min	med	Max	min	med	Max
Consumo mensual en porcentaje									
Mar-Jun	8,82%	6,26%	5,33%	5,65%	4,01%	3,41%	3,17%	2,25%	1,91%
Jul-Oct	8,22%	6,53%	5,58%	5,27%	4,19%	3,58%	2,95%	2,34%	2,00%
Nov-Feb	7,83%	6,11%	5,36%	5,02%	3,91%	3,43%	2,81%	2,19%	1,92%
Consumo mensual en porcentaje									
Mar-Jun	7,20%	6,51%	5,42%	4,61%	4,17%	3,47%	2,58%	2,34%	1,94%
Jul-Oct	6,44%	6,61%	6,96%	4,13%	4,24%	4,46%	2,31%	2,37%	2,50%
Nov-Feb	7,14%	6,10%	5,57%	4,58%	3,91%	3,57%	2,57%	2,19%	2,00%

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. PLAN DE CAPACITACIONES

4.1. Plan de capacitaciones según necesidades

Un plan de capacitaciones es el documento que presenta una visión general de la que desea la organización, que constituye todo un conjunto de acciones para orientar al personal en los procesos productivos. El plan de capacitaciones está constituido por la serie de programas específicos para cada área de interés, todo plan debe contener como requisitos mínimos los siguientes puntos:

- Nombre de la empresa
- Los puestos de trabajo involucrados
- Un aproximado del número de personal capacitado
- Cantidad de tiempo aproximada entre capacitaciones
- Prioridades en capacitaciones
- Los eventos a realizar

Figura 36. **Plan de capacitaciones para la empresa Plásticos Agro Industriales S.A.**

Empresa: Plásticos AgroIndustriales S.A.			Personal: 100	
Encargado: Jefatura de Calidad			Lugar: Salón de Conferencias.	
PERSONAL	ÁREA	DURACIÓN	DESCRIPCIÓN	PERÍODO
NUEVO	VARIAS ÁREA	3HRS	El primer día se realizará un recorrido por el área en la cual estará laborando y se le dará una explicación verbal de las actividades que debe realizar, posteriormente se le entregará un trifoliar donde estarán descritas todas sus actividades y se le dará una inducción sobre las buenas prácticas de manufactura para su área y los resultados que se esperan de las actividades que este realizará.	El primer día al momento de ingresar a trabajar a la empresa
PRODUCCIÓN	FLEXIBLES	1HR 30MIN	Se realizará una capacitación sobre buenas prácticas de manufactura para cada una de sus áreas y un recordatorio sobre las responsabilidades de cada puesto y los resultados que se esperan de cada una de sus actividades.	Cada seis meses en los meses de febrero y agosto

Continuación de la figura 36.

PERSONAL	ÁREA	DURACIÓN	DESCRIPCIÓN	PERÍODO
	RAFIA	1HR 30MIN	Se realizará una capacitación sobre buenas prácticas de manufactura para cada una de sus áreas y un recordatorio sobre las responsabilidades de cada puesto y los resultados que se esperan de cada una de sus actividades.	El primer día al momento de ingresar a trabajar a la empresa
ADMINISTRATIVO	OFICINAS	45MIN	Al inicio de cada año al personal administrativo se le dará una charla sobre la correcta utilización de la energía eléctrica (luminaria), del aire acondicionado y del equipo de cómputo de cada una de sus respectivas áreas.	Cada seis meses en los meses de febrero y agosto
	PRODUCCIÓN	45MIN	Cada año se realizará una charla y capacitación al personal administrativo sobre liderazgo y las formas de dirigir a grupos de personas enfocado al mejoramiento de la calidad de los productos, también sobre las responsabilidades y resultados que se esperan de cada una de sus actividades.	Cada seis meses en los meses de marzo y septiembre

Fuente: elaboración propia.

4.2. Programa de capacitaciones

Es el documento donde se describen cada uno de los puntos específicos que serán tocados en las distintas capacitaciones, según el área y puesto al cual el personal nuevo aplicará, describiendo un encabezado en el cual se contenga, el área, el puesto, la persona encargada de llevar a cabo la capacitación, el lugar donde será llevada a cabo la misma, el nombre de la organización y el número de páginas con que cuenta dicho documento.

Este documento sirve como referencia al personal capacitador, para no omitir algún punto importante de las capacitaciones según el área de la cual se esté capacitando, sirve como base para la revisión de procedimientos y control de desempeño de todo el personal, si por las condiciones del proceso productivo organizacional surgieran modificaciones importantes, este documento dará la pauta para la incorporación de los nuevos procesos en el plan y el programa de capacitaciones organizacionales.

Figura 37. **Programa de capacitaciones para el Área de Empaques Flexibles**

Empresa: Plásticos AgroIndustriales S.A.	Personal: 25
Encargado: Jefatura de Calidad	Lugar: Salón de Conferencias.
Planta: Empaques Flexibles	
Objetivos	<ol style="list-style-type: none">1. Garantizar que todos los productos cumplan con las especificaciones de calidad según indiquen las órdenes de producción.2. Proporcionar la información necesaria y real de los distintos procesos y productos.

Continuación de la figura 37.

Objetivos	<p>3. Mantener y cuidar del correcto funcionamiento de toda la maquinaria a su cargo.</p> <p>4. Velar por el buen manejo y cuidado de todas las herramientas y recursos proporcionados por la empresa.</p> <p>5. Crear y mantener un ambiente sano de convivencia con todos los colaboradores dentro de la empresa.</p>		
	<p>Técnicas grupales. Proceso instrucción - aprendizaje.</p> <p>Recursos didácticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trifoliales sobre la descripción de puestos. • Trifoliales sobre el normativo de Seguridad Industrial. • Diplomas de participación. (Opcionales) • Presentación en PowerPoint. 		
Personal	Área	Duración	Descripción
Conversión	Conversión	2 hrs	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción del puesto. <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos del puesto. • Organigrama. • Descripción de la empresa. • Buenas prácticas de manufactura. <ul style="list-style-type: none"> • Sobre el proceso. • Montajes adecuados. • Uso del metro. • Seguridad industrial. <ul style="list-style-type: none"> • Equipo personal. • Condiciones del área. • Especificaciones de calidad en el producto. <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de las op's. • Empaques. • Especificaciones de calibres. • Consejos sobre el ahorro energético. <ul style="list-style-type: none"> • Medidas de ahorro.

Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Inducción de ahorro energético para una Producción más Limpia

Para la inducción sobre el ahorro energético en el tema administrativo se realizó una charla con el grupo que conforma el área administrativa la cual tiene bajo su cargo equipo de cómputo y otros sistemas domésticos, indicándoles cuales eran los puntos más importantes para el ahorro energético en sus respectivas áreas, contando en la organización con un correo interno por medio del cual se transmitieron estos puntos, instalando también cerca de cada apagador un letrero donde se hacía hincapié al ahorro energético por iluminación.

Para el tema de ahorro energético debido al mantenimiento preventivo en la maquinaria se realizó el contacto con una empresa proveedora de equipo industrial la cual se enfocó en el tema de mantenimiento y la importancia que este tiene en el tema de Producción más Limpia, debido a que la maquinaria que se encuentre debidamente lubricada y con rodamientos o accesorios en excelentes condiciones podrán generar un ahorro en el consumo energético por ahora en cada sección realizado.

Figura 38. Capacitación sobre mantenimiento preventivo en la maquinaria, realizada por una empresa proveedora de equipo industrial



Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

4.2.2. Presentación final de resultados sobre el Plan de Gestión de Calidad

El resultado final fue presentado a las diferentes gerencias de la organización, desarrollando los puntos referentes a los gastos o costos necesarios para la implementación del departamento, las ventajas y desventajas en que conlleva la creación del nuevo departamento, los procedimientos de todo el personal involucrado en las actividades de control.

A las gerencias les fue presentado las nuevas propuestas para el mantenimiento preventivo y su calendarización, el ahorro estimado por la implementación de medidas de reducción en el consumo por luminaria, equipo y la concientización general del personal.

4.2.3. Presentación del nuevo departamento y los estándares de calidad para cada área

La presentación del nuevo departamento y todos los estándares para la conformación de la unidad fue presentada en conjunto con la gerencia de producción a la superintendencia de producción para el Área de Empaques Flexibles y al personal involucrado para el control de calidad en sus respectivas áreas, describiendo las nuevas líneas de mando para el departamento, las características de control para la calidad, la utilización de los distintos gráficos de control y su interpretación.

También se desarrollaron los puntos en la redacción de reportes y el personal interesado en conocer de ellos, los procedimientos de control y seguimiento de los productos y todos los puntos concernientes a la nuevas actividades del personal encargado del control de calidad, especificando el período de capacitación necesario para alcanzar los niveles adecuados de desempeño.

4.2.4. Presentación sobre Buenas Prácticas de Manufactura

Las Buenas Prácticas de Manufactura actualmente están jugando un papel muy importante en todos los ámbitos de la industria, ya que reducen significativamente el riesgo de contaminación de los productos, tanto los productos finales, como las mezclas de materia prima al inicio del proceso. La presentación consta de diapositivas explicando cada uno de los puntos importantes sobre las buenas prácticas de manufactura para este tipo de industria, utilizando imágenes de los distintos procesos.

En el tema de Buenas Prácticas de Manufactura se incluyeron los temas sobre la correcta limpieza de áreas, detección temprana de fugas y lubricación de partes móviles, con la finalidad de evitar la contaminación de los productos debido a estos temas, ya que la prevención es el mejor elemento en el control de calidad, y las Buenas Prácticas de Manufactura juegan un papel vital en el tema.

Figura 39. **Presentación sobre Buenas Prácticas de Manufactura en la empresa Plásticos AgroIndustriales S.A.**



Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

4.2.5. Presentación sobre seguridad industrial

La seguridad industrial juega un papel muy importante hoy en día en cualquier industria, por lo cual es importante que todo el personal pueda conocer los aspectos mínimos que debe considerar para el cuidado de su salud. Por ello se constituyeron algunos puntos importantes de mayor relevancia y los cuales fueron puestos en marcha de forma inmediata. Ya que debido al tipo de proceso se necesitaba la implementación de fajas protectoras para el personal en todas las áreas.

Para algunos procesos se necesitaban tapones auditivos y la concientización del personal a adoptar medidas de protección mínimas en los procesos como detener la maquinaria, al realizar una inspección o realizar un mantenimiento preventivo, con la finalidad de preservar la integridad física de cada colaborador dentro de la organización.

Figura 40. **Presentación sobre seguridad industrial en la empresa Plásticos AgroIndustriales S.A.**



Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

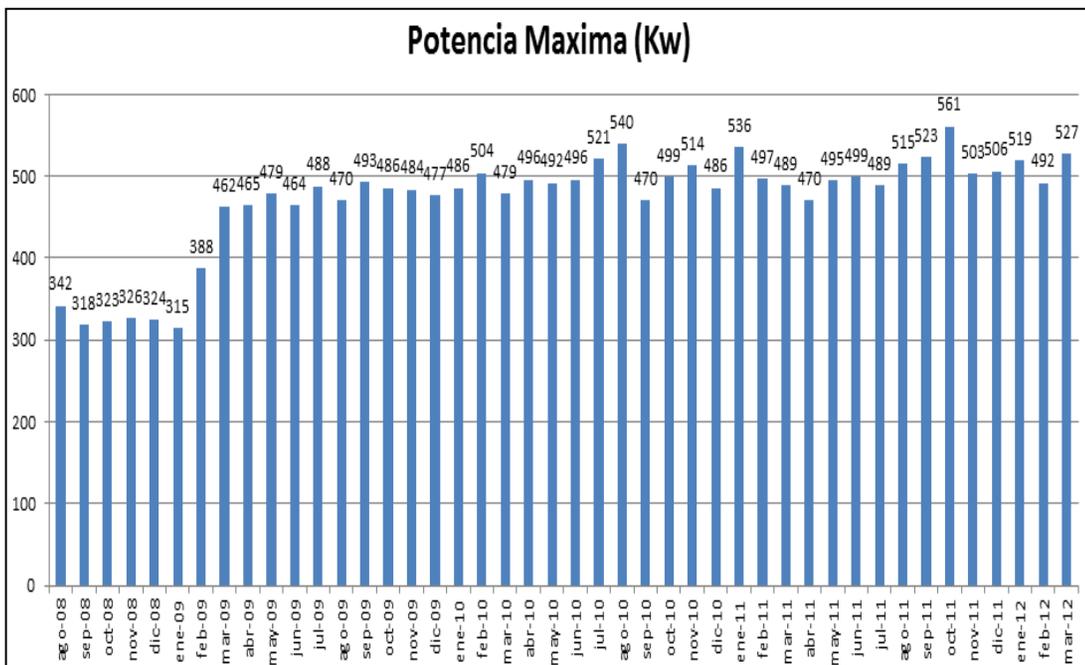
4.3. Evaluación final

La evaluación final consiste en comparar, en primer lugar la cantidad de productos defectuosos realizados por los operadores, la cantidad de devoluciones y la cantidad desperdicio generado, antes y después de la implementación del departamento de control de calidad en el Área de Empaques Flexibles.

También se presentaron los resultados de la cantidad en tiempo de paro en la maquinaria por reparaciones contra la cantidad de tiempo utilizado para la realización de un mantenimiento preventivo, realizando comparaciones también en el lapso de tiempo transcurrido en la maquinaria antes de la ocurrencia de una falla antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo.

Por último se realizó la comparación entre el consumo energético de la maquinaria e iluminación en el Área de Empaques Flexibles, antes y después de la implementación de afiches, cambio de luminaria por bombillos de tecnología verde y la implementación de un plan de ahorro energético en todas las áreas.

Figura 41. Gráfico comparativo del consumo energético para la implementación del plan de ahorro para el Área de Empaques Flexibles



Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La implementación de la propuesta para un Departamento de Control de la Calidad en los productos, proporcionara información oportuna y necesaria en la toma de decisiones de todo el personal involucrado en los distintos procesos productivos.
2. La utilización de los métodos estadísticos en el control de los procesos ayudará en la prevención de no conformidades en los productos, para la correcta utilización de las herramientas estadísticas se debe contar con información veraz de los procesos, recolectada adecuadamente por las diferentes hojas de control mejoradas.
3. La elaboración de los distintos diagramas de proceso para todas las áreas ayuda en el mejoramiento de la calidad en los productos, debido a la estandarización de los procesos conociendo cada paso que debe llevarse a cabo y su respectivo período de tiempo necesario y así evitar las no conformidades en los productos.
4. La elaboración de los manuales en los distintos puestos creados para el control de la calidad en los procesos, proporcionan toda la información necesaria para llevar a cabo los distintos controles, la recolección de toda la información y la toma de decisiones para la prevención en el control de la calidad.

5. La creación de un plan para el mantenimiento preventivo en toda la maquinaria es de suma importancia debido a que al no existir un plan se corre el riesgo de incurrir en gastos muchos mayores con la ocurrencia de fallas que puedan dañar considerablemente el equipo y las cuales se pueden evitar en las áreas más críticas del proceso.
6. Sabiendo que las empresas están conformadas por personas y estas en grupos de trabajo, la creación de un programa de capacitaciones aunado a un plan de capacitaciones general para la organización, ayuda a la optimización del recurso humano, el éxito o fracaso de las organizaciones está relacionado con las habilidades adquiridas por el personal y he allí donde un programa bien estructurado juega un papel muy importante para la organización.
7. La implementación de un plan de ahorro energético para todo el equipo y luminaria deberá realizarse identificando los puntos clave sobre el ahorro, medidas y aspectos de mayor relevancia, debiendo ser preciso y estructurado para evitar la duplicidad de funciones y así poder ver reflejado en un determinado período de tiempo el ahorro en costos debido al consumo de energía eléctrica en toda la planta.

RECOMENDACIONES

1. La implantación del plan de gestión de la calidad propuesto para el personal de conversión y extrusión en empaques flexibles.
2. Hacer partícipe al personal de ventas en el control de calidad, ya que no únicamente la calidad depende de los Departamentos de Producción.
3. La utilización de los círculos de calidad conformados por las jefaturas de ventas y producción, con la finalidad de mejorar todos los procesos y controles.
4. Implementar definitivamente en los procesos de conversión y extrusión las buenas prácticas de manufactura e higiene industrial.
5. Empezar en el Área de Extrusión con el desarrollo para la implementación del sistema de certificación ISO 9001.

BIBLIOGRAFÍA

1. Angel Fire. [en línea] <http://www.angelfire.com/sk3/todoarchivos0/archivos/Eficiencia_en_Motores_electricos.pdf> [Consulta: abril de 2012].
2. CRUZ, Mariano Josué. *Implementación de un sistema de control de calidad para el Departamento de Producción, en una empresa productora de cama*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2008. 121 p.
3. DEVORE L., Jay. *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Thomson, 2005. 794 p.
4. DUFFUAA RAOUF, Dixon. *Sistemas de mantenimiento planeación y control*. México: Limusa, 2006. 419 p.
5. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. México: Interamericana. 2005. 409 p.
6. LOARCA VELÁSQUEZ, Raúl Eduardo. *Actualización del programa de mantenimiento preventivo para las líneas de tornos convencionales de la empresa, maquinados precisos*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 100 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Letrero utilizado en algunas áreas para el ahorro energético**



Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

Apéndice 2. **Letrero utilizado en algunas áreas para el ahorro energético**



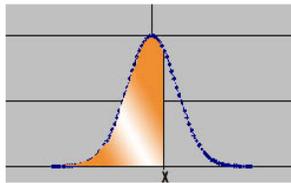
Fuente: Plásticos AgroIndustriales S.A.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla para la determinación de $Z_{\alpha/2}$ para una distribución normal

Áreas bajo la curva normal tipificada

La siguiente tabla se utiliza para conocer el valor del área bajo la curva normal desde el valor menos infinito hasta el valor de X. Para conocer el valor para un X determinado, busque en la tabla el valor de X y en la celda de la derecha encontrará el valor del área bajo la curva normal tipificada para la correspondiente X.



X	Área	X	Área	X	Área	X	Área	X	Área	X	Área	X	Área	X	Área
-3,15	0,0008	-2,15	0,0158	-1,15	0,1251	-0,15	0,4404	0,85	0,8023	1,85	0,9678	2,85	0,9978	3,85	0,9999
-3,14	0,0008	-2,14	0,0162	-1,14	0,1271	-0,14	0,4443	0,86	0,8051	1,86	0,9686	2,86	0,9979	3,86	0,9999
-3,13	0,0009	-2,13	0,0166	-1,13	0,1292	-0,13	0,4483	0,87	0,8078	1,87	0,9693	2,87	0,9979	3,87	0,9999
-3,12	0,0009	-2,12	0,0170	-1,12	0,1314	-0,12	0,4522	0,88	0,8106	1,88	0,9699	2,88	0,9980	3,88	0,9999
-3,11	0,0009	-2,11	0,0174	-1,11	0,1335	-0,11	0,4562	0,89	0,8133	1,89	0,9706	2,89	0,9981	3,89	0,9999
-3,10	0,0010	-2,10	0,0179	-1,10	0,1357	-0,10	0,4602	0,90	0,8159	1,90	0,9713	2,90	0,9981	3,90	1,0000
-3,09	0,0010	-2,09	0,0183	-1,09	0,1379	-0,09	0,4641	0,91	0,8186	1,91	0,9719	2,91	0,9982	3,91	1,0000
-3,08	0,0010	-2,08	0,0188	-1,08	0,1401	-0,08	0,4681	0,92	0,8212	1,92	0,9726	2,92	0,9982	3,92	1,0000
-3,07	0,0011	-2,07	0,0192	-1,07	0,1423	-0,07	0,4721	0,93	0,8238	1,93	0,9732	2,93	0,9983	3,93	1,0000
-3,06	0,0011	-2,06	0,0197	-1,06	0,1446	-0,06	0,4761	0,94	0,8264	1,94	0,9738	2,94	0,9984	3,94	1,0000
-3,05	0,0011	-2,05	0,0202	-1,05	0,1469	-0,05	0,4801	0,95	0,8289	1,95	0,9744	2,95	0,9984	3,95	1,0000
-3,04	0,0012	-2,04	0,0207	-1,04	0,1492	-0,04	0,4840	0,96	0,8315	1,96	0,9750	2,96	0,9985	3,96	1,0000
-3,03	0,0012	-2,03	0,0212	-1,03	0,1515	-0,03	0,4880	0,97	0,8340	1,97	0,9756	2,97	0,9985	3,97	1,0000
-3,02	0,0013	-2,02	0,0217	-1,02	0,1539	-0,02	0,4920	0,98	0,8365	1,98	0,9761	2,98	0,9986	3,98	1,0000
-3,01	0,0013	-2,01	0,0222	-1,01	0,1562	-0,01	0,4960	0,99	0,8389	1,99	0,9767	2,99	0,9986	3,99	1,0000

Fuente: <http://www.digitalreview.com.ar/distribucionnormal/>. Consulta: mayo de 2012

