



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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE  
EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) EN UNA  
LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DESECHABLES  
E INVESTIGACIÓN DE PROPUESTA VIABLE PARA LA  
DEGRADACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS NO  
RECICLABLES EN LA EMPRESA ALTENVASA**

**Astrid Roxana Ucelo Lezana**

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DESECHABLES E INVESTIGACIÓN DE PROPUESTA VIABLE PARA LA DEGRADACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS NO RECICLABLES EN LA EMPRESA ALTENVASA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR:

**ASTRID ROXANA UCELO LEZANA**  
ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton de León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DESECHABLES E INVESTIGACIÓN DE PROPUESTA VIABLE PARA LA DEGRADACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS NO RECICLABLES EN LA EMPRESA ALTENVASA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 26 de febrero de 2008.



Astrid Roxana Ucelo Lezana



Guatemala, 10 de noviembre de 2008.  
Ref.EPS.D.1019.11.08.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **ASTRID ROXANA UCELO LEZANA**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DESECHABLES E INVESTIGACIÓN DE PROPUESTA VIABLE PARA LA DEGRADACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS NO RECICLABLES EN LA EMPRESA ALTENVASA”**.

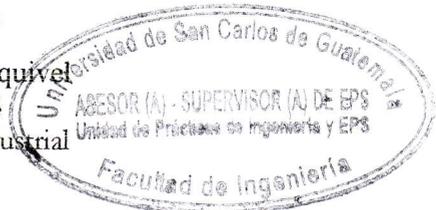
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
Ing. Jaime Humberto Baltén Esquivel  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHIBEL/ra



Guatemala, 10 de noviembre de 2008.  
Ref.EPS.D.1019.11.08.

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Gómez Rivera.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DESECHABLES E INVESTIGACIÓN DE PROPUESTA VIABLE PARA LA DEGRADACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS NO RECICLABLES EN LA EMPRESA ALTENVASA"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **ASTRID ROXANA UCELO LEZANA** quien fue debidamente asesorada y supervisada por el **Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano  
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DESECHABLES E INVESTIGACIÓN DE PROPUESTA VIABLE PARA LA DEGRADACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS NO RECICLABLES EN LA EMPRESA ALTENVASA**, presentado por la estudiante universitaria **Astrid Roxana Ucelo Lezana**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

*Ing. Danilo González Trejo*  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
COLEGIADO ACTIVO No. 6.182

*Ing. Erwin Danilo González Trejo*  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2008

/mgp



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DESECHABLES E INVESTIGACIÓN DE PROPUESTA VIABLE PARA LA DEGRADACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS NO RECICLABLES EN LA EMPRESA ALTENVASA**, presentado por la estudiante universitaria Astrid Roxana Ucelo Lezana, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2008.

/mgp

## **DEDICATORIA A:**

### **DIOS**

Por darme el don de la vida, por amarme, escucharme e iluminarme en cada etapa de mi vida

### **MIS PADRES**

María Enriqueta Lezana de Ucelo y César Augusto Ucelo Flores (d.e.p.), porque con su esfuerzo me han llevado hasta donde estoy ahora.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **MI PAPÁ**

César Ucelo, por haber sido un hombre emprendedor, disciplinado y con coraje. Sé en mi corazón que desde el cielo está muy orgulloso de mí en este momento, este éxito es suyo...

### **MI MAMÁ**

María Enriqueta Lezana, gracias por siempre estar ahí para mí y mis hermanas y ser un ejemplo de trabajo, honradez y paciencia

### **MIS HERMANAS**

Sonia y Dinora, por estar a mi lado siempre y darme su alegría y apoyo. Mi sobrino Rodrigo, por darme su amor tan auténtico y momentos de felicidad únicos.

### **MI NOVIO**

Javier, mi gran amigo y mi gran amor. Gracias por estar a mi lado siempre, creer en mí y darme tu fuerza cuando yo pierdo la mía. Te amo para toda la vida.

### **MIS AMIGAS**

Andrea, Elisa, Alejandra y Lucía, por darme momentos tan especiales y de infinita felicidad a lo largo de tantos años

**MIS AMIGOS**

Gerardo e Iveth, por ayudarme, estar ahí y escucharme siempre. Byron, Guillermo, Alejandro, Franty, Fernando y Juan Carlos, por ser mis amigos. Nathaly y Sandra, porque el tiempo y el espacio no han afectado nuestra amistad. Compañeros del colegio y de la universidad, por acompañarme en el transcurso de mis estudios y por compartir momentos inolvidables, gracias a ustedes he vivido las mejores etapas de mi vida. Alberto, por acompañarme en cada paso que doy, cuidarme y darme todo tu cariño, te quiero mucho.

**MI ASESOR**

Ing. Jaime Batten, mil gracias por su asesoría, dedicación y ayuda para realizar este trabajo de graduación.

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA**

Por brindarme conocimientos y experiencias que me permitirán desempeñarme con excelencia en mi vida profesional

**LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE  
GUATEMALA**

Por enseñarme la realidad y motivarme a luchar por un país mejor. Soy y seré orgullosamente san carlista

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>GLOSARIO</b>	XI
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>OBJETIVOS</b>	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIX
<b>1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Reseña histórica	1
1.2 Localización física	2
1.3 Visión	4
1.4 Misión	4
1.5 Objetivos	4
1.6 Creencias	4
1.7 Valores	5
1.7.1 Confianza	5
1.7.2 Talento	5
1.7.3 Compromiso	5
1.7.4 Excelencia	6
1.7.5 Lealtad	6
1.8 Política de calidad	6
1.5 Descripción de actividades	7
1.6 Estructura organizacional	7

<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>9</b>
2.1 Información general sobre pañales	9
2.1.1 Materias primas	9
2.2 Análisis FODA	12
2.3 Diagramas de procesos	13
2.4 Capacidad instalada	15
2.5 Capacidad real	15
2.6 Mantenimiento productivo total, TPM	16
2.6.1 Seis grandes pérdidas	17
2.6.1.1 Pérdida de tiempo	17
2.6.1.2 Pérdida de velocidad	18
2.6.1.3 Pérdida de calidad	19
2.6.2 Efectividad global del equipo, OEE	21
2.6.2.1 Cálculo del OEE	22
2.6.2.2 Clasificación del OEE	24
2.6.2.3 Ventajas del OEE	24
2.7 Análisis causa raíz	26
<b>3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b>	<b>27</b>
3.1 Análisis FODA de la empresa	27
3.1.1 Fortalezas	27
3.1.2 Oportunidades	28
3.1.3 Debilidades	28
3.1.4 Amenazas	29
3.2 Proceso de elaboración de pañales	29
3.2.1 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pañales	31
3.3 Deficiencias en el área de producción	34
3.3.1 Reportes de producción	34
3.3.1.1 Retroalimentación	37

3.3.2	Cantidad de pañales de segunda calidad	38
3.3.3	Cantidad de pañal de desecho	42
3.3.4	Maquinaria	44
3.3.4.1	Capacidad instalada	46
3.3.4.2	Capacidad real	46
3.3.4.3	Fallas de equipo	47
3.3.4.4	Falta de repuestos	49
3.3.5	Análisis del personal	49
3.3.5.1	Paros operativos	50
3.3.5.2	Falta de personal calificado	51
3.3.5.3	Altos índices de rotación	51
3.3.5.4	Comunicación	52
3.4	Puntos críticos del área de producción	52

<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA OEE EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DESECHABLES</b>	<b>53</b>
4.1	Fase de preparación	53
4.1.1	Lista de paros	53
4.1.2	Modificación del formato del reporte de producción	56
4.1.3	Diseño de la hoja de cálculo para el sistema OEE	60
4.1.4	Elaboración de la hoja de registro de defectos encontrados durante el turno	64
4.1.5	Diseño de la hoja de cálculo para la determinación del porcentaje de desecho	66
4.1.6	Creación de resúmenes de rendimiento por grupo	68
4.2	Fase de realización	69
4.2.1	Control del porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE de la línea	69
4.2.2	Control del rendimiento de la línea por grupo	76

4.2.3	Control de los defectos de los pañales presentados por turno	79
4.2.4	Disminución del porcentaje de pañal de segunda y desecho	81
4.2.5	Disminución de tiempo de paros	84
4.2.5.1	Problemas y defectos a atacar	85
4.2.5.2	Análisis causa-raíz	86
4.2.5.3	Acciones correctivas	88
4.2.5.4	Seguimiento de las acciones correctivas y evaluación de los resultados	83
4.3	Evaluación de avances y resultados	92
4.3.1	Control del rendimiento de la línea por grupo	92
4.3.2	Control de los defectos de los pañales	98
4.3.3	Control del porcentaje de desecho	103
4.3.4	Problemas y defectos a atacar	105
4.3.5	Seguimiento de las acciones correctivas y evaluación de los resultados	107
4.3.6	Control del porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE de la línea de pañales	112
4.4	Fase de capacitación del personal	114
4.4.1	Capacitación sobre el sistema OEE	114
4.4.1.1	Metas	115
4.4.2	Presentación de resultados	115
4.4.3	Motivación	116
4.4.4	Compromiso con la mejora continua	117

<b>5. PROPUESTA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN OCASIONADA POR LOS PAÑALES</b>	<b>119</b>
5.1 Uso de recursos naturales en la fabricación de pañales desechables	119
5.2 Perfil ambiental de los componentes de pañales desechables	120
5.3 Contaminación por pañales como desechos sólidos domésticos	121
5.4 Alternativas para el manejo del pañal de desecho	122
5.4.1 Incineración de pañales	122
5.4.2 Donaciones a centros de caridad	122
5.4.3 Envío a relleno sanitario	124
5.4.4 Uso de pañales como medio de cultivo	125
5.5 Procedimiento	126
5.6 Resultados	128
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>131</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>133</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>135</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>137</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Localización física de la empresa ALTENVASA	3
2.	Organigrama de la empresa ALTENVASA	8
3.	Componentes del pañal desechable	10
4.	Símbolos utilizados para la realización de diagramas de procesos	14
5.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pañales	31
6.	Formato del reporte de producción utilizado en ALTENVASA	35
7.	Forma en que eran llenados los reportes de producción.	36
8.	Listado de defectos de pañales de segunda y desecho	40
9.	Formato del registro de producto recuperado	41
10.	Forma en que fue llenado el registro de producto recuperado	41
11.	Molino	44
12.	Máquina para hacer pañales	44
13.	Empacadora automática	45
14.	Selladora manual	45
15.	Listado de paros	55
16.	Modificación del formato del reporte de producción	57
17.	Forma en que debe ser llenado el reporte de producción modificado	58
18.	Hoja de cálculo para el sistema OEE, hoja 1: cálculo de OEE	60
19.	Hoja de cálculo para el sistema OEE, hoja 2: paros operativos	62
20.	Hoja de cálculo para el sistema OEE, hoja 3: paros mecánicos	63
21.	Hoja de cálculo para el sistema OEE, hoja 4: paros eléctricos	64

22.	Hoja de registro de defectos encontrados durante el turno	65
23.	Hoja de cálculo para la determinación del porcentaje de desecho	67
24.	Hoja de resumen de rendimiento por grupo	68
25.	Procedimiento para la eliminación de desechos	127
26.	Forma en que es llenado el reporte de producción modificado	137

## TABLAS

I.	Tipos de pérdidas de tiempo	18
II.	Tipos de pérdidas de velocidad	19
III.	Tipos de pérdidas de calida	20
IV.	Elementos que componen el OEE	22
V.	Valores utilizados para el cálculo del porcentaje del OEE del mes de octubre 2007.	71
VI.	Porcentajes de OEE de cada turno del mes de octubre 2007	73
VII.	Cuadro resumen del OEE del mes de octubre 2007	75
VIII.	Control de rendimiento del grupo A en el mes de octubre 2007	77
IX.	Control de rendimiento del grupo B en el mes de octubre 2007	78
X.	Control de defectos de los pañales en el mes de octubre 2007	80
XI.	Valores utilizados en el cálculo del porcentaje de desecho del mes de octubre 2007	82
XII.	Cuadro resumen del control del porcentaje de desecho mes de octubre 2007	84
XIII.	Paros mayores encontrados en el mes de octubre 2007	86
XIV.	Análisis causa-raíz de los principales problemas encontrados en el mes de octubre 2007	87
XV.	Acciones correctivas de los principales problemas del mes de octubre 2007	88

XVI.	Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes de octubre 2007	90
XVII.	Control de rendimiento del grupo A, octubre 2007	93
XVIII.	Control de rendimiento del grupo B, octubre 2007	93
XIX.	Control de rendimiento del grupo A, noviembre 2007	94
XX.	Control de rendimiento del grupo B, noviembre 2007	94
XXI.	Control de rendimiento del grupo A, diciembre 2007	95
XXII.	Control de rendimiento del grupo B, diciembre 2007	95
XXIII.	Control de rendimiento del grupo A, enero 2008	96
XXIV.	Control de rendimiento del grupo B, enero 2008	96
XXV.	Cuadro resumen del control de rendimiento por grupo	97
XXVI.	Control de defectos de los pañales en el mes de octubre 2007	99
XXVII.	Control de defectos de los pañales en el mes de noviembre 2007	100
XXVIII.	Control de defectos de los pañales en el mes de diciembre 2007	101
XXIX.	Control de defectos de los pañales en el mes de enero 2008	102
XXX.	Cuadro resumen del control del porcentaje de desecho mes de octubre 2007	104
XXXI.	Cuadro resumen del control del porcentaje de desecho mes de noviembre 2007	104
XXXII.	Cuadro resumen del control del porcentaje de desecho mes de diciembre 2007	104
XXXIII.	Cuadro resumen del control del porcentaje de desecho mes de enero 2008	105
XXXIV.	Paros mayores encontrados en el mes de octubre 2007	106
XXXV.	Paros mayores encontrados en el mes de noviembre 2007	106
XXXVI.	Paros mayores encontrados en el mes de diciembre 2007	106
XXXVII.	Paros mayores encontrados en el mes de enero 2008	107

XXXVIII.	Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes de octubre 2007	108
XXXIX.	Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes de noviembre 2007	109
XL.	Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes de diciembre 2007	110
XLI.	Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes de enero 2008	111
XLII.	Cuadro resumen del OEE del mes de octubre 2007	112
XLIII.	Cuadro resumen del OEE del mes de noviembre 2007	112
XLIV.	Cuadro resumen del OEE del mes de diciembre 2007	112
XLV.	Cuadro resumen del OEE del mes de enero 2008	113
XLVI.	Programación de las reuniones de presentación de resultados	116
XLVII.	Tabla de temperatura de aplicación de pegamento según la velocidad de la máquina.	138

## GLOSARIO

<b>Actitud reactiva</b>	Significa poseer cierta pasividad caracterizada por la tendencia a actuar hasta cuando el problema se ha manifestado plenamente.
<b>Biodegradable</b>	Es la facultad de algunos materiales de reintegrarse a la tierra por acción de la naturaleza.
<b>FODA</b>	Es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso. El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. De entre estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la organización, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas, en cambio las oportunidades y las amenazas son externas a la organización, por lo que en general resulta muy difícil poder modificarlas.

- OEE** Es el acrónimo para Efectividad Global del Equipo (en inglés *Overall Equipment Effectiveness*) y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad respectivamente.
- Pañal de desecho** Es el pañal que cuenta con defectos mayores por lo que no es funcional y no es apto para la venta. Este producto se rompe y es enviado a un relleno sanitario.
- Pañal de primera** Es el pañal producido de primera calidad, es decir, está sujeto a las especificaciones establecidas con los clientes y se encuentra dentro de las tolerancias fijadas.
- Pañal para recuperación** Es el pañal de primera que no pudo ser empacado correctamente por la empacadora automática y/o pañal de segunda producido que, en ambos casos, no pudo ser recuperado durante el turno en que se produjo, por lo que se deposita en bolsones y es recuperado otro día cuando la máquina no esté funcionando por un período largo de tiempo.

<b>Pañal de segunda</b>	Es el pañal producido de segunda calidad, es decir, cuenta con defectos menores que no afectan la funcionalidad del producto pero que está fuera de las especificaciones establecidas y/o fuera de las tolerancias fijadas. Es vendido a precio de costo sin obtener ninguna utilidad o ganancia.
<b>Pañales clásicos</b>	Son aquellos pañales de calidad superior, tienen un costo superior pero alto contenido de polímero súper absorbente (SAP), por lo que su capacidad de absorber grandes cantidades de líquidos es mayor y debe desecharse con menor frecuencia.
<b>Pañales económicos</b>	Son aquellos pañales de calidad económica, tienen bajo costo pero con bajo contenido de polímero súper absorbente (SAP), por lo que su capacidad de absorber grandes cantidades de líquidos es menor y debe desecharse con mayor frecuencia.
<b>Recuperación</b>	La recuperación se define como el empaque manual a cargo de las empacadoras de la planta, que son quienes doblan correctamente el pañal, lo cuentan, lo colocan dentro de paquetes, sellan los paquetes, arman los fardos de producto y lo entariman.
<b>Tiempo muerto</b>	Es el tiempo improductivo de la máquina que se utilizan en el proceso.



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en la empresa ALTENVASA, que fue fundada en el año 2005. La actividad principal es la elaboración de pañales desechables y toallas sanitarias.

A partir del año en que fue creada ALTENVASA ha trabajado con pérdidas debido a la gran cantidad de producto de desecho que sale de la máquina, la poca cantidad de producto de primera que se produce y el tiempo muerto excesivo.

El presente trabajo de graduación consiste en la aplicación del sistema de mejoramiento continuo llamado OEE que identifica mejor los paros y aplica la metodología de resolución de problemas para identificar y atacar las causas de los mayores paros de la máquina con el objetivo de aumentar su eficiencia y disminuir el desecho.

OEE es el acrónimo para Efectividad Global del Equipo por sus siglas en inglés y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad respectivamente.

Disponibilidad es cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina respecto del tiempo que se quería que estuviera funcionando, el rendimiento es cuánto ha fabricado realmente respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal y calidad es cuánto ha fabricado de producto de primera calidad respecto del total de la producción realizada.

Para llevar a cabo este trabajo de graduación primero se realizó una fase de preparación que consistió en la creación de la lista de paros, modificación del formato del reporte de producción, diseño de la hoja de cálculo para el sistema OEE, la recolección de datos para el listado de defectos de pañales, el diseño de la hoja de cálculo para la determinación del porcentaje de desecho, la creación de resúmenes de rendimiento de la línea por grupo y la capacitación al personal sobre el sistema OEE.

Para la fase de realización del proyecto se analizaron cuatro meses, octubre, noviembre y diciembre del año 2007 y enero 2008, determinando el porcentaje de OEE, el rendimiento de la línea por grupo, el control de los defectos de los pañales, la reducción del porcentaje de desecho y la reducción en el tiempo de paros en cada uno de estos meses.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Mejorar el rendimiento del área de producción de la empresa ALTENVASA aumentando la eficiencia global de la línea, disminuyendo el producto de desecho mensual y logrando una reducción en el tiempo de paros al mes.

### **ESPECÍFICOS:**

1. Determinar el OEE inicial de la línea de producción de pañales y establecer su estado según la clasificación del sistema OEE, para fijar la condición actual de la línea de producción.
2. Mejorar la disponibilidad, rendimiento y calidad de la línea de producción de pañales para lograr un incremento significativo en la eficiencia global de la línea.
3. Lograr un aumento del 20% en el OEE de la línea de producción de pañales, mediante el aumento de la producción de pañal de primera calidad y la reducción del tiempo muerto de la máquina productora de pañales.

4. Con base al control del rendimiento de la línea por grupo y la reducción de tiempos de paros de la máquina, reducir el 40% del tiempo muerto mensual de la línea de producción de pañales.
5. Identificando los defectos causantes de la mayor cantidad de pañales de desecho y tomando acciones correctivas eficaces, disminuir el producto de desecho mensual de la línea de producción de pañales en un 3%.
6. Identificando los defectos causantes de la mayor cantidad de pañales de segunda calidad y tomando acciones correctivas efectivas, reducir el 3% de la producción de pañal de segunda en la línea.
7. Establecer una propuesta viable para disminuir la contaminación ocasionada por los pañales que son tirados a la basura como desechos.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación detalla los resultados alcanzados a lo largo de un período de 6 meses sobre el estudio de EPS “Diseño e implementación del sistema de eficiencia global de los equipos (OEE) en una línea de producción de pañales desechables e investigación de propuesta viable para la degradación de estos productos no reciclables en la empresa ALTENVASA”

Se presentan los resultados sobre el porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE de la línea de pañales, el control del rendimiento de la línea por turno, el control de porcentaje de desperdicio y el control de los defectos de los pañales recuperados. Se identificaron los problemas causantes de los mayores paros y los defectos que ocasionaban mayor cantidad de pañales para recuperar y se establecieron acciones correctivas para que no vuelvan a ocurrir o para disminuir su secuela en la efectividad de la línea.

Se realizó una fase de investigación para averiguar alternativas para el manejo del pañal de desecho para la minimización de la contaminación por pañales para establecer una propuesta viable para disminuir la contaminación ocasionada.

Se capacitó al personal sobre el sistema OEE y posteriormente se les fueron presentados los resultados para que se dieran cuenta las mejoras obtenidas y afianzaran su compromiso con la mejora de los resultados.

# **1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN**

## **1.1 Reseña histórica**

Tapametal de Guatemala, S. A. fue fundada en 1974. Se encuentra localizada en Villa Nueva, al sur de la Ciudad de Guatemala, ocupando una extensión de 32,113.33 m<sup>2</sup>.

La actividad principal de Tapametal es el recubrimiento e impresión en láminas de metal y la fabricación de envases y partes de pilas secas. Los principales clientes son las industrias: farmacéutica, calzado y baterías para aparatos eléctricos.

Los productos elaborados surten el mercado local y principalmente se exportan a Norte, Centro y Sur América y el Caribe. Derivado a los procesos de globalización, se evalúa constantemente exportar a cualquier país del mundo.

La fuerza productiva esta compuesta en un alto porcentaje por colaboradores que residen en Villa Nueva.

Al crecer Tapametal se crearon dos nuevas empresas: ALTENVASA Productos de limpieza y ALTENVASA Absorbentes. Estas tres empresas dieron lugar más tarde a Grupo TAE.

ALTENVASA Productos de limpieza fue fundada en el año 2003. Se encuentra localizada en la Colonia Santa Mónica, en la zona 6 de Villa Nueva, ocupando una extensión de 3,200 m<sup>2</sup>.

La actividad principal de ALTENVASA Productos de limpieza, es la elaboración de productos de consumo masivo: productos de limpieza para el hogar, limpieza para calzado y de la construcción.

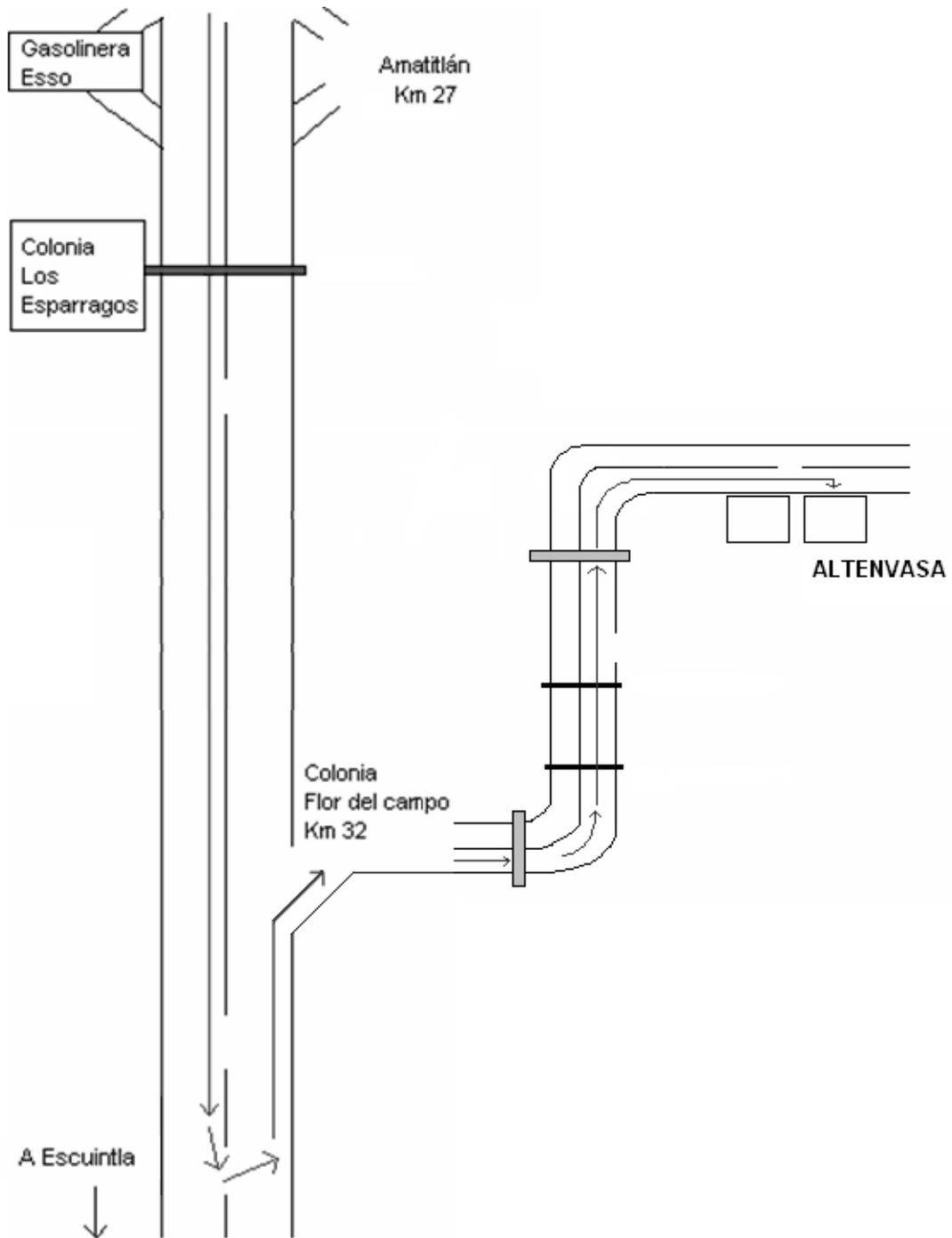
ALTENVASA Absorbentes fue fundada en el año 2005. Se encuentra localizada en el kilómetro 32 Carretera al Pacífico en el Parque Industrial Flor de Campo. La actividad principal es la elaboración de pañales desechables y toallas sanitarias. Es en esta empresa donde se desarrolló el presente Ejercicio Profesional Supervisado de graduación (EPS) y para fines prácticos será referida como ALTENVASA únicamente.

## **1.2 Localización física**

ALTENVASA se encuentra localizada en el kilómetro 32 Carretera al Pacífico en el Parque Industrial Flor de Campo, bodega K.

El mapa para determinar su localización física se presenta en la figura 1.

**Figura 1. Localización física de la empresa ALTENVASA.**



Fuente: elaboración propia

### **1.3 Visión**

“La visión de Grupo TAE es: Ser una organización líder por su agilidad y confiabilidad”.<sup>1</sup>

### **1.4 Misión**

“La misión de Grupo TAE es Cumplir con los objetivos y compromisos basándose en una eficaz comunicación y una permanente mejora integral”.<sup>2</sup>

### **1.5 Objetivos**

El objetivo general de Grupo TAE es: Ser empresas líderes en su ramo y ser sinónimos de calidad.

Sus objetivos específicos son:

1. Aumentar anualmente 15% de su participación en ventas.
2. Mejorar la capacitación de los recursos humanos, mediante capacitaciones bimensuales en todos sus departamentos.
3. Ser amables con el medio ambiente reduciendo anualmente el 3% de sus desechos.<sup>3</sup>

### **1.6 Creencias**

“Las creencias de Grupo TAE son: Buena fe y verdad sabida e igualdad en oportunidades de empleo”.<sup>4</sup>

---

1, 2, 3 y 4

**Manual general de administración de recursos humanos, ALTENVASA** absorbentes.  
Capítulo III. Emisión: Agosto, 2007. Págs.: 8 - 11.

## **1.7 Valores**

Los valores de Grupo TAE son:

### **1.7.1 Confianza**

Se contrata al personal con base a confianza y se desarrollan técnicas para desarrollarla, en la empresa la gente se rodea con gente de confianza.<sup>5</sup>

### **1.7.2 Talento**

El talento se mide con base a los estudios, los logros, los atributos, la academia, los idiomas que manejan, los conocimientos, las iniciativas y las propuestas.<sup>6</sup>

### **1.7.3 Compromiso**

El personal debe tener compromiso consigo mismo, con su familia, con su trabajo, con su escritorio, con la empresa, con los productos, con su comunidad, con su país y con su región.<sup>7</sup>

---

<sup>5,6 y 7</sup>

#### **1.7.4 Excelencia**

Excederse positivamente en todo, sorprender gratamente, estar siempre un paso adelante, hacer todo bien desde la primera vez.<sup>8</sup>

#### **1.7.5 Lealtad**

El personal debe tener lealtad a sus valores, a sus principios, a su profesión, a sus compromisos, a su institución y al templo de su trabajo.<sup>9</sup>

### **1.8 Política de calidad**

“La política de calidad en Grupo TAE es la siguiente: La calidad es un aspecto estratégico para hacer negocios, la calidad no es solamente el cumplimiento de requisitos; la mejora continua, la eficiencia operativa, la comunicación eficaz, la agilidad y las relaciones de confianza son fundamentos de una calidad que permitirá mantener el liderazgo en cada uno de los campos de acción, generando valor agregado en cada uno de los accionistas, colaboradores y la sociedad.”<sup>10</sup>

---

8,9 y 10

**Manual general de administración de recursos humanos, ALTENVASA** absorbentes. Capítulo III. Emisión: Agosto, 2007. Págs.: 8 - 11.

## **1.9 Descripción de actividades**

ALTENVASA es una empresa que se dedica actualmente a la producción de pañales desechables y toallas sanitarias. Se producen pañales desechables económicos tipo tela, económico tipo tela con velcro y doble cintura elástica y clásicos tipo tela con velcro de diferentes marcas. Las toallas que se producen son de calidad económica de diferentes marcas.

El mercado al que van dirigidos los pañales producidos son niños de entre 0 y 4 años y el mercado de sus toallas está comprendido por mujeres en edad reproductiva.

ALTENVASA vende por mayor a distribuidores exclusivos, los cuales hacen la labor de distribución final en tiendas, abarroterías y supermercados en la mayoría de países de Centro América y próximamente al Caribe.

La planta está dividida en las siguientes áreas: bodega de materia prima, producción, bodega de repuestos, talleres, bodega de producto terminado, control de calidad y el área administrativa conformada por recursos humanos y facturación.

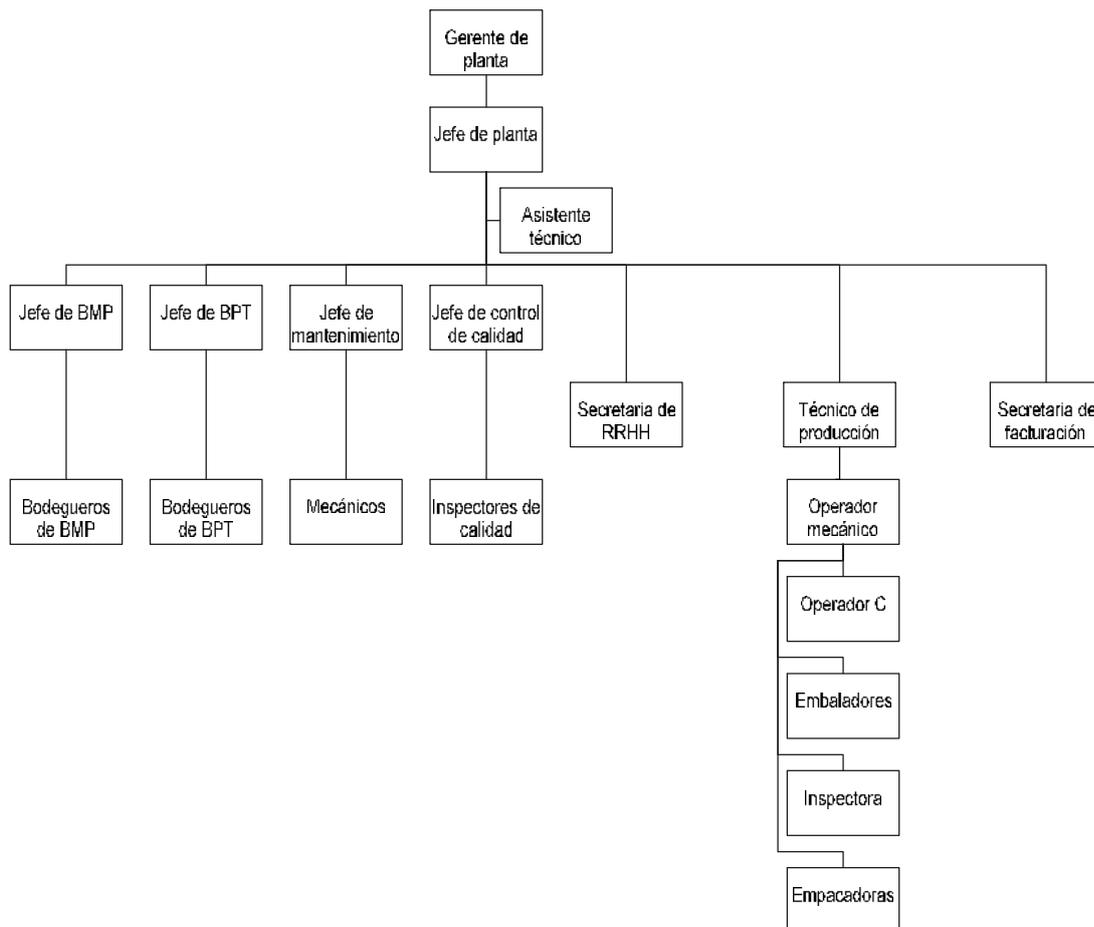
## **1.10 Estructura organizacional**

La estructura organizacional dentro de ALTENVASA está formada por un Gerente de planta, un Jefe de planta, un Técnico de producción, un Asistente técnico de producción, una Secretaria de recursos humanos (RRHH), una Secretaria de facturación, un Jefe de bodega de materia prima (BMP) y dos bodegueros, un Jefe de bodega de producto terminado (BPT) y dos

bodegueros, un Jefe de mantenimiento y diez mecánicos y un Jefe de calidad y cuatro inspectores de calidad. En Producción se trabaja en dos jornadas, diurna y nocturna, se cuenta con dos líneas de producción, una línea de pañales desechables y una línea de toallas sanitarias, cada línea cuenta con un operador mecánico, dos operadores C, una inspectora, dos embaladores y cinco empacadoras.

En la figura 2 se muestra el organigrama de la empresa, que por su ámbito es general, por su contenido es de puestos y por su presentación es vertical.

**Figura 2. Organigrama de la empresa ALTENVASA**



Fuente: elaboración propia

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Información general sobre pañales

Aunque sin fecha de invención de los pañales, en diversas culturas ancestrales como la azteca, egipcia y la romana ya se hacía uso de diversos materiales como hojas, telas o pieles para recubrir a los bebés.

Para la década de 1940 los pañales ya eran usados en algunos países, el mismo consistía en una tela de algodón, de forma rectangular que era doblada de una manera particular casi triangular.<sup>11</sup>

#### 2.1.1 Materias primas<sup>12</sup>

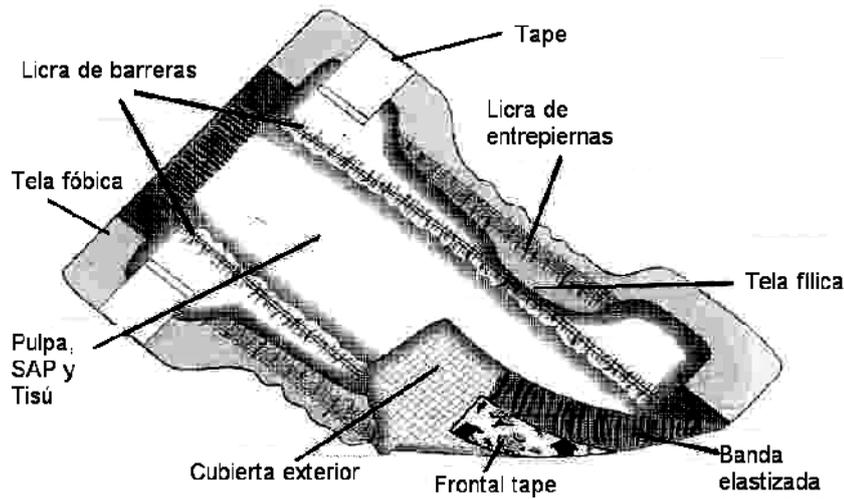
Los pañales desechables utilizan los componentes presentados en la figura 3.

---

<sup>11</sup> y <sup>12</sup>

**¿Qué es un pañal desechable?** [http://www.papelnet.cl/panales/doc/panales\\_desechables.pdf](http://www.papelnet.cl/panales/doc/panales_desechables.pdf).  
Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

**Figura 3. Componentes del pañal desechable.**



Fuente: ¿Qué es un pañal desechable? <http://www.papelnet.pdf>, 2007

- a. Cubierta exterior: es usada en la parte exterior del pañal y ayuda a evitar que los líquidos salgan hacia afuera del pañal.
- b. Tisú: el papel Tisú es usado para ayudar en el proceso de producción como sistema de transporte, además ayuda a mover los líquidos dentro del pañal.
- c. Pulpa: usada en la construcción del pad o cuerpo absorbente. Le da integridad y capacidad de absorber al pañal. Se fabrica a partir de la pulpa de los pinos y por lo mismo se le considera un material biodegradable. Los líquidos son absorbidos debido al fenómeno de capilaridad que existe entre las fibras, los espacios vacíos y el ángulo de tensión superficial con respecto al agua.

- d. Polímero súper absorbente (SAP) o poliacrilato de sodio: se utiliza típicamente en forma granular. Ayuda a mejorar la capacidad y aporta retención de los líquidos en el pañal desechable, esto permite que los pañales puedan ser más delgados sin sacrificar su absorbencia. Es un polímero de masa molecular muy elevada, por lo que no se disuelve sino que gelifica. Puede absorber agua destilada hasta 800 veces su propia masa. Si además de agua destilada se encuentran presentes otras sustancias, como es el caso de la orina, la capacidad de absorción se reduce en un factor superior a 10.
- e. Pegamentos o pega: son utilizados para pegar los diferentes componentes del pañal, tales como el cuerpo absorbente (Pulpa, SAP y Tisú) y los elásticos.
- f. Tela no-tejida hidrofóbica o tela fóbica: es utilizada en la construcción de las barreras antiescurrimientos, no permite el paso del agua.
- g. g. Tela no-tejida hidrofílica o tela fílica: es la cubierta interior del pañal que está en contacto con la piel del bebé, permite el paso de los líquidos hacia el interior del pañal. La diferencia entre esta tela y la anteriormente descrita, es el uso de un surfactante que se impregna en la tela durante el proceso, este aditivo baja la tensión superficial, permitiendo la entrada de los líquidos.
- h. Elásticos o licras: utilizados para mejorar el ajuste del pañal al cuerpo del bebé, típicamente fabricado de espuma de poliuretano, de hules sintéticos y de licra.
- i. Cintas laterales o tapes: son utilizadas para colocar el pañal y ajustarlo al bebé.
- j. Frontal tape: es utilizado para permitir múltiples reaplicaciones de las cintas laterales sobre el pañal sin que exista la posibilidad de que se desgarre la película plástica.

## 2.2 Análisis FODA<sup>13</sup>

El análisis FODA es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita en función de ello tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados. El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. De entre estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la organización, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas. En cambio las oportunidades y las amenazas son externas, por lo que en general resulta muy difícil poder modificarlas.

- a. Fortalezas: son aquellas capacidades especiales con que cuenta la empresa, y por los que cuenta con una posición privilegiada frente a la competencia. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, etc.
- b. Oportunidades: son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas.
- c. Debilidades: son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia, recursos de los que se carecen, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc.

---

<sup>13</sup>

Glagovsky, Hugo Esteban. **Esto es FODA**  
<http://www.monografias.com/trabajos10/foda/foda.shtml>. Buenos Aires, Argentina. Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

- d. Amenazas: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar, incluso contra la permanencia de la organización.

### **2.3 Diagramas de procesos<sup>14</sup>**

Un diagrama de procesos es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso de la siguiente forma: operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes, su simbología se presenta en la figura 4.

---

14

Soto Pantoja, José Alejandro. **Diagramas de procesos**  
<http://www.mitecnologico.com/Main/DiagramaProcesoOperacionesDef>. Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

**Figura 4. Símbolos utilizados para la realización de diagramas de procesos**

Símbolo	Descripción
	Operación
	Transporte
	Inspección
	Demora
	Almacenaje

Fuente: Soto P., José A. **Diagramas de procesos**. <http://www.mitecnologico.com>, 2007

Los diagramas de proceso se clasifican en: diagramas de operaciones del proceso, diagramas de flujo del proceso y diagramas de recorrido

- a. Diagrama de operaciones del proceso: sirve al ingeniero de planta para conocer el proceso de fabricación de una determinada planta, ya sea que la planta este operando o que la planta este por operar, ya que al definir un proceso productivo, debe tener una rutina de fabricación. Este diagrama sirve también para definir la distribución de la maquinaria, así como para la distribución de la planta.
- b. Diagrama de flujo del proceso: va de lo general del diagrama de operaciones a detalles de operación más particulares. Este diagrama es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos.

- c. Diagrama de recorrido: se efectúa sobre un plano donde se sitúan las máquinas a escala y en él se traza una línea que indique la secuencia que sigue el producto. Este diagrama se complementa con el diagrama de flujo del proceso y permite lograr una mejor distribución en planta al ahorrar distancias y, por tanto, tiempo. Es útil para detectar áreas de congestión, que no tengan un espacio adecuado y operaciones que se efectúen en lugares muy próximos o muy lejanos.

## **2.4 Capacidad instalada<sup>15</sup>**

Capacidad instalada es el valor teórico que representa la producción de una máquina, si esta no tuviera ninguna de las pérdidas de producción posibles. Dicho de otra forma, representa cuál sería el valor de la producción de esa máquina, si en el tiempo disponible, estuviera fabricando productos sin detenerse debido a averías, cambios de producto, velocidad reducida, etc.

## **2.5 Capacidad real<sup>16</sup>**

Es el valor real que representa la producción de una máquina, tomando en cuenta las pérdidas de producción posibles como tiempos de paros por averías, configuración, ajustes, pequeñas paradas, velocidad reducida, etc.

---

<sup>15</sup> y <sup>16</sup>

**Capacidad instalada y capacidad real**

<http://www.realeye.com.ar/faq.htm>. Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

## 2.6 Mantenimiento productivo total, TPM<sup>17</sup>

TPM es el acrónimo para Mantenimiento Productivo Total (en inglés *Total Productive Maintenance*), y es una estrategia para mejorar la efectividad de los procesos productivos de una empresa. Para ello se utiliza un método que permite que las máquinas que se tienen en la actualidad fabriquen más productos “buenos”.

TPM persigue una situación productiva ideal, sin averías, sin defectos, sin pérdidas debidas a productos de baja calidad, sin accidentes, daños, ni problemas de salud. Esta situación ideal se puede conseguir mediante un proceso de mejora continua que requiere la total implicación de todos los empleados, desde los operarios de planta hasta los niveles más altos de la dirección de la empresa. Implementar TPM significa aplicar un método de mejora continua con el propósito de reducir las pérdidas de una forma estructurada. Debido a que los procesos actuales en los que se añade valor al producto implican la presencia de máquinas y equipos, las actividades de TPM se focalizan primeramente en las pérdidas asociadas a las máquinas.

La estrategia de TPM persigue identificar y eliminar las Seis Grandes Pérdidas.

---

<sup>17</sup>

**OEE.** [http://www.oetoolkit.com/es/es\\_index.html](http://www.oetoolkit.com/es/es_index.html). Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

### **2.7.1 Seis grandes pérdidas**

En la operación de una máquina, se pueden distinguir seis tipos de desechos, éstos se denominan pérdidas, porque conducen a disminuir la efectividad de la máquina o equipo.

1. Paradas/averías
2. Configuración y ajustes
3. Pequeñas paradas
4. Reducción de velocidad
5. Rechazos por puesta en marcha
6. Rechazos de producción

Las dos primeras grandes pérdidas, paradas/averías y ajustes, afectan a la disponibilidad. Las dos siguientes grandes pérdidas, pequeñas paradas y reducción de velocidad, afectan al rendimiento y las dos últimas grandes pérdidas afectan a la calidad.

#### **2.7.1.1 Pérdida de tiempo**

La pérdida de tiempo se define como el tiempo durante el cual la máquina debería haber estado produciendo pero no lo ha estado: ningún producto sale de la máquina. Los tipos de pérdida de tiempo se detallan en la tabla I.

**Tabla I. Tipos de pérdidas de tiempo**

<b>Pérdida</b>	<b>Descripción</b>
Averías	Un repentino e inesperado fallo o avería genera una pérdida en el tiempo de producción. La causa de esta disfunción puede ser técnica u organizativa (por ejemplo, error al operar la máquina, mantenimiento pobre del equipo). Se considera este tipo de pérdida a partir del momento en el cual la avería aparece.
Esperas	El tiempo de producción se reduce también cuando la máquina está en espera. La máquina puede quedarse en estado de espera por varios motivos, por ejemplo, debido a un cambio, por mantenimiento, o por un paro para ir a comer. En el caso de un cambio, la máquina normalmente tiene que apagarse durante algún tiempo cambiar herramientas, útiles u otras partes. La técnica de SMED (en inglés <i>Single Minute Exchange of Die</i> ) define el tiempo de cambio como el tiempo comprendido entre el último producto bueno del lote anterior y el primer producto bueno del nuevo lote.
Restricción de línea	Las esperas debidas a los problemas de aprovisionamiento y transporte en una línea de producción o en una serie de procesos productivos consecutivos se clasifica como un tiempo de espera específico: la restricción de línea. Debido a que este tipo de paro se genera en otra parte del proceso productivo pero no en la propia máquina, puede ser discriminado del cálculo del OEE de la máquina.

Fuente: **OEE**. <http://www.oee toolkit.com>, 2007

### **2.7.1.2 Pérdida de velocidad**

Una pérdida de velocidad implica que la máquina está funcionando pero no a su velocidad máxima. Los dos tipos de pérdidas de velocidad que existen se presentan en la tabla II.

**Tabla II. Tipos de pérdidas de velocidad**

<b>Pérdida</b>	<b>Descripción</b>
Microparadas	<p>Cuando una máquina tiene interrupciones cortas y no trabaja a velocidad constante, estas microparadas y las consecuentes pérdidas de velocidad son generalmente causadas por pequeños problemas tales como bloqueos producidos por sensores de presencia o agarrotamientos en las cintas transportadoras. Estos pequeños problemas pueden disminuir de forma drástica la efectividad de la máquina.</p> <p>Nota: en teoría las microparadas son un tipo de pérdida de tiempo. Sin embargo, al ser tan pequeñas (normalmente menores de 5 minutos) no se registran como una pérdida de tiempo.</p>
Velocidad reducida	<p>La velocidad reducida es la diferencia entre la velocidad fijada en la actualidad y la velocidad teórica o de diseño. En muchos casos, la velocidad de producción se ha rebajado para evitar otras pérdidas tales como defectos de calidad y averías. Las pérdidas debidas a velocidades reducidas son por tanto en la mayoría de los casos ignoradas o infravaloradas.</p>

Fuente: **OEE**. <http://www.oee toolkit.com>, 2007

### **2.7.1.3 Pérdida de calidad**

La pérdida de calidad ocurre cuando la máquina fabrica productos que no son buenos a la primera. Se pueden diferenciar dos tipos de pérdidas de calidad, las cuales se describen en la tabla III.

**Tabla III. Tipos de pérdidas de calidad**

<b>Pérdida</b>	<b>Descripción</b>
Desecho	<p>Desecho son aquellos productos que no cumplen los requisitos establecidos por calidad, incluso aquellos que no habiendo cumplido dichas especificaciones inicialmente puedan ser vendidos como productos de calidad menor (producto de segunda calidad).</p> <p>El objetivo es 'cero defectos': fabricar siempre productos buenos a la primera.</p> <p>Un tipo específico de pérdida de calidad son las pérdidas en los arranques. Estas pérdidas ocurren cuando: Durante el arranque de la máquina, la producción no es estable inicialmente y los primeros productos no cumplen las especificaciones de calidad; los productos del final de la producción de un lote se vuelven inestables y no cumplen las especificaciones; aquellos productos que no se consideran como buenos para la orden de fabricación y, consecuentemente, se consideran una pérdida.</p> <p>Normalmente este tipo de pérdidas se consideran inevitables. Sin embargo, el volumen de estas puede ser sorprendentemente grande.</p>
Retrabajo	<p>Los productos retrabajados son también productos que no cumplen los requisitos de calidad a la primera, pero que pueden ser reprocesados y convertidos en productos buenos. A primera vista, los productos retrabajados no parecen ser muy malos, incluso para el operario pueden parecer buenos. Sin embargo, el producto no cumple las especificaciones de calidad a la primera y supone por tanto un tipo de pérdida de calidad (al igual que ocurría con el desecho).</p>

Fuente: **OEE**. <http://www.oetoolkit.com>, 2007

### 2.7.2 Efectividad global del equipo, OEE

OEE es el acrónimo para Efectividad Global del Equipo (en inglés *Overall Equipment Effectiveness*) y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad.

Sus inicios son inciertos aunque parece ser que fue creado por Toyota. Hoy en día se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo.

El OEE permite identificar las pérdidas diferenciadas en los siguientes factores:

- **Disponibilidad:** cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se quería que estuviera funcionando (restando el tiempo de paros no programados)
- **Rendimiento:** durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (de primera y desecho) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal (sólo producto de primera)
- **Calidad:** cuánto ha fabricado bueno (producto de primera) a la primera respecto del total de la producción realizada (de primera + desecho)

Con estos tres factores el cálculo del OEE muestra claramente la situación del la efectividad total de la máquina (% disponibilidad: ¿está funcionando la máquina?, % rendimiento: ¿está la máquina funcionando a su velocidad máxima? y % calidad: ¿está fabricando la máquina productos buenos?). OEE muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente (OEE = 100%). La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad.

### 2.7.2.1 Cálculo del OEE

El producto de éstos tres factores es lo que constituye el OEE:

$$\text{OEE} = \text{ratio de disponibilidad} \times \text{ratio de rendimiento} \times \text{ratio de calidad (\%)}$$

La tabla IV contiene las definiciones de los elementos que componen el OEE.

**Tabla IV. Elementos que componen el OEE**

Elemento	Cálculo
<p>El <i>ratio</i> de disponibilidad refleja el tiempo durante el cual la máquina está fabricando productos, comparado con el tiempo que podría haber estado fabricando productos.</p> <p>Un <i>ratio de</i> disponibilidad menos de un 100% indica que se tienen pérdidas de tiempo: averías, esperas y restricciones de línea.</p>	$\begin{aligned} &\text{Ratio de Disponibilidad (\%)} \\ &= \\ &\frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{\text{Tiempo Programado de Producción}} \\ &= \\ &\frac{\text{Tiempo Programado de Producción} - (\text{averías} + \text{esperas} + \text{restricción línea})}{\text{Tiempo Programado de Producción}} \end{aligned}$
<p>El ratio de rendimiento refleja qué ha producido la máquina, comparado con lo que teóricamente podría haber producido (es decir, la producción que se debería obtener si la máquina funcionase a la velocidad máxima teórica durante el tiempo de funcionamiento actual)</p> <p>Un <i>ratio de</i> rendimiento menor de una 100% indica que se tienen pérdidas de velocidad: microparadas y velocidad reducida.</p>	$\begin{aligned} &\text{Ratio de Rendimiento (\%)} \\ &= \\ &\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades que teóricamente se debió haber producido}} \end{aligned}$

Continúa.

<p>El <i>ratio de calidad</i> refleja los productos buenos obtenidos, comparado con el total de productos fabricados.</p> <p>Un ratio de calidad menor de un 100% indica que se tienen pérdidas de calidad: desecho y retrabajos, así como pérdidas en el arranque de máquina.</p>	$\begin{aligned} &\text{Ratio de Calidad (\%)} \\ &= \\ &\frac{\text{Unidades buenas}}{\text{Unidades producidas}} \\ &= \\ &\frac{\text{Unidades producidas} - (\text{desechos} + \text{retrabajos})}{\text{Unidades producidas}} \end{aligned}$
--	---

Fuente: **OEE**. <http://www.oetoolkit.com>, 2007

El objetivo final del cálculo del OEE es mostrar cómo las pérdidas en disponibilidad, rendimiento y calidad se relacionan entre sí y reducen la efectividad de las máquinas. Mide las pérdidas para permitir, tras su análisis posterior, incrementar la productividad y la efectividad de las mismas. Permite focalizarse cuando se intenta mejorar la efectividad del equipo, ya que permite conocer donde se están produciendo las pérdidas.

Tener un OEE de, por ejemplo, el 40%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40.

El cálculo del OEE genera información diaria sobre el nivel de efectividad de una máquina o conjunto de máquinas. Además, dice cuál de las seis grandes pérdidas se debe atacar en primer lugar. El OEE no es sólo un indicador con el que medir el rendimiento de un sistema productivo, sino que es un instrumento importante para realizar mejoras específicas una vez que se haya priorizado las pérdidas.

### **2.7.2.2 Clasificación del OEE**

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas o una toda una planta con respecto a las mejores de su clase y que han entrado en la excelencia.

- $OEE < 65\%$  Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
- $65\% < OEE < 75\%$  Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas y baja competitividad.
- $75\% < OEE < 85\%$  Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la clase mundial. Ligeras pérdidas económicas y competitividad ligeramente baja.
- $85\% < OEE < 95\%$  Buena. Entra en valores de clase mundial. Buena competitividad.
- $OEE > 95\%$  Excelencia. Valores de clase mundial. Excelente competitividad.

### **2.7.2.3 Ventajas del OEE**

Las ventajas que aporta el cálculo del OEE son:

- Focalizarse en las pérdidas: al referenciar la efectividad de la máquina con el máximo absoluto de disponibilidad, velocidad y calidad, permite conocer donde se están produciendo las pérdidas.

- Es fácil de entender para el personal de planta: el OEE refleja perfectamente lo que está pasando en planta. Si se tienen muchos problemas el OEE tendrá valores bajos, y sólo se tendrán valores altos cuando raramente suceda algún problema. El OEE utiliza el lenguaje y las definiciones que se utilizan en planta, el trabajo diario de los equipos de planta se refleja en el OEE, facilita a las personas ver los efectos de las acciones emprendidas para la mejora y justificar dichas acciones de forma evidente.
- Los equipos de trabajo pueden influir sobre el OEE: la información referida a las pérdidas permite a los equipos de planta iniciar mejoras específicas y enfocadas al problema detectado. Por tanto, dichos equipos pueden influir sobre cada uno de los parámetros que componen el OEE de un modo directo y por tanto guiar el OEE en la dirección correcta. Los resultados de todas estas mejoras quedan reflejados en la evolución del OEE.
- Ofrece calidad en la información: una vez que se ha dejado claro que el OEE no puede ser corrompido, la calidad de la información disponible mejorará cada vez. Esto unido al hecho de implementar mejoras específicas en lugar de buscar al culpable, proporciona un entorno idóneo para crear un ambiente de mejora continua.
- Al ir midiendo el rendimiento diariamente el operario: se familiariza con los aspectos técnicos de la máquina y la forma en la que procesa los materiales, focaliza su atención en las pérdidas, empieza a desarrollar un sentimiento cada vez más fuerte de propiedad con su máquina.

- Al ir trabajando con los datos del OEE el supervisor: aprende la forma en que sus máquinas procesan los materiales, es capaz de dirigir indagaciones sobre donde ocurren las pérdidas y cuales son sus consecuencias, es capaz de dar información a sus operarios y a otros empleados implicados en el proceso de mejora continua de las máquinas, es capaz de informar a sus superiores sobre el estado en que se encuentran sus máquinas y los resultados de las mejoras realizadas en ellas.
- El OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costes de operación. La métrica OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual.

## 2.7 Análisis causa raíz<sup>18</sup>

Es una técnica estructurada que se centra en encontrar la causa verdadera de un problema y en lidiar con ella, en lugar de simplemente ocuparse de los síntomas. Su meta es descubrir qué sucedió, por qué sucedió y qué puede hacerse para evitar que suceda otra vez.

---

<sup>18</sup>

**Análisis de la causa raíz.** [http://www.12manage.com/methods\\_root\\_cause\\_analysis\\_es.html](http://www.12manage.com/methods_root_cause_analysis_es.html).  
Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

### **3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

#### **3.1 Análisis FODA de la empresa**

Para la realización del diagnóstico de la empresa antes de iniciar el proyecto, se empleó la técnica FODA que es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso. Para obtener la información se realizaron entrevistas no estructuradas al jefe de planta, al técnico de producción y a los trabajadores del área de producción.

##### **3.1.1 Fortalezas**

Las fortalezas encontradas fueron:

- a. ALTENVASA está en constante crecimiento y desarrollo
- b. Ofrece productos de buena calidad a precios bajos
- c. Cuenta con maquinaria mecanizada por lo que no necesita gran cantidad de personal en sus líneas de producción
- d. ALTENVASA posee maquinaria con alta capacidad de producción
- e. Posee alta disponibilidad hacia cambios y mejoras, y recursos para llevarlos a cabo
- f. Posee maquinaria versátil para aumentar su gama de productos

### **3.1.2 Oportunidades**

Las oportunidades halladas fueron:

- a. En Guatemala no existen otras empresas productoras de pañales a gran escala, por lo que ALTENVASA puede abarcar mayor mercado local
- b. Los competidores de ALTENVASA son extranjeros, por lo que sus productos poseen precios más altos. ALTENVASA por ser una empresa local, tiene precios bajos y puede abarcar mercados de niveles socioeconómicos inferiores a los que no llegan los productos de sus competidores.

### **3.1.3 Debilidades**

Las debilidades encontradas fueron:

- a. ALTENVASA cuenta con una estructura organizacional con responsabilidades y obligaciones no definidas
- b. Genera mucho desecho
- c. No existe retroalimentación dentro del área productiva
- d. Cuenta con personal poco capacitado
- e. Su personal se encuentra desmotivado
- f. La capacidad instalada de la máquina no es aprovechada a cabalidad
- g. La empresa en general tiene tendencia a la actitud reactiva y no proactiva
- h. Falta de comunicación efectiva entre los colaboradores
- i. Poca experiencia previa en el proceso de elaboración de pañales

### **3.1.4 Amenazas**

Las amenazas halladas fueron las siguientes:

- a. ALTENVASA no posee amenazas localmente pero cuenta con competidores extranjeros con mayor experiencia, alta productividad, más tecnología, mayor reconocimiento internacional, mayor capacidad publicitaria y que se localizan en países más desarrollados.

### **3.2 Proceso de elaboración de pañales**

Antes de empezar a detallar el proceso de elaboración de pañales se debe aclarar que el proceso es en línea, la línea de producción está formada por un molino, la máquina italiana para hacer pañales (manejada por dos operadores C y un operador mecánico) y la empacadora automática. La velocidad con que se produce es aproximadamente de 200 pañales por minuto por lo que los tiempos por operación son demasiado cortos.

El proceso inicia con el ingreso de la pulpa a los molinos donde es triturada. El sistema dosificador de SAP agrega la cantidad correcta de SAP a la pulpa triturada, la cual ya ha salido del molino, ha pasado por el tambor de formación y se moviliza sobre una tira de papel tisú sobre la banda transportadora. El cuerpo absorbente formado por el papel tisú, la pulpa y el SAP se dirige al rodillo de gofrado, el cual le marca surcos que facilitan la dispersión de los líquidos.

Simultáneamente, a la cubierta exterior se le adhiere el frontal tape y a la tela fóbica se le agregan las licras de entrepiernas y de barreras para pañales, si se producen pañales clásicos se le adicionará en este paso la banda elastizada.

Posteriormente al cuerpo absorbente se le adhieren la cubierta externa con el frontal tape por debajo y la tela fóbica con las licras son colocadas arriba junto con la tela fílica en la parte central.

Ya casi formado el pañal, se le colocan las cintas laterales o tapes y pasa a ser cortado por la cuchilla de corte anatómico. A continuación el pañal ingresa al área de doblado y pasa al agrupador, es ahí donde el brazo expulsor desplaza los pañales a la empacadora automática. Es en esta área donde la inspectora controla que el pañal cumpla con las especificaciones.

La empacadora automática toma una bolsa impresa, la abre por medio de un sistema de vacío e introduce los pañales dentro de la bolsa, la bolsa es sellada por medio de calor y es enviada a la codificadora.

Los embaladores de la línea son quienes toman los paquetes de pañales y los introducen a bolsas plásticas para formar fardos y arman las tarimas que más tarde serán enviadas a la bodega de producto terminado.

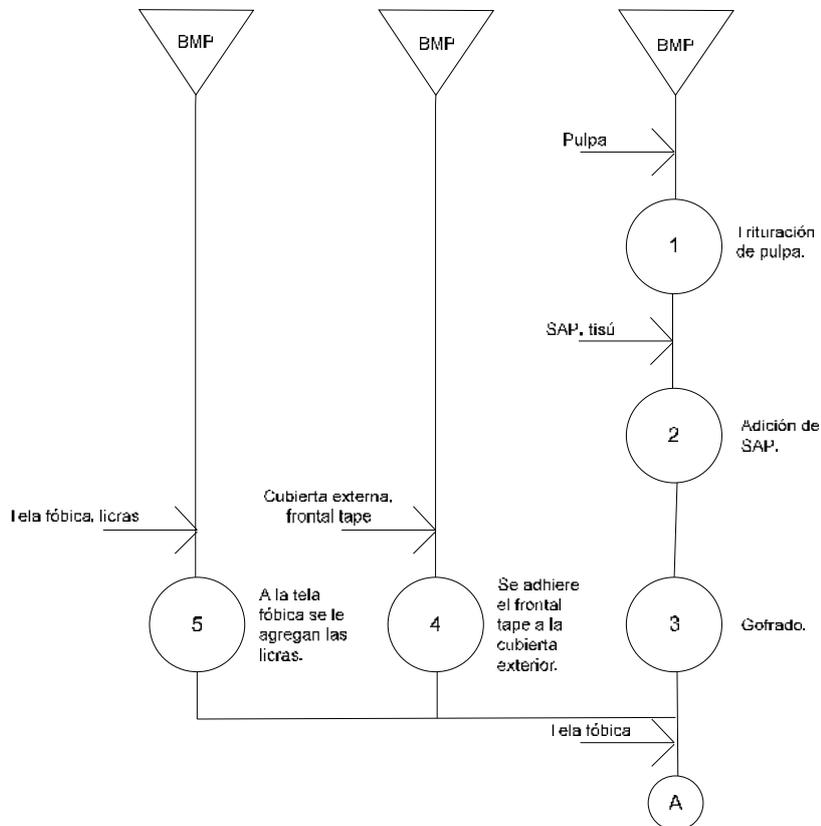
Las empacadoras son quienes deben empacar manualmente los pañales que no son sellados correctamente por la empacadora automática, recuperan el producto de segunda calidad y destruyen el pañal de desecho que es enviado a su área de trabajo.

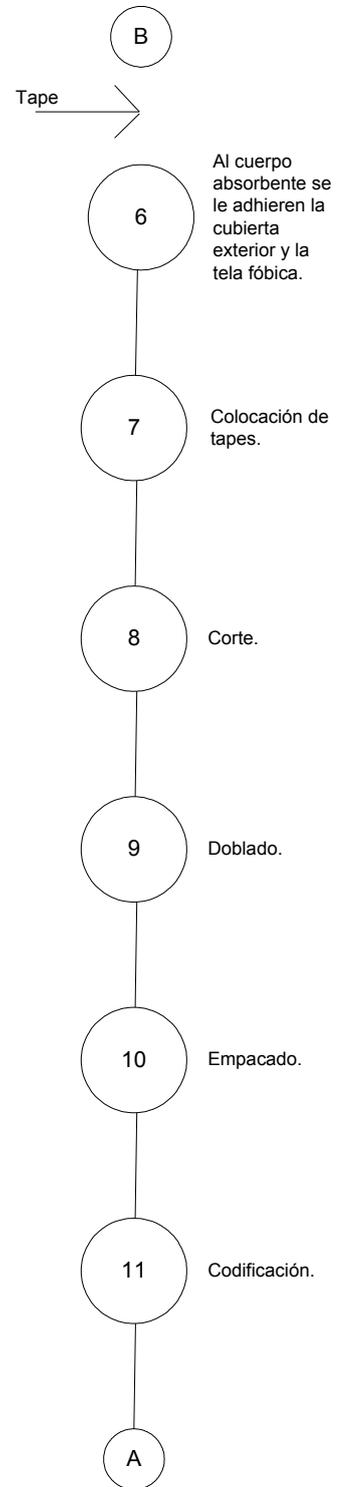
### 3.2.1 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pañales

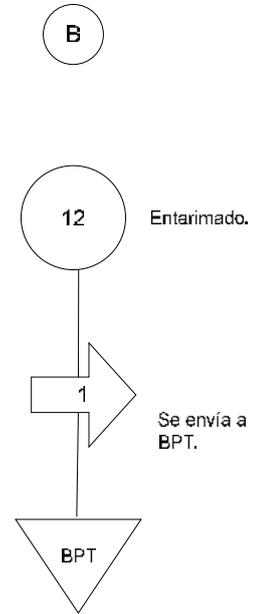
La línea de producción es mecanizada y la velocidad con que se produce es aproximadamente de 200 pañales por minuto, por lo tanto se produce un solo pañal en 0.3 segundos, por esta razón los tiempos de operación son demasiado breves y no se incluirán en el diagrama de flujo presentado en la figura 5.

**Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pañales**

Empresa: "ALTENVASA"	Diagrama de flujo	Hoja: 1 de 2
Depto.: Producción		Fecha: 20/09/2007
Línea: Línea de producción de pañales		Método: Actual
Analista: Astrid Ucelo		Finaliza: Bodega de producto terminado
Inicio: Bodega de materia prima		







Resumen				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
○	Operación	12	1	0
→	Transporte	1	0.33	3
□	Inspección	0	0	0
D	Demora	0	0	0
▽	Almacenaje	2	0	0
Total:		15	1.33	3

Fuente: elaboración propia

### **3.3 Deficiencias en el área de producción**

Utilizando como técnica de diagnóstico la entrevista no estructurada, en ALTENVASA se evidenció la falta de coordinación, tanto en el área administrativa como en la planta de producción, lo que se debía primordialmente a falta de una estructura organizacional con responsabilidades y obligaciones definidas, lo cual afectaba directamente en la eficiencia de la planta porque el personal aprovechaba la confusión para bienestar propio, no realizando el trabajo necesario, sin tomar responsabilidad de sus actos, etc. La razón era que la alta gerencia no había definido una estructura organizacional clara, definida y que fuera respetada sin excepción, ya que era la misma alta gerencia quien frecuentemente no respetaba la jerarquía, causando confusión, malestar y malos entendidos. A continuación se detallan cada una de las deficiencias encontradas en el área de producción:

#### **3.3.1 Reportes de producción**

Los operadores mecánicos son los responsables de elaborar el reporte de producción de su turno.

El formato utilizado, figura 6, era una adaptación de los reportes de producción de otras empresas del grupo TAE, pero no fue adaptado correctamente a las necesidades de esta planta en particular. El área de la descripción de tarimas de primera y segunda no ofrece buen detalle de la producción porque el espacio es muy estrecho y no se puede especificar si una tarima posee un número de fardos incompletos por lo que no se tiene la información necesaria y no hay buena retroalimentación, no tiene casillas para colocar la orden de producción por lo que dificulta la trazabilidad del producto,



A continuación, en la figura 7, se muestra un ejemplo de cómo los operadores mecánicos llenaban los reportes de producción.

**Figura 7. Forma en que eran llenados los reportes de producción.**

**REPORTE DE PRODUCCIÓN**

No. Inicial				No. Final				Turno		Fecha	
								Día	14/09/2007		
Producto: Pañal Pepitos mediano				Código: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;"> </span>				Máquina: Pañales		Hora: 7:00 a 19:00	

Producción			Producción			Paros de producción		
Tarimas			Tarimas			Tiempo		
Hora	1ra.	2da.	Hora	1ra.	2da.	Desde	Hasta	Descripción de la falla
07:30	1					08:10	11:00	Cambio de formato
08:10	1					12:00	13:00	Almuerzo
11:01	1					13:00	14:00	Cambio de fieltro
13:20	1					17:10	19:00	Cambio de origen, a barra de pega, poly
Producción			Tarimas			Piezas		
1ra.			7x30x6x48			60,480		
2da.			3 fardos			864		
Desperdicio								
Total						61,344		

Operario	Inspector de calidad	Mantenimiento	Encargado de proceso
----------	----------------------	---------------	----------------------

Fuente: elaboración propia

Los operadores mecánicos no habían recibido capacitación para llenar correctamente los reportes de producción, lo que ocasiona que dejen casillas en blanco porque no sabían qué colocar en ellas o que no los llenaran de la forma correcta, esto ocurría en el área de número de contador inicial y final y código del producto. Las firmas necesarias del operador mecánico, inspector de calidad, encargado de mantenimiento y encargado de proceso frecuentemente no eran colocadas en su totalidad y además algunas de ellas eran ilegibles. La casilla para la descripción de fallas era demasiado pequeña, por lo que los operadores mecánicos describían las fallas en forma demasiado abreviada y frecuentemente eran incomprensibles.

Todos estos inconvenientes provocaban que el reporte de producción careciera de utilidad al no poseer los datos necesarios para tener un control de la producción por turno y así poder determinar apropiadamente la eficiencia de la línea con el fin de aumentarla.

### **3.3.1.1 Retroalimentación**

La línea de pañales tenía gran cantidad de paros pero no se conocía cuáles de ellos eran los que más afectaban la producción y de qué manera, por lo tanto, no se efectuaban planes de acción para que no volvieran a ocurrir los mismos paros o para minimizar su impacto en la producción. Esto se debía a que los operadores mecánicos no eran capacitados eficazmente para conocer su máquina y conocer el origen de los paros y el formato del reporte de producción que no poseía suficiente espacio para que los operadores describieran correctamente la causa del paro.

Después de realizar observaciones e investigaciones en el área de producción se determinó que los paros se originaban por problemas eléctricos y mecánicos en la máquina, por falta de capacitación del personal para resolver eficazmente los problemas, por problemas de calidad en el producto o insumos mientras la máquina está corriendo, falta de materia prima para producir y por cambios de formato.

Los reportes de producción llenados por los operadores mecánicos eran almacenados pero la información proporcionada no era analizada por ninguna persona de la empresa. Los operadores mecánicos no sabían para qué servían los reportes de producción y no obtenían retroalimentación sobre la calidad con que los realizaban, por lo que no sabían si los estaban haciendo bien o mal y no se preocupaban por preguntar sus dudas de cómo llenar correctamente los reportes.

Al no existir una retroalimentación de los operadores a la alta gerencia, ni de la alta gerencia a los operadores, los reportes de producción carecían de utilidad al no proporcionar información a la alta gerencia de la situación real de la línea de producción para poder establecer planes de acción y de este modo poder informar a los operadores de su rendimiento y cómo podían mejorarlo.

### **3.3.2 Cantidad de pañales de segunda calidad**

Uno de los objetivos del puesto de las empacadoras es recuperar la mayor cantidad de pañales que salen de la máquina sin ser empacados correctamente o que tienen algunos defectos por lo que no son pañales de primera calidad pero aún son funcionales.

Entrevistando a las empacadoras se determinó que no tenían criterios definidos sobre las tolerancias de las medidas de los pañales, desconocían los defectos específicos que definen si un pañal es de segunda calidad o desecho y que existía ambigüedad de criterios entre el técnico de producción y el departamento de calidad, esto ocasionaba que las empacadoras realizaran mal su trabajo de clasificación de pañales de primera y de segunda, lo que conllevaba a la empresa a pérdidas porque existían casos en que el pañal de primera era vendido como pañal de segunda calidad que tiene un precio más bajo y cuando el pañal de segunda era empacado como primera también ocasionaba pérdidas, pues los clientes que pagaban por pañales de primera calidad se encontraban con pañales defectuosos, lo que causaba quejas.

Por medio de entrevistas no estructuradas se preguntó a las empacadoras y al técnico de producción cuáles eran los defectos que se presentaban con mayor frecuencia en los pañales, los resultados se muestran en la figura 8. En el monitoreo de la situación actual se identificaron los porcentajes correspondientes a estos defectos, los cuales se presentan en la tabla X, página 80. Esta información es muy importante para que el técnico de producción y los operadores ajusten la máquina correctamente para disminuir la producción de pañales de segunda y desperdicio y se aumente la producción de pañales de primera para que de esta forma el porcentaje de calidad de la línea sea mayor.

**Figura 8. Listado de defectos de pañales de segunda y desecho**

**LISTADO DE DEFECTOS**

<b>Defectos de pañales de segunda</b>	<b>Defectos de pañales de desecho</b>
Pulpa descentrada más de 1 cm	Pulpa expuesta
Muy poca pulpa	Pulpa sucia
Picos grandes, mayores de 2 cm	Tela rota o rasgada, pulpa expuesta
Las barreras pegadas	Cubierta sucia o contaminada
Falta de una licra	Sin frontal loop
Licra inoperante en uno de los dos lados	Pegamento sobre la pulpa
Licra inoperante en los dos lados	Pegamento sobre la licra
Sin SAP	Tapes al revés
Frontal tape descentrado respecto a la pulpa +/- 1.5 cm	Pañal quemado
Sin frontal tape	
Frontal tape doblado, maltratado o con pliegues	
Frontal tape mal pegado o con falta de adhesivo	
Pegamento sobre cubierta exterior	
Falta de pegamento en la cubierta externa, licras o frontal tape	
Falta de un tape	
Tape se despegó	
Tape torcido	
Dobles en la punta del tape que dificulta el despegue del mismo	
No tiene banda elastizada	
Tiene menos de 5 mm de banda elastizada en frente	

Fuente: elaboración propia

La cantidad de pañales de segunda que recuperaban las empacadoras no era controlada y no se conocía la cantidad de pañales de segunda calidad que eran producidos al mes. Se hizo uso del formato presentado en la figura 9, que fue llenado como se muestra en la figura 10, para controlar la cantidad de pañales recuperados por las empacadoras por turno y también para conocer la cantidad de pañal de segunda que se produce al mes. Al sumar las cantidades de recuperación de pañales de segunda en cada turno del mes de septiembre se obtuvo una cantidad de 190,000 pañales de segunda recuperados.

**Figura 9. Formato del registro de producto recuperado**

**REGISTRO DE PRODUCTO RECUPERADO**

Fecha	Turno	Puesto	Orden de producción	Cantidad recuperada (Pañales)	
				Producto de primera	Producto de segunda

Fuente: elaboración propia

**Figura 10. Forma en que fue llenado el registro de producto recuperado**

**REGISTRO DE PRODUCTO RECUPERADO**

Fecha	Turno	Puesto	Orden de producción	Cantidad recuperada (Pañales)	
				Producto de primera	Producto de segunda
14/09/2007	A	Empacadora	17-07-P	100	250
14/09/2007	A	Empacadora	17-07-P	120	210
14/09/2007	A	Empacadora	17-07-P	130	250
14/09/2007	A	Empacadora	17-07-P	115	200
14/09/2007	A	Empacadora	17-07-P	95	230
14/09/2007	B	Empacadora	17-07-P	110	240
14/09/2007	B	Empacadora	17-07-P	130	222
14/09/2007	B	Empacadora	17-07-P	122	210
14/09/2007	B	Empacadora	17-07-P	160	190
14/09/2007	B	Empacadora	17-07-P	105	210

Fuente: elaboración propia

Haciendo uso del reporte de producción, figura 6, se les pidió a los operadores mecánicos que anotaran siempre la cantidad de pañal de primera, segunda, de desecho y pañal para recuperación provenientes de su turno durante el mes de septiembre, utilizando esta información se pudo determinar que en la situación actual de la empresa se tenía una producción total mensual de 2,560,000 pañales, por lo que en base a ello se determinó que el pañal de segunda constituye un 7% de la producción total mensual.

A continuación se presenta el cálculo de la producción total mensual y el cálculo del porcentaje de pañal de segunda mensual:

Cálculo de la producción total mensual = pañal de primera al mes + pañal de segunda al mes + pañal de desecho al mes + pañal para recuperación al mes = 2,080,000 + 190,000 + 280,000 + 175,000 = 2,725,000 pañales al mes

Cálculo del porcentaje de pañal de segunda mensual = (pañal de segunda al mes / producción total mensual) \* 100 = (190,000 / 2,725,000) \* 100 ≈ 7%

### **3.3.3 Cantidad de pañal de desecho**

Los responsables de romper el desecho son los operadores C y las empacadoras.

Cuando la máquina se arranca después de un paro largo o al iniciar un cambio de formato se hace descarte por arranque, en el que todo el pañal que sale de la máquina mientras se hacen los ajustes era tirado una caja de gran tamaño para que posteriormente fuera roto y se tirara a la basura. Se debe mencionar, que el operador mecánico deja de descartar el pañal hasta que sea de primera calidad, por lo que gran cantidad de pañales de segunda eran rotos sin que alguien se hubiera percatado de ello, además, los operadores C se encargaban de romper todo el pañal descartado pero sin revisar la calidad de los pañales por lo que se aumentaba la cantidad de desperdicio y las pérdidas para la empresa.

No se conocía la cantidad de pañales de desecho que eran tirados al mes ni el porcentaje de éste respecto a la producción total mensual, por lo que se les solicitó a los operadores mecánicos que siempre tomaran nota de la cantidad de pañales de desecho que salía de su turno para ser tirado a la basura y colocaran esa cantidad en el reporte de producción, figura 6, como se mencionó anteriormente en el inciso 3.3.2, página 38. Con base a esa información se determinó que en la situación actual de la empresa se tiene aproximadamente 280,000 pañales de desecho al mes y que el desecho constituye un 10% de la producción total mensual.

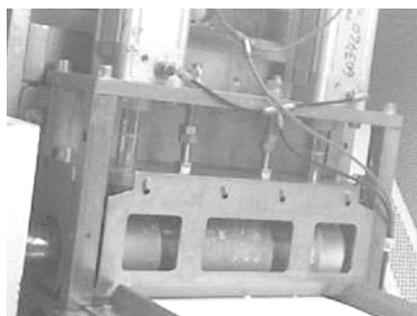
A continuación se presenta el cálculo del porcentaje de pañal de desecho mensual:

Cálculo del porcentaje de pañal de desecho mensual = (pañal de desecho al mes / producción total mensual) \* 100 = (280,000 / 2,725,000) \* 100 ≈ 10%

### 3.3.4 Maquinaria

La maquinaria de la línea de producción está formada por un molino, la máquina para hacer pañales y la empacadora automática. Además se cuenta con una selladora manual para que los paquetes recuperados puedan ser sellados por las empacadoras. La maquinaria descrita se presenta en las figuras 11, 12, 13 y 14 respectivamente.

**Figura 11. Molino**



Fuente: **ALTENVASA**

**Figura 12. Máquina para hacer pañales**



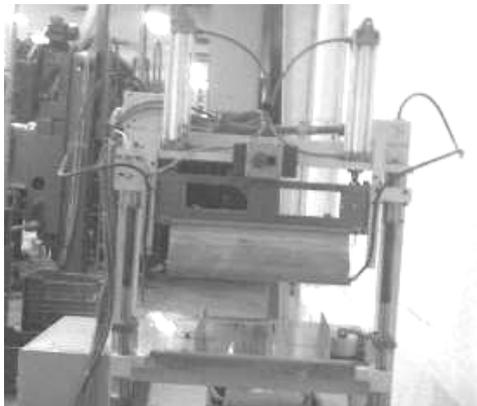
Fuente: **ALTENVASA**

**Figura 13. Empacadora automática**



Fuente: **ALTENVASA**

**Figura 14. Selladora manual**



Fuente: **ALTENVASA**

El molino, la empacadora automática y la selladora manual son nuevas por lo que no presentan problemas cuando están trabajando.

La máquina para hacer pañales es modelo 94, fue comprada de segunda mano a una empresa salvadoreña y muchas de sus partes no eran originales. Tenía dos años de estar sin uso cuando fue comprada, por esta razón no se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento, lo que contribuye a los siguientes puntos críticos: presenta varios paros por fallas mecánicas porque muchas de sus partes no son originales y no son idóneas para la máquina, lo que hace que no funcione correctamente y de forma continua y presenta fallas eléctricas porque está programada en un sistema obsoleto y cuando falla debe acudir a un técnico proveniente de Italia o conseguirse repuestos italianos que se demoran por lo menos dos semanas para ingresar a la planta.

#### **3.3.4.1 Capacidad instalada**

La maquinaria es capaz de alcanzar un rendimiento de 250 pañales por minuto. Al trabajar en turnos de 720 min durante 27 días laborales, se tiene que:

$$\frac{250 \text{ pañales}}{1 \text{ min}} * \frac{720 \text{ min}}{1 \text{ turno}} * \frac{2 \text{ turnos}}{1 \text{ día}} * \frac{27 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 9,720,000 \text{ pañales/mes}$$

Si se tuviera un OEE del 100% el proceso debería ser capaz de producir 9,720,000 pañales de primera en un mes.

#### **3.3.4.2 Capacidad real**

La máquina para producir pañales se ha operado a una velocidad promedio de 170 ppm, siendo la producción promedio de 2,080,000 pañales de primera al mes. Mediante el siguiente cálculo se estima que la capacidad real de la maquinaria en la situación actual constituye el 21.40% de la capacidad instalada:

- Capacidad real / Capacidad instalada  
 $(2,080,000 / 9,720,000) * 100 = 21.40\%$

La diferencia entre capacidad instalada y capacidad real la constituyen las pérdidas de tiempo, velocidad y calidad en la línea de producción, las cuales son provocadas por paradas, ajustes, pequeñas paradas, reducción de velocidad y rechazos por arranques y rechazos de producción como se podrá comprobar en el capítulo 4, páginas 53 - 112.

#### **3.3.4.3 Fallas de equipo**

Los paros por fallas en el equipo son variados y mantienen la máquina detenida la mayor parte del tiempo.

Se desconocía qué paros eran los que más afectan la producción porque los operadores mecánicos no describían correctamente el tipo de paros en el reporte de producción, figura 6, página 35. Existía confusión para definir si un paro era por causa de los operadores, por problemas de materia prima o por problemas mecánicos o eléctricos de la máquina porque los operadores frecuentemente desconocían el verdadero origen de los paros por la falta de una capacitación eficaz en la que ellos pudieran conocer la máquina, sus partes, su funcionamiento, mantenimiento y los problemas que comúnmente se presentan en ella.

A partir de una reunión con el técnico de producción, los operadores mecánicos y los mecánicos responsables del mantenimiento preventivo y correctivo de la máquina, se determinó que los paros que afectaban la producción se podían dividir en operativos, mecánicos y eléctricos. A su vez, los paros operativos se podían dividir en: paros programados, por servicios, por cambios, por falta de limpieza oportuna, por falta planificación, por calidad, por falta de materias primas y material de empaque, por personal, misceláneos y por preparación. Los paros mecánicos y eléctricos se dividieron según las secciones de la máquina: sección de filtros, molino, equipo dosificador de SAP, sección de preformado, aplanado, sección de frontal tape, de corte de tape, de plegado, agrupador, empacadora, parte superior y codificadora.

Con base a esta información se pudo dividir entonces los paros, según el mantenimiento productivo total y el OEE, en pérdidas de tiempo (paros mecánicos y eléctricos por ocasionar paros por averías y ajustes), pérdidas de velocidad (paros por cambios, por falta de limpieza oportuna, por preparación, etc. por ocasionar pequeñas paradas y reducciones de velocidad) y pérdidas por calidad (paros por calidad, arranques, etc. por ocasionar rechazos por arranques y rechazos en la producción).

Con la capacitación y la clasificación de los paros de la máquina, los operadores mecánicos lograrán identificar mejor el origen del paro y de esta forma evitar que ocurra o disminuir el tiempo del paro.

#### **3.3.4.4 Falta de repuestos**

En la empresa existía una clara actitud reactiva y no proactiva. Los repuestos frecuentemente eran comprados hasta que las partes estaban averiadas, lo cual alargaba el tiempo en que la máquina se encontraba parada, pues se tenía que esperar a que los repuestos fueran cotizados y enviados por el proveedor. No existía control de existencias dentro de la bodega de repuestos lo que ocasionaba grandes pérdidas de tiempo. Por lo tanto, la falta de repuestos, falta de registros y controles conllevaba a atrasos y paros de producción.

#### **3.3.5 Análisis del personal**

A las empacadoras, inspectoras y embaladores se les exige un nivel mínimo de escolaridad de estudios básicos y a los operadores un nivel mínimo de estudios de técnicos en mecánica, mecánica-eléctrica o experiencia comprobable en el manejo de máquinas de similar dificultad.

A pesar de ello se presentaban frecuentemente problemas de comprensión, sentido común, falta de iniciativa, enfrentamientos y comentarios sin fundamentos especialmente entre las trabajadoras.

Se evidenció falta de disciplina, compromiso y responsabilidad en la mayor parte del personal del área de producción.

La empresa no cuenta con descripción de puestos por lo que no se pudo equiparar el desempeño real de los trabajadores con lo esperado.

### **3.3.5.1 Paros operativos**

Los operadores no tenían inducciones eficaces, por lo que iniciaban a ocupar su puesto de trabajo sin conocer las especificaciones del producto, las partes de la máquina, la forma correcta de realizar los cambios de materia prima, las responsabilidades de su puesto, etc. Por lo cual, su tiempo de aprendizaje era largo y no siempre era el adecuado porque era empírico. No contaban con procedimientos o instrucciones de trabajo establecidas para realizar cambios de formato, arranques de máquina o para resolver los paros más comunes. Por lo tanto los operadores no sabían manejar bien la máquina y cuando se presentaba algún problema no sabían como enfrentarlo y trataban resolverlo en base a prueba y error, lo que alargaba los tiempos de paros.

Los operadores dependían en gran medida de las instrucciones del técnico de producción para resolver los problemas de la máquina y cuando éste no se encontraba cuando existían problemas mayores, los operadores perdían más tiempo buscándolo o llamándolo para informarle el problema.

Algunos operadores mecánicos presentaban un mal ejemplo a sus compañeros al no actuar inmediatamente para resolver un problema, lo cual alargaba aún más el tiempo de paros operativos.

Estos problemas se minimizaron con la capacitación impartida por el técnico de producción para los operadores mecánicos, operadores C y mecánicos descrita en el inciso 3.3.4.3, página 47.

### **3.3.5.2 Falta de personal calificado**

Debido, en parte, a la poca capacitación del personal no se alcanzaba la capacidad real de la máquina descrita en la sección 3.3.4.2, página 46, los trabajadores no conocían a cabalidad la máquina, no conocían las especificaciones del producto y la clasificación de los defectos para determinar si el producto es de segunda calidad o desecho.

El personal de nuevo ingreso recibía una inducción general de la planta que duraba una hora y que no lograba cubrir todos los aspectos necesarios para desempeñarse correctamente. El personal no recibía una inducción específica de su puesto por lo que iniciaba a trabajar el mismo día que ingresaba a la planta, sin conocer las especificaciones del producto, las especificaciones de la materia prima, las responsabilidades de su puesto etc.

En varias ocasiones, debido a los altos índices de rotación (10%, ver inciso 3.3.5.3, página 51) y la falta de conocimientos de seguridad industrial en su puesto, existían cambios de puesto por urgencias y no por capacidad lo que repercutía en paros operativos más largos por falta de preparación.

### **3.3.5.3 Altos índices de rotación**

A causa de la falta de preparación inicial al puesto, los trabajadores presentaban desconocimiento sobre sus deberes y los deberes de sus compañeros y de las jerarquías dentro de la empresa, lo que originaba en ellos la sensación de falta de estructura e inseguridad sobre las tareas que realizan. Por estas razones la empresa presenta un índice de rotación del 10% o en otras palabras, aproximadamente 1 renuncia cada 10 días, lo cual contribuye nuevamente a cambios de puesto por urgencias y no por capacidad.

A continuación se presenta el cálculo del índice de rotación:

Cálculo del índice de rotación = (número de renunciaciones / en x días del mes) \* 100 = (3 renunciaciones / en 30 días) \* 100 = 10% o 1 renuncia cada 10 días.

#### **3.3.5.4 Comunicación**

Desde la alta gerencia existía falta de comunicación o comunicación no eficaz, no existía una estructura definida para el flujo de información, lo cual repercutía en el personal de la planta que desconocía quién es la persona a la que debían obedecer, por lo que se presentaban malos entendidos que producían un mal clima organizacional y descontrol.

#### **3.4 Puntos críticos del área de producción**

Después de analizar la situación actual de la empresa y estudiar los puntos mostrados (Inciso 3.3, de la página 34 a la 52) se determinó que los puntos críticos eran: El desconocimiento del rendimiento, disponibilidad y calidad, desconocimiento del porcentaje de producto de desecho, desconocimiento de la causa del pañal de segunda calidad y pañal de desecho y falta de retroalimentación. Estos puntos críticos serán atacados en la fase implementación del sistema de OEE, inciso 4, páginas 53 - 117.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA OEE EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DESECHABLES**

### **4.1 Fase de preparación**

Esta fase se refiere a los pasos que debieron hacerse previo a la etapa de realización de la implementación del sistema de OEE porque constituyen los documentos base para la ejecución el trabajo de graduación, incluye: la creación de la lista de paros, la modificación del formato del reporte de producción, el diseño de la hoja de cálculo para el sistema OEE, la elaboración de la hoja de registro de defectos encontrados durante el turno, el diseño de la hoja de cálculo para la determinación del porcentaje de desecho y la creación de resúmenes de rendimiento por grupo.

#### **4.1.1 Lista de paros**

Los paros se lograron identificar con ayuda de la experiencia del técnico de la planta que ha trabajado más de 20 años en empresas que producen pañales desechables y los operadores mecánicos que tienen 2 años de manejar la máquina y en base a todos los reportes de producción que el jefe de planta había logrado archivar en un año y que habían sido llenados por los operadores mecánicos. La metodología aplicada fueron entrevistas e investigación documental archivista. Los medios que se utilizaron para recabar la información fueron: oral (en las entrevistas) y medios escritos (en la investigación documental archivista). Todo esto se detalla a continuación:

Se utilizó la técnica de entrevista con preguntas no estructurales dirigidas al técnico de producción y a los operadores mecánicos. A los operadores mecánicos se les preguntó sobre los diferentes paros que se presentan en su turno y qué era lo que los ocasionaba. Se corroboró la información proporcionada con el técnico de producción y con su ayuda se clasificaron los paros como operativos, mecánicos y eléctricos.

También se realizó una investigación documental archivista, es decir, se recopiló información de los paros descritos en los reportes de producción archivados del mes de agosto 2006 a agosto 2007 por el jefe de planta y que constituyen más de 500 reportes de producción. Fueron leídos y analizados para ubicar los paros más comunes entre la clasificación de paros operativos, mecánicos y eléctricos.

Como resultado, los paros operativos se dividieron en: paros programados, por servicios, por cambios, por falta de limpieza oportuna, por falta planificación, por calidad, por falta de materias primas y material de empaque, por personal, misceláneos y por preparación

Los paros mecánicos y eléctricos se dividieron según las secciones de la máquina: sección de filtros, molino, equipo dosificador de SAP, sección de preformado, aplanado, sección de frontal tape, de corte de tape, de plegado, agrupador, empacadora, parte superior y codificadora

Los paros operativos, mecánicos y eléctricos se presentan subdivididos en la figura 15.

**Figura 15. Listado de paros**

**PAROS OPERATIVOS**

Código	Paros
<b>Paros programados</b>	
1	Tiempo de comidas
2	Tiempo de refacciones
3	Sesiones
4	Capacitaciones
5	Mantenimiento preventivo
6	Pruebas nuevos productos o herramientas
7	Actividades de RRHH
8	Paros por control de cambios y pruebas en el proceso
<b>Paros por servicios</b>	
9	Paro por aire comprimido
10	Paro por falta de energía eléctrica
11	Reparacion deficiente de Taller
12	Falta de repuestos
<b>Paros por cambios</b>	
13	Tape enrollado en rodillo de tracción
14	Frontal tape enrollado
15	Mal cambio de frontal tape
16	Cambio de licras
17	Licras reventadas
18	Tela no tejida reventada (Especifique filica o fóbica)
19	Papel tissue reventado
20	Cambio de banda elastizada
21	Mal cambio de pulpa
<b>Paros por falta de limpieza oportuna</b>	
22	Pulpa enrollada en rodillo de gofrado
23	Pulpa atorada en el molino
24	Limpieza de rodillos (Especificar cual)
25	Limpieza de bandas (Especificar cual)
26	Limpieza de boquillas de pega (Especificar cual)
27	Limpieza de cuchilla de frontal tape
28	Limpieza de cuchilla de corte anatómico
29	Limpieza de cuchillas de banda elastizada
30	Limpieza de cuchillas de corte de tape
31	Limpieza de sacos y osprey
32	Limpieza de tambor de vacío de frontal tape
33	Bisturí sucio
34	Tela enrollada en rodillos prensores de banda elastizada
<b>Paros por problemas de planificación</b>	
35	Falta de programa de trabajo
36	Falta de autorizacion para Trabajar
37	Falta de info y/o comunicacion
38	Paro por reunión no planificada
<b>Paros por calidad</b>	
39	Materia prima con especificaciones inadecuadas
40	Revision de producto terminado
41	Pruebas de materia prima en máquina
<b>Paros por falta de materias primas y material de empaque</b>	
42	Falta de materia prima (especificar)
43	Falta de material de empaque (especificar)
<b>Paros por personal</b>	
44	No hay operador asignado (Especifique)
45	Operador no se presentó a trabajar
46	Operador descuida su lugar de trabajo
<b>Misceláneos</b>	
47	Incendio
48	Temblor
49	Erupción volcánica
50	Calamidad publica
51	Operador sufre accidente de trabajo
<b>Preparación</b>	
52	Cambio de tamaño
53	Cambio de marca y tipo de pañal
54	Cambio de formato
55	Limpieza general
56	Esperar que calienten los tanques de pega

**PAROS MECÁNICOS**

Código	Paros
<b>Sección de filtros</b>	
57	Ventilador principal averiado
<b>Molino</b>	
58	Motor del molino averiado
59	Problemas con el motor de alimentación
60	Cuchilla despulpadora sin filo
<b>Equipo dosificador de SAP</b>	
61	Tolva de alimentación tapada
62	Aspirador de SAP no funciona
<b>Sección de preformado</b>	
63	Tambor de formación desnivelado
64	Ajuste de cepillo nivelador de pines
<b>Sección de aplanado</b>	
65	Ajuste de rodillo de tracción
66	Banda superior o inferior reventada (especifique)
67	Caja de transmisión trabada
<b>Sección de frontal tape</b>	
68	Banda de tracción superior o inferior reventada (especifique)
69	Cambio de cuchilla de corte de frontal
70	Aspirador de tambor de vacío no funciona
71	Barra aplicadora de pega en frontal tape tapada
<b>Sección de corte de tape</b>	
72	Tape enrollado en los rodillos de tracción
73	Cuchilla de corte de tape sin filo
74	Cuchilla de corte anatómico sin filo
<b>Sección de plegado de pañal</b>	
75	Faja de la banda de plegado reventada
76	Desfase del dobles del pañal
<b>Empacadora</b>	
77	Mal sellado
78	Barra transportadora de producto trabada
<b>Parte superior</b>	
79	Tanques de pega sin temperatura correcta
<b>Codificadora</b>	
80	Codificadora mal programada
81	Codificadora mal programada

**PAROS ELÉCTRICOS**

Código	Paros
<b>Sección de filtros</b>	
82	Motor reductor no funciona
83	Motor de osprey quemado
<b>Molino</b>	
84	Motor del molino quemado
<b>Equipo dosificador de SAP</b>	
85	Problemas con la electroválvula
<b>Sección de preformado</b>	
86	Motores niveladores no funcionan
<b>Sección de corte de tape</b>	
87	Sensor de largo de tape no lee
<b>Empacadora</b>	
88	La empacadora se apaga frecuentemente
<b>Parte superior</b>	
89	Problemas en el panel de control del equipo de pega
90	Barra de aplicación de pega tapada (especificar)
<b>Codificadora</b>	
91	Codificadora no funciona

Fuente: elaboración propia

La lista de paros presentada en la figura 15 es más específica que la mencionada en la sección 3.3.4.3, página 47, presentada en la situación actual de la empresa, por lo que servirá mejor para que los operadores mecánicos identifiquen más acertadamente la raíz del problema de la máquina porque clasifica los paros según su origen.

#### **4.1.2 Modificación del formato del reporte de producción**

Para la modificación del formato del reporte de producción presentado en la figura 6, se utilizó la técnica de entrevista con preguntas no estructurales dirigidas al técnico de producción y al jefe de planta sobre la información que deseaban que registrara el reporte de producción para que éste fuera un reflejo de lo que ocurría durante el proceso, ellos desearon que se incluyera el orden de producción, la velocidad promedio de la máquina, una descripción más detallada de las tarimas producidas y espacio para colocar la cantidad de desecho originada y que fuera justificada por el operador mecánico. También se entrevistó informalmente a los operadores mecánicos y expresaron que querían mayor espacio para detallar los paros y un espacio para escribir sus observaciones sobre aspectos de la máquina que necesitan mantenimiento preventivo.

Con la información obtenida, el formato del reporte de producción fue mejorado y el resultado de la modificación se presenta a continuación en la figura 16 y la forma en que debe ser llenado en la figura 17.



**Reporte de Producción**

Contador Inicial: 243.815  
 Hora de la toma de lectura: 7:10 am  
 Producto: Papel económico Papiros  
 Tamaño: mediano

Contador Final: 309.387  
 Hora de la toma de lectura: 12:50 pm  
 Código: 3-00593  
 Orden de Producción: 20-37-P

Día:  Noche  Día  
 Fecha: 02/10/07  
 Máquinas: Máquina de pañales  
 Velocidad Prom.: 193 ipm  
 Horario: 7:00 am a 19:00 pm

Control de producción de primera		Unidades producidas	
Hora	Descripción de producción	Unidades	Producción
7:30	30 x 6 x 48	8.640	
8:10	30 x 6 x 48	8.640	
11:01	30 x 6 x 48	8.640	
13:20	30 x 6 x 48	8.640	
14:30	30 x 6 x 48	8.640	
15:15	30 x 6 x 48	8.640	
17:10	12 x 6 x 48	3.456	

Control de producción		Unidades producidas	
Hora	Descripción de producción	Unidades	Producción
7:00	Faro por falta de MP, el abastecedor no trajo frontal top		X
12:00	Tiempo de almuerzo		X
13:20	Toma de alimentación de SAP topada porque se quebró el tornillo sin fin		X
15:15	Cambio de cuchilla de tope porque no tenía filo		X

Observaciones:

Control de Desecho	
Pañal (lb)	Producción
175 lb	5
	12
	7
	0
	3
	0
	5.230
	2.997
	45.539

Tiempo de pases: 03 horas 00 minutos  
 Unidades producidas: 65.539

Justificación: La toba de alimentación de SAP estaba topada, por lo que esos pañales salieron sin SAP

Mauricio Cirilo  
 Nombre y firma de Operario

Néstor Sicon  
 Nombre y firma de Inspector de calidad

Edgier Prietal  
 Nombre y firma de Encargado de Mantenimiento

Asmid Lucelo  
 Nombre y firma de Encargado o Supervisor(a)

Figura 17. Forma en que debe ser llenado el reporte de producción modificado

Fuente: elaboración propia

El reporte de producción, figura 16, tiene casillas destinadas para la colocación del contador inicial y final de la máquina y la hora en que fue tomada la lectura, el tipo de pañal que se produjo, código del producto, orden de producción, la fecha, el turno, la velocidad promedio, el número de tarimas y unidades producidas, el horario de los paros, su código, clasificación (paro mecánico (M), paro eléctrico (E) o paro operativo (O) y descripción del paro, el número de pañales de primera y segunda que fueron producidos, la cantidad de pañales que serán recuperados y los que serán desechados.

Se debe mencionar que el listado de paros fue numerado para que los operadores mecánicos pudieran colocar el código que identifica el paro en el reporte de producción y pudiera describirlo más detalladamente en el área de descripción del paro, como se aprecia en la figura 17.

Existe también una casilla para colocar el peso de las bolsas de pañal de desecho que son pesadas por los operadores C al terminar el turno. También proporciona espacio para que el operador mecánico pueda justificar la cantidad de desecho que fue producida.

Se asignó un área para que el operador colocara su nombre y su firma, también para el mecánico que atendió la máquina, el inspector de calidad que revisó la producción y el asistente técnico o encargado que será quien revise la información, la tabule y analice.

Al comparar del reporte de producción de la situación actual y el reporte de producción modificado, puede observarse que el reporte de producción modificado es más completo, está mejor estructurado y ofrece toda la información necesaria para controlar el rendimiento del turno de trabajo porque está adaptado a las necesidades de la línea de producción de pañales.

#### 4.1.3 Diseño de la hoja de cálculo para el sistema OEE

Se creó un documento en Microsoft Excel para que los tiempos de los paros fueran tabulados y fueran calculados automáticamente los porcentajes de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE.

El documento se dividió en cuatro hojas de cálculo: la principal donde se identifica el producto, la producción del turno y la velocidad promedio de la máquina y es calculado el porcentaje de OEE, la segunda está destinada para desglosar los paros operativos, la tercera para los paros mecánicos y la cuarta para los paros eléctricos.

A continuación se presentan las hojas de cálculo creadas, mostrando como ejemplo los datos del primer día del mes. Debe aclararse que la extensión de las hojas presentadas es muy larga porque abarca todos los días del mes, en el turno de día y en el turno de noche, por lo que solamente se presentan, en este caso, los primeros 3 días del mes de octubre.

**Figura 18. Hoja de cálculo para el sistema OEE, hoja 1: cálculo de OEE**

Fecha	Turno	Producto	Tiempo disponible (minutos)	Tiempo operativo (minutos)	Producción real (unidades)	Producción prevista (unidades)	Producto de primera (unidades)	Velocidad promedio (ppm)
01/10/2007	día	Pañal económico Pepitos mediano	660	375	60,899	63,750	40,197	170
01/10/2007	noche	Pañal económico Pepitos mediano	660	518	44,239	88,060	39,556	170
02/10/2007	día							
02/10/2007	noche							
03/10/2007	día							
03/10/2007	noche							

Fecha	Turno	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
01/10/2007	día	56.82%	95.53%	66.01%	35.83%
01/10/2007	noche	78.48%	50.24%	89.41%	35.25%
02/10/2007	día				
02/10/2007	noche				
03/10/2007	día				
03/10/2007	noche				

Fuente: elaboración propia

En la figura 18 se muestra un fragmento de la hoja 1 de la hoja de cálculo del sistema OEE destinada a calcular el porcentaje de OEE de cada turno. En ella se ingresan los datos de nombre del producto, la producción real, el producto de primera y la velocidad promedio, esta información se obtiene del reporte de producción modificado presentado en la figura 16. Las demás casillas se calculan automáticamente después de ingresar los tiempos de paros operativos, mecánicos y eléctricos como se mostrará más adelante en las figuras 19, 20 y 21.

El porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE se calculan de la siguiente manera:

- $\% \text{ Disponibilidad} = (\text{Tiempo operativo} / \text{tiempo disponible}) * 100$

Tiempo disponible = Tiempo programado – tiempo de paros programados

- $\% \text{ Rendimiento} = (\text{Producción real} / \text{producción prevista}) * 100$

Producción prevista = Tiempo operativo \* velocidad

Tiempo operativo = Tiempo disponible – Tiempo de paros no programados

- $\% \text{ Calidad} = (\text{Producto de primera} / \text{producción real}) * 100$

- $\% \text{ OEE} = \% \text{ disponibilidad} * \% \text{ rendimiento} * \% \text{ calidad}$

En la hoja de paros operativos, hoja de paros mecánicos y hoja de paros eléctricos, es colocado el tiempo de paros (en minutos) descritos en el reporte de producción modificado, figura 16. Estas tres hojas se presentan en las figuras 19, 20 y 21 respectivamente.

Figura 19. Hoja de cálculo para el sistema OEE, hoja 2: paros operativos

Paros operativos

Código	Paros	Oct-01		Oct-02		Oct-03	
		día	noche	día	noche	día	noche
<b>Paros programados</b>							
1	Tiempo de comidas	60	45				
2	Tiempo de refacciones		15				
3	Sesiones						
4	Capacitaciones						
5	Mantenimiento preventivo						
6	Pruebas nuevos productos o herramientas						
7	Actividades de RRHH						
8	Paros por control de cambios y pruebas en el proceso						
<b>Paros por servicios</b>							
9	Paro por aire comprimido						
10	Paro por falta de energía eléctrica						
11	Reparacion deficiente de Taller						
12	Falta de repuestos						
<b>Paros por cambios</b>							
13	Tape enrollado en rodillo de tracción						
14	Frontal tape enrollado						
15	Mal cambio de frontal tape	10	10				
16	Cambio de licras						
17	Licras reventadas	30					
18	Tela no tejida reventada (Especifique fílica o fóbica)						
19	Papel tissue reventado						
20	Cambio de banda elastizada						
21	Mal cambio de pulpa						
<b>Paros por falta de limpieza oportuna</b>							
22	Pulpa enrollada en rodillo de gofrado	20					
23	Pulpa atorada en el molino		23				
24	Limpieza de rodillos (Especificar cual)						
25	Limpieza de bandas (Especificar cual)						
26	Limpieza de boquillas de pega (Especificar cual)						
27	Limpieza de cuchilla de frontal tape						
28	Limpieza de cuchilla de corte anatómico						
29	Limpieza de cuchillas de banda elastizada						
30	Limpieza de cuchillas de corte de tape						
31	Limpieza de sacos y osprey						
32	Limpieza de tambor de vacío de frontal tape		10				
33	Bisturí sucio						
34	Tela enrollada en rodillos prensores de banda elastizada						
<b>Paros por problemas de planificación</b>							
35	Falta de programa de trabajo						
36	Falta de autorizacion para Trabajar						
37	Falta de info y/o comunicacion						
38	Paro por reunión no planificada						
<b>Paros por calidad</b>							
39	Materia prima con especificaciones inadecuadas						
40	Revision de producto terminado						
41	Pruebas de materia prima en máquina						
<b>Paros por falta de materias primas y material de empaque</b>							
42	Falta de materia prima (especificar)						
43	Falta de material de empaque (especificar)						

Fuente: elaboración propia

Figura 20. Hoja de cálculo para el sistema OEE, hoja 3: paros mecánicos

Paros mecánicos

Código	Paros	Oct-01		Oct-02		Oct-03	
		día	noche	día	noche	día	noche
<b>Sección de filtros</b>							
57	Ventilador principal averiado						
<b>Molino</b>							
58	Motor del molino averiado						
59	Problemas con el motor de alimentación						
60	Cuchilla despulpadora sin filo						
<b>Equipo dosificador de SAP</b>							
61	Tolva de alimentación tapada	50					
62	Aspirador de SAP no funciona						
<b>Sección de preformado</b>							
63	Tambor de formación desnivelado		50				
64	Ajuste de cepillo nivelador de pines	50					
<b>Sección de aplanado</b>							
65	Ajuste de rodillo de tracción		29				
66	Banda superior o inferior reventada (especifique)						
67	Caja de transmisión trabada						
<b>Sección de frontal tape</b>							
68	Banda de tracción superior o inferior reventada (especifique)						
69	Cambio de cuchilla de corte de frontal	50					
70	Aspirador de tambor de vacío no funciona						
71	Barra aplicadora de pega en frontal tape tapada						
<b>Sección de corte de tape</b>							
72	Tape enrollado en los rodillos de tracción						
73	Cuchilla de corte de tape sin filo						
74	Cuchilla de corte anatómico sin filo						
<b>Sección de plegado de pañal</b>							
75	Faja de la banda de plegado reventada						
76	Desfase del dobles del pañal						
<b>Empacadora</b>							
77	Mal sellado						
78	Barra transportadora de producto trabada	55					
<b>Parte superior</b>							
79	Tanques de pega sin temperatura correcta						
<b>Codificadora</b>							
80	Codificadora mal programada						
81	Codificadora mal programada						

Fuente: elaboración propia

**Figura 21. Hoja de cálculo para el sistema OEE, hoja 4: paros eléctricos**

**Paros eléctricos**

Código	Paros	Oct-01		Oct-02		Oct-03	
		día	noche	día	noche	día	noche
<b>Sección de filtros</b>							
82	Motor reductor no funciona						
83	Motor de osprey quemado						
<b>Molino</b>							
84	Motor del molino quemado						
<b>Equipo dosificador de SAP</b>							
85	Problemas con la electroválvula		20				
<b>Sección de preformado</b>							
86	Motores niveladores no funcionan						
<b>Sección de corte de tape</b>							
87	Sensor de largo de tape no lee						
<b>Empacadora</b>							
88	La empacadora se apaga frecuentemente						
<b>Parte superior</b>							
89	Problemas en el panel de control del equipo de pega						
90	Barra de aplicación de pega tapada (especificar)						
<b>Codificadora</b>							
91	Codificadora no funciona						

Fuente: elaboración propia

**4.1.4 Elaboración de la hoja de registro de defectos encontrados durante el turno**

Se le realizaron entrevistas con preguntas no estructuradas a el jefe de planta, al técnico de producción, al jefe de calidad, los inspectores de calidad y a las empacadoras para poder crear una hoja de registro de defectos encontrados durante el turno que presentara la lista de defectos de los pañales y los clasificara como pañal de segunda o desecho. Con la información proporcionada por el personal y el listado de defectos de los pañales de segunda y desecho mostrada en la figura 8, se elaboró la hoja de registro de defectos encontrados durante el turno presentada a continuación en la figura 22.

**Figura 22. Hoja de registro de defectos encontrados durante el turno**

**REGISTRO DE DEFECTOS ENCONTRADOS EN EL TURNO**

FECHA: \_\_\_\_\_ TURNO: \_\_\_\_\_  
 NOMBRE DE REVISOR(A): \_\_\_\_\_  
 NOMBRE DEL PRODUCTO: \_\_\_\_\_  
 ORDEN DE PRODUCCIÓN: \_\_\_\_\_

	Defecto	Clasificación	Número de veces	Suma (en unidades)
Pulpa	Pulpa descentrada, más de 1 cm	Segunda		
	Pulpa expuesta	Deshecho		
	Pulpa sucia	Deshecho		
	Muy poca pulpa	Segunda		
Cubierta	Picos grandes, mayores de 2 cm	Segunda		
	Tela rota o rasgada, pulpa expuesta	Deshecho		
	Cubierta sucia o contaminada	Deshecho		
Barreras	Las barreras están pegadas	Segunda		
Licras	Falta de una licra	Segunda		
	Licra inoperante en uno de los dos lados	Segunda		
	Licra inoperante en los dos lados	Segunda		
SAP	Sin SAP	Segunda		
Frontal tape	Frontal tape descentrado respecto a la pulpa +/- 1.5 cm	Segunda		
	Sin frontal tape	Segunda		
	Sin frontal loop	Deshecho		
	Frontal tape doblado, maltratado o con pliegues ( <b>marque cuál</b> )	Segunda		
	Frontal tape mal pegado o con falta de adhesivo ( <b>marque cuál</b> )	Segunda		
Pegamento o pega	Pegamento sobre la pulpa	Deshecho		
	Pegamento sobre la licra	Deshecho		
	Pegamento sobre cubierta exterior	Segunda		
	Falta de pegamento en la cubierta, poli, licras o frontal tape ( <b>marque cuál</b> )	Segunda		
Tape	Falta de 1 tape	Segunda		
	Tapes al reves	Deshecho		
	Tape se despega	Segunda		
	Tape torcido	Segunda		
	Dobles en la punta del tape que dificulta el despegue del mismo	Segunda		
Banda elastizada	No tiene banda elastizada	Segunda		
	Tiene menos de 5 mm de banda elastizada en frente	Segunda		
Otros	Pañal quemado	Deshecho		

Fuente: elaboración propia

El objetivo de la hoja de registro de defectos encontrados durante el turno será ser una herramienta para conocer los defectos que más se presentan en el producto final y por el cual es clasificado como segunda o desecho. Conociendo estos defectos se puede analizar su causa en la máquina y corregir el problema para aumentar la producción de pañales de primera calidad.

En la hoja de registro, las empacadoras colocaran la fecha, su nombre, el turno, el nombre del producto, la orden de producción y llevaran un conteo de los defectos que encuentran durante su turno y colocarán el total de pañales que presentan cada defecto. Posteriormente se tabulará la información y se ordenará de mayor a menor para conocer el mayor defecto por el cual los pañales fueron clasificados como segunda y el mayor defecto por el cual los pañales fueron clasificados como desecho.

Con la creación de esta hoja de registro, las empacadoras tendrán a la mano un listado de la clasificación correcta de los pañales según sus defectos y eliminará cualquier ambigüedad mencionada en la situación actual, en el inciso 3.3.2, página 38.

#### **4.1.5 Diseño de la hoja de cálculo para la determinación del porcentaje de desecho**

Haciendo uso de conocimientos del manejo de Microsoft Excel, se diseñó una hoja de cálculo para determinar el porcentaje de desecho en base al peso de las bolsas de desecho que se tienen al finalizar cada turno. Esta hoja se presenta en la figura 23.

En la hoja de cálculo se cargará el nombre del producto y su tamaño, el número de pañales de primera calidad, de segunda calidad y para recuperación y el peso de las bolsas de desecho para que sea convertido a unidades en base al peso que tiene el pañal dependiendo si su tamaño es mediano, grande y extragrande. Con base a esta información se calculará el porcentaje de desecho dividiendo la cantidad de pañales de desecho sobre la producción total alcanzada (sumando los pañales de primera calidad, de segunda calidad, para recuperación y desecho) como se muestra:

$$\begin{aligned} \% \text{ Desecho} &= (\text{Producto de desecho} / (\text{producto de primera} + \text{producto de} \\ &\text{segunda} + \text{producto para recuperación} + \text{producto de desecho})) * 100 \\ &= (\text{Producto de desecho} / \text{producción total}) * 100 \end{aligned}$$

**Figura 23. Hoja de cálculo para la determinación del porcentaje de desecho**

Fecha	Turno	Producto	Producto de primera (unidades)	Producto de segunda (unidades)	Producto para recuperación (unidades)	Peso de bolsas de desecho (lb)	Producto de desecho (unidades)	% Desecho
1	día	Pañal económico Pepitos mediano	40,197	1,680	9,511	660	9,511	13.77%
1	noche	Pañal económico Pepitos mediano	39,556	1,250	1,091	162.5	2,342	11.93%
2	día							
2	noche							
3	día							
3	noche							

Fuente: elaboración propia

Con esta hoja de cálculo se monitoreará el porcentaje de desecho de cada turno con el fin de proporcionarle esta información al operador mecánico y que sea éste el que lo mantenga en niveles bajos. Como se mencionó anteriormente, debido a la extensión de la hoja de cálculo solamente se muestran los primeros días del mes y los valores colocados en el primer día se colocan como ejemplo de cómo será cargada la hoja.

#### 4.1.6 Creación de resúmenes de rendimiento por grupo

En base a los resultados de la hoja de cálculo de OEE se cargará automáticamente el libro de rendimientos por grupo, donde se podrá analizar el rendimiento del turno del operador mecánico A, llamado grupo A, y el operador mecánico B, llamado grupo B.

En estas hojas de cálculo aparecerá el tiempo total de paros y su desglose en paros programados, por servicios, por cambios, por falta de limpieza oportuna, por planificación, por calidad, por falta de materia prima y material de empaque, por personal, misceláneos, por preparación, paros mecánicos y paros eléctricos, con su respectivo tiempo de duración en minutos y en horas. Se ordenarán los paros en orden de mayor duración a menor duración y por último se analizarán los resultados del mes completo según el tiempo perdido en horas y en días. La hoja resumen de rendimiento por grupo se presenta a continuación la figura 24.

**Figura 24. Hoja de resumen de rendimiento por grupo**

Grupo:

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros</b>		
Paros programados		
Paros por servicios		
Paros por cambios		
Paros por falta de limpieza oportuna		
Paros por planificación		
Paros por calidad		
Paros por falta de materia prima y material de empaque		
Paros por personal		
Paros misceláneos		
Paros por preparación		
Paros mecánicos		
Paros eléctricos		

Total: en horas  
en días

Fuente: elaboración propia

## **4.2 Fase de realización**

Para la realización del proyecto se analizaron cuatro meses, siendo estos octubre, noviembre y diciembre del año 2007 y enero 2008. En estos cuatro meses se determinó el porcentaje de OEE, el rendimiento de la línea por grupo, el control de los defectos de los pañales, la reducción del porcentaje de desecho y la reducción en el tiempo de paros.

En esta sección se presentan con detalle los cálculos realizados en el primer mes de estudio (octubre 2007) como muestra de cálculo debido a que se utilizó la misma metodología en los demás meses estudiados. El mes de octubre representa la situación actual de la empresa, por lo que en esta sección no se realizarán comparaciones. Los resultados de los 4 meses completos se presentan a lo largo de la sección 4.3, página 92, es en esta sección donde sí se realizarán las comparaciones de la situación actual de la empresa con los resultados obtenidos con el trabajo de graduación.

### **4.2.1 Control del porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE de la línea**

Se hizo uso de las hojas de excel presentadas en las figuras 18, 19, 20 y 21, para cargar los paros mecánicos, eléctricos y operativos adquiridos en el reporte de producción (como se muestra en el apéndice, figura 26) de cada turno laborado del mes de octubre, teniendo como resultado el porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE por turno y por mes.

En la tabla V se muestran los valores necesarios para el cálculo del porcentaje de OEE del mes de octubre, que se presentará más adelante en la tabla VI. El tiempo disponible es la resta del tiempo programado del turno (720 min) menos el tiempo de los paros programados (comidas, refacciones y capacitaciones), el tiempo operativo es la resta del tiempo disponible menos el tiempo de paros de la máquina, la producción real es la suma de la cantidad de pañales de primera calidad y segunda, para recuperación y desecho producidos en un turno, la producción prevista es el resultado de la multiplicación del tiempo operativo y la velocidad de la máquina, el producto de primera es la cantidad de pañal de primera calidad producido en un turno y la velocidad es la velocidad promedio a la que se corrió la máquina.

Muestra de los cálculos para el turno de día con fecha 01/10/07, donde las unidades se refieren a los pañales producidos:

- Tiempo disponible =  $720\text{min} - 60\text{min de tiempo de comidas} = 660\text{ min}$
- Tiempo operativo =  $660\text{ min disponibles} - 285\text{ min de paros} = 375\text{ min}$
- Producción real =  $40,197\text{ unidades de primera} + 1,680\text{ unidades de segunda} + 9,500\text{ unidades para recuperación} + 9,522\text{ unidades de desecho} = 60,899\text{ unidades.}$
- Producción prevista =  $375\text{ min} * 170\text{ ppm} = 63,750\text{ unidades}$
- Producto de primera =  $40,197\text{ unidades}$  (esta cantidad es anotada en el reporte de producción por el operador mecánico del turno, ver apéndice)
- Velocidad =  $170\text{ ppm}$  ó pañales por minuto ó unidades por minuto (esta cantidad también es anotada en el reporte de producción por el operador mecánico del turno, ver apéndice)

De esta misma forma se calcularon los valores de todos los turnos del mes de octubre de la tabla V.

Las casillas en blanco corresponden a los días que no se programó el trabajo en la línea.

**Tabla V. Valores utilizados para el cálculo del porcentaje del OEE del mes de octubre 2007**

Fecha	Turno	Tiempo disponible (min)	Tiempo operativo (min)	Producción real (unidades)	Producción prevista (unidades)	Producto de primera (unidades)	Velocidad (ppm)
1/10/07	Día	660	375	60,899	63,750	40,197	170
1/10/07	Noche	660	518	44,239	88,060	39,556	170
2/10/07	Día	640	340	41,282	57,800	28,970	170
2/10/07	Noche	660	355	54,311	60,350	32,343	170
3/10/07	Día	480	135	24,801	25,650	14,515	190
3/10/07	Noche	660	411	36,202	69,870	22,882	170
4/10/07	Día	630	190	21,616	28,500	9,687	150
4/10/07	Noche	650	398	54,551	67,660	45,169	170
5/10/07	Día	70	55	5,441	6,050	3,201	110
5/10/07	Noche	660	370	38,983	62,900	35,578	170
6/10/07	Día	630	325	36,525	55,250	22,354	170
6/10/07	Noche	660	320	33,979	54,400	25,167	170
7/10/07							
7/10/07							
8/10/07	Día	630	260	35,809	44,200	23,046	170
8/10/07	Noche	660	357	60,069	60,690	46,457	170
9/10/07	Día	615	268	47,842	48,240	31,533	180
9/10/07	Noche	660	268	41,756	45,560	28,534	170
10/10/07	Día	650	504	91,867	93,240	80,076	185
10/10/07	Noche	660	463	74,758	78,710	53,005	170
11/10/07	Día	640	430	76,620	77,400	63,995	180
11/10/07	Noche	650	453	87,554	90,600	78,732	200
12/10/07	Día	110	55	9,858	9,900	2,304	180
12/10/07	Noche	660	466	80,781	83,880	73,728	180
13/10/07	Día	660	487	92,970	97,400	78,868	200
13/10/07	Noche	660	325	51,659	65,000	40,785	200
14/10/07							
14/10/07							
15/10/07	Día	627	423	77,651	84,600	62,348	200
15/10/07	Noche	650	418	80,017	83,600	65,658	200

Continúa.

16/10/07	Día	570	305	61,222	62,525	45,120	205
16/10/07	Noche	660	440	82,288	88,000	77,040	200
17/10/07	Día	630	538	66,909	107,600	47,461	200
17/10/07	Noche	660	468	68,494	84,240	53,179	180
18/10/07	Día	630	398	70,576	75,620	56,710	190
18/10/07	Noche	650	447	77,499	80,460	63,007	180
19/10/07							
19/10/07							
20/10/07							
20/10/07							
21/10/07							
21/10/07							
22/10/07	Día	650	441	73,632	74,970	64,521	170
22/10/07	Noche	660	347	62,458	65,930	51,156	190
23/10/07	Día	500	125	23,759	24,375	10,913	195
23/10/07	Noche	660	390	49,267	66,300	37,523	170
24/10/07	Día	640	468	75,627	84,240	66,617	180
24/10/07	Noche	660	391	62,620	70,380	55,277	180
25/10/07	Día	555	353	62,405	63,540	60,445	180
25/10/07	Noche	650	376	65,135	67,680	51,308	180
26/10/07	Día	270	90	13,452	13,500	0	150
26/10/07	Noche	660	318	46,320	54,060	34,642	170
27/10/07	Día	720	455	45,056	77,350	28,218	170
27/10/07	Noche	660	555	67,316	83,250	56,000	150
28/10/07							
28/10/07							
29/10/07	Día	620	564	68,755	90,240	59,669	160
29/10/07	Noche	660	465	56,060	69,750	41,800	150
30/10/07	Día	635	281	34,941	44,960	26,262	160
30/10/07	Noche	660	311	47,388	49,760	37,219	160
31/10/07	Día	650	296	42,942	47,360	23,815	160
31/10/07	Noche	660	431	47,489	68,960	35,049	160

Fuente: elaboración propia

En la tabla VI se presentan los porcentajes de OEE de cada turno del mes de octubre basándose en la información proporcionada en la tabla V. La disponibilidad se calculó dividiendo el tiempo operativo entre el tiempo disponible, el rendimiento es el resultado de la división de la producción real entre la producción prevista y la calidad es el resultado de la división del

producto de primera entre la producción real. Estos valores serán utilizados para calcular el OEE del mes de octubre, presentado en la tabla VII.

Muestra de los cálculos para el turno de día con fecha 01/10/07, de esta misma forma se calcularon los valores de todos los turnos del mes de octubre de la tabla VI:

- Disponibilidad =  $(375 \text{ min} / 660 \text{ min}) * 100 = 56.82 \%$
- Rendimiento =  $(60,899 \text{ unidades} / 63,750 \text{ unidades}) * 100 = 95.53\%$
- Calidad =  $(40,197 \text{ unidades} / 60,899 \text{ unidades}) * 100 = 66.01\%$
- OEE =  $(0.5682 * 0.9553 * 0.6601) * 100 = 35.83\%$

**Tabla VI. Porcentajes de OEE de cada turno del mes de octubre 2007**

Fecha	Turno	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
1/10/07	DIA	56.82%	95.53%	66.01%	35.83%
1/10/07	NOCHE	78.48%	50.24%	89.41%	35.25%
2/10/07	DIA	53.13%	71.42%	70.18%	26.63%
2/10/07	NOCHE	53.79%	89.99%	59.55%	28.83%
3/10/07	DIA	28.13%	96.69%	58.53%	15.92%
3/10/07	NOCHE	62.27%	51.81%	63.21%	20.39%
4/10/07	DIA	30.16%	75.85%	44.81%	10.25%
4/10/07	NOCHE	61.23%	80.63%	82.80%	40.88%
5/10/07	DIA	78.57%	89.93%	58.83%	41.57%
5/10/07	NOCHE	56.06%	61.98%	91.27%	31.71%
6/10/07	DIA	51.59%	66.11%	61.20%	20.87%
6/10/07	NOCHE	48.48%	62.46%	74.07%	22.43%
7/10/07					
7/10/07					
8/10/07	DIA	41.27%	81.02%	64.36%	21.52%
8/10/07	NOCHE	54.09%	98.98%	77.34%	41.41%
9/10/07	DIA	43.58%	99.17%	65.91%	28.49%
9/10/07	NOCHE	40.61%	91.65%	68.34%	25.43%
10/10/07	DIA	77.54%	98.53%	87.17%	66.59%
10/10/07	NOCHE	70.15%	94.98%	70.90%	47.24%
11/10/07	DIA	67.19%	98.99%	83.52%	55.55%

Continúa.

11/10/07	NOCHE	69.69%	96.64%	89.92%	60.56%
12/10/07	DIA	50.00%	99.58%	23.37%	11.64%
12/10/07	NOCHE	70.61%	96.31%	91.27%	62.06%
13/10/07	DIA	8.33%	95.45%	2.48%	0.20%
13/10/07	NOCHE	70.61%	79.48%	142.72%	80.09%
14/10/07					
14/10/07					
15/10/07	DIA	67.46%	91.79%	80.29%	49.72%
15/10/07	NOCHE	64.31%	95.71%	82.06%	50.51%
16/10/07	DIA	53.51%	97.92%	73.70%	38.61%
16/10/07	NOCHE	66.67%	93.51%	93.62%	58.36%
17/10/07	DIA	85.40%	62.18%	70.93%	37.67%
17/10/07	NOCHE	70.91%	81.31%	77.64%	44.76%
18/10/07	DIA	63.17%	93.33%	80.35%	47.38%
18/10/07	NOCHE	68.77%	96.32%	81.30%	53.85%
19/10/07					
19/10/07					
20/10/07					
20/10/07					
21/10/07					
21/10/07					
22/10/07	DIA	67.85%	98.22%	87.63%	58.39%
22/10/07	NOCHE	52.58%	94.73%	81.90%	40.79%
23/10/07	DIA	25.00%	97.47%	45.93%	11.19%
23/10/07	NOCHE	59.09%	74.31%	76.16%	33.44%
24/10/07	DIA	73.13%	89.78%	88.09%	57.83%
24/10/07	NOCHE	59.24%	88.97%	88.27%	46.53%
25/10/07	DIA	63.60%	98.21%	96.86%	60.51%
25/10/07	NOCHE	57.85%	96.24%	78.77%	43.85%
26/10/07	DIA	33.33%	99.64%	0.00%	0.00%
26/10/07	NOCHE	48.18%	85.68%	74.79%	30.88%
27/10/07	DIA	63.19%	58.25%	62.63%	23.05%
27/10/07	NOCHE	84.09%	80.86%	83.19%	56.57%
28/10/07					
28/10/07					
29/10/07	DIA	90.97%	76.19%	86.78%	60.15%
29/10/07	NOCHE	70.45%	80.37%	74.56%	42.22%
30/10/07	DIA	44.25%	77.72%	75.16%	25.85%
30/10/07	NOCHE	47.12%	95.23%	78.54%	35.25%
31/10/07	DIA	45.54%	90.67%	55.46%	22.90%
31/10/07	NOCHE	65.30%	68.86%	73.80%	33.19%

Fuente: elaboración propia

En la tabla VII se establece el promedio de la disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE del mes completo.

Muestra del cálculo del promedio de la disponibilidad del mes de octubre, de esta misma forma se calcularon los demás promedios del mes de octubre de la tabla VII:

- Disponibilidad promedio del mes =  $(56.82\% + 78.48\% + 53.13\% + 53.79\% + \dots + 45.54\% + 65.30\%) / 50$  turnos en total = 56.27%

**Tabla VII. Cuadro resumen del OEE del mes de octubre 2007**

<b>TURNO</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Calidad</b>	<b>OEE</b>
<b>Promedio</b>	56.27%	85.74%	72.71%	37.90%

Fuente: elaboración propia

A partir de estos resultados se determina que el porcentaje de OEE del mes de octubre fue de 37.90%, lo que significa que de 100 pañales que debieron producirse en base a la capacidad instalada, sólo se produjeron 38. El bajo valor de OEE se debe en gran medida a la baja disponibilidad de la línea (56.27%), es decir, en la situación actual de la empresa la máquina se mantiene sin trabajar la mayor parte del tiempo a causa de averías y esperas y ese es el punto principal que debe corregirse si se quiere tener un aumento en la eficiencia global de la línea.

Según la teoría del inciso 2.6.2.2, página 24, un porcentaje de OEE menor que 65 % se considera inaceptable, quiere decir que se producen importantes pérdidas económicas y se tiene muy baja competitividad. Por lo tanto se establece que la situación actual de la empresa es inaceptable y es de suma

importancia la toma de medidas correctivas en lo que respecta al tiempo perdido para mejorar su situación.

#### **4.2.2 Control del rendimiento de la línea por grupo**

En base a la información adquirida por el reporte de producción llenado por cada operador mecánico, como aparece en el apéndice, figura 26, se llevó un control del tiempo de paros por cada grupo y no por turno, debido a que el personal se rota, trabajando una semana de día y la siguiente semana de noche y lo que se quiere monitorear es el rendimiento de los grupos separadamente a lo largo del mes, por lo que a los trabajadores de un turno se les llamó grupo A y los trabajadores del otro turno se les llamó grupo B, como se mencionó con anterioridad en el inciso 3.2, página 29, cada turno está conformado por un operador mecánico, dos operadores C, una inspectora, dos embaladores y cinco empacadoras.

Se obtuvieron los resultados de la tabla VIII de la siguiente forma:

La suma de todos los paros programados del grupo A en el mes de octubre dio como resultado 1,740 minutos, lo que equivale a 29 horas, como se muestra a continuación:

Paros programados:  $60 + 395 + 60 + 0 + 90 + 80 + 80 + 0 + 0 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 0 + 140 + 80 + 90 + 90 + 80 + 60 + 60 + 60 + 0 + 15 = 1,740 \text{ min}$

$1,740 \text{ minutos} * (1 \text{ h} / 60 \text{ min}) = 29 \text{ horas}$

La suma de todos los paros mecánicos, por cambios, por falta de limpieza oportuna, etc. del grupo A se calculó de la misma forma.

Teniendo los minutos totales de cada paro del grupo A se ordenaron de paro con mayor tiempo de duración a paro con menor tiempo de duración. La casilla tiempo total de paros se refiere a la suma de todos los paros del turno, como se muestra:

Tiempo total de paros:  $1,740 + 1,029 + 945 + 638 + 450 + 426 + 405 + 345 + 45 + 8 = 6,031$  min  $\approx 100.52$  horas  $\approx 4.19$  días.

De esta forma misma fueron calculados los tiempos de paro del grupo B presentados en la tabla IX.

**Tabla VIII. Control de rendimiento del grupo A en el mes de octubre 2007**

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros</b>	6,031	100.52
Paros programados	1,740	29.00
Paros mecánicos	1,029	17.15
Paros por cambios	945	15.75
Paros por falta de limpieza oportuna	638	10.63
Paros por preparación	450	7.50
Paros por calidad	426	7.10
Paros eléctricos	405	6.75
Paros por ajustes	345	5.75
Paros por personal	45	0.75
Paros por material de empaque y materias primas	8	0.13
Paros por servicios	0	0.00
Paros por planificación	0	0.00
Paros misceláneos	0	0.00

TOTAL: 100.52 h  
4.19 días

Fuente: elaboración propia

**Tabla IX. Control de rendimiento del grupo B en el mes de octubre 2007**

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros</b>	6,309	105.15
Paros programados	1,590	26.50
Paros mecánicos	1,387	23.12
Paros por cambios	1,226	20.43
Paros por preparación	782	13.03
Paros por falta de limpieza oportuna	535	8.92
Paros por ajustes	524	8.73
Paros eléctricos	191	3.18
Paros por calidad	29	0.48
Paros por personal	25	0.42
Paros por material de empaque y materias primas	20	0.33
Paros por servicios	0	0.00
Paros por planificación	0	0.00
Paros misceláneos	0	0.00

TOTAL: 105.15 h  
4.38 días

Fuente: elaboración propia

Para ambos grupos se observa que los paros de mayor proporción fueron los paros programados, los paros mecánicos y los paros por cambios. El tiempo muerto se puede traducir para el grupo A a 4.19 días y para el grupo B a 4.38 días aproximadamente, en total, el tiempo muerto del mes de octubre es de 8.57 días (4.19 días del grupo A + 4.38 días del grupo B = 8.57 días).

### 4.2.3 Control de los defectos de los pañales presentados por turno

Se recopiló y se tabuló diariamente la información proporcionada por las empacadoras sobre los defectos de los pañales presentados en su turno utilizando la hoja de registro de la figura 22, en ellas cada empacadora colocaba el número pañales que presentaban determinado defecto, al finalizar el mes, esta cantidad de pañales fue sumada y se colocaron en orden ascendente, de los defectos que más se repitieron a los defectos que raramente se presentaron.

Muestra de cálculo:

El defecto de pulpa descentrada más de 1 cm, se presentó en 3,200 pañales el primer día de octubre, en 1,600 pañales el segundo día y así sucesivamente:  
 $3,200 + 1600 + 1866 + 100 + 10 + 1040 + 1400 + 1330 + 1150 + 1200 + 1047 + 540 + 300 + 2064 + 1053 + 1157 + 1073 + 704 + 690 + 1295 + 1000 + 1357 + 1200 + 1500 + 1890 = 29,766$  pañales con el defecto de pulpa descentrada más de 1 cm, lo que constituye un 25.59 % de la totalidad de pañales muestreados (116,332 pañales).

De esta misma forma se tabularon los demás defectos de la tabla X.

Las casillas no sombreadas en la tabla son los defectos que corresponden a pañales de segunda calidad y las casillas sombreadas son los defectos que corresponden a los pañales de desecho.

**Tabla X. Control de defectos de los pañales en el mes de octubre 2007**

<b>Defecto</b>	<b>Total (unidades)</b>	<b>Porcentaje</b>
Pulpa descentrada, más de 1 cm	29,766	25.59%
Las barreras están pegadas	17,357	14.92%
Falta de pegamento en la cubierta, poli, licras o frontal tape	8,574	7.37%
Frontal tape mal pegado o con falta de adhesivo	8,266	7.11%
Sin polímero súper absorbente (SAP)	7,162	6.16%
Falta de una licra	6,327	5.44%
Pegamento sobre cubierta exterior	4,885	4.20%
Licra inoperante en uno de los dos lados	4,808	4.13%
No tiene banda elastizada	4,176	3.59%
Sin frontal tape	3,981	3.42%
Frontal tape descentrado respecto a la pulpa +/- 1.5 cm	2,704	2.32%
Frontal tape doblado, maltratado o con pliegues	2,615	2.25%
Muy poca pulpa	2,551	2.19%
Tiene menos de 5 mm de banda elastizada en frente	2,140	1.84%
Tape torcido	1,777	1.53%
Pañal quemado	1,343	1.15%
Sin frontal loop	1,248	1.07%
Cubierta sucia o contaminada	1,162	1.00%
Pulpa expuesta	843	0.72%
Tela rota o rasgada, pulpa expuesta	770	0.66%
Pegamento sobre la pulpa	735	0.63%
Falta de 1 tape	699	0.60%
Tape se despega	623	0.54%
Licra inoperante en los dos lados	586	0.50%
Pegamento sobre la licra	456	0.39%
Tapes al revés	322	0.28%
Pulpa sucia	319	0.27%
Otros	136	0.12%
Dobles en la punta del tape que dificulta el despegue	1	0.00%
Picos grandes, mayores de 2 cm	0	0.00%
<b>Sumatoria:</b>	<b>116,332</b>	

Fuente: elaboración propia

En base a los resultados obtenidos en la tabla X se establece que en la situación actual de la empresa, el defecto que ocasiona mayor porcentaje de pañal de segunda calidad es la pulpa descentrada y el defecto que ocasiona mayor porcentaje de pañal de desecho es el pañal quemado.

#### **4.2.4 Disminución del porcentaje de pañal de segunda y desecho**

Se hizo uso de la hoja de cálculo en Microsoft Excel elaborada para calcular el porcentaje de desecho por turno y mensual, figura 23. Las cantidades de producto de primera, producto de segunda, producto para recuperación y las libras de desecho producidas en un turno son obtenidas a partir del reporte de producción llenado por el operador mecánico, como se muestra en el apéndice, figura 26. En base a las libras de desecho y las especificaciones de peso de cada tamaño de pañal, se calculó el número de unidades de desecho.

Muestra de cálculo del porcentaje de desecho para el turno de día con fecha 01/10/07, de esta misma forma se calcularon los valores de todos los turnos del mes de octubre de la tabla XI:

$$\% \text{ de desecho} = (9,522 \text{ unidades de desecho} / (40,197 \text{ unidades de primera} + 1,680 \text{ unidades de segunda} + 9,500 \text{ unidades para recuperación} + 9,522 \text{ unidades de desecho})) * 100 = 15.64 \%$$

Las filas en blanco corresponden a los días no programados como domingos y asuetos y a los datos que los operadores mecánicos olvidaban colocar en el reporte de producción porque todavía estaban en el período de aprendizaje.

**Tabla XI. Valores utilizados en el cálculo del porcentaje de desecho del mes de octubre 2007**

Fecha	Turno	Producto de primera (unidades)	Producto de segunda (unidades)	Producto para recuperación (unidades)	Desecho en unidades (unidades)	% de desecho
1	día	40,197	1,680	9,500	9,522	15.64%
1	noche	39,556			0	0.00%
2	día	28,970	2,800	4,756	4,756	11.52%
2	noche	32,343	6,160	10,404	10,404	17.54%
3	día	14,515	5,880		0	0.00%
3	noche	22,882	3,640	4,673	4,673	13.03%
4	día	9,687	5,320		0	0.00%
4	noche	45,169	3,360	3,672	3,672	6.57%
5	día	3,201	2,240		0	0.00%
5	noche	35,578			0	0.00%
6	día	22,354	6,160	4,673	4,673	12.34%
6	noche	25,167	2,800	4,406	4,406	11.98%
7	día					
7	noche					
8	día	23,046	1,200	7,557	7,557	19.20%
8	noche	46,457	4,800	4,406	4,406	7.33%
9	día	31,533	11,600		0	0.00%
9	noche	28,534	6,800		0	0.00%
10	día	80,076	2,800	5,566	5,566	5.92%
10	noche	53,005	4,800	5,651	5,651	8.18%
11	día	63,995	9,200		0	0.00%
11	noche	78,732	2,400	2,569	2,569	2.98%
12	día	2,304			7,554	76.63%
12	noche	73,728	3,200	6,299	6,299	7.04%
13	día	78,868	2,800	5,651	5,651	6.08%
13	noche	40,785		5,137	5,137	10.06%
14	día					
14	noche					
15	día	62,348	4,000	2,826	2,826	3.93%
15	noche	65,658	2,800	6,422	6,422	7.90%
16	día	45,120	4,800	5,651	5,651	9.23%
16	noche	77,040	1,480		0	0.00%
17	día	47,461	5,320	8,477	8,477	12.16%
17	noche	53,179	5,040	4,709	4,709	6.96%
18	día	56,710	6,160	4,110	4,110	5.78%
18	noche	63,007	3,360	5,566	5,566	7.18%
19	día					
19	noche					

Continúa.

20	día					
20	noche					
21	día					
21	noche					
22	día	64,521	5,600		0	0.00%
22	noche	51,156		5,651	5,651	9.05%
23	día	10,913	7,280		0	0.00%
23	noche	37,523	5,040	2,933	2,933	6.06%
24	día	66,617	280	4,889	4,889	6.38%
24	noche	55,277	4,200	0	0	0.00%
25	día	60,445	1,960	0	0	0.00%
25	noche	51,308		8,380	8,380	12.31%
26	día	0	0	0	13,452	100.00%
26	noche	34,642	6,440	0	0	0.00%
27	día	28,218	7,620	330	330	0.90%
27	noche	56,000	840	5,238	5,238	7.78%
28	día					
28	noche					
29	día	59,669	2,800	3,143	3,143	4.57%
29	noche	41,800	1,400		12,860	22.94%
30	día	26,262	5,880		0	0.00%
30	noche	37,219	840	3,421	3,421	7.62%
31	día	23,815	5,320	5,598	5,598	13.88%
31	noche	35,049	2,800	4,727	4,727	9.99%
<b>Sumatoria:</b>		2,131,639	180,900	166,991	200,879	

Fuente: elaboración propia

A partir de la sumatoria de la tabla XI se pudo determinar el porcentaje de desecho del mes de octubre de la siguiente manera:

$\% \text{ de desecho del mes} = (200,879 \text{ unidades de desecho en el mes} / (2,131,639 \text{ unidades de primera en el mes} + 180,900 \text{ unidades de segunda en el mes} + 166,991 \text{ unidades para recuperación en el mes} + 200,879 \text{ unidades de desecho en el mes})) * 100 = 7.49\%$

La tabla XII representa un cuadro resumen de los datos de la tabla XI.

**Tabla XII. Cuadro resumen del control del porcentaje de desecho mes de octubre 2007**

	<b>Unidades producidas en el mes</b>	<b>Porcentaje respecto al total (%)</b>
<b>Pañal de primera</b>	2,131,639	79.53 %
<b>Pañal de segunda</b>	180,900	6.75 %
<b>Pañales para recuperación</b>	166,991	6.23 %
<b>Pañales de desecho</b>	200,879	7.49 %
<b>Pañales totales</b>	2,680,409	100.00 %

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, en la situación actual de la empresa el pañal de primera constituye un 79.53% de la producción total, el pañal de segunda un 6.75%, el pañal de recuperación un 6.23% y el pañal de desecho un 7.49%.

#### **4.2.5 Disminución de tiempo de paros**

En base a los resultados obtenidos en los incisos 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 y 4.2.4, páginas de la 69 a la 84, se determinarán los problemas y defectos a atacar, se realizará un análisis causa-raíz y se crearán acciones correctivas a las que se les dará seguimiento y evaluarán sus resultados con el propósito de disminuir el tiempo de paros, disminuir el porcentaje de pañal de segunda y desecho, por consiguiente aumentar el OEE de la línea. Estos análisis y acciones correctivas se presentarán a continuación en los incisos 4.2.5.1, 4.2.5.2, 4.2.5.3 y 4.2.5.4.

#### **4.2.5.1 Problemas y defectos a atacar**

Utilizando las hojas de Excel presentadas en las figuras 18, 19, 20 y 21, los paros operativos, mecánicos y eléctricos del mes de octubre se colocaron en orden ascendente de tiempo de duración. Por órdenes del Gerente de la planta sólo se atacó la causa raíz de los primeros tres paros mayores para una mejor focalización

Los resultados de la tabla XIII se obtuvieron de la siguiente manera: La suma de todos los tiempos de paro por tape enrollado en los rodillos de tracción de tape que se dieron en cada turno del mes de octubre dio como resultado 1,510 minutos, de igual forma, la suma de todos los tiempos de paro por cambio de tamaño de pañal en los turnos del mes de octubre dio como resultado 826 minutos, etc.

La suma del tiempo de paros de los demás problemas presentados en la línea dieron como resultado valores de tiempo menores, por lo que no se tomarán en cuenta para realizar acciones correctivas pues al solucionarlas no se tendría un impacto significativo en el OEE de la línea. Estos problemas menores serán solucionados posteriormente en el inciso 4.3.5, página 107, conforme los paros mayores disminuyan su tiempo de duración y por consiguiente su efecto en la línea de producción disminuya.

Los tres paros mayores encontrados en el mes de octubre se presentan en la tabla XIII.

**Tabla XIII. Paros mayores encontrados en el mes de octubre 2007**

<b>Paros</b>	<b>Tiempo de duración (min)</b>
Tape enrollado en los rodillos de tracción de tape	1,510
Cambio de tamaño de pañal	826
Falta de filo de la cuchilla de corte anatómico	825

Fuente: elaboración propia

El paro por tape enrollado en rodillo de tracción de tape, el cambio de tamaño y los problemas de filo en la cuchilla de corte anatómico son los principales paros mecánicos.

Por lo tanto, los problemas y defectos a atacar son:

- Tape enrollado en rodillo de tracción de tape
- Falta de filo en la cuchilla de corte anatómico
- Cambio de tamaño de pañal
- Pulpa descentrada
- Pañales quemados

Estos problemas y defectos son analizados en el siguiente inciso.

#### **4.2.5.2 Análisis causa-raíz**

Se realizó un análisis causa-raíz de los problemas y defectos más importantes del mes de octubre, realizando una investigación con los operadores mecánicos, mecánicos y el técnico de producción. Los hallazgos se presentan en la tabla XIV.

**Tabla XIV. Análisis causa-raíz de los principales problemas encontrados en el mes de octubre 2007**

<b>Problema</b>	<b>Causa raíz</b>
Tape enrollado en rodillo de tracción de tape	Los rodillos están demasiado usados y ya no ofrecen suficiente tracción, por lo que el tape se enrolla. Se corroboró con los datos del fabricante que el rodillo había sobrepasado ya su tiempo de vida útil.
Falta de filo en la cuchilla de corte anatómico	No se tiene un control del tiempo de vida útil de la cuchilla, por lo que hasta que da problemas se cambia.
Cambio de tamaño del pañal	Los operadores no se preparan con anterioridad ni se organizan bien para hacer el cambio de tamaño en la empacadora.
Pulpa descentrada	El tramo de la salida de la pulpa del tambor formador al rodillo de gofrado es muy largo y al momento de cortar la pulpa se mueve el material.
Pañales quemados	El sensor de la empacadora está 1 cm más abajo de lo que indican las especificaciones de la máquina (debe estar 5cm sobre el nivel de la base) por lo que no lee bien la presencia del pañal, la mordaza no baja en el momento correcto para sellar el paquete y cae sobre los pañales, quemándolos.

Fuente: elaboración propia

Las acciones correctivas a realizar se presentan en el siguiente inciso.

### 4.2.5.3 Acciones correctivas

Con base al análisis de causa raíz se establecieron acciones correctivas apoyadas con la experiencia de los operadores mecánicos, mecánicos y el técnico de producción, las cuales se presentan en la tabla XV:

**Tabla XV. Acciones correctivas de los principales problemas del mes de octubre 2007**

<b>Problema</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Responsable (puesto)</b>
Tape enrollado en rodillo de tracción de tape	Cambio de rodillos de tracción de tape y análisis de su tiempo de vida útil en base al contador de pañales producidos de la máquina para que sean cambiados a tiempo de ahora en adelante.	Mecánicos
Problemas de filo en la cuchilla de corte anatómico	Cambio de cuchilla de corte anatómico y análisis de su tiempo de vida útil en base al contador de pañales producidos de la máquina para que sea cambiada a tiempo y para verificar que los datos de tiempo de vida útil proporcionados por el proveedor sean verídicos.	Mecánicos
Cambio de tamaño del pañal	Compra de carretas para almacenar todo el equipo y herramientas necesarias para el cambio de tamaño en la empacadora, el cual debe ser preparado con 2 horas de anticipación por los mecánicos.	Técnico de producción
Pulpa descentrada	El rodillo de gofrado será colocado 1 m más cerca de la salida del tambor formador.	Técnico de producción
Pañales quemados	Los eléctricos de la planta ajustarán bien el sensor de presencia de producto en la empacadora para que no se baje y lea bien.	Eléctricos

Fuente: elaboración propia

Junto a cada acción correctiva se acordó un responsable y una fecha límite para llevarla a cabo en un período no mayor a 30 días.

#### **4.2.5.4 Seguimiento de las acciones correctivas y evaluación de los resultados**

El seguimiento consiste en la recopilación de los datos y el análisis del porcentaje del OEE, el control del rendimiento de la línea, de los defectos de los pañales, del porcentaje de pañal de segunda y de desecho, a medida que avanza un proyecto. Este seguimiento permite conocer cuando algo no está marchando según lo esperado, que es aumento de la eficiencia global de la línea. El seguimiento proporciona la base para la evaluación.

La evaluación consiste en la comparación de los resultados del mes con los del mes anterior y comprobar que las medidas correctivas atacaron la raíz del problema y que esto repercute en el aumento de la eficiencia global de la línea. Está enfocada hacia lo que se había establecido hacer, lo que se ha conseguido y cómo se ha conseguido.

Se le dio seguimiento a las acciones correctivas planteadas en el inciso anterior y se comprobó su finalización en la fecha fijada. En base al control del porcentaje de OEE, control del rendimiento de la línea por grupo y al control de los defectos de los pañales del mes siguiente (noviembre 2007) se realizó la evaluación de los resultados de dichas acciones para comprobar si los problemas habían sido eliminados o habían disminuido.

Los resultados fueron calculados de la siguiente manera, como muestra de cálculo se tomará el problema de tape enrollado en el rodillo de tracción de tape:

A lo largo del mes de octubre el paro de tape enrollado en el rodillo de tracción de tape tuvo una duración de 1,510 minutos y en noviembre una duración de 300 minutos, por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de reducción del paro} &= (300 \text{ min} / 1,510 \text{ min}) * 100 = 19.87\% \\ &= 100\% - 19.87\% = 80.13\% \end{aligned}$$

De esta misma forma fueron calculados los demás resultados de las acciones correctivas que se presentan en la tabla XVI.

**Tabla XVI. Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes de octubre 2007**

<b>PROBLEMA</b>	<b>ACCIÓN CORRECTIVA</b>	<b>RESULTADO</b>
Tape enrollado en rodillo de tracción de tape	Cambio de rodillos de tracción de tape	Se cambiaron los rodillos. El problema se redujo en un 80.13%
Problemas de filo en la cuchilla de corte anatómico	Cambio de cuchilla de corte anatómico y análisis de su tiempo de vida útil en base al contador de pañales producidos de la máquina para que sea cambiada a tiempo y para verificar que los datos de tiempo de vida útil proporcionados por el proveedor sean verídicos.	Se cambió la cuchilla de corte anatómico. La vida útil de una cuchilla de corte anatómico es de aproximadamente 12 millones de cortes y si es usada, 6 millones de cortes, lo cual es lo que asegura el proveedor. El problema se redujo en un 17.17%

Continúa.

<p>Cambio de tamaño del pañal</p>	<p>Compra de carretas para almacenar todo el equipo y herramientas necesarias para el cambio de tamaño en la empacadora, el cual debe ser preparado con 2 horas de anticipación por los mecánicos</p>	<p>Se compraron dos carretas para cada operador y fueron entregadas conteniendo el equipo y las herramientas necesarias para realizar los cambios. El tiempo perdido en los cambios de tamaño se redujo en un 79.39%</p>
<p>Pulpa descentrada</p>	<p>El rodillo de gofrado será colocado 1 m más cerca de la salida del tambor formador</p>	<p>Se cambió de lugar el rodillo de gofrado pero aún se sigue presentando el mismo problema. Se evaluó nuevamente la situación y serán colocadas guías para evitar que la pulpa se mueva al momento de ser cortada.</p>
<p>Pañales quemados</p>	<p>Los eléctricos de la planta ajustarán bien el sensor de presencia de producto en la empacadora para que no se baje y lea bien</p>	<p>Los sensores fueron ajustados correctamente y había disminuido el problema, pero se le colocó una guía a la salida del pañal. La guía no se colocó correctamente por lo que los paquetes de pañal quedaban trabados y la mordaza de sellado seguía bajando y quemaba los pañales, por lo que se cambiará su posición para corregir el problema.</p>

Fuente: elaboración propia

### **4.3 Evaluación de avances y resultados**

A continuación se resumen los resultados de los cuatro meses estudiados, octubre, noviembre y diciembre del año 2007 y enero 2008. Para obtener los resultados de las tablas mostrados en esta sección se utilizó la misma metodología explicada a lo largo de la sección 4.2, a partir de la página 69. Es en base a los resultados de las tablas de esta sección que se analizará la situación actual de la empresa con los resultados obtenidos con el trabajo de graduación.

Cada uno de los incisos presentados a continuación, del inciso 4.3.1 al inciso 4.3.5 fueron herramientas para aumentar el porcentaje de OEE, por lo que los porcentajes de OEE obtenidos con estas mejoras se presentarán en el inciso 4.3.6, página 112.

#### **4.3.1 Control del rendimiento de la línea por grupo**

En base a la información adquirida por el reporte de producción llenado por cada operador mecánico como se muestra en el apéndice, figura 26, se llevó un control del tiempo de paros por cada grupo y no por turno, debido a que el personal se rota, trabajando una semana de día y la siguiente semana de noche y lo que se quiere monitorear es el rendimiento de cada grupo a lo largo cada mes (octubre, noviembre y diciembre del año 2007 y enero 2008).

Se obtuvieron los resultados presentados en las tablas XVII a la XXIV. La muestra de cálculo para obtener estos datos se encuentran en el inciso 4.2.2, página 76.

**Tabla XVII. Control de rendimiento del grupo A, octubre 2007**

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros</b>	6,031	100.52
Paros programados	1,740	29.00
Paros mecánicos	1,029	17.15
Paros por cambios	945	15.75
Paros por falta de limpieza oportuna	638	10.63
Paros por preparación	450	7.50
Paros por calidad	426	7.10
Paros eléctricos	405	6.75
Paros por ajustes	345	5.75
Paros por personal	45	0.75
Paros por material de empaque y materias primas	8	0.13
Paros por servicios	0	0.00
Paros por planificación	0	0.00
Paros misceláneos	0	0.00

Total: 100.52 h  
4.19 días

Fuente: elaboración propia

**Tabla XVIII. Control de rendimiento del grupo B, octubre 2007**

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros</b>	6,309	105.15
Paros programados	1,590	26.50
Paros mecánicos	1,387	23.12
Paros por cambios	1,226	20.43
Paros por preparación	782	13.03
Paros por falta de limpieza oportuna	535	8.92
Paros por ajustes	524	8.73
Paros eléctricos	191	3.18
Paros por calidad	29	0.48
Paros por personal	25	0.42
Paros por material de empaque y materias primas	20	0.33
Paros por servicios	0	0.00
Paros por planificación	0	0.00
Paros misceláneos	0	0.00

Total: 105.15 h

Fuente: elaboración propia 4.38 días

**Tabla XIX. Control de rendimiento del grupo A, noviembre 2007**

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros</b>	4,970	82.83
Paros programados	1,455	24.25
Paros mecánicos	1,423	23.72
Paros por preparación	717	11.95
Paros por falta de limpieza oportuna	288	4.80
Paros eléctricos	262	4.37
Paros por cambios	143	2.38
Paros por servicios	140	2.33
Paros por material de empaque y materias primas	100	1.67
Paros por calidad	132	2.20
Paros por ajustes	120	2.00
Paros misceláneos	120	2.00
Paros por personal	70	1.17
Paros por planificación	0	0.00

Total: 82.83 h

Fuente: elaboración propia

3.45 días

**Tabla XX. Control de rendimiento del grupo B, noviembre 2007**

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros</b>	4,405	73.42
Paros programados	1,440	24.00
Paros mecánicos	1,229	20.48
Paros por falta de limpieza oportuna	910	15.17
Paros por cambios	213	3.55
Paros por calidad	115	1.92
Paros por ajustes	110	1.83
Paros por personal	110	1.83
Paros por preparación	105	1.75
Paros eléctricos	92	1.53
Paros por servicios	51	0.85
Paros misceláneos	30	0.50
Paros por planificación	0	0.00
Paros por material de empaque y materias primas	0	0.00

Total: 73.42 h

Fuente: elaboración propia

3.06 días

**Tabla XXI. Control de rendimiento del grupo A, diciembre 2007**

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros:</b>	3,489	58.15
Paros mecánicos	1,244	20.73
Paros programados	785	13.08
Paros por personal	413	6.88
Paros por falta de limpieza oportuna	240	4.00
Paros por preparación	210	3.50
Paros por calidad	209	3.48
Paros por planificación	180	3.00
Paros eléctricos	120	2.00
Paros por cambios	32	0.53
Paros por material de empaque y materias primas	30	0.50
Paros por ajustes	26	0.43
Paros por servicios	0	0.00
Paros misceláneos	0	0.00

Total: 58.15 h  
2.42 días

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXII. Control de rendimiento del grupo B, diciembre 2007**

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros</b>	4,283	71.38
Paros por preparación	1,178	19.63
Paros mecánicos	939	15.65
Paros programados	920	15.33
Paros por ajustes	435	7.25
Paros eléctricos	320	5.33
Paros por personal	300	5.00
Paros por servicios	100	1.67
Paros por falta de limpieza oportuna	71	1.18
Paros por cambios	20	0.33
Paros por planificación	0	0.00
Paros por calidad	0	0.00
Paros por material de empaque y materias primas	0	0.00
Paros misceláneos	0	0.00

Total: 71.38 h  
2.97 días

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXIII. Control de rendimiento del grupo A, enero 2008**

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros</b>	4,621	77.02
Paros programados	1,455	24.25
Paros mecánicos	1,372	22.87
Paros por preparación	543	9.05
Paros eléctricos	274	4.57
Paros por falta de limpieza oportuna	253	4.22
Paros por servicios	133	2.22
Paros por cambios	130	2.17
Paros por material de empaque y materias primas	130	2.17
Paros por ajustes	125	2.08
Paros por calidad	110	1.83
Paros misceláneos	66	1.10
Paros por personal	30	0.50
Paros por planificación	0	0.00

Total: 77.02 h  
3.21 días

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXIV. Control de rendimiento del grupo B, enero 2008**

Descripción de paros	Total (min)	Total (h)
<b>Tiempo total de paros</b>	1,928	32.13
Paros por preparación	697	11.62
Paros mecánicos	412	6.87
Paros programados	210	3.50
Paros eléctricos	206	3.43
Paros por ajustes	161	2.68
Paros por personal	102	1.70
Paros por cambios	76	1.27
Paros por falta de limpieza oportuna	49	0.82
Paros por servicios	10	0.17
Paros por planificación	5	0.08
Paros misceláneos	0	0.00
Paros por material de empaque y materias primas	0	0.00
Paros por calidad	0	0.00

Total: 32.13 h  
1.34 días

Fuente: elaboración propia

Como puede verse en las tablas XVII a la XXIV, para los grupos A y B los paros de mayor proporción siempre fueron los paros por preparación, los paros programados y los paros mecánicos.

A continuación se presenta la tabla XXV como un cuadro resumen del control de rendimiento por grupo.

**Tabla XXV. Cuadro resumen del control de rendimiento por grupo**

Mes	Grupo A		Grupo B	
	en minutos	en días	en minutos	en días
Octubre 2007	6,031	4.19	6,309	4.38
Noviembre 2007	4,970	3.45	4,405	3.06
Diciembre 2007	3,489	2.42	4,283	2.97
Enero 2008	4,621	3.21	1,928	1.34

Fuente: elaboración propia

La disminución del tiempo muerto se puede traducir para el grupo A a 0.98 días (2,699 minutos) y para el grupo B a 3.04 días (4,381 minutos) aproximadamente, calculándolo de la siguiente forma y basándose en los datos obtenidos en el cuadro resumen, tabla XXV:

Tiempo total de paros del grupo A correspondiente al mes de octubre menos el tiempo total de paros del grupo A correspondiente al mes de enero = 6,031 min - 4,621 min = 1410 min  $\approx$  0.98 días

Tiempo total de paros del grupo B correspondiente al mes de octubre menos el tiempo total de paros del grupo B correspondiente al mes de enero = 6,309 min - 1,928 min = 4,381 min  $\approx$  3.04 días

Al sumar los tiempos de paros de ambos turnos en cada mes, resumidos en la tabla XXV, se tiene que en octubre fueron 8.57 días (4.19 días del grupo A + 4.38 días del grupo B = 8.57 días), en noviembre 6.51 días, en diciembre 5.39 días y en enero 4.55 días, por lo que existió una reducción del 46.91% en el tiempo de paros de la situación actual, se calculó de la siguiente manera:

$(4.55 \text{ días de paros en enero} / 8.57 \text{ días de paros en octubre}) * 100$

= representa el 53.09%

=  $100\% - 53.09\% =$  se redujo un 46.91 %

#### **4.3.2 Control de los defectos de los pañales**

Se recopiló diariamente la información proporcionada por las empacadoras sobre los defectos de los pañales presentados en su turno al utilizar la hoja de registro de la figura 22.

De la tabla XXVI a la tabla XXIX se presentan los resultados totales de cada mes, desde octubre 2007 a enero 2008. Los valores expresados en cada tabla fueron calculados como se muestra en el inciso 4.2.3, página 79.

Las casillas no sombreadas en las tablas son los defectos que corresponden a pañales de segunda calidad y las casillas sombreadas son los defectos que corresponden a los pañales de desecho.

**Tabla XXVI. Control de defectos de los pañales en el mes de octubre 2007**

<b>Defecto</b>	<b>Total (unidades)</b>	<b>Porcentaje</b>
Pulpa descentrada, más de 1 cm	29,766	25.59%
Las barreras están pegadas	17,357	14.92%
Falta de pegamento en la cubierta, poli, licras o frontal tape	8,574	7.37%
Frontal tape mal pegado o con falta de adhesivo	8,266	7.11%
Sin polímero súper absorbente (SAP)	7,162	6.16%
Falta de una licra	6,327	5.44%
Pegamento sobre cubierta exterior	4,885	4.20%
Licra inoperante en uno de los dos lados	4,808	4.13%
No tiene banda elastizada	4,176	3.59%
Sin frontal tape	3,981	3.42%
Frontal tape descentrado respecto a la pulpa + /- 1.5 cm	2,704	2.32%
Frontal tape doblado, maltratado o con pliegues	2,615	2.25%
Muy poca pulpa	2,551	2.19%
Tiene menos de 5 mm de banda elastizada en frente	2,140	1.84%
Tape torcido	1,777	1.53%
Pañal quemado	1,343	1.15%
Sin frontal loop	1,248	1.07%
Cubierta sucia o contaminada	1,162	1.00%
Pulpa expuesta	843	0.72%
Tela rota o rasgada, pulpa expuesta	770	0.66%
Pegamento sobre la pulpa	735	0.63%
Falta de 1 tape	699	0.60%
Tape se despega	623	0.54%
Licra inoperante en los dos lados	586	0.50%
Pegamento sobre la licra	456	0.39%
Tapes al revés	322	0.28%
Pulpa sucia	319	0.27%
Otros	136	0.12%
Dobles en la punta del tape que dificulta el despegue	1	0.00%
Picos grandes, mayores de 2 cm	0	0.00%
<b>Sumatoria:</b>	<b>116,332</b>	

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXVII. Control de defectos de los pañales en el mes de noviembre 2007**

<b>Defecto</b>	<b>Total (unidades)</b>	<b>Porcentaje</b>
Pulpa descentrada, más de 1 cm	38,154	29.89%
Las barreras están pegadas	17,407	13.64%
Falta de una licra	13,054	10.23%
Licra inoperante en uno de los dos lados	9,048	7.09%
Falta de pegamento en la cubierta, poli, licras o frontal tape	8,750	6.85%
Sin frontal tape	6,245	4.89%
Sin polímero súper absorbente (SAP)	5,011	3.93%
Pañal quemado	4,323	3.39%
Frontal tape mal pegado o con falta de adhesivo	3,733	2.92%
Tape torcido	3,391	2.66%
Frontal tape descentrado respecto a la pulpa +/- 1.5 cm	3,272	2.56%
Cubierta sucia o contaminada	1,907	1.49%
Frontal tape doblado, maltratado o con pliegues	1,805	1.41%
Pegamento sobre la licra	1,663	1.30%
Tiene menos de 5 mm de banda elastizada en frente	1,600	1.25%
Muy poca pulpa	1,485	1.16%
Pegamento sobre cubierta exterior	1,322	1.04%
Otros	1,295	1.01%
No tiene banda elastizada	855	0.67%
Pulpa expuesta	630	0.49%
Pulpa sucia	567	0.44%
Pegamento sobre la pulpa	534	0.42%
Picos grandes, mayores de 2 cm	431	0.34%
Sin frontal loop	396	0.31%
Tela rota o rasgada, pulpa expuesta	296	0.23%
Falta de 1 tape	210	0.16%
Tapes al revés	142	0.11%
Tape se despegó	50	0.04%
Dobles en la punta del tape que dificulta el despegue	48	0.04%
Licra inoperante en los dos lados	40	0.03%

**Sumatoria:** 127,664

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXVIII. Control de defectos de los pañales en el mes de diciembre  
2007**

Defecto	Total (unidades)	Porcentaje
Las barreras están pegadas	36,640	23.86%
Pulpa descentrada, más de 1 cm	17,243	11.23%
Falta de una licra	15,536	10.12%
Frontal tape descentrado respecto a la pulpa + /- 1.5 cm	7,660	4.99%
Falta de pegamento en la cubierta, poli, licras o frontal tape	7,500	4.88%
Sin polímero súper absorbente (SAP)	6,715	4.37%
Sin frontal tape	6,235	4.06%
Licra inoperante en uno de los dos lados	6,184	4.03%
Frontal tape mal pegado o con falta de adhesivo	5,847	3.81%
No tiene banda elastizada	4,383	2.85%
Tape torcido	4,210	2.74%
Cubierta sucia o contaminada	3,172	2.07%
Tiene menos de 5 mm de banda elastizada en frente	3,060	1.99%
Muy poca pulpa	2,850	1.86%
Pegamento sobre la pulpa	2,794	1.82%
Otros	2,608	1.70%
Tape se despega	2,266	1.48%
Pegamento sobre la licra	2,259	1.47%
Pañal quemado	2,193	1.43%
Pegamento sobre cubierta exterior	2,105	1.37%
Licra inoperante en los dos lados	2,100	1.37%
Frontal tape doblado, maltratado o con pliegues	2,036	1.33%
Sin frontal loop	1,629	1.06%
Pulpa expuesta	1,255	0.82%
Falta de 1 tape	1,220	0.79%
Pulpa sucia	1,207	0.79%
Tela rota o rasgada, pulpa expuesta	858	0.56%
Picos grandes, mayores de 2 cm	730	0.48%
Tapes al revés	589	0.38%
Dobles en la punta del tape que dificulta el despegue	476	0.31%
<b>Sumatoria:</b>	<b>153,560</b>	

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXIX. Control de defectos de los pañales en el mes de enero 2008**

<b>Defecto</b>	<b>Total (unidades)</b>	<b>Porcentaje</b>
Las barreras están pegadas	5,912	10.65%
Sin polímero súper absorbente (SAP)	5,870	10.58%
Sin frontal tape	5,520	9.95%
Pulpa descentrada, más de 1 cm	5,323	9.59%
Pegamento sobre cubierta exterior	4,740	8.54%
Muy poca pulpa	4,320	7.78%
Frontal tape descentrado respecto a la pulpa + /- 1.5 cm	3,920	7.06%
Falta de una licra	2,556	4.61%
Falta de pegamento en la cubierta, poli, licras o frontal tape	2,940	5.30%
Frontal tape mal pegado o con falta de adhesivo	1,800	3.24%
Picos grandes, mayores de 2 cm	1,720	3.10%
Licra inoperante en uno de los dos lados	1,660	2.99%
Frontal tape doblado, maltratado o con pliegues	1,640	2.96%
Tape torcido	1,360	2.45%
Cubierta sucia o contaminada	1,198	2.16%
Pulpa expuesta	1,127	2.03%
Pañal quemado	1,175	2.12%
No tiene banda elastizada	840	1.51%
Licra inoperante en los dos lados	560	1.01%
Tiene menos de 5 mm de banda elastizada en frente	420	0.76%
Pegamento sobre la pulpa	355	0.64%
Pegamento sobre la licra	146	0.26%
Tela rota o rasgada, pulpa expuesta	133	0.24%
Pulpa sucia	130	0.23%
Tapes al revés	60	0.11%
Falta de 1 tape	50	0.09%
Tape se despega	20	0.04%
Sin frontal loop	0	0.00%
Dobles en la punta del tape que dificulta el despegue	0	0.00%
Otros	0	0.00%

**Sumatoria:** 55,495

Fuente: elaboración propia

En el mes de octubre el mayor defecto, pulpa descentrada más de 1 cm, constituía un 25.59% de los pañales recuperados (ver tabla XXVI), a lo largo del trabajo de graduación se empezaron a equiparar y en enero el mayor defecto, barreras pegadas, constituyó un 10.65% (ver tabla XXIX). Por lo que, en base a los resultados de la tabla XXVI a la tabla XXIX se evidenció que los defectos presentados en los pañales de segunda calidad y en los pañales defectuosos disminuyeron en proporción.

#### **4.3.3 Control del porcentaje de desecho**

Se hizo uso de la hoja de cálculo elaborada para calcular el porcentaje de desecho mensual, figura 23. En base a las libras de desecho anotadas en el reporte de producción y las especificaciones de peso de cada tamaño de pañal, se calculó el número de unidades de desecho. El porcentaje de desecho mensual se calculó mediante las unidades de desecho respecto a la cantidad total producida en el mes como se mostró en el inciso 4.2.4, página 81.

Los resultados del porcentaje de desecho de los meses octubre, noviembre y diciembre 2007 y enero 2008 se muestran en las tablas XXX, XXXI, XXXII y XXXIII:

**Tabla XXX. Cuadro resumen del control del porcentaje de desecho mes de octubre 2007**

	<b>Unidades producidas en el mes</b>	<b>Porcentaje respecto al total (%)</b>
<b>Pañal de primera</b>	2,131,639	79.53 %
<b>Pañal de segunda</b>	180,900	6.75 %
<b>Pañales para recuperación</b>	166,991	6.23 %
<b>Pañales de desecho</b>	200,879	7.49 %
<b>Pañales totales</b>	2,680,409	100.00 %

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXXI. Cuadro resumen del control del porcentaje de desecho mes de noviembre 2007**

	<b>Unidades producidas en el mes</b>	<b>Porcentaje respecto al total (%)</b>
<b>Pañal de primera</b>	2,078,124	76.38 %
<b>Pañal de segunda</b>	190,700	7.01 %
<b>Pañales para recuperación</b>	174,623	6.42 %
<b>Pañales de desecho</b>	277,440	10.20 %
<b>Pañales totales</b>	2,720,887	100.00 %

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXXII. Cuadro resumen del control del porcentaje de desecho mes de diciembre 2007**

	<b>Unidades producidas en el mes</b>	<b>Porcentaje respecto al total (%)</b>
<b>Pañal de primera</b>	2,033,742	76.55 %
<b>Pañal de segunda</b>	136,584	5.14 %
<b>Pañales para recuperación</b>	321,378	12.10 %
<b>Pañales de desecho</b>	11,076	0.42 %
<b>Pañales totales</b>	2,656,649	100.00 %

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXXIII. Cuadro resumen del control del porcentaje de desecho mes de enero 2008**

	<b>Unidades producidas en el mes</b>	<b>Porcentaje respecto al total (%)</b>
<b>Pañal de primera</b>	964,408	82.54 %
<b>Pañal de segunda</b>	34,778	2.98 %
<b>Pañales para recuperación</b>	48,700	4.17 %
<b>Pañales de desecho</b>	40,461	3.46 %
<b>Pañales totales</b>	1,168,347	100.00 %

Fuente: elaboración propia

Al comparar el mes de octubre (tabla XXX) con el mes de enero (tabla XXXIII) se puede determinar que, con el trabajo de graduación, se obtuvo mejoras en el aumento del porcentaje de pañal de primera, de 79.53% a 82.54%, la producción de pañal de segunda se redujo de 6.75% a 2.98%, la cantidad pañales para recuperación se redujo de 6.23% a 4.17% y la producción de pañales de desecho se redujo de 7.49% a 3.46%. Por lo tanto el porcentaje de pañal de primera aumentó 3.01% (82.54% de enero – 79.53% de octubre = aumento de 3.01%), el pañal de segunda disminuyó 3.77%, la cantidad de pañales para recuperación se redujo un 2.06% y el desecho se redujo en 4.03%.

#### **4.3.4 Problemas y defectos a atacar**

Utilizando las hojas de Excel presentadas en las figuras 18, 19, 20 y 21, los paros operativos, mecánicos y eléctricos del mes de octubre se colocaron en orden descendente de tiempo de duración. Por órdenes del Gerente de la planta sólo se atacó la causa raíz de los primeros tres paros mayores para una mejor focalización, porque es mejor enfocarse en sólo tres problemas y solucionarlos que abarcar 5 o más y no resolverlos completamente.

Los tres paros mayores encontrados en los meses de octubre, noviembre y diciembre 2007 y enero 2008 se presentan de la tabla XXXIV a la tabla XXXVII. Los resultados de estas tablas fueron obtenidos como se muestra en el inciso 4.2.5.1, página 85.

**Tabla XXXIV. Paros mayores encontrados en el mes de octubre 2007**

<b>Paros</b>	<b>Tiempo de duración (min)</b>
Tape enrollado en los rodillos de tracción de tape	1,510
Cambio de tamaño de pañal	826
Falta de filo de la cuchilla de corte anatómico	825

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXXV. Paros mayores encontrados en el mes de noviembre 2007**

<b>Paros</b>	<b>Tiempo de duración (min)</b>
Mal corte de la cuchilla de tape	1,085
Tela no tejida reventada	339
Esperar que se calienten los tanques de pegamento	300

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXXVI. Paros mayores encontrados en el mes de diciembre 2007**

<b>Paros</b>	<b>Tiempo de duración (min)</b>
Barra de aplicación de pegamento a polietileno tapada	1,372
Papel reventado al hacer el cambio	769
Limpieza de sacos y osprey	400

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXXVII. Paros mayores encontrados en el mes de enero 2008**

<b>Paros</b>	<b>Tiempo de duración (min)</b>
Barra transportadora de producto trabada	2,221
Falta de repuesto de cuchilla de corte anatómico	1,555
Se quemó el motor del osprey	1,423

Fuente: elaboración propia

En base a los resultados de la tabla XXXIV a la tabla XXXVII y los mayores defectos de los pañales de recuperación, en cada mes se elaboraron acciones correctivas, se les dio seguimiento y se valuó su efectividad como se muestra en el siguiente inciso.

#### **4.3.5 Seguimiento de las acciones correctivas y evaluación de los resultados**

Se le dio seguimiento a las acciones correctivas planteadas en el inciso anterior, se comprobó su finalización en la fecha fijada y se evaluó su efectividad como se muestra de la tabla XXXVIII a la tabla XLI.

Los cálculos para valuar la efectividad de las acciones correctivas fueron realizados como se mostró en el inciso 4.2.5.4, página 83.

**Tabla XXXVIII. Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes de octubre 2007**

<b>Problema</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Resultado</b>
Tape enrollado en rodillo de tracción de tape	Cambio de rodillos de tracción de tape	Se cambiaron los rodillos. El problema se redujo en un 80.13%
Problemas de filo en la cuchilla de corte anatómico	Cambio de cuchilla de corte anatómico y análisis de su tiempo de vida útil en base al contador de pañales producidos de la máquina para que sea cambiada a tiempo y para verificar que los datos de tiempo de vida útil proporcionados por el proveedor sean verídicos.	Se cambió la cuchilla de corte anatómico. La vida útil de una cuchilla de corte anatómico es de aproximadamente 12 millones de cortes y si es usada, 6 millones de cortes, lo cual es lo que asegura el proveedor. El problema se redujo en un 17.17%
Cambio de tamaño del pañal	Compra de carretas para almacenar todo el equipo y herramientas necesarias para el cambio de tamaño en la empacadora, el cual debe ser preparado con 2 horas de anticipación por los mecánicos	Se compraron dos carretas para cada operador y fueron entregadas conteniendo el equipo y las herramientas necesarias para realizar los cambios. El tiempo perdido en los cambios de tamaño se redujo en un 79.39%
Pulpa descentrada	El rodillo de gofrado será colocado 1 m más cerca de la salida del tambor formador	Se cambió de lugar el rodillo de gofrado pero aún se sigue presentando el mismo problema. Se evaluó nuevamente la situación y serán colocadas guías para evitar que la pulpa se mueva al momento de ser cortada.

Continúa.

Pañales quemados	Los técnicos eléctricos de la planta ajustarán bien el sensor de presencia de producto en la empacadora para que no se baje y lea bien	Los sensores fueron ajustados correctamente y había disminuido el problema, pero se le colocó una guía a la salida del pañal. La guía no se colocó correctamente por lo que los paquetes de pañal quedaban trabados y la mordaza de sellado seguía bajando y quemaba los pañales, por lo que se cambiará su posición para corregir el problema.
------------------	--	---

Fuente: elaboración propia

**Tabla XXXIX. Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes de noviembre 2007**

Problema	Acción correctiva	Resultado
Mal corte de la cuchilla de tape	Mejora de la succión del tambor. Eliminación de la fuga en el sistema de enfriamiento.	El tambor de la cuchilla ofrece una mejor succión y la cuchilla ya no se calienta demasiado. El problema fue disminuido en un 70.05%
Tela no tejida reventada al hacer los cambios	Arreglo del sistema neumático de la portabobina.	Al arreglar el sistema neumático de la portabobina, la bobina de tela ahora es sujeta en forma completa y correctamente y ya no se revienta al hacer el cambio. Los paros por tela no tejida reventada se redujo un 30.27%.
Esperar que se calienten los tanques de pegamento	Programar al mecánico de turno para que los días lunes encienda los tanques 30 minutos antes de iniciar el turno.	Se programó al mecánico de turno y el tiempo de espera fue eliminado completamente.

Continúa.

Pulpa descentrada	Colocación de guías para evitar que la pulpa se mueva al momento de ser cortada.	Las guías se colocaron y el problema disminuyó un 54.81%
Pañales quemados	Ajuste de guía en la salida de la empacadora.	Se ajustaron bien las guías y el problema se redujo un 49.27%

Fuente: elaboración propia

**Tabla XL. Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes de diciembre 2007**

<b>Problema</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Resultado</b>
Barra de aplicación de pegamento a polietileno tapada	Elaboración de tablas de temperatura de aplicación según la velocidad en que opera la máquina por parte del técnico de la planta	Al controlar las temperaturas adecuadas de aplicación eliminó el problema de que el pegamento se carbonizara en las barras de aplicación y por consiguiente se taparan. La tabla se encuentra en el apéndice, tabla XLVII.
Papel reventado al hacer el cambio	Evaluar la resistencia del papel al momento de hacer los cambios	Se evaluó la resistencia y se comprobó que el material no era capaz de resistir los cambios. El papel se cambió por tela de 110 mm con la cual se disminuyó el problema en 67.30%
Limpieza de sacos y osprey	Evaluar la periodicidad con que los sacos y osprey deben limpiarse.	Se estableció que los sacos y el osprey deben limpiarse completamente todos los lunes antes de que las máquinas arranquen, con esto de eliminó el problema.

Continúa.

Barreras pegadas	Modificación de las especificaciones del ancho del cierre de barreras (Especificación: 15 cm ± 1 cm)	Se aumentó la especificación sobre la distancia de cierre de barreras a 19 cm ± 1 cm ya que por la naturaleza del sistema de aplicación de pegamento de licra de barreras siempre existen residuos después de finalizar la aplicación. El problema disminuyó en un 42.13%
Cubierta sucia o contaminada	Establecer que las bandas y la empacadora deben ser desinfectadas antes de los arranques de la máquina y después de tiempo de paros muy largos	Se logró que el problema disminuyera en un 49.86%

Fuente: elaboración propia

**Tabla XLI. Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes de enero 2008**

<b>Problema</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Resultado</b>
Barra transportadora de producto trabada	Cambio de pistón expulsor de la barra transportadora de producto porque el que se tenía estaba defectuoso	El problema fue corregido en un 100%, no se volvió a presentar.
Falta de repuesto de cuchilla de corte anatómico	El encargado de bodega debe mantener registro de existencias en Bodega de repuestos	El problema no volvió a repetirse.

Fuente: elaboración propia

En todos los casos se obtuvo una disminución significativa en el tiempo de paros o la completa eliminación del problema, por lo que se determina que las acciones correctivas fueron precisas al determinar la causa raíz y su efectividad se evidencia en la mejora del OEE presentada en el siguiente inciso.

#### **4.3.6 Control del porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE de la línea de pañales**

Se hizo uso las hojas de Excel presentadas en las figuras 18, 19, 20 y 21, para cargar los paros mecánicos, eléctricos y operativos de cada turno laborado, teniendo como resultado el porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE por mes. Los resultados se resumen en las tablas XLII a la XLV.

La muestra de cálculo para obtener estos datos se encuentran en el inciso 4.2.1, página 69.

**Tabla XLII. Cuadro resumen del OEE del mes de octubre 2007**

<b>Disponibilidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Calidad</b>	<b>OEE</b>
56.27%	85.74%	72.71%	37.90%

Fuente: elaboración propia

**Tabla XLIII. Cuadro resumen del OEE del mes de noviembre 2007**

<b>Disponibilidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Calidad</b>	<b>OEE</b>
61.07%	81.03%	96.17%	48.71%

Fuente: elaboración propia

**Tabla XLIV. Cuadro resumen del OEE del mes de diciembre 2007**

<b>Disponibilidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Calidad</b>	<b>OEE</b>
57.18%	86.77%	94.38%	52.95%

Fuente: elaboración propia

**Tabla XLV. Cuadro resumen del OEE del mes de enero 2008**

<b>Disponibilidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Calidad</b>	<b>OEE</b>
65.97%	87.69%	91.49%	66.32%

Fuente: elaboración propia

A partir de estos resultados se determina que el porcentaje de OEE tuvo un aumento de 28.42% entre el mes de octubre y el mes de enero:

$$66.32\% \text{ de OEE en enero} - 37.90\% \text{ de OEE en octubre} = \text{aumentó } 28.42\%$$

Al alcanzar un OEE de 66.32% en el mes de enero se tiene que ahora de 100 unidades que debieron producirse, se producen 66, comparado con la situación actual de la empresa en la que de 100 unidades que debían producirse, sólo se producían 38.

Según la teoría del inciso 2.6.2.2, página 24, un porcentaje de OEE menor que 65% es considerado inaceptable; un OEE entre 65% y 75% es regular, es aceptable sólo si se está en proceso de mejora, se tienen todavía pérdidas económicas y baja competitividad. Por lo tanto, la condición actual de la empresa dejó de ser inaceptable y ahora es regular pero en proceso de mejora.

Según las tablas XLII, XLIII, XLVI y XLV, el porcentaje de calidad mejoró un 18.78% (72.71% en octubre - 91.49% en enero = aumentó 18.78%), lo que se refleja en la reducción del desecho y pañal de segunda, al igual que la disponibilidad de la máquina que aumentó 9.7% (de 56.27 % en octubre a 65.97 % en enero) con la reducción del tiempo muerto de la máquina y el rendimiento tuvo una ligera mejoría de 1.95% (de 85.74% a 87.69% en enero) pero continúa siendo aceptable.

#### **4.4 Fase de capacitación del personal**

Para obtener el apoyo del personal para con el proyecto se invirtió tiempo en capacitarlos para que comprendieran de qué se trata el sistema OEE, sus ventajas y las mejoras que son posibles de alcanzar.

##### **4.4.1 Capacitación sobre el sistema OEE**

Al iniciar el proyecto se dio una inducción al personal de la línea de pañales, 22 trabajadores en total, sobre qué es la Eficiencia Global del Equipo (OEE), la información que proporciona y sus ventajas. Al personal se le dio a conocer el porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE de su turno y se explicó el significado de cada uno de estos términos y lo que representan sus valores para la empresa.

Posteriormente se evaluó al personal en forma escrita, para comprobar que si habían comprendido la información. La prueba constaba de 5 sencillas preguntas:

- ¿Qué significa OEE?
- ¿Qué información proporciona el OEE?
- ¿Cuál es el porcentaje de OEE que posee actualmente la línea de pañales?
- ¿Cuál serán las metas a alcanzar?
- ¿Cómo puede usted, en su puesto, contribuir al aumento del porcentaje de OEE?

En base a los resultados de la primera capacitación, se calculó que el 64%, de los 22 trabajadores, comprendió perfectamente la capacitación, al 36% restante se tuvo en observación y se le reforzó el concepto de OEE en su área de trabajo. En la evaluación final, en el mes de febrero, se comprobó que un 96% del personal comprendía perfectamente a lo que se refería el OEE y el 4% del personal restante conocía el concepto pero no lo comprendía del todo.

#### **4.4.1.1 Metas**

Desde el inicio del proyecto al personal se le hizo saber las metas a alcanzar: Aumentar 20% el OEE de la línea, reducir el 40% del tiempo muerto mensual, disminuir el producto de desecho mensual en un 3% y reducir la producción de pañal de segunda en un 3%.

Las metas debían ser alcanzadas en 4 meses, por lo que se presentaron como un reto alcanzable con el trabajo en equipo. Se le indicó al personal la forma en que podían colaborar para alcanzar las metas según su puesto de trabajo.

#### **4.4.2 Presentación de resultados**

Desde octubre 2007 a enero 2008 se realizaron reuniones mensuales para presentar los resultados obtenidos al personal de ambos turnos de la línea de pañales, la programación de estas reuniones se presentan en la tabla XLVI. Se les dio a conocer que el porcentaje de OEE estaba aumentando y que los grupos de trabajo presentaban disminuciones en sus tiempos muertos.

**Tabla XLVI. Programación de las reuniones de presentación de resultados**

<b>Fecha de reunión</b>	<b>Hora</b>	<b>Lugar</b>	<b>Asistentes</b>	<b>Tema a discutir</b>
Martes 6 de noviembre de 2007	7:00 a.m.	Comedor	Todo el personal	Resultados del mes de octubre
Martes 4 de diciembre de 2007	7:00 a.m.	Comedor	Todo el personal	Resultados del mes de noviembre
Martes 8 de enero de 2008	7:00 a.m.	Comedor	Todo el personal	Resultados del mes de diciembre
Martes 5 de febrero de 2008	7:00 a.m.	Comedor	Todo el personal	Resultados del mes de enero

Fuente: elaboración propia

Se mostró que el porcentaje de desecho estaba disminuyendo y se les indicó cual debía ser su aporte para la disminución del desecho según su puesto de trabajo y se solicitó su compromiso.

Se les recalcaron las metas establecidas y se les siguió orientando en la forma de alcanzarlas según su puesto de trabajo.

#### **4.4.3 Motivación**

Se motivó a los trabajadores de las siguientes formas

- Se fomentó la creatividad, la generación de nuevas ideas y la iniciativa en las reuniones de presentación de resultados.
- Se les dio participación en la toma de decisiones
- Se les hizo saber cómo puede afectar su trabajo en los resultados del departamento de Producción y a la compañía en general.
- Se inculcó sentido de pertenencia, se logró que los trabajadores se identificaran con la meta del proyecto
- Se les proporcionó la información necesaria para potenciar sus habilidades y ayudarlos a crecer. La información proporcionada fue

acerca de cómo mejorando su trabajo puede contribuir a la mejora de los resultados presentados.

- Con las reuniones se proporcionaba retroalimentación de su desempeño indicando los puntos de progreso y aquellos que podían mejorarse.
- Al reunirse con los trabajadores de forma periódica se aprovechaba para hablar de los temas que les preocupaba, con lo cual se mejoró la confianza dentro de la organización.
- Se agradeció sinceramente sus esfuerzos verbalmente en las reuniones y por escrito en sus áreas de trabajo.
- Se reconoció y premió con electrodomésticos a los trabajadores que presentaron un desempeño extraordinario en la realización del proyecto.

El procedimiento general que se establecerá para mantener la motivación en los trabajadores será que el Supervisor de producción fijará metas de mediana dificultad y de corto plazo dependiendo de los puestos de trabajo y preparará adecuadamente a los trabajadores para ejecutarlas, facilitando las condiciones necesarias para su logro. Reconocerá siempre los logros alcanzados a lo largo del camino de la obtención de las metas.

#### **4.4.4 Compromiso con la mejora continua**

Con la aplicación del compromiso con la mejora continua se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la empresa. Para lograrla se realizó lo siguiente:

- Se sensibilizó al personal sobre la necesidad de participar activamente en el proceso y contribuir a la consecución de los objetivos. Se les motivó para cambiar actitudes y comportamientos reduciendo la resistencia al cambio adoptando un compromiso personal con la mejora continua.

- Se fomentó el uso de la crítica constructiva para convertirla en oportunidades de mejora.
- Se motivó la constante búsqueda de la satisfacción del cliente interno y externo
- Se dieron las condiciones necesarias para tener éxito en el proceso de mejora continua: Dirección comprometida, liderazgo visible y coherente con los principios de la calidad, comunicación permanente, cultura de calidad y oportunidad de participación por igual.
- El plan de acción trazado será orientando a identificar el problema, objetivo, potencial de mejora, etc., identificando todas las causas posibles, realizando propuestas de acciones concretas para evitar su repetición, implementación, evaluación y seguimiento.

El procedimiento general que se establecerá para mantener el compromiso con la mejora continua será que cada departamento revisará semestralmente sus procedimientos, definirá indicadores para facilitar la mejora de su eficiencia y el cumplimiento de sus objetivos, identificará oportunidades de mejora y en base a esos resultados se planificarán proyectos de mejora o nuevos procedimientos, los cuales deben enfocarse en el incremento de la eficacia y eficiencia de los procesos.

Todo el personal puede proponer un proyecto de mejora al departamento de calidad, quienes analizarán su factibilidad y designan a un coordinador del proyecto.

Será el departamento de calidad quien registre el control, el desarrollo y el seguimiento de los proyectos y también deberá enviar reportes quincenales de los avances de los proyectos a todos los departamentos de la empresa.

## 5. PROPUESTA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN OCASIONADA POR LOS PAÑALES

### 5.1 Uso de recursos naturales en la fabricación de pañales desechables<sup>19</sup>

Como recurso natural, en los pañales sólo se utiliza pulpa de madera, que es el principal componente de los productos desechables. La madera usada para todos los productos sanitarios (pañales, toallas femeninas, productos desechables para adultos, pañuelos faciales, toallas de papel y papel de baño) representa aproximadamente un 1% de toda la madera usada en el mundo. En contraste, el uso de madera para combustible representa aproximadamente un 53% del total, el 13% es usado para fabricar papel y cartón y el 33% se utiliza en la fabricación de muebles, en la industria de la construcción y otros usos.

Cada año a nivel mundial, 30 millones de árboles son talados para la fabricación de pañales desechables. Se calcula que se necesitan 5 árboles por niño para producir los pañales que usarán a lo largo de 2 años y medio (de 4,500 y 6,000 pañales).

---

<sup>19</sup>

Garmendia, Ana María, Robert J Shimp, Els Weeg Els & Charles A. Pettigrew. **Perfil ambiental de productos higiénicos desechables: pañales y toallas sanitarias.** [www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03060e14.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03060e14.pdf). Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

## 5.2 Perfil ambiental de los componentes de pañales desechables<sup>20</sup>

Existen tres clases principales de componentes en los productos higiénicos desechables: Pulpa de celulosa, plásticos y polímero súper absorbente. Su perfil ambiental se describe a continuación:

a) Pulpa de celulosa. Los materiales celulósicos utilizados en los productos higiénicos desechables son prácticamente biodegradables y no representan ningún riesgo de toxicidad para los organismos.

b) Plásticos. Estos materiales no se biodegradan debido a su alto peso molecular. Presentan una toxicidad extremadamente baja debido a su estabilidad física y química. En general son inmóviles en el ambiente.

c) Polímero súper absorbente. Se han realizado varios estudios para evaluar la seguridad ambiental de este material bajo diferentes condiciones, dada su importancia en el desempeño de los productos higiénicos desechables. En relación con los rellenos sanitarios, se ha encontrado que el polímero súper absorbente es inmóvil e inerte, y no incrementa la movilidad de ningún contaminante peligroso. En cuanto a biodegradación y toxicidad ambiental, se ha documentado que el polímero súper absorbente no se biodegrada en el suelo y no es tóxico para un rango amplio. Se ha demostrado que el polímero súper absorbente no afecta la producción de composta, su comportamiento o procesamiento, tampoco afecta la calidad de la composta como mejorador de suelo. Por último, se ha encontrado que el material súper absorbente es completamente compatible con la incineración y no genera cenizas o emisiones peligrosas.

---

<sup>20</sup>

Garmendia, Ana María, Robert J Shimp, Els Weeg Els & Charles A. Pettigrew. **Perfil ambiental de productos higiénicos desechables: pañales y toallas sanitarias.** [www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03060e14.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03060e14.pdf). Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

### 5.3 Contaminación por pañales como desechos sólidos domésticos<sup>21</sup>

Los pañales constituyen uno de los principales elementos domésticos que van directamente a los vertederos, constituyen el tercer producto que más basura genera tras periódicos y envases.

El uso de pañales desechables ha crecido enormemente en los últimos 20 años como resultado de su comodidad, del 40% de padres que los empleaban en 1993 la cifra ha crecido hasta el 91% actual.

Cada niño que emplea pañales desechables generará aproximadamente 1 tonelada de desechos antes de comenzar a usar el baño. Cada año, más de 800 millones de pañales desechables se usan, lo que genera una cantidad de residuos sólidos de 110,000 toneladas al año enviados a vertederos que necesitan 145,000 m<sup>3</sup> de espacio.

Un pañal desechable puede tardar más de 500 años en descomponerse, lo que hace casi eterna su presencia en los vertederos. Los pañales desechables almacenados en los vertederos, que contienen residuos humanos no tratados, suponen una importante amenaza de contaminación para las reservas de agua subterránea.

---

<sup>21</sup>

Garmendia, Ana María, Robert J Shimp, Els Weeg Els & Charles A. Pettigrew. **Perfil ambiental de productos higiénicos desechables: pañales y toallas sanitarias.** [www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03060e14.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03060e14.pdf). Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

## **5.4 Alternativas para el manejo del pañal de desecho**

Los pañales que contienen defectos no aptos para la venta pueden ser manejados según las alternativas que se presentan a continuación:

### **5.4.1 Incineración de pañales**

Los pañales pueden ser incinerados pero debe tomarse en cuenta que al hacerlo emiten productos de combustión incompleta (PCI). Entre los más de 300 PCI peligrosos y tóxicos que resultan de la incineración, destacan las dioxinas y los furanos, sustancias que se desprenden en la quema de productos clorados que contienen determinados plásticos y fibras celulósicas. Es por esto que la incineración no se considera la mejor opción cuando lo que se desea es minimizar la contaminación por el desecho de pañales.

### **5.4.2 Donaciones a centros de caridad**

Los centros de caridad que necesitan donaciones de pañales en Guatemala son:

- Casa hogar Madre Ana Vitiello: Ayuda a niños con VIH-sida

Dirección: Kilómetro 46.5, carretera a Chimaltenango casa 1-70, Sumpango, Sacatepéquez. Teléfono: 5517-6468 y 5855-7864.

Contacto: Sor Ilse Castillo.

- Obras sociales del Hermano Pedro: Ayuda a niños con desnutrición, labio leporino y paladar hendido

Dirección: 6a. calle oriente No. 20, Antigua. Teléfono: 78320883.

Contacto: Padre José Contran.

- Fundación Ayúdame a Vivir: Ayuda a niños que padecen cáncer y necesitan tratamiento

Contacto: Ana Deger, gerente de voluntariado, teléfono 23289600

- ANINI (Asociación del niño por el niño): Ayuda a niños huérfanos, abandonados o en estado de riesgo, con discapacidad mental.

- Hospital Nacional de Mazatenango, Suchitepequez

Hospital con gran escasez de recursos, donde en el servicio de maternidad, las pacientes deben comprar los pañales porque el hospital no tiene.

- CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres)

Se piensa que para donar pañales fuera de especificaciones, primero deben pasar por una clasificación para que la donación sea beneficiosa para los centros de caridad, lo cual conlleva un costo adicional para la empresa. También se contempló la idea de que gente sin escrúpulos de esos centros de caridad pueda vender los pañales fuera de especificaciones, lo cual traería consigo mala reputación a los productos que la empresa elabora.

Se sabe que tan solo un pequeño porcentaje de los pañales de desecho son funcionales, por lo tanto, donar esos pañales no contribuiría significativamente a la disminución del impacto de los pañales de desecho, por lo que esta alternativa no es factible.

### **5.4.3 Envío a relleno sanitario**

En un relleno sanitario, a medida que se va colocando la basura, ésta es compactada con maquinaria y cubierta con una capa de tierra y otros materiales para posteriormente cubrirla con una capa de tierra que ronda los 40cm de grosor y sobre esta depositar otra capa de basura y así sucesivamente hasta que el relleno sanitario se da por saturado.

Es un método de ingeniería para la disposición de residuos sólidos en el suelo de manera que se le dé protección al ambiente, mediante el esparcido de los residuos en pequeñas capas, compactándolos al menor volumen práctico y cubriéndolos con suelo al fin de día de trabajo, previniendo los efectos adversos en el medio ambiente.

En Villa Nueva, Guatemala más de 500 toneladas de basura son recolectadas a diario en los municipios que forman la cuenca del lago de Amatitlán. Este relleno sanitario, del kilómetro 22, de la ruta al Pacífico, es el primero en el país y fue instalado para evitar que los desechos de los municipios que conforman la cuenca del lago continuarán contaminándolo.

El enviar los pañales de desecho al relleno sanitario evitaría que se acumulen a cielo abierto y haría su eliminación más segura pero el tiempo de degradación de los pañales seguiría siendo el mismo.

#### 5.4.4 Uso de pañales como medio de cultivo<sup>22</sup>

La pulpa o celulosa que constituye el principal problema por el cual los pañales tardan en degradarse y compone el 60-90% del pañal es también un material del que se alimentan los hongos. Así, investigadoras mexicanas descubrieron que los pañales resultan ideales como base para cultivar diversos tipos de hongos o setas comestibles.

El proceso de reciclaje inicia al desmenuzar los pañales, se siembran semillas de trigo, a las que se ha cargado con esporas de setas y se exponen a la luz para su crecimiento. Para lograr mejores resultados, la base de cultivo puede enriquecerse con otros materiales con altos contenidos de lignina, como el orujo de uva (cáscara del grano de café) o la corona de piña. Después de dos o tres meses el cultivo está listo para cosecharse. El costo de producción resulta bastante bajo; según las investigaciones, de media tonelada de pañales tratados con esa tecnología, se obtendría un aproximado de 842 kilos de hongos o setas comestibles. Pueden utilizarse otras variedades comestibles de la seta y de gran valor comercial.

Tras la cosecha, la pulpa que de origen contenía el pañal se reduce en un 80%, lo que facilita retirar los plásticos, cintas y elásticos para que sean reciclados a través de un proceso industrial diferente.

La pulpa se obtiene de los árboles, si se aprovecha de una mejor manera, como en este caso, el resultado es menos árboles talados para el cultivo de setas y menor contaminación por pañales de desecho.

---

<sup>22</sup>

**Mexicana consigue cultivar setas en pañales usados de bebé.**

<http://www.absurddiari.com/s/llegir.php?llegir=llegir&ref=3221>. Fecha de creación: 17 de octubre de 2003. Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

Actualmente en Purulhá, Baja Verapaz, se están cultivando setas bajo la iniciativa de la fundación Defensores de la naturaleza para que los miembros de la comunidad tengan una alternativa económica con su comercialización y al mismo tiempo se colabore con la conservación del Corredor Biológico del Bosque Nuboso.

Se puso en contacto con la fundación Defensores de la naturaleza para presentarles la propuesta de regalarles a ellos el producto de desecho de la planta con la condición de que ellos corran con los gastos del transporte y aceptaron.

## **5.5 Procedimiento**

Debido a que la propuesta del uso de pañales como medio de cultivo reduce 80% de la pulpa de los pañales en tan sólo tres meses y reduce la tala de árboles para el cultivo de hongos, no provoca mayor contaminación como la incineración de pañales, probables desprestigios como con la donación y no simplemente mantiene el problema como en los rellenos sanitarios, la propuesta de donar los pañales de desecho para el cultivo de hongos en Purulhá fue aprobada por la alta gerencia de ALTENVASA.

El procedimiento para la eliminación de desechos de la planta se muestra a continuación en la figura 25.

**Figura 25. Procedimiento para la eliminación de desechos**

<b>ALTENVASA</b> Planta de absorbentes	<b>Procedimiento</b>	<b>Revisión No.:</b>	<b>0</b>
	<b>Eliminación de desechos</b>	<b>Emisión:</b>	<b>Feb-08</b>
		<b>Vence:</b>	<b>Feb-11</b>
		<b>Hoja:</b>	<b>1 de 1</b>

**Propósito:** Coordinar y estandarizar el procedimiento de la eliminación de desechos para que no existan confusiones que se traduzcan en pérdidas para la empresa.

**Alcance:** Este documento aplica al departamento de producción y se refiere únicamente al producto de desecho que no cumple con las especificaciones y tolerancias definidas por los clientes y carece de funcionalidad.

<b>Responsable</b>	<b>Descripción del proceso</b>
Empacadoras	1. Las empacadoras son las responsables de clasificar el producto como primera, segunda o desecho. Deben romper por la mitad el producto de desecho con una navaja y depositarlo dentro de las bolsas azules ubicadas en el lado derecho de su mesa de trabajo.
Operadores C de la línea de pañales	2. 15 minutos antes de terminar su turno, los operadores C de la línea de pañales deberán recoger las bolsas azules de desecho, revisarlas para corroborar que solamente contengan pañales de desecho y que estén destruidos. Deben cerciorarse de haberse llevado todas las bolsas azules del área de producción
Operadores C de la línea de pañales	3. Deben llevar las bolsas azules a la balanza, pesarlas, anotar el peso en el reporte de producción y llevarlas al área de Producto de desecho.
Operadores C de la línea de pañales	4. En el área Producto de desecho deben entarimar las bolsas azules y ajustarlas con tape para que no se caigan. Deben dejar el área limpia y ordenada.
Asistente técnico	5. El asistente técnico es el responsable de verificar que el transporte de los desechos ingrese a la planta los días martes y viernes a las 7:00 am para evitar la acumulación de pañal de desecho en el área designada. Debe asegurarse que sea puntual y que se lleve todas las bolsas azules del área de Producto de desecho.

Fuente: elaboración propia

## 5.6 Resultados

Al asociarse ALTENVASA con la fundación Defensores de la naturaleza para que aprovechen el producto de desecho para el cultivo de hongos o setas y sean ellos quienes corran con los gastos del transporte se obtienen los siguientes resultados:

La empresa pagaba por el servicio de recolección de basura para que el desecho fuera enviado al Relleno Sanitario de Villa Nueva. El transporte llegaba a la planta dos veces a la semana y cobraba Q. 400 por viaje, por lo que al mes el costo de tirar el desecho era de Q. 3,200. Al asociarse la empresa con la fundación Defensores de la naturaleza se tendrá un ahorro de Q. 38,400 al año.

El proceso de degradación de los pañales puede demorar hasta 500 años y la planta desechaba hasta 11,000 libras (5 toneladas) de pañales defectuosos al mes (aprox. 165,000 unidades  $\approx$  1,980,000 unidades anuales). Al asociarse la empresa con la fundación Defensores de la naturaleza, se logrará degradar 80% de la pulpa de los pañales en tres meses, lo que disminuye la contaminación de 1,980,000 pañales tirados a la basura al año y contribuye a que no se talen árboles para el cultivo de hongos.

Teóricamente se obtienen 842 kilos de hongos comestibles por media tonelada de pañales, por lo que la población beneficiada con la dotación de pañales de desecho contará con 60 toneladas de pañales al año, suficientes para producir 101,040 kilos de hongos.

Como medida de seguimiento al desecho producido y a la alternativa elegida, en la empresa se seguirá llevando el control de la cantidad de desecho producido en los reportes de producción, se seguirán tomando las medidas para la reducción del desecho y se realizarán auditorías trimestrales en la comunidad de Purulhá, Baja Verapaz para asegurar que se esté utilizando la totalidad del producto y se está aprovechando para el cultivo de hongos únicamente. Las auditorías serán realizadas por el departamento de calidad y el Supervisor de producción.



## CONCLUSIONES

1. A partir de los resultados del mes de octubre, se determinó que la eficiencia global de la línea de pañales era de 37.90%, por lo tanto se estableció que la condición actual era inaceptable.
2. Al finalizar el proyecto el porcentaje de calidad mejoró un 18.78% lo que se refleja en la reducción del desecho y pañal de segunda, la disponibilidad de la máquina que aumentó 9.7% con la reducción del tiempo muerto de la máquina y el rendimiento tuvo una ligera mejoría de 1.95% pero continúa siendo aceptable.
3. El porcentaje de OEE de la línea de producción de pañales tuvo un aumento de 28.42%, alcanzando un OEE de 66.32% en enero, por lo que se considera aceptable debido a que está en proceso de mejora.
4. Con base al control del rendimiento de la línea por grupo y la reducción del tiempo de paros en la máquina, el tiempo muerto mensual de la línea de pañales se redujo un 46.91%.
5. Al identificar los defectos causantes de la mayor cantidad de pañales de desecho y tomar acciones correctivas eficaces, el porcentaje de desecho de la línea de pañales se redujo en 4.03% respecto a la situación actual de la línea.

6. Identificando los defectos causantes de la mayor cantidad de pañales de segunda calidad y tomando acciones correctivas efectivas, la producción del pañal de segunda calidad disminuyó en un 3.77% respecto a la situación actual de la línea.
  
7. Al asociarse ALTENVASA con la fundación Defensores de la naturaleza para que aprovechen el producto de desecho para el cultivo de setas y corran con los gastos del transporte, al año se tendrá un ahorro de Q. 38,400, el proceso de degradación de los pañales se acelerará y no se tirarán a la basura más de 1,980,000 pañales.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda al gerente de planta lo siguiente:

1. Implementar permanentemente el sistema OEE en la línea de pañales como una forma de mejora continua, para alcanzar mejores resultados en la eficiencia global de la línea. Inculcando una cultura de mejora continua en el personal pueden alcanzarse valores de OEE de excelencia y así dejar de tener pérdidas y ser una empresa más competitiva.
2. Implementar el sistema OEE en la línea de toallas sanitarias, para empezar a gozar mejoras en sus dos líneas de producción y obtener mejores utilidades.
3. Mantener metas claras para que el personal colabore con el sistema OEE. Es imprescindible que se establezca siempre el plan de acción a tomar para que el personal sepa claramente como colaborar en el alcance de las metas, según su puesto de trabajo
4. No perder de vista que el sistema OEE es el resultado del trabajo en equipo y es mejor analizar los resultados a través de grupos multidisciplinarios para tener diferentes enfoques de los problemas y establecer planes de acción que ataquen la causa raíz eficazmente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Don Hellriegel, Susan E. Jackson & John W. **Administración: Un enfoque basado en competencias**. Novena edición. Editorial Thomson. 2002.
2. Gary Dessler. **Administración de personal**. Sexta edición. Editorial Prentice Hall. 1996.
3. **Guía para elaboración de proyectos**. Coordinadora General de Planificación, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005.
4. James, R. Evans & Lindsay William. **Administración y control de la calidad**. Cuarta edición. Editorial Thomson. 2000.
5. López Portillo, Esther. **Los pañales: Nuevos campos de cultivo**.  
<http://www.sepiensa.org.mx/contenidos/2004/panales/panales1.htm>  
Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007
6. Marck Geringer. **Administración**. Octava edición. Editorial McGraw-Hill. 2000.
7. Periodismo de ciencia y tecnología. **Cultivan setas con pañales**.  
<http://www.invdes.com.mx/anteriores/Agosto2002/htm/setas.html>. Fecha de creación: Agosto 2002. Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

8. **Se presenta por primera vez en Australia el reciclaje de pañales.**  
<http://www.prnewswire.co.uk/cgi/news/release?id=128995>. Fecha de creación: 31 de agosto de 2004. Fecha de acceso: 06 de octubre de 2007

# APÉNDICE

Figura 26. Forma en que es llenado el reporte de producción modificado

**TAE**  
TAPAMETAL ALLENVASA

Contador Inicial: 243.040  
Hora de la toma de lectura: 7:10 am  
Producto: Fajitas de queso y papitas  
Tamaño estándar

**ALLENVASA**  
Planta A. hostbentes

Contador Final: 309.382  
Hora de la toma de lectura: 16:52 pr  
Código: 3-03503  
Orden de Producción: 20-07-F

### Reporte de Producción

Corte de producción de primera		Unidades producidas	
Hora	Descripción de producción	8 a-0	5 a-11
7:30	30 x 6 x 48	8.640	
8:10	30 x 6 x 48	8.640	
11:01	30 x 6 x 48	8.640	
13:03	30 x 6 x 48	8.640	
14:30	30 x 6 x 48	8.640	
15:10	30 x 6 x 48	8.640	
17:10	17 x 6 x 48	3.456	

Tempo de paraca: 03 Pares 00 milibales  
Unidades producidas: 65.239

Observaciones:

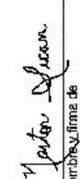
Control de desecho: 175 lb  
Papel (lb): 175 lb

Justificación: La tolva de alimentación de SAP es-blo tapada por e que esas papitas se levan sin SAP

Pares de Producción						
Desde	Hasta	Código	M	E	O	Descripción del paro
7:00	7:10	42		X		Paro por fallo de MP el abastecedor no trae frontal roto
12:00	13:00	01		X		Tiempo de almuerzo
13:30	14:35	61	X			Tolva de alimentación de SAP tapada porque se quedo el tornillo sin fin
15:10	15:50	73	X			Cambio de cuchilla de roto porque no tenia filo

Producción	Tarimas	Fardos	Paquetes	Unidades totales
1era.	6	12	0	95.296
2da.	0	7	0	2.016
Para recuperación				5.230
Desecho				2.997
<b>Total</b>				<b>65.539</b>

Nombre y firma de Operario:  Mario Cirto

Nombre y firma de Inspector de calidad:  Néstor Suárez

Nombre y firma de Encargado de Mantenimiento:  Edgón Ferral

Nombre y firma de Encargado o Supervisor(a):  Astrid Lucelo

Fuente: elaboración propia

**Tabla XLVII. Tabla de temperatura de aplicación de pegamento según la velocidad de la máquina**

<b>Velocidad (ppm)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
180	150
190	160
200	170
210	180
220	190

Fuente: elaboración propia