



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

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y BALANCEO DE LÍNEAS DE UN
EQUIPO NUEVO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA EMPRESA
RECICLADOS DE CENTROAMÉRICA**

William Ezequiel Yoc Samayoa

Asesorado por: Inga. Sigríd Alitza Calderón De León de De León

Guatemala, Febrero de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y BALANCEO DE LÍNEAS DE UN
EQUIPO NUEVO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA EMPRESA
RECICLADOS DE CENTROAMÉRICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WILLIAM EZEQUIEL YOC SAMAYOA

ASESORADO POR: INGENIERA SÍGRID CALDERÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
EXAMINADOR	Ing. José Rolando Chávez Salazar
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña De Serrano
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne 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:

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y BALANCEO DE LÍNEAS DE UN
EQUIPO NUEVO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA EMPRESA
RECICLADOS DE CENTROAMÉRICA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial, el 5 de mayo de 2006.

William Ezequiel Yoc Samayoa

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS Y JESUCRISTO

Porque nada de esto fuera posible si no fuese la voluntad de ellos. Por estar todo en momento junto a mí y ser la fuente de sabiduría.

MIS PADRES

Eugenio Yoc y Dalila Samayoa, por sus sabios consejos, ayuda y amor incondicional

MIS HERMANOS

Álvaro y Cristina, por su apoyo incondicional.

MIS AMIGOS

Gracias por la amistad y el apoyo que me brindaron.

TODA MI FAMILIA

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

AGRADECIMIENTOS A

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**

Casa de estudios que me brindó la oportunidad de alcanzar mis metas.

FACULTAD DE INGENIERÍA

Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniero.

MI ASESORA

Inga. Sigríd Calderón, por sus consejos y asesoramiento.

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MECÁNICA INDUSTRIAL

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. GENERALIDADES DE RECICLADOS DE CENTRO AMÉRICA, S.A.	1
1.1 Antecedentes de la empresa	1
1.2 Visión de la empresa	2
1.3 Misión de la empresa	2
1.4 Quiénes somos Reciclados de Centro América, S.A.	3
1.5 Ubicación de la empresa	4
2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN	5
2.1 Situación actual del área de molienda	5
2.1.1 Árbol de problemas	5
2.1.2 Descripción de causas y efectos	7
2.2 Área de molinos	9
2.3 Estudio de tiempos del área de molienda	10
2.3.1 Toma de tiempos	11
2.3.2 Estimación del tiempo de jornada efectiva	14
2.4 Balance de líneas actuales de producción	15
2.4.1 Balance de líneas de clasificación de PET	15
2.4.2 Estimación de índices de producción	17

2.4.3	Diagrama de flujo – área de molienda	22
2.4.4	Análisis de operaciones del proceso	23
2.5	Recopilación de información del departamento de mantenimiento	25
2.5.1	Control de mantenimientos de molinos	28
3	PROPUESTA DEL BALANCE DE LA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA INTEGRACIÓN A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	31
3.1	Balance de líneas de producción en área de molienda	31
3.1.1	Balance de líneas del área de molienda de PET, con el método de diagramas de precedencia y estaciones de trabajo (Molino mayor)	36
3.1.2	Balance de líneas del área de molienda de PET, con el método de diagramas de precedencia y estaciones de trabajo (Molino Viejo)	39
3.1.3	Balance de líneas máquina lavadora	42
3.1.3.1	Diagrama de flujo máquina lavadora	42
3.1.3.2	Descripción de actividades máquina lavadora	43
3.1.3.3	Toma de tiempos máquina lavadora	46
3.1.3.4	Realización de balance de líneas	49
3.1.4	Balance de líneas pileta para lavar PET	56
3.1.4.1	Descripción de actividades	56
3.1.4.2	Descripción del proceso de pileta	58
3.1.4.3	Toma de tiempos de pileta	59
3.1.4.4	Diagrama de flujo de pileta	61
3.1.4.5	Realización de balance de líneas	63

3.2	Análisis de mantenimiento	69
3.2.1	Hojas de control de producción	73
3.3	Capacitación de operadores	75
3.3.1	Procedimiento de molienda	76
3.3.2	Uso adecuado de maquinaria	77
3.3.3	Uso adecuado de herramientas de seguridad	79
3.4	Sistema de señalización nuevos	81
4	MANEJO DE MATERIALES	85
4.1	Descripción de operación de banda transportadora	86
4.2	Diagrama de operaciones de banda transportadora	87
4.3	Aplicación del sistema 5 ´s al manejo de materiales	89
4.3.1	Aplicación de la técnica seiri a banda transportadora	91
4.3.2	Aplicación de la técnica seiton a banda transportadora	94
4.3.3	Aplicación de la técnica seiso a banda transportadora	97
4.3.4	Aplicación de la técnica seiketsu a banda Transportadora	99
4.3.5	Aplicación de la técnica shitsuke banda Transportadora	102
	CONCLUSIONES	105
	RECOMENDACIONES	107
	BIBLIOGRAFÍA	109
	ANEXOS	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1	Croquis de la ubicación de la empresa	4
2	Árbol de problemas del área de molienda	6
3	Diagrama de operaciones área de molienda	8
4	Operaciones involucradas en el proceso de molienda	10
5	Índices de producción molino mayor	20
6	Índices de producción molino viejo	21
7	Diagrama de flujo - situación actual	22
8	Colocación de sacos en tarimas	25
9	Condiciones de las cuchillas	26
10	Causas que afectan el filo de las cuchillas	27
11	Cálculo banda transportadora	32
12	Uso de reductor de velocidad	33
13	Banda transportadora	34
14	Diagrama de flujo mejorado	35
15	Precedencia de operaciones molino mayor	37
16	Precedencia de operaciones molino viejo	40
17	Diagrama de flujo máquina lavadora	44
18	Antes y después del proceso de lavado	45
19	Hoja de control máquina lavadora	48
20	Precedencia de operaciones máquina lavadora	53
21	Pileta para lavar PET	56
22	Condiciones de los materiales	57

23	Operaciones de la pileta	59
24	Diagrama de flujo pileta para lavar	61
25	Precedencia de operaciones pileta para lavar	63
26	Cambio de cuchillas molino viejo	65
27	Cambio de cuchillas molino mayor	67
28	Hoja de control molino mayor	73
29	Hoja de control molino viejo	74
30	Área de inducción de personal	78
31	Equipo de seguridad en el área de molienda	79
32	Operador con equipo de seguridad	80
33	Nuevos sistemas de señalización	82
34	Manejo en recibimiento de materiales	87
35	Diagrama de flujo – banda transportadora	87
36	Clasificación en banda transportadora	88
37	Antes y después de la aplicación de 5's	90
38	Herramientas necesarias para la aplicación del seiri	92
39	Organización del área banda transportadora	96
40	Limpieza en el área de trabajo	98
41	Orden en el área de trabajo	99
42	Proceso de banda transportadora	104

Tablas

I	Toma de tiempos de área de molienda	13
II	Producción esperada área de molienda	15
III	Índices de producción molino mayor	18
IV	Índices de producción molino viejo	19
V	Control de mantenimiento a molinos por el departamento de mantenimiento	29
VI	Operaciones del proceso de molienda molino mayor	36
VII	Pesos posicionales de las actividades y sus precedentes	38
VIII	Pesos posicionales molino mayor	38
XIX	Distribución de operaciones estación 1 Y 2	38
X	Operaciones del proceso de molienda molino viejo	40
XI	Pesos posicionales de las actividades y sus precedentes	40
XII	Pesos posicionales molino viejo	41
XIII	Distribución de operaciones estación 1 y 2	41
XIV	Toma de tiempos máquina lavadora de PET	46
XV	Datos obtenidos máquina lavadora de PET	50
XVI	Productividad máquina lavadora de PET	51
XVII	Resumen máquina lavadora de PET	52
XVIII	Operaciones del proceso de lavado de PET	53
XIX	Pesos posicionales de las actividades y sus precedentes	54
XX	Pesos posicionales máquina lavadora de Pet	54
XXI	Distribución de operaciones estación 1 y 2	55
XXII	Toma de tiempos pileta para lavar Pet	59
XXIII	Resumen pileta para lavar PET	66

XXIV	Operaciones del proceso de pileta para lavar PET	67
XXV	Pesos posicionales de las actividades y sus precedentes	67
XXVI	Pesos posicionales pileta para lavar PET	68
XXVII	Distribución de operaciones estación 1	69
XXVIII	Control de cambio de cuchillas molino viejo	70
XXIX	Control de cambio de cuchillas molino mayor	71
XXX	Número recomendado de ciclos de observación	111
XXXI	Métodos para calificar, sistema Westinghouse	112

GLOSARIO

Desecho industrial	Materiales originados como subproductos de operaciones de las plantas industriales.
Fleje	Material plástico maleable que se utiliza para la protección de las tarimas de producto terminado.
Jumbo plástico	Saco de plástico con dimensiones grandes; su función primordial es el almacenamiento de la materia prima.
PET	Polietileno – tereftalato, plástico que tiene como principales propiedades la alta resistencia a la tensión, la transparencia y el alto brillo, es utilizado principalmente en envases de bebidas carbonatadas.
Plástico reciclado	Material plástico que se recupera antes de convertirse en desecho sólido, se colecta, se separa y se transforma en materia prima regenerada de alta calidad, lista para utilizarla en la fabricación de nuevos productos.

- Plástico pos consumo** Son aquellos generados por un negocio o consumidor, y que habiendo sido utilizados y desechados, se separan con el propósito de colectarlos y reciclarlos, antes que lleguen a depósitos de basura.
- Plástico molido** Material plástico no homogéneo ni densificado, que ha sido recuperado únicamente por medio de molienda o trituración de desperdicios generados por el proceso de transformación de plásticos.
- Plástico virgen** Material plástico en forma de gránulos, polvo o líquido que no ha sido sometido a uso o proceso industrial, diferente a aquel para el que ha sido concebida su manufactura inicial.

RESUMEN

En Reciclados de Centro América, S.A., se cuenta actualmente con diferentes áreas de producción las cuales son molienda, peletizado y pulverizado. El área en la cual se estará llevando a cabo la realización del proyecto será en el área de molienda.

El área de molienda cuenta actualmente con dos molinos denominados el molino viejo y el molino mayor, estos molinos se diferencian uno del otro sólo por la capacidad de producción de cada uno de ellos, siendo el molino mayor el que más produce.

Los molinos del área de molienda, su producción depende del abastecimiento que se le dé a éstos, es por eso que se mantiene regularmente constante.

En el área de molienda se cuenta con una buena señalización en caso de emergencias o accidentes, así también es política de la empresa que cada uno de los empleados debe usar equipo de seguridad, para evitar riesgos de accidentes en el área.

El proceso de molienda es un proceso sencillo, el cual puede ser estudiado fácilmente debido a que no cuenta con muchas operaciones, y las que este proceso incluye, son operaciones sencillas, que en su caso pueden ser mejoradas haciendo los estudios debidos en el área.

También se plantea la integración de una nueva línea de producción denominada de lavado de PET, la cual será utilizada primordialmente con productos que estén demasiado sucios, además se tiene planeada la creación de una máquina lavadora de producto terminado para que las condiciones de los mismos sean óptimas, elevando así la calidad de los productos.

OBJETIVOS

General

Incorporar la nueva línea de lavado a las líneas ya existentes de molido, a través del estudio de las áreas de trabajo y la estabilización del índice de producción de los molinos.

Específicos

1. Determinar las causas que se involucran en todo el proceso de elaboración del producto.
2. Realizar un análisis de tiempos y de operaciones, para lograr la maximización de todos los recursos.
3. Analizar cuáles son las consecuencias de un cambio de cuchillas con períodos demasiado largos.
4. Determinar el índice de producción mínimo de cada uno de los molinos para lograr mantener una producción estable.
5. Capacitar a los operarios y los operadores de los molinos con respecto al uso adecuado de las herramientas de seguridad, así como también las máquinas utilizadas en el proceso.
6. Realizar la integración de la nueva línea para mejorar la calidad de los productos.

INTRODUCCIÓN

La demanda que se tiene actualmente en el mercado internacional de productos plásticos reciclados se ha ido incrementando cada vez más, lo que hace que empresas como Reciclados de Centro América, S.A., sea una de las mejores a nivel nacional e internacional, en la elaboración de productos reciclados.

El contenido del capítulo I consta principalmente de los aspectos generales de Reciclados de Centro América, S.A., cuál es su misión y visión, antecedentes y la ubicación actual de la empresa.

Seguidamente, en el capítulo II se describe el proyecto a realizar, mediante herramientas de calidad, recopilación de información, análisis de la situación actual del área de molienda. Lo cual conlleva un estudio de tiempos en el área de molienda actual, y lograr la estimación de los índices de producción de los molinos del área.

En el capítulo III se elabora en sí la propuesta de la nueva línea de producción, para que ésta no se vea afectada con la integración de la nueva línea de lavado, lo cual se realiza mediante la capacitación de los operadores y operarios de las máquinas.

Se implementarán hojas de control que serán de mucha ayuda tanto para el departamento de mantenimiento como el de producción, para la realización de los mantenimientos preventivos a cada una de las máquinas, con esto tratamos de que las condiciones del área de molienda sean las mejores, manteniendo así unas buenas prácticas de manufactura.

Y por último, en el capítulo IV se estará llevando a cabo la realización de una propuesta de manejo de materiales, por medio de la técnica de 5's, la cual será aplicada a bandas transportadoras para el recibimiento del material y su clasificación.

1. GENERALIDADES DE RECICLADOS DE CENTRO AMÉRICA S.A.

1.1 Antecedentes de la empresa

Actualmente Reciclados de Centro América cuenta con los siguientes procesos de reciclaje: molienda, peletizado y pulverizado. Actualmente la empresa no recicla sus productos sino que tiene proveedores que hacen esa función, lo que para muchas personas es basura, para nosotros en Reciclados de Centroamérica es nuestra materia prima. En el área de molienda se cuenta con tres molinos, de los cuales dos molinos son utilizados específicamente para envases tipo PET (bebidas carbonatadas) y un molino es utilizado para el policarbonato, los cuales tienen como función especial reprocesar el producto reciclado. Este proceso tiene diferentes procesos de producción; entre los que se tienen la producción PET mixta, en la cual se coloca todo tipo de material PET, en este caso son todas las botellas de las bebidas carbonatadas como lo son la coca cola o la pepsi cola, también se tiene un proceso de producción por el color de la botella (ya sea verde, azul, transparente, etc.).

También se cuenta con el proceso de Policarbonato, en el cual solo se reprocesan los envases de los garrafones de agua salvavidas. El producto final obtenido es empaquetado en bolsas o costales de presentaciones de 20 KG exclusivamente. Actualmente los molinos no se dan abasto para toda la materia prima con que se cuenta, con lo cual se ha alcanzado un nivel de acumulación demasiado grande por lo que en estos momentos no se cuenta con ningún espacio disponible en la planta.

Un problema mayor que se puede observar es que a la hora de que se tiene que clasificar la materia prima ya sea por el material, por el color o la calidad del mismo, esto se realiza en el mismo lugar donde se encuentran los molinos con lo cual se pierde mucho tiempo en la clasificación, problema que no se ha podido solucionar debido a que no se cuenta con un espacio donde se pudiera realizar esta tarea antes de ir a la máquina y así ahorrarse tiempo.

Lo que se puede decir actualmente de la importancia de la elaboración de este proyecto es que en estos momentos por todos los tratados de comercio que se están llevando a cabo o que se van a llevar a cabo, a hecho que se incremente de gran manera la demanda de nuestro producto. Una de las principales razones por las cuales se cuenta con este proyecto como una solución son las siguientes:

- Se tiene ahora mayor demanda de nuestro producto por lo que se necesita un incremento en los índices de producción de la empresa.
- La materia prima que para muchas personas es basura, para nosotros es nuestra principal fuente de materia prima
- Se tiene un mayor excedente de las materias prima en relación a la que se esta produciendo actualmente.

1.2 Visión de la empresa

Ser una empresa competitiva en la conversión y comercialización de materias primas y productos reciclados en el ámbito global, enfocándose en las estrategias de mercadeo, el uso de tecnología de punta y el mejoramiento continuo de sus procesos y personal.

1.3 Misión de la empresa

Ser una empresa que contribuye a la preservación y conservación del medio ambiente a través del reciclaje de materiales.

1.4 Quiénes somos Reciclados de Centro América S.A.

Fundada en agosto de 1995, como una solución al problema de contaminación ambiental. Su objetivo es reciclar desechos plásticos generados por la industria y consumidores de la región, transformándolos en materias primas para la elaboración de productos útiles a la sociedad. Fue la primera planta industrial de reciclaje de plástico en Centro América. Destina su producción para la Industria mundial. Los procesos de reciclaje: molienda, peletizado y pulverizado, utilizan tecnología de punta, lo que garantiza la calidad y homogeneidad química y física del material. Reciclados de Centro América S.A. se convierte así en la primera empresa en Centro América dedicada al reciclaje de productos plásticos, como una solución al problema de contaminación ambiental. Actualmente se ofertan materiales reciclados en los siguientes mercados:

- América del Norte: Canadá y Estados Unidos
- América del Centro: Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica y Panamá.
- América del Sur: Brasil y Chile
- Europa: Italia y Alemania
- Asia: China , Japón y Hong Kong

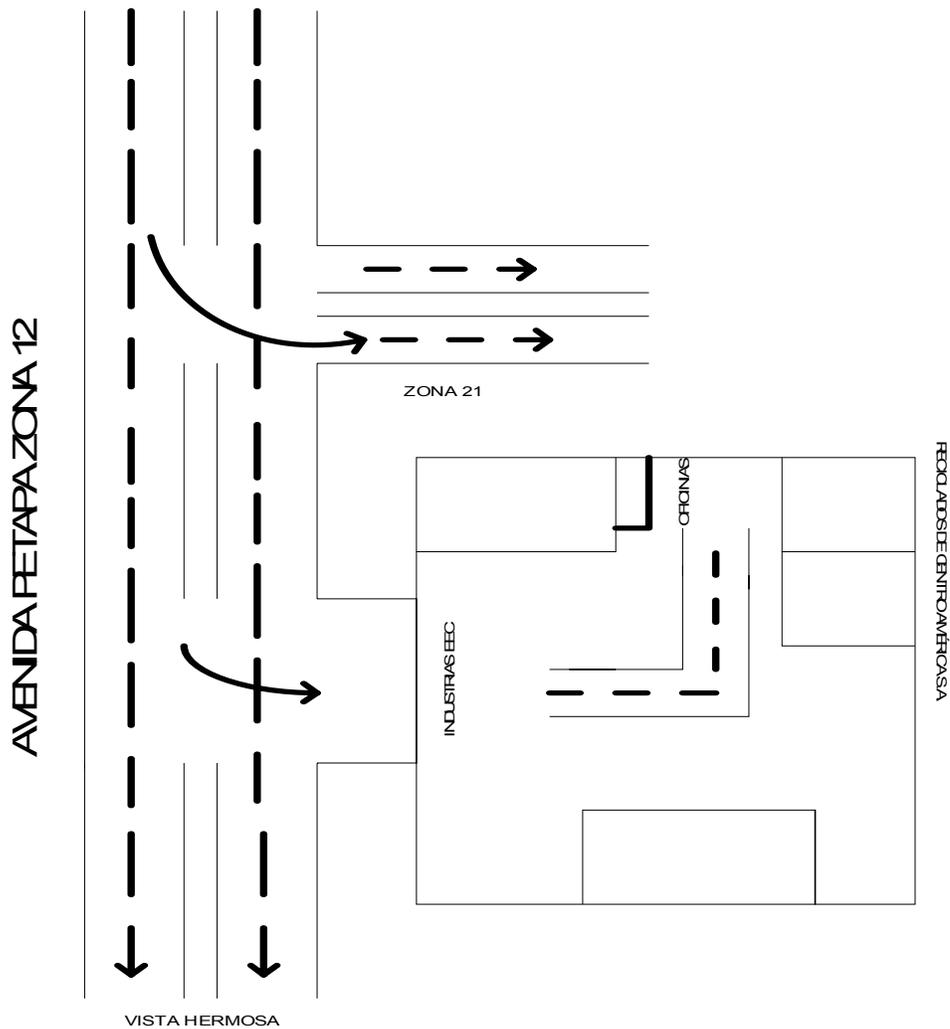
1.5 Ubicación de la Empresa

La ubicación actual de las oficinas y planta de producción de Reciclados de Centro América es:

Avenida Petapa y 56 Calle Zona 12, Guatemala C.A.

Tel.: 2326-5688

Figura 1 Croquis de ubicación de la empresa



2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

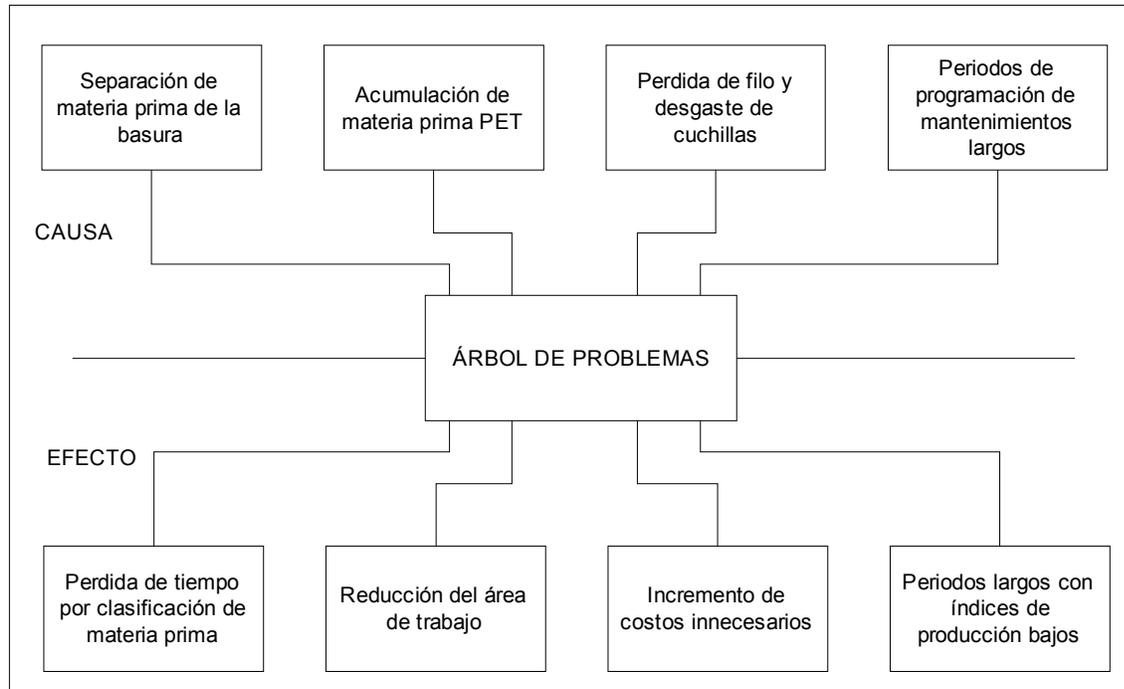
2.1 Situación actual del área de molienda

A continuación se muestra la situación actual del área de molienda mediante técnicas muy útiles como lo son el árbol de problemas y el diagrama de causa – efecto, dichas herramientas ayudaran a ver cuales son las principales causas que están afectando el área de molienda.

2.1.1 Árbol de Problemas

A continuación se presentara un análisis de la situación actual en que se encuentra la empresa Reciclados de Centro América S.A., en la cual se analizan las principales actividades que afectan el proceso de producción, esto se analiza con una herramienta muy sencilla y útil que es el árbol de problemas, que se ilustra en al siguiente figura:

Figura 2 Árbol de problemas del área de molienda



Este árbol de problemas dice cuales son los principales problemas que se tienen en el área de molienda, y como estos afectan el proceso. Siendo estos los siguientes:

- Separación de materia prima de la basura
- Acumulación de materia prima
- Pérdida de filo y desgaste de cuchillas
- Períodos de programación de mantenimientos largos

2.1.2 Descripción de causas y efectos

a) Separación de materia prima de la basura: En esta operación básicamente lo que se realiza es que cuando los jumbos de materia prima son llevados al área de proceso, estos son vaciados por medio de un procedimiento de selección de material con el cual se separa la basura de la materia prima; a lo que se llama basura en este caso son envases de plástico que no sean botellas de PET, piedras y otros objetos no deseados. Además también en esta operación se vacían todos los envases que vienen ya sea llenos de agua o de residuos de otras bebidas. Efecto: Es la primordial causa que afecta el proceso debido a que su efecto es el incremento en el tiempo del proceso, el tiempo que se pierde en la clasificación de la materia prima con la basura es alto.

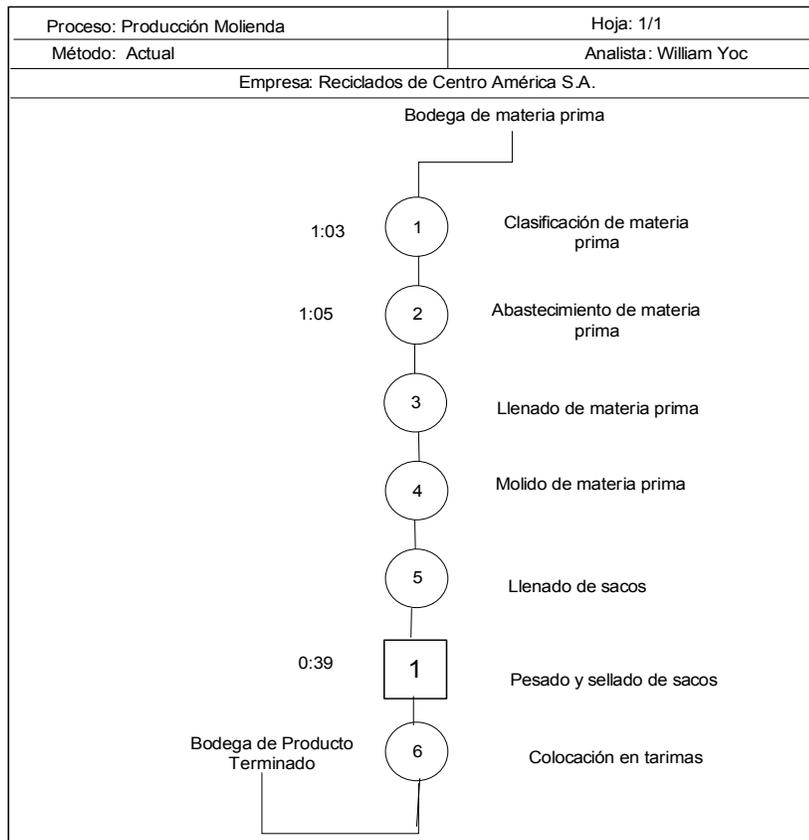
b) Acumulación de materia prima: Esta causa es de vital importancia debido a que se tiene un excedente de materia prima en toda el área, lo cual hace que no se tenga mucha disponibilidad de espacio en el área de almacenamiento como también en el área de trabajo. Efecto: Reduce considerablemente el área de trabajo, con lo cual hace incomodo la realización del mismo.

c) Filo y desgaste de cuchillas: El primordial motivo de esta causa es la suciedad con la que llega la materia prima, con lo cual la vida útil de las cuchillas tiende a reducirse considerablemente.

d) Periodos de programación de mantenimiento largos: Esta causa ocasiona que los índices de producción de cada uno de los molinos sean bajos, debido a que se espera hasta que las cuchillas de los molinos no tengan ya nada de filo, produciendo bastantes días a un índice demasiado bajo.

A continuación se presenta el diagrama de flujo de operaciones del área de molienda, en la cual se indican todas las actividades que se involucran en el proceso:

Figura 3 Diagrama de operaciones



CUADRO RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	Tiempo
Operación	○	6	2:08
Inspección	□	1	0:39

En el diagrama de flujo anterior se puede analizar detenidamente cada una de las actividades que se involucran en el proceso. Así también como cuales son las deficiencias del proceso, en este caso se ha notado que la mayor deficiencia se encuentra en la actividad de clasificación de materia prima y abastecimiento de materia prima, debido a que existe mucha pérdida de tiempo. También en el cuadro anterior se muestra el resumen de todas las operaciones involucradas en el proceso, como la cantidad de las mismas en el diagrama.

2.2 Área de molinos

A continuación se enumeraran cada una de las operaciones y actividades que se involucran en el proceso de molienda:

- ✓ Clasificación de materia prima
- ✓ Abastecimiento de materia prima a molino
- ✓ Llenado de materia prima a tolva del molino
- ✓ Molido de materia prima (automático)
- ✓ Llenado de sacos de producto terminado a 20 KG.
- ✓ Pesado y sellado de sacos A 20 Kg.
- ✓ Colocación de sacos de 20 Kg. en tarimas de 1000 Kg.
- ✓ Colocación de fleje a tarimas.

Las principales actividades que afectan el proceso de molienda principalmente son las de clasificación de materia prima debido a que la materia prima viene demasiado sucia y con materiales que dañan a la maquinaria por esto es que es necesario su clasificación, también la operación de abastecimiento de materia prima, debido a que en un molino es realizada manualmente, y a veces no en forma constante.

2.3 Estudio de tiempos del área de molienda

En esta sección se realizó una toma de tiempos del proceso de molienda, para poder obtener así todos los datos necesarios para la realización del balance de líneas. El método que se realizó para el control de tiempos fue el de regreso a cero y el promedio; con el cual se logra determinar el tiempo estándar del proceso.

Algunas de las operaciones que involucran el proceso de molienda, y que fueron parte del estudio de tiempos se ilustraron a continuación:

Figura 4 Operaciones involucradas en el proceso de molienda



2.3.1 Toma de tiempos

La toma de tiempos se llevo a cabo en el área de molienda; el objetivo principal es el estudio de cada una de las operaciones involucradas en el proceso y así poder analizar detalladamente que operación u operaciones se pueden mejorar. Para la determinación del número de observaciones necesarias para cada toma de tiempos utilizaremos la siguiente metodología:

δp = Error tipo del por ciento

$$P = \frac{\text{Número de actividades indeseables}}{\text{Número total de actividades controladas}}$$

$N_c = Z = K$ = Nivel de confianza

N = número de observaciones

T = Tolerancia

El nivel $K=2$ se utiliza en la industria en general ($\delta=95.45\%$)

Los datos que a continuación se presentan, son los que se utilizaran en el cálculo del número de observaciones.

$$P = 3 / 7 = 0.42 = 42\%$$

Tolerancia = 5%

$N_c=95.45\%$

$N = 20$

$$\delta p = \frac{T}{N_c} = \frac{0.05}{2} = 0.025 \qquad N = \frac{p(1-p)}{(\delta p)^2} = \frac{(0.42)(1-0.42)}{(0.025)^2}$$

$N= 390$ observaciones

Por efectos de análisis de operaciones, el número de mediciones se ha calculado por medio de las tablas de General Electric, debido a que el número de observaciones por este método es demasiado grande.

Para el cálculo del tiempo estándar utilizaremos las tablas de Westinghouse de esfuerzo, habilidades, consistencia y coneciones, también la tabla de suplementos por descanso, que se pueden observar en los anexos del trabajo.

La forma para encontrar el tiempo normal se presenta a continuación:

1. Cálculo del tiempo cronometras ($T_c = T \sum X/n$)
2. Cálculo del tiempo normal ($T_n = T_c \times F_c$)
3. Cálculo del tiempo estándar ($T_s = T_n(1 + \text{Concecciones})$)

De las tablas de Westinghouse:

Habilidad = 3%

Esfuerzo = 5%

Condiciones = 0.00

Consistencia = - 2 %

Total = 6%

De la tabla de descanso:

Trabajo de pie = 2%

Fuerza muscular = 17%

Ruido = 2%

Total = 21%

$T_n = 49.85(1.06) = 52.84$ seg.

$T_s = 52.84(1+0.21) = 63.93 = 1:04$ minutos

Estos cálculos se realizaron con cada una de las operaciones de la toma de tiempos, debido a que los rangos evaluados serán los mismos en cada operación.

Tabla I Toma de tiempos del área de molienda

(A) Clasificación de Materia Prima	
Tiempo (Segundos)	
48	47
53	51
52	53
45	52
39	47
50	53
57	49
54	53
46	54
46	48
Tiempo Cronometrado	49.85

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 49.85 (1.06)$$

$$T_n = 52.84$$

$$T_e = T_n (1+ \text{Conseciones})$$

$$T_e = 52.84(1+0.21)$$

$$T_e = 63.93$$

$$T_e = 1:03 \text{ min.}$$

(B) Abastecimiento de Materia Prima a Molino	
Tiempo (Segundos)	
52	49
48	49
53	47
45	59
60	56
46	51
48	47
56	43
57	49
52	48
Tiempo Cronometrado	50.75

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 50.75(1.06)$$

$$T_n = 53.79$$

$$T_e = T_n (1+ \text{Conseciones})$$

$$T_e = 53.79 (1+0.21)$$

$$T_e = 65.09$$

$$T_e = 1:05 \text{ min.}$$

(C) Pesado y sellado de sacos de 20 Kg.		
Tiempo (Segundos)		
15	14	
16	17	
14	14	
15	16	
16	15	
16	17	
16	14	
16	18	
14	18	
15	16	
Tiempo Cronometrado	15	16

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 15 (1.06)$$

$$T_n = 15.06$$

$$T_e = T_n (1+ \text{Conseciones})$$

$$T_e = 15.06(1+0.21)$$

$$T_e = 19.24$$

$$T_e = 19\text{seg}$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 16 \times 0.06$$

$$T_n = 16.96$$

$$T_e = T_n (1+ \text{Conseciones})$$

$$T_e = 16.96(1+0.21)$$

$$T_e = 20.52$$

$$T_e = 20 \text{ seg}$$

En la tabla I (A, B, C) aparecen los datos obtenidos del estudio de tiempos realizado en el área de molienda en donde se observó que la operación de llenado de sacos va a ser muy variable debido a que va a depender del filo que tengan las cuchillas de los molinos.

2.3.2 Estimación del tiempo de jornada efectiva de trabajo

La estimación del tiempo estándar se hace mediante la suma de todos los tiempos estándares obtenidos en cada una de las operaciones involucradas en el proceso. Se ha determinado con el ingeniero de la planta que el tiempo mínimo para lograr alcanzar la producción deseada será de 8 minutos, con lo cual a partir de este dato se realizarán los cálculos y por consiguiente será nuestro tiempo estándar.

$$J_{ET} = T_J - PP$$

J_{ET} = Jornada efectiva de trabajo

T_J = Tiempo de jornada

PP = Paros programados (desayuno, refacción y almuerzo)

$$J_{ET} = 720 \text{ min.} - 60 \text{ min}$$

$$J_{ET} = 660 \text{ min.}$$

Se tiene que la jornada efectiva de trabajo tendrá un tiempo disponible de 660 min., por jornada.

Los datos obtenidos anteriormente van a depender mucho de la operación de llenado de sacos, debido a que se ve afectada considerablemente por el filo que tengan las cuchillas, es por eso que se ha platicado con el ingeniero de planta y se ha establecido que los datos obtenidos son los que se deberían de mantener constantes para lograr una buena producción.

2.4 Balance de líneas actuales de producción

A continuación se muestra el balance de línea que se necesita para el área de producción, específicamente el área de molienda, en donde se toman en cuenta los requerimientos mínimos que se exige por parte del departamento de comercialización.

2.4.1 Balance de línea de clasificación de PET

El balance de línea se lleva a cabo por medio de la cantidad de producción deseada por cada uno de los molinos del área de molienda.

Tabla II Producción esperada área de molienda

1.1.1 PRODUCCION ESPERADA (KGS) / DIA			
MÁQUINA	TURNO 1	TURNO 2	TOTAL
MOLINO VIEJO	1500	1000	2500
MOLINO MAYOR	2500	2000	4500
TOTAL	4000	3000	7000

Minutos de jornada = 720
Minutos Libres = 60
Minutos reales de trabajo = 660
Tiempo de limpieza de jumbo = 25 min.

Los datos expuestos en la tabla anterior son los datos con los que actualmente se están trabajando en la empresa, la jornada es de 12 horas de trabajo, con lo cual descontándoles el tiempo del almuerzo, refacción y desayunos se tiene que la jornada es de 11 horas productivas, ya con estos datos se procede a hacer los siguientes cálculos.

CLASIFICACION PET MIXTO

25 min. ----- 1 jumbo
660 min. ----- X jumbos
X = 26 jumbos

1 jumbo ----- 30 kgs
X jumbos ----- 7000 Kgs
X = 233 jumbos

CLASIFICACION PET NATURAL

1 jumbo ----- 30 min.
X jumbos ----- 660 min.
X = 22 jumbos

1 jumbo ----- 30 kgs
X jumbos ----- 7000 Kgs
X = 233 jumbos

$$\frac{1 \text{ operador} \text{ ----- } 26 \text{ jumbos}}{234 \text{ jumbos}} = 9 \text{ operadores}$$

(26 jumbos /operador)

$$\frac{1 \text{ operador} \text{ ----- } 22 \text{ jumbos}}{234 \text{ jumbos}} = 11 \text{ operadores}$$

(22 jumbos /operador)

Conclusión: Se necesitan 10 operadores temporales para la operación de clasificación de PET ya sea mixto ó natural, para el área de molienda.

Calculando la productividad del Área de Molienda

Si: 1 jumbo ----- 30 Kilos

Se tiene que por cada jumbo que se termina de abastecer al molino sale aproximadamente un saco de 20 Kilos, lo que da la pauta de que lo demás es ya sea basura o envases llenos de líquido que se encuentran en los jumbos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Obtenido}}{\text{Invertido}} * 100 = \frac{20 \text{ Kilos}}{30 \text{ Kilos}} = (0.6666)*100 = 66.66\%$$

Con esto se demuestra que la productividad con la que actualmente se esta trabajando es del 66.6 %, la cual se pretende mejorar con la instalación de las nuevas líneas de producción de lavado de PET. Lo que significa que no se aprovecha el 34.34% del material que ingresa, esto es básicamente porque es basura que viene en los jumbos o por materiales que no se procesan en el área.

El principal problema que se ha observado en los estudios realizados en el área de molienda y que afectan considerablemente la productividad del área es que la materia prima procedente del basurero viene demasiado sucia, con lo que hace que la cantidad de materia prima real sea mucho menor a que recibida.

2.4.2 Estimación de índices de producción

Los índices de producción ayudaran a analizar la cantidad producida por cada uno de los molinos por hora, y cuando el índice este por debajo del requerido se procederá al cambio de cuchillas para elevar la producción.

$$IP = \frac{\text{Cantidad Requerida}}{\text{Tiempo Disponible}}$$

Con la fórmula anterior, se determinan los diferentes índices de producción del molino mayor, esto se hace en base a la capacidad instalada que tiene dicho molino, con lo cual se logra determinar cual es la cantidad mínima que el monino deberá producir por hora, con respecto a los requerimientos de producción establecidos.

Molino mayor:

- Requerimiento mínimo: 1600 kilos / día (en base a la capacidad instalada de la máquina)
- Horas disponibles: 11 horas / días

El requerimiento mínimo especificado anteriormente significa que esa es la cantidad mínima que el molino tendría que estar sacando por turno para así cumplir las metas establecidas por el departamento de producción. El principal problema que se va a tener en el cálculo de los índices de producción será la gran variación que existe debido al filo de las cuchillas, es por eso que se realizara el cálculo en base a la cantidad de producción requerida, obteniendo así los índices deseados.

Tabla III Índices de producción molino mayor

Cantidad Requerida	kilos / hora	Minutos / saco
2600	236,36	5:04
2500	227,27	5:16
2400	218,18	5:30
2300	209,09	5:44
2200	200,00	6:00
2100	190,91	6:30
2000	181,82	6:36
1900	172,73	6:57
1800	163,64	7:20
1700	154,55	7:47
1600	145,45	8:15

En la tabla anterior se puede observar los resultados de los índices de producción obtenidos de la cantidad requerida de producción, como también el tiempo aproximado de la producción de cada saco por el molino mayor, dependiendo del rango de producción en el que se encuentre el molino. Su producción mínima será siempre de 1600 Kg. por turno.

Molino viejo:

- Requerimiento mínimo: 1200 kilos / día (en base a la capacidad instalada de la máquina)
- Horas disponibles: 11 horas / días

El requerimiento mínimo especificado anteriormente significa que esa es la cantidad mínima que el molino tendría que estar produciendo por turno para así cumplir las metas establecidas por el departamento de producción. El principal problema que se va a tener al igual que en el otro molino es en el cálculo de los índices de producción, debido a la gran variación que existe con filo de las cuchillas, es por eso que se realizara el cálculo en base a la cantidad de producción requerida, obteniendo así los índices deseados.

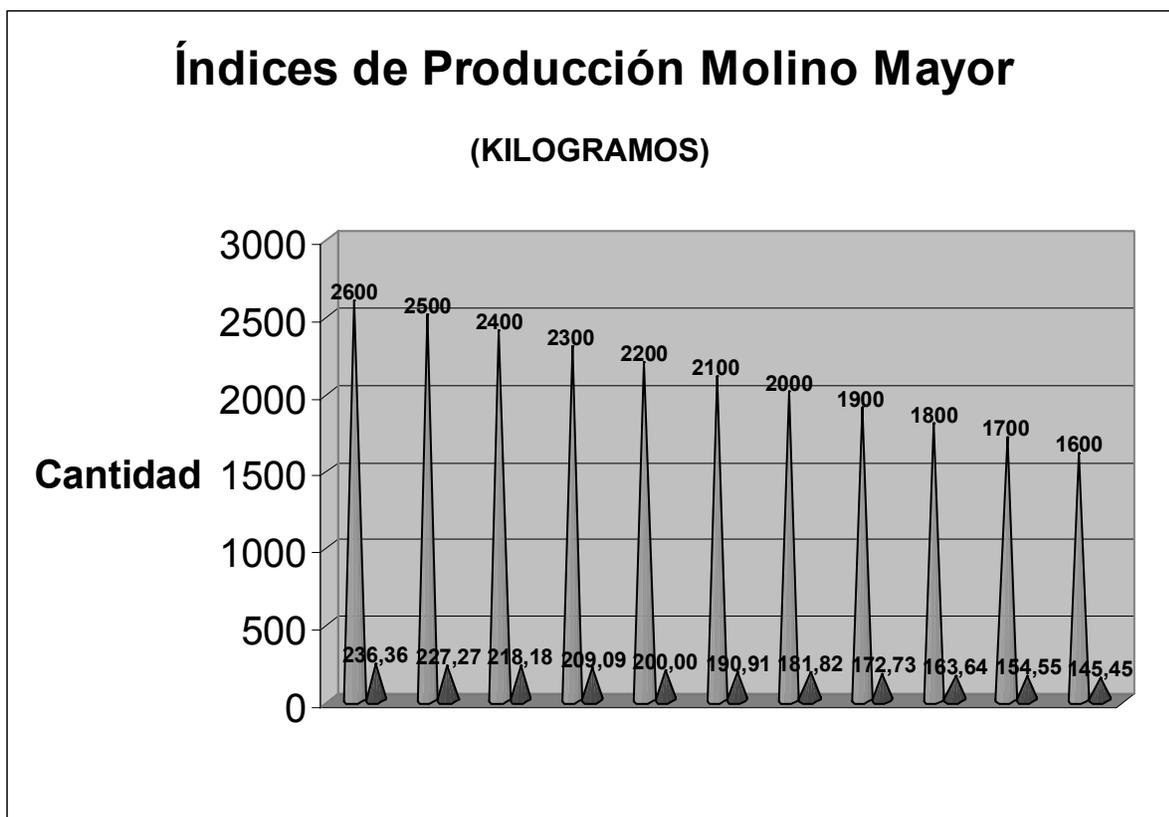
Tabla IV Índices de producción molino viejo

Cantidad Requerida	kilos / hora	Minutos / saco
2200	200.00	6:00
2100	190.91	6:18
2000	181.82	6:36
1900	172.73	6:54
1800	163.64	7:18
1700	154.55	7:48
1600	145.45	8:18
1500	136.36	8:48
1400	127.27	9:24
1300	118.18	10:12
1200	109.09	11:00

En la tabla anterior se observan los resultados de los índices de producción obtenidos de la cantidad requerida de producción, obteniendo así el tiempo aproximado de la producción de cada saco por el molino viejo dependiendo del rango de producción en el que se encuentre el molino. Su producción mínima será siempre de 1200 Kg. por turno.

A continuación se presenta la gráfica de los índices de producción del molino mayor en donde se puede observar como es que la cantidad producida va de forma descendiente, pero esto es debido al filo y al desgaste de las cuchillas de molino.

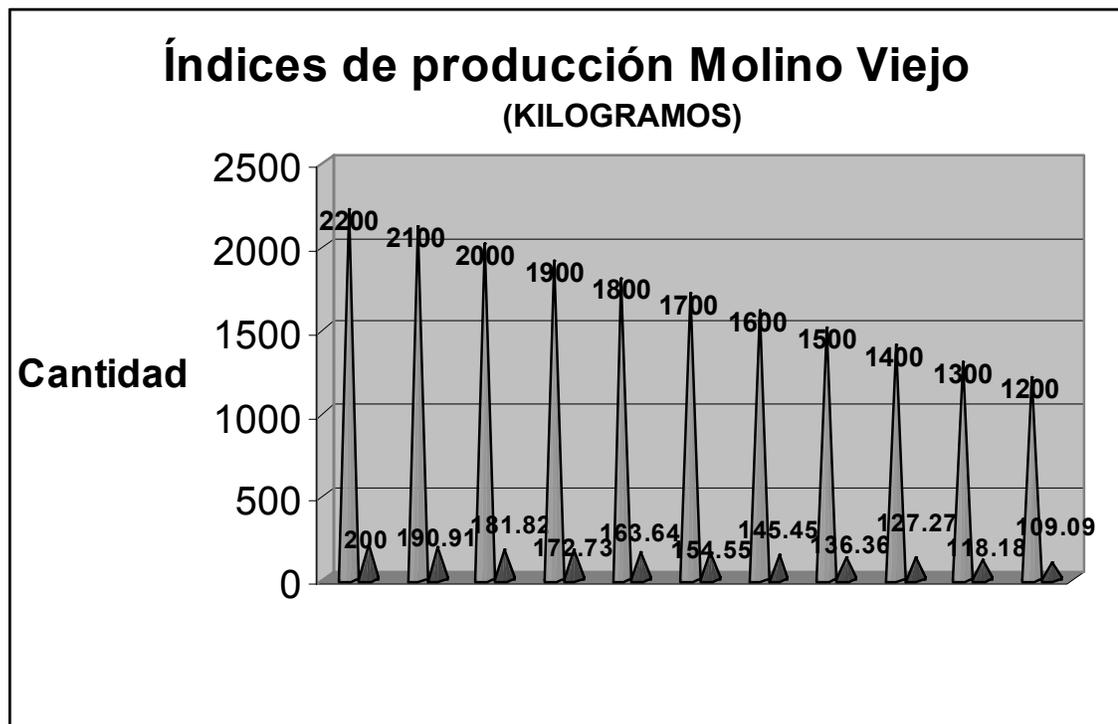
Figura 5 Índices de producción molino mayor



En la gráfica anterior se puede observar cuales son los índices de producción que se desean mantener en la planta de molienda, teniendo como límite una producción mínima de 1600 Kilos por turno; cuando la producción sea menor que 1600 Kilos se necesitara un mantenimiento a la máquina en el cual se realizara un cambio de cuchillas al molino. También se observa la producción por hora dependiendo del índice de producción.

A continuación se presenta la gráfica de los índices de producción del molino viejo en donde se puede observar como es que la cantidad producida va de forma descendiente, pero esto es debido al filo y al desgaste de las cuchillas de molino.

Figura 6 Índices de producción molino viejo

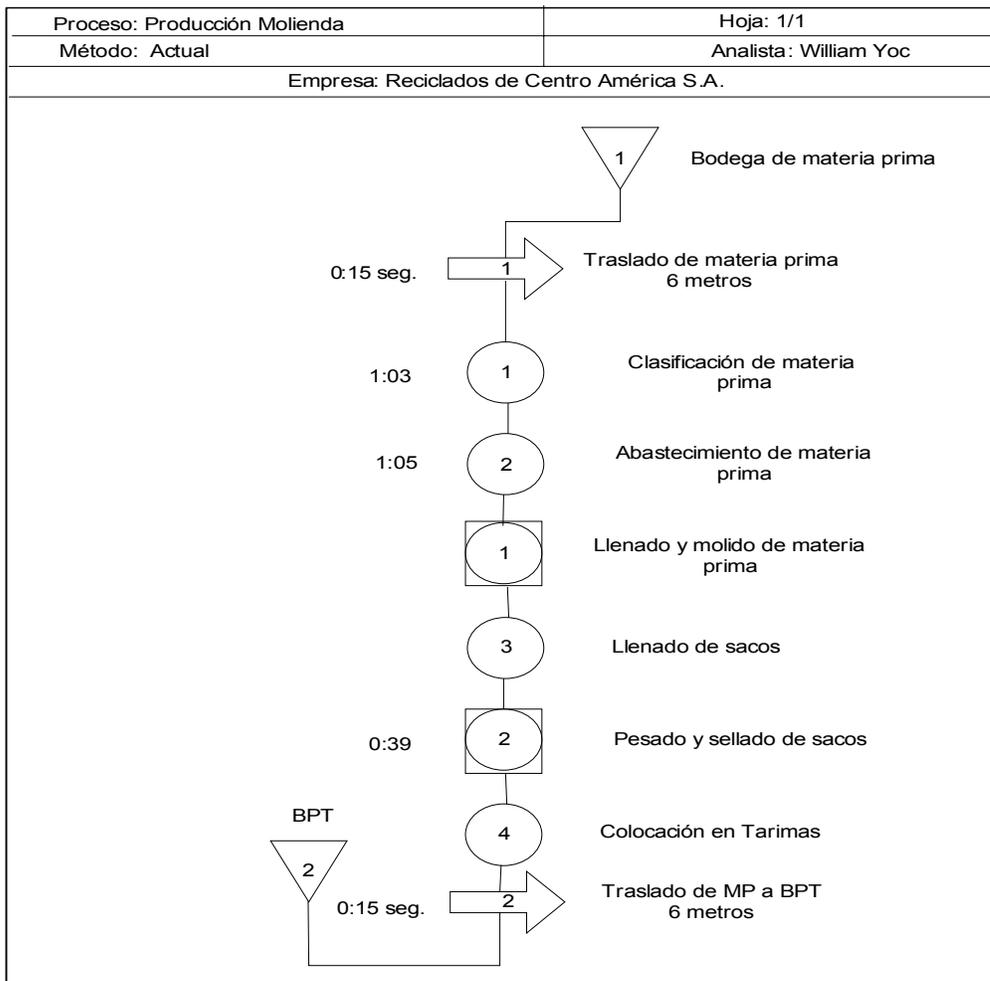


En la gráfica anterior se puede observar cuales son los índices de producción que se desean mantener en la planta de molienda, teniendo como limite una producción mínima de 1200 Kilos por turno; cuando la producción sea menor que 1200 Kilos se necesitara un mantenimiento a la máquina en el cual se realizara un cambio de cuchillas al molino. También se observa la producción por hora dependiendo del índice de producción.

2.4.3 Diagrama de Flujo – Área de molienda

A continuación se observa cada una de las operaciones que afectan el proceso de molienda describiendo cada una de ellas.

Figura 7 Diagrama de flujo situación actual



CUADRO RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	Tiempo
Operación		4	2:08
Inspección y operación		2	0:39
Transporte		2	0:30
BMP		2	

En la figura anterior se describe todo el proceso del área de molienda, con lo cual se hace más fácil el análisis de cada una de las operaciones involucradas. Se observa que en el proceso; la operación que más está afectando es la selección de la materia prima, debido a que es una operación tardada lo cual hace por consiguiente que los índices de producción sean bajos. También se muestra el cuadro resumen de las operaciones involucradas en el proceso.

2.4.4 Análisis de operaciones del proceso

- Solicitud de materia prima a bodega: El jefe de producción o el supervisor de producción hace una solicitud de materia prima al departamento de Bodega; dependiendo del material que se vaya a utilizar en el área de molienda.
- Clasificación de la materia prima: En esta operación lo que se hace es que el operador separa la materia prima por color (natural, verde y azul). Acá también es separada la basura de la materia prima como también son vaciados los envases que contengan residuos líquidos de las bebidas.

- Traslado de materia prima a planta de producción: Esta operación es básicamente realizada por los operarios, que van a traer jumbos al área de almacenamiento de bodega y son colocados en el área de producción de PET.
- Abastecimiento de materia prima al molino: Esta operación consiste en que después de que el material ya ha sido clasificado se alimente la tolva del molino para que este empiece a moler, esto consiste básicamente en llenar unos botes plásticos con materia prima y vaciarlos en la tolva del molino.
- Molido de materia prima (automático): consiste básicamente en el molido de las botellas de PET realizado automáticamente por el molino cuando este es abastecido.
- Llenado de sacos de producto terminado a 20 KG: Operación que consiste en dejar que el molino llene con producto terminado los sacos de PET ya molido, hasta un peso de 20 Kg.
- Pesado y sellado de sacos a 20 Kg.: Esta operación consiste en pesar los sacos a 20 Kg. Y después de pesarlos sellarlos con una máquina de coser.
- Colocación de sacos de 20 Kg. en tarimas de 1000 Kg.: Consiste en la colocación de 50 sacos de 20 Kg. en tarimas para que llegue a un peso de 1000 Kg. equivalente a una tonelada.
- Colocación de fleje a tarimas: Consiste en la colocación de un cincho de plástico o a veces fleje que es un material plástico que sirve para envolver, esto se hace para reforzar las tarimas y que los sacos no se caigan a la hora de que se almacenen en bodega y se coloque tarima sobre tarima.

Figura 8 Colocación de sacos en tarimas



2.5 Recopilación de información del departamento de mantenimiento

La información que se recopila es en base a datos que se llevaba por el departamento de mantenimiento, en relación a los cambios que cuchillas de los molinos, como también el control del índice de producción de parte del departamento de producción. Las conversaciones se han realizado con los ingenieros y con el supervisor han sido sobre la situación en que se encuentra en el área de molienda, con lo que se proporcionaron datos de producción y datos sobre los mantenimientos que se le realizaban a los molinos. Se hace mención que los principales problemas con los que se cuentan son:

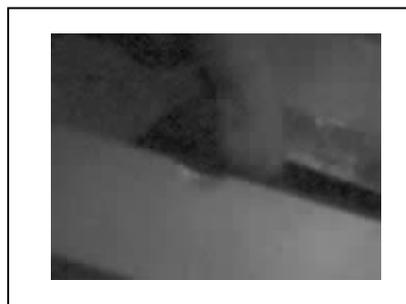
- ✓ Índices de producción bajos
- ✓ Falta de personal calificado
- ✓ Acumulación de materia prima PET

Estos problemas son de vital importancia para el proceso debido a que se tienen largos períodos de producción con índices demasiado bajos, lo cual es debido a que los mantenimientos a los equipos son de períodos demasiado largos, pero no es culpa en sí del departamento de mantenimiento sino que se debe a que no se tienen juegos de cuchillas suficientes para cada uno de los molinos, y era por eso que las cuchillas se dejan bastante tiempo de trabajo.

También se comenta que la falta de personal es una de las causas de los problemas debido a que se realizan demasiadas actividades en el área de producción que a veces un operador es llevado a otra área donde se necesita sacar más rápidamente la producción, dejando el área en la cual se encontraba sin personal y por consiguiente sin producir en esa área.

Un ejemplo de la falta de cuchillas es que los juegos con los que se contaban a la hora de estar dañados, se tiene la necesidad de prestar una máquina para volverles a dar el filo, pero esto a veces no era posible porque la máquina está siendo utilizada, y no había opción que esperar hasta que esta fuera desocupada. A continuación se presenta como es que quedan las cuchillas dañadas, hasta que se realiza el nuevo cambio de cuchillas:

Figura 9 Condiciones de las cuchillas

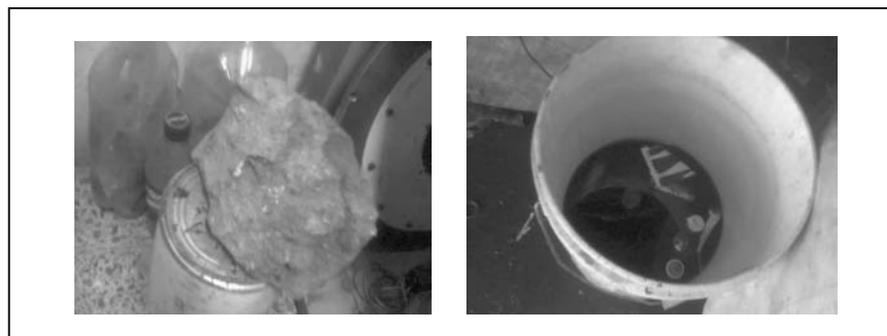


En la figura anterior, las cuchillas en la mayoría de veces salen quebradas debido a que se dejan ir materiales como metales o piedras que hacen que estas se dañen. Uno de los problemas que también es de vital importancia según se comenta es que se tiene un excedente de materia prima, lo cual hace que hallan mucho material en el área de trabajo, lo cual ocasiona que el área de trabajo sea reducida y sea incomodo el trabajar en la zona. Se hace mención también que no se llevaba un buen control sobre la cantidad producida del área de molienda.

Se comentaba por parte de los operarios que una de las principales causas de que los índices de producción sean bajos son primordialmente el filo de las cuchillas de los molinos, y que esto se debía a que la materia prima que se le esta proporcionado llega demasiado sucia; ya sea envases con lodo o con residuos líquidos lo cual hace que se dañe considerablemente el filo.

También se coincide que por falta de personal se dejaba de producir por ir a realizar otras tareas, teniendo en cuenta que en cada una de las máquinas se necesita que halla un operador titular para el buen uso de la maquinaria. A continuación se presentaran algunos tipos de objetos que hacen que el filo de las cuchillas sea afectado:

Figura 10 Causas que afectan filo de las cuchillas



Como se puede observar en las figuras anteriores, estos materiales como metales, piedras, botes demasiado sucios y con residuos de agua afectan de gran manera a las cuchillas, quitándoles el filo y haciendo que el tiempo de vida útil de las mismas sea mucho más bajo.

2.5.1 Control de mantenimientos de molinos

El control de mantenimientos de los molinos que se lleva a cabo en el área de molienda es muy deficiente debido a que se realizan de forma muy descontrolada y desordenada, que no se tenía la certeza si los datos eran los correctos.

Recopilación de información de mantenimientos: Se tuvieron pláticas con el departamento de mantenimiento; para ver que tipo de control se llevaba a cabo, lo que se me comento fue que se les hacia mantenimiento a los molinos basándose en la cantidad producida por el molino, sin importar la duración que esta fuera, lo que quiere decir es que se dejaba que los molinos trabajaran aunque se estuvieran con índices de producción bajos, debido a que esas eran las ordenes del supervisor de producción

El control que se llevaba del departamento de molienda con respecto al cambio de las cuchillas y los mantenimientos de los equipos por parte del departamento de mantenimiento se ilustra en las tablas siguientes (tabla A, B), en las cuales se describen la cantidad de kilogramos producidos durante cierta cantidad de tiempo, hasta que se realiza en cambio de las cuchillas o los mantenimientos respectivos, es por eso que se miran las variaciones entre cada tabla debido a que el control no era realizado del todo bien.

Tabla V Control de mantenimientos a molinos por el departamento de mantenimiento

(A) Molino viejo		
Kilogramos / Día		
1,400.0	1,740.0	340.0
2,280.0	2,000.0	1,200.0
1,640.0	1,100.0	1,440.0
1,140.0	1,600.0	680.0
2,280.0	460.0	1,560.0
1,600.0	1,220.0	1,200.0
1,180.0	980.0	640.0
1,720.0	1,220.0	720.0
2,500.0	1,240.0	960.0
2,500.0	840.0	
1,820.0	920.0	43,980.0

(B) Molino Mayor			
Kilogramos / Día			
1,840	940	1,360	1,020
1,080	1,340	1,320	960
1,600	2,040	1,220	1,050
1,360	1,040	860	880
2,220	1,480	1,340	540
2,140	2,180	1,680	180
580	2,980	2,580	1,220
1,080	840	1,500	1,060
1,060	2,200	1,200	1,020
1,220	3,240	920	
1,240	1,760	1,220	65,950.0

Cada columna de las tablas anteriores indica el número de kilogramos que el molino saco por cada día trabajado, con lo cual se logra apreciar que la cantidad producida tiene mucha variación, lo cual se observa en las dos tablas cuando se tiene producciones muy altas, y producciones muy bajas, lo que probablemente esta indicando que ya es necesario un mantenimiento correctivo del molino o en todo caso un cambio de cuchillas, el cual se nota en la deformidad y el filo que estas tengan, como se muestra en la figura 9 de la pagina 26. Se estudiaron los manuales de las máquinas, esta operación se realizo debido a que se necesita tener toda la información acerca del correcto uso de los equipos, así también como de las maquinarias, es por eso que se hizo la lectura de cada uno de los manuales de las máquinas que fueron proporcionados por el encargado del departamento de mantenimiento, el cual brindo una inducción bien detallada del uso correcto de cada máquina. Con esto lo que se pretende es velar por el buen uso de las máquinas por parte del personal, y por consiguiente lograr diferenciar entre un buen uso y un mal uso del equipo, y ser capaz de corregir al personal que lo haga incorrectamente.

3 PROPUESTA DEL BALANCE DE LA NUEVA PARA LA INTEGRACIÓN A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.1 Balance de líneas de producción en área de molienda

En el siguiente capítulo se presentarán los diagramas nuevos de la línea nueva, así también como los diagramas mejorados de los ya existentes.

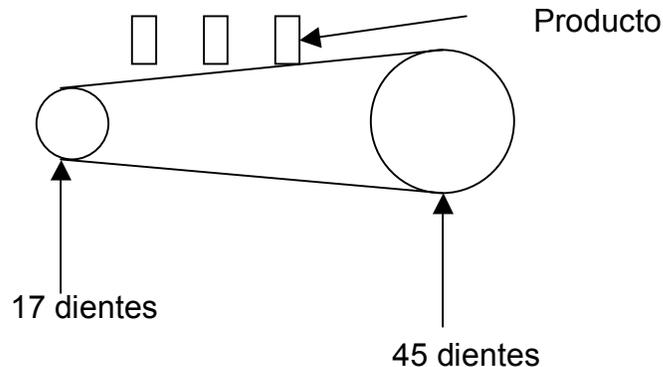
Una mejora que se ha logrado realizar en el área de molienda es principalmente la eliminación de una actividad en el proceso, esta actividad básicamente era la de la selección de material en el área de trabajo, lo que significaba que el operador perdiera tiempo en la clasificación del material antes de poder ser introducido a los molinos. Esta operación básicamente ha sido eliminada del proceso gracias a la creación de una nueva línea de producción en la cual se está clasificando el material desde que este llega a la bodega, entonces el material ya es llevado clasificado al área de producción.

La operación con la cual ha sido eliminada la clasificación de la materia prima Pet es por una nueva línea de producción de clasificado en donde se incluye una banda transportadora.

A continuación se presenta el proceso de cómo calcular la velocidad lineal de la banda transportadora para que la misma esté siempre en funcionamiento constante.

Banda transportadora la cual tiene dos ruedas dentadas una de 17 dientes y la otra de 45 dientes

Figura 11 Cálculo Banda transportadora



Se saca la velocidad lineal:

$$\text{Velocidad lineal} = (\text{Velocidad de la Línea}) * (\text{Separación entre producto})$$

$$\text{Velocidad Lineal} = (150 \text{ unidades/minuto}) * (0.5 \text{ Pulgadas/unidad})$$

$$\text{Velocidad Lineal} = 75 \text{ pulgadas/minuto}$$

La velocidad Angular de la línea:

$$\text{Velocidad Angular} = (\text{Velocidad Lineal}) / (\text{El radio del disco dentado})$$

$$\text{Velocidad Angular} = (75 \text{ pulgadas/minuto}) / (6 \text{ pulgadas})$$

$$\text{Velocidad Angular} = 12.5 \text{ radianes/minuto}$$

Las revoluciones por minuto:

$$\text{RPM} = (\text{Velocidad Angular}) / (2 * 3.1416)$$

$$\text{RPM} = (12.5 \text{ radianes/minuto}) / (2 * 3.1416)$$

$$\text{RPM} = 1.99 = 2$$

La velocidad del motor con que mueve todo el sistema o sea los dos dientes dentados y la faja transportadora es de 750. Como se saca la velocidad lineal y la velocidad angular se tiene que las revoluciones ideales para que la banda no vaya tan rápido, es variar el número de dientes de las ruedas dentadas de la banda.

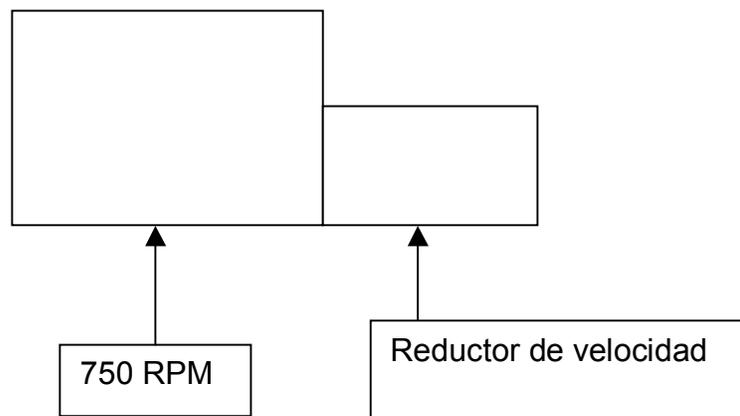
Con una relación de 20:1 o de 25:1 se tiene que lograr que quede la relación de 2 RPM que es la velocidad ideal de todo el proceso

$$(750)/(20) = 37.5 \text{ RPM}$$

$$(37.5)*(17/45) = 14 \text{ RPM}$$

Esto nos indica que la máquina todavía va muy rápido, con lo que se tiene que variar las ruedas dentadas, y por consiguiente se tendría que agregar un reductor de velocidad al motor.

Figura 12 Uso de reductor de velocidad



En conclusión para lograr establecer la velocidad lineal de la banda transportadora tenemos que colocar un reductor de velocidad en el motor cuando el número de revoluciones sea demasiado grande con respecto a lo calculado, y jugar con el número de dientes de las ruedas dentadas.

Figura 13 Banda transportadora



La banda transportadora antes ilustrada ha sido de gran importancia para la mejora de todo el proceso de molienda, debido a que se ha logrado con esto eliminar una operación del proceso de molienda en si, con lo cual se ahorra tiempo en el proceso.

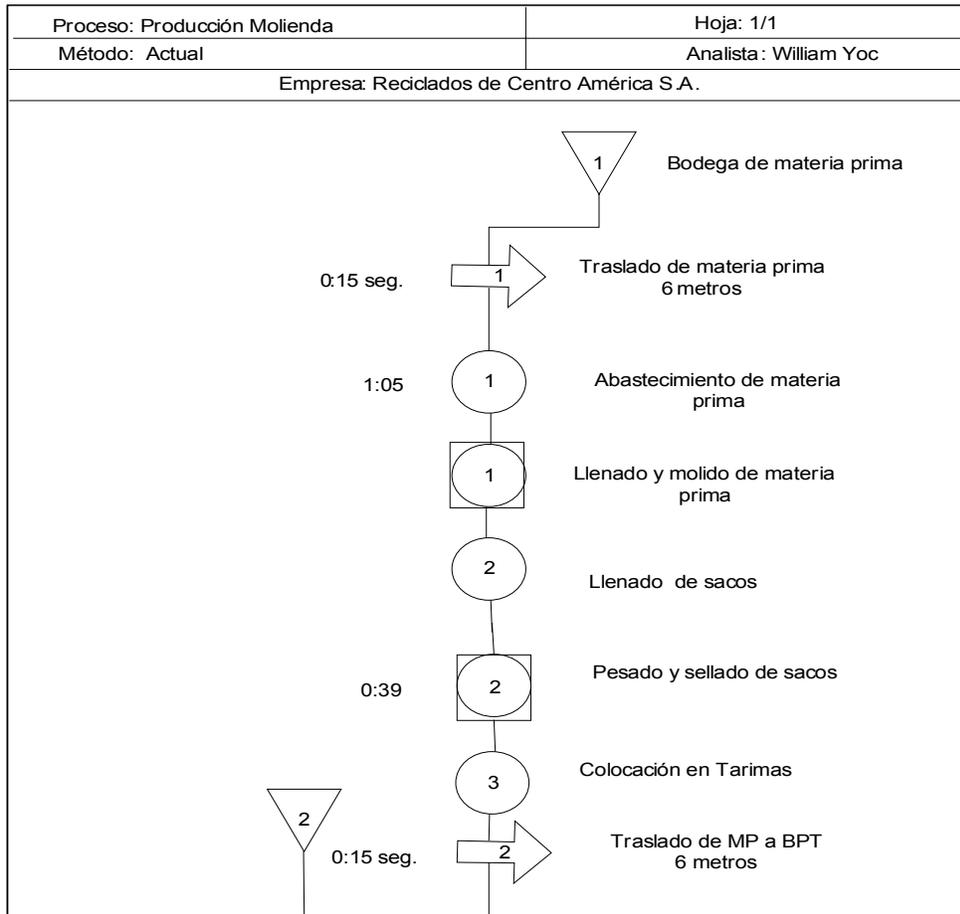
Ahora se puede notar un cambio en la productividad del área debido a que el material llega mucho más limpio al área por consiguiente no se tiene mucho desperdicio; y la cantidad obtenida durante el proceso es muy parecida a la invertida, así se logra aumentar la productividad. Se tiene que por cada jumbo que se termina de abastecer al molino sale aproximadamente un saco de 26 kilos, lo que da la pauta de que el desperdicio se ha logrado reducir considerablemente:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Obtenido}}{\text{Invertido}} * 100 = \frac{26 \text{ Kilos}}{30 \text{ Kilos}} = (0.866)*100 = 86.66\%$$

Con esto se puede demostrar que la productividad se incremento considerablemente a un 86.66%, obteniendo así un aumento del 20.00% en la productividad.

A continuación se presenta el diagrama de flujo mejorado del área de molienda

Figura 14 Diagrama de flujo mejorado



CUADRO RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	Tiempo
Operación	○	3	1:05
Inspección y operación	◻	2	0:39
Transporte	➡	2	0:30
BMP	▽	2	

El diagrama que se presentó anteriormente es el diagrama mejorado del área de molienda comparado con la figura 7 del Capítulo 2 página 21, en donde se puede apreciar la eliminación de una operación en todo el proceso, la operación que se ha logrado eliminar ha sido la clasificación de materia prima. También se muestra el cuadro resumen de las operaciones del proceso.

3.1.1 Balance de líneas del área de molienda de PET con el método de diagramas de precedencia y estaciones de trabajo (Molino mayor)

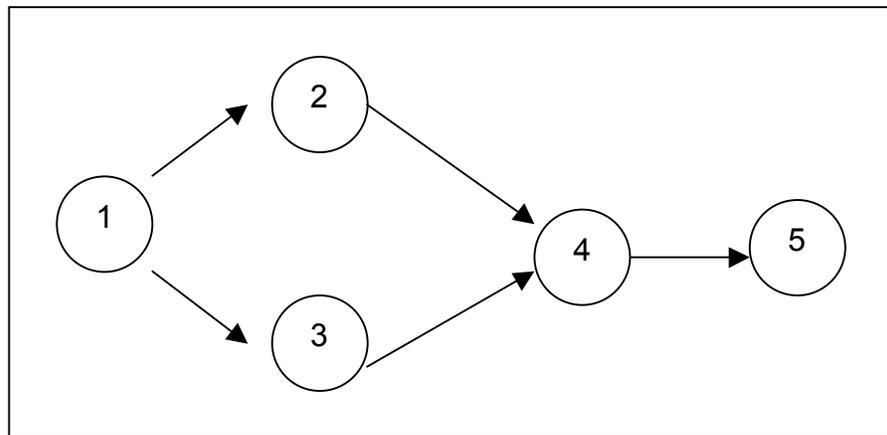
El método de balance de líneas por diagramas de precedencia y estaciones de trabajo, va a ser muy útil debido a que este método se basa en la precedencia de operaciones que en este caso se da en el proceso de molienda, debido a que ninguna operación puede llevarse a cabo a menos que la anterior este terminada.

Tabla VI Operaciones del proceso de molienda molino mayor

OPERACIÓN	Definición de Operación	Tiempo
1	Llenado de materia Prima a Molino	1:05 seg.
2	Molido de materia Prima	6:05 min.
3	Llenado de sacos con Materia Prima	6:25 min.
4	Pesado de Sacos de Materia Prima	19 seg.
5	Sellado de Sacos de Materia Prima	20 seg.

Como se puede notar en esta tabla, en comparación a las operaciones del capítulo 2 en la página 21, se ha logrado eliminar una operación, la cual es la de clasificación de material prima, lo que significa que se está ahorrando aproximadamente 55 segundos con el nuevo sistema mejorado.

Figura 15 Diagrama de precedencia de operaciones molino mayor



En la figura anterior se muestra la secuencia en que son realizadas las operaciones en el proceso de molienda, exclusivamente en el molino mayor.

Tabla VII Pesos posicionales de las actividades y sus precedentes

Operación	Unidad y Precedencia	Sumatoria	Peso posicional
1	1-2-3-4-5	1:05+6:05+6:25+0:19+0:20	14:10
2	2-4-5	6:05+0:19+0:20	6:42
3	3-4-5	6:25+0:19+0:20	7:02
4	4-5	0:19+0:20	0:39
5	5	0:20	0:20

Tabla VIII Pesos posicionales molino mayor

Operación	Peso Posicional	Tiempo de Operación
1	14:10	1:05
3	7:02	6:25 min.
2	6:42	6:05 min.
4	0:39	19 seg.
5	0:20	20 seg.

En la tabla anterior de peso posicional, indica las posibles rutas que se pueden tener para llevar a acabo el proceso de molienda, también se incluye cuales serian los tiempo de duración de las rutas obtenidas.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\{ \text{Tiempo disponible de un operador} \} \{ \text{Eficiencia} \}}{\text{Producción diaria}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{660 \text{ min.} * 100\%}{80 \text{ sacos}} = 8.25 \text{ minutos / saco}$$

$$\text{Número teórico de estaciones} = \frac{\text{Tiempo estandar}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Número teórico de estaciones} = \frac{14:10 \text{ min.}}{8:25 \text{ min.}} = 1.67 \text{ estaciones} = \mathbf{2 \text{ estaciones}}$$

Tabla IX Distribución de operaciones estación 1 Y 2

2 Estación 1		
Operación	Tiempo de operación	Tiempo Acumulativo
1	1:05 min.	1:05
2 y 3	6:25 min.	7:30

3 Estación 2		
Operación	Tiempo de operación	Tiempo Acumulativo
4	19 seg.	19 seg.
5	20 seg.	20 seg.

Conclusión: Esta nueva línea de producción contara con 2 estaciones de trabajo con lo cual se producirán aproximadamente 1600 Kilos, en un tiempo por saco de 20 kilos de 7:30 minutos.

Según los cálculos obtenidos anteriormente se puede notar que para el manejo del molino mayor como estación solo es necesario la operación de dos personas, ya que con esto se esta logrando que se trabaje más y mejor, comparado esto con la situación actual que se tenia, se estaban utilizando a tres personas para el manejo del molino, con esto se puede ver que se ahorra a una persona por consiguiente se reducen costos.

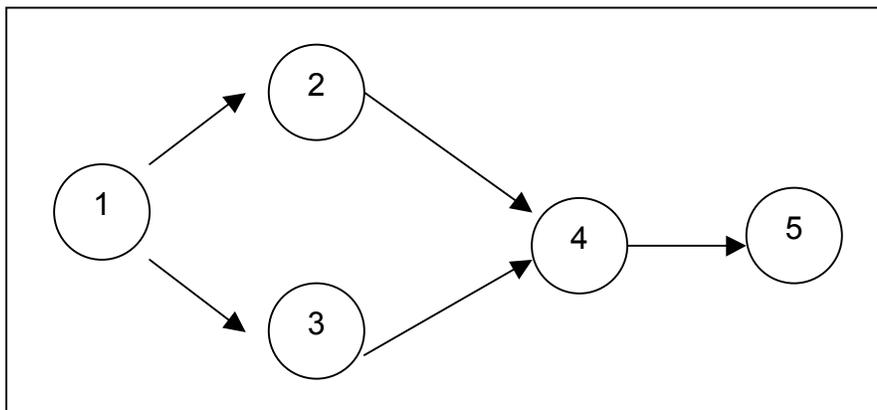
3.1.2 Balance de líneas del área de molienda de PET con el método de diagramas de precedencia y estaciones de trabajo (Molino viejo)

El método de balance de líneas por diagramas de precedencia y estaciones de trabajo, va a ser muy útil debido a que este método se basa en la precedencia de operaciones que en este caso se da en el proceso de molienda, debido a que ninguna operación puede llevarse a cabo a menos que la anterior ya halla sido realizada.

Tabla X Operaciones del proceso de molienda molino viejo

OPERACIÓN	Definición de Operación	Tiempo
1	Llenado de materia Prima a Molino	1:05
2	Molido de materia Prima	8:36 min.
3	Llenado de sacos con Materia Prima	8:55 min.
4	Pesado de Sacos de Materia Prima	19 seg.
5	Sellado de Sacos de Materia Prima	20 seg.

Figura 16 Diagrama de Precedencia de Operaciones molino viejo



En la figura anterior se muestra la secuencia en que son realizadas las operaciones en el proceso de molienda, exclusivamente en el molino viejo.

Tabla XI Pesos posicionales de las actividades y sus precedentes

Operación	Unidad y Precedencia	Sumatoria	Tiempo Total Min.
1	1-2-3-4-5	1:05+ 8:36 + 8:55 +0:19+0:20	19:16
2	2-4-5	8:36 +0:19+0:20	9:13
3	3-4-5	8:55 + 0:19+0:20	9:32
4	4-5	0:19+0:20	0:39
5	5	0:20	0:20

Tabla XII Pesos posicionales molino viejo

Operación	Peso Posicional	Tiempo de Operación
1	19:16	1:05
3	9:32	8:55 min.
2	9:13	8:35 min.
4	0:39	19 seg.
5	0:20	20 seg.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\{ \text{Tiempo disponible de un operador} \} \{ \text{Eficiencia} \}}{\text{Producción diaria}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{660 \text{ min.} * 100\%}{60 \text{ sacos}} = 11 \text{ minutos / saco}$$

El tiempo de ciclo indica el tiempo en que la máquina se tarda en la elaboración de una unidad, en este caso el llenado de un saco con producto terminado.

$$\text{Número teórico de estaciones} = \frac{\text{Tiempo estándar}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Número teórico de estaciones} = \frac{19:16 \text{ min.}}{11 \text{ min.}} = 1.75 \text{ estaciones} = \mathbf{2 \text{ estaciones}}$$

Tabla XIII Distribución de operaciones estación 1 y 2

Estación 1		
Operación	Tiempo de operación	Tiempo Acumulativo
1	1:05 min.	1:05 min.
2 y 3	8:55 min.	10:00 min.

Estación 2		
Operación	Tiempo de operación	Tiempo Acumulativo
4	19 seg.	19 seg.
5	20 seg.	20 seg.

Conclusión: Esta nueva línea de producción cuenta con 2 estaciones de trabajo con lo cual se producirán aproximadamente 1200 Kilos, en un tiempo por saco de 20 kilos de 9:50 minutos.

Al igual que en el molino anterior, según los cálculos obtenidos se puede notar que para el manejo del molino viejo solo es necesario 2 estaciones las cuales las manejaran dos personas, ya que con eso se esta logrando que se trabaje más y mejor, se estaban utilizando a tres personas para el manejo del molino, se puede ver con esto que se ahorra a una persona por consiguiente se ahorra dinero.

3.1.3 Balance de líneas máquina lavadora de PET

El balance de la nueva línea de producción incluye básicamente la línea de lavado de PET, lo cual serán equipos completamente nuevos así como los balances a realizar a estos.

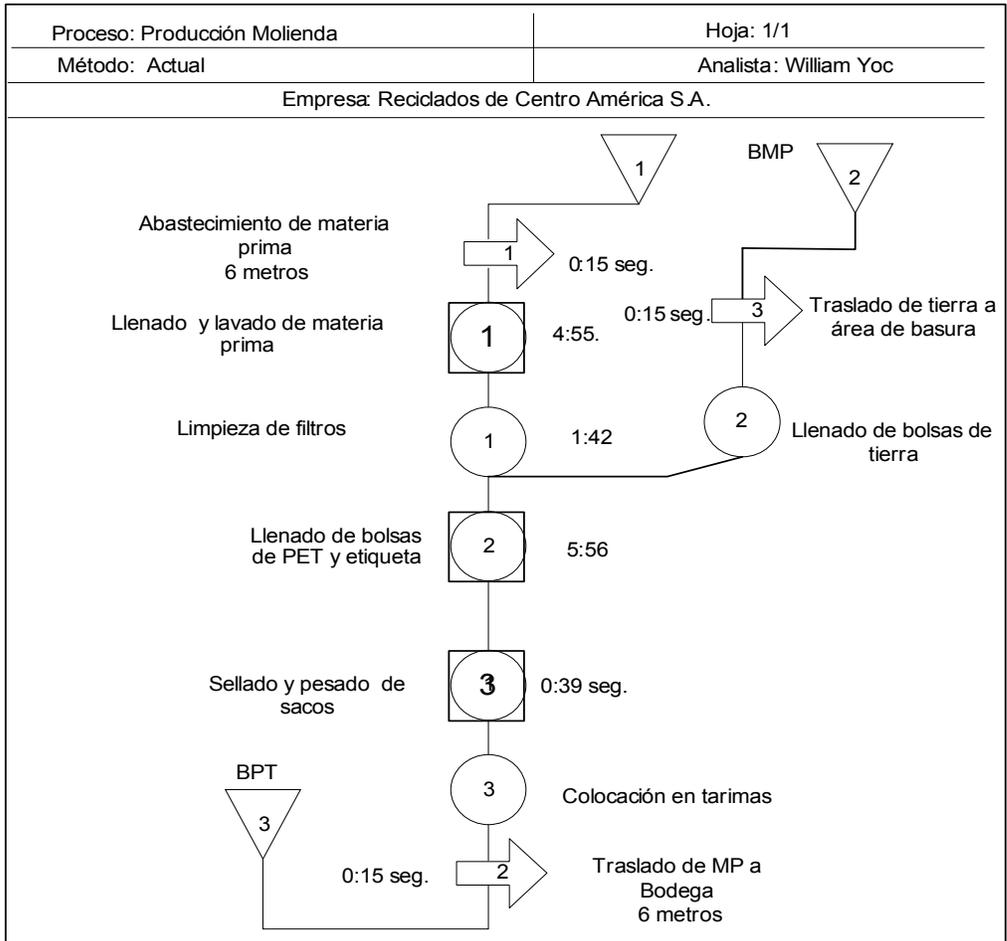
3.1.3.1 Diagrama de flujo de máquina lavadora de PET

El proceso de lavado de PET es básicamente limpiar el producto al máximo, esto quiere decir que el producto terminado que sale de los molinos todavía esta contaminado por residuos del basurero, con este proceso se elimina todos estos residuos y además también se logra quitar la etiqueta que contiene los envases de plástico así también como la tierra, en si el producto final será lo más limpio que se pueda obtener al pasar por la máquina lavadora de PET.

3.1.3.2 Descripción de Actividades de máquina lavadora de PET

- Abastecimiento de materia prima a la máquina lavadora: Consiste básicamente en llevar tarimas de Material PET molido sin lavar al área de abastecimiento de la máquina lavadora de PET.
- Llenado de materia prima a tolva de la lavadora: Consiste en vaciar sacos de 20 Kg. de PET sin lavar, en la tolva de la máquina.
- Lavado de materia prima automático: Esta operación es básicamente realizada por la máquina en donde el material es lavado.
- Limpieza de filtros de agua: Consiste en la limpieza de los filtros de los tanques de la máquina para que no halla acumulación de tierra y no deje de fluir el agua.
- Llenado de bolsas de PET lavado: Consiste en dejar que la bolsa se llene hasta que pese aproximadamente 20 Kg.
- Pesado de sacos: Consiste en pesar los sacos de material lavado a 20 Kg.; en una pesa electrónica.
- Colocación en tarimas: consiste en poner los sacos en tarimas de 1000 Kg. Para su almacenamiento.

Figura 17 Diagrama de flujo de máquina lavadora de PET



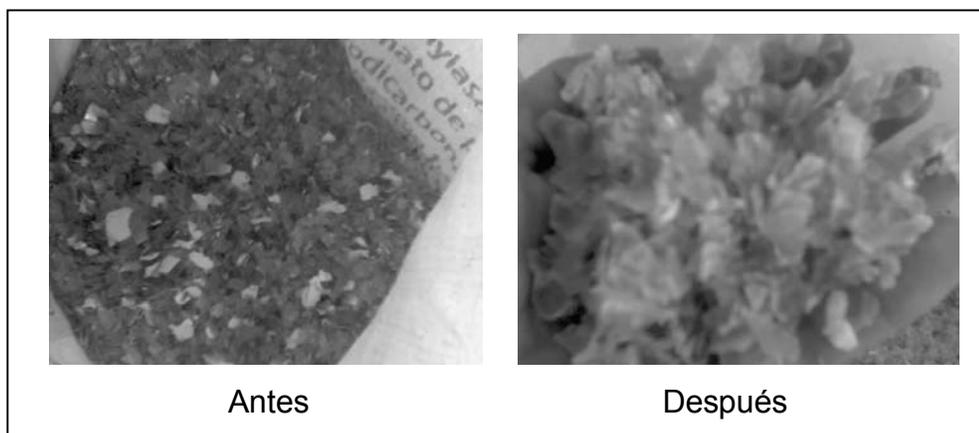
CUADRO RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	Tiempo
Operación	○	3	1:42
Inspección y operación	◻	3	11:30
Transporte	➔	3	0:45
BMP	▽	3	

La descripción del proceso de la lavadora de PET consiste básicamente en colocar el material molido contaminado todavía, este material es depositado en la tolva de la máquina la cual pasa por un canal en donde es lavado bajo altas temperaturas, logrando así que cualquier residuo contaminante existente todavía en las botellas sea eliminado. Se puede apreciar al final el cuadro resumen de las actividades que se involucran en el proceso.

Esta máquina además de ser lavadora de PET también cumple con la función de clasificación, cuando se dice clasificación se refiere a que algunos residuos de producto terminado contienen todavía residuos de lo que son las etiquetas de los envases, esta máquina elimina y clasifica estos residuos, dando como resultado final dos productos terminados, el primero es el materia completamente limpio que es el PET, y el segundo es un material en donde solo contiene etiqueta. Además esta máquina también elimina la tierra que contenga el producto expulsándola al final por el conducto.

A continuación se presenta la diferencia entre el material sucio y el material limpio, después de haber estado en el proceso de lavado:

Figura 18 Antes y después del proceso de lavado de PET



3.1.3.3 Toma de tiempos de máquina lavadora de PET

A continuación se presenta el estudio de tiempos realizado a la máquina lavadora de PET, en donde se analizan las operaciones por separado.

Tabla XIV Toma de tiempos máquina lavadora de PET

Tiempos de vaciado de Sacos (Minutos)		
4:00	3:58	4:15
3:25	4:05	4:12
3:15	3:29	3:45
3:55	3:45	3:25
4:02	4:09	3:49
3:25	3:42	3:55
3:59	4:05	4:10
3:46	4:10	3:16
4:20	3:35	3:50
3:45	3:36	4:05
Cronometrado	3:50	

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 3.83 \times 1.06$$

$$T_n = 4.06$$

$$T_e = T_n (1 + \text{Conseciones})$$

$$T_e = 4.06(1+1.21)$$

$$T_e = 4.91$$

$$T_e = \mathbf{4:55 \text{ min.}}$$

Tiempos de llenado de Sacos (Minutos)		
4:35	4:37	4:35
4:25	5:05	4:38
4:12	5:01	4:47
4:56	4:49	4:52
4:42	4:35	5:06
4:35	4:19	4:28
4:29	4:24	4:38
4:03	4:36	4:52
4:49	4:52	4:29
4:23	4:24	4:56
Cronometrado	4:38	

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 4.63 \times 1.06$$

$$T_n = 4.91$$

$$T_e = T_n (1 + \text{Conseciones})$$

$$T_e = 4.91(1+1.21)$$

$$T_e = 5.93$$

$$T_e = \mathbf{5:56}$$

Tiempo de Limpieza de Filtros (Minutos)		
1:25	1:32	1:24
1:15	1:42	1:16
1:14	1:24	1:38
1:20	1:32	1:46
1:45	1:42	1:25
1:49	1:35	1:17
1:52	1:25	1:35
1:25	1:15	1:57
1:35	1:25	2:01
Cronometrado	1:32	

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 1.54 \times 1.06$$

$$T_n = 1.63$$

$$T_e = T_n (1 + \text{Conseciones})$$

$$T_e = 1.63(1+0.05)$$

$$T_e = 1.71$$

$$T_e = \mathbf{1:42 \text{ min.}}$$

Tiempo de Pesado y Sellado de Sacos (Minutos)		
0:26	0:29	0:25
0:32	0:42	0:38
0:25	0:37	0:42
0:35	0:29	0:26
0:23	0:36	0:29
0:21	0:24	0:24
0:36	0:25	0:35
0:28	0:37	0:22
0:38	0:41	0:45
Cronometrado	0:31	

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 0.52 \times 1.06$$

$$T_n = 0.55$$

$$T_e = T_n (1 + \text{Conseciones})$$

$$T_e = 0.55(1+0.21)$$

$$T_e = 0.66$$

$$T_e = \mathbf{0:39 \text{ min.}}$$

En las tablas anteriores, se muestran diferentes tomas de tiempos a cada una de las operaciones de la máquina lavadora de PET, en donde se mira que es un proceso sencillo, y las operaciones involucradas son de fácil análisis.

El tiempo total de la operación de lavado es de: 6:01 minutos, el cual se obtuvo por la sumatoria de los tiempos estándares de cada una de las operaciones involucradas en el proceso. Para lograr obtener los datos necesarios del balance de líneas se implementó una hoja de control de producción. Tomando tiempos aleatorios, determinando así los datos necesarios.

El objetivo principal de esta hoja de control, es tener una constante inspección de que es lo que está pasando con la máquina, ya sea en producciones como también en fallos y paros que se estén dando, así que es responsabilidad de los supervisores de producción ir a revisar estas hojas de control cada hora para tener una noción de lo que pasa en el área.

A continuación se presentará el modelo de la hoja de control de la máquina lavadora de PET, en donde se toman en cuenta los aspectos más importantes del proceso

Figura 19 Hoja de control de máquina lavadora de PET

Departamento de Producción Hoja de control de Producción		 RECICLADOS DE CENTRO AMÉRICA, S.A. GRUPO INDUSTRIAL EEC									
LAVADORA DE PET											
Hora	Cantidad de kilos				Observaciones (paros, mantenimientos)	Vo.Bo.					
	PET Basurero	PET Lavado	Etiqueta	Polvo							
6:00 - 7:00											
7:00 - 8:00											
8:00 - 9:00											
9:00 - 10:00											
10:00 - 11:00											
11:00 - 12:00											
12:00 - 1:00											
1:00 - 2:00											
2:00 - 3:00											
3:00 - 4:00											
4:00 - 5:00											
5:00 - 6:00											
TOTAL KILOS											
		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>TURNO</td><td></td></tr> <tr><td>OPERADOR</td><td></td></tr> <tr><td>FECHA</td><td></td></tr> </table>				TURNO		OPERADOR		FECHA	
TURNO											
OPERADOR											
FECHA											

Como se puede observar en la hoja de control se toman en cuenta los principales aspectos que se involucran en forma directa con el proceso de lavado, con los cuales se obtendrá la información necesaria para la realización del balance de la línea.

Para la obtención de la cantidad requerida se hizo un estudio en la máquina lavadora de PET, en la que se calculo la cantidad que puede producir en una hora, y se comparo con la cantidad que decía el manual de la máquina, es por eso que se tomo la decisión con el jefe de la planta que la cantidad ideal a producir por día serán 2000 Kg. Lo que significa que la producción mínima por turno será de 1000 Kg.

3.1.3.4 Realización de balance de línea

- Cantidad Requerida: 2000 Kg. / día
- Tiempo Disponible: 12 horas = 720 Minutos / día
- Tiempo Muerto: 60 minutos
- Tiempo Real: 660 minutos / día
- Eficiencia: 100%

Un operario es el encargado específicamente de la operación de vaciado del saco en la tolva de la máquina, lo cual se tiene que hacer constantemente debido a que se necesita que la lavadora se mantenga abastecida, de lo contrario no habría material para lavar. El otro operario es el encargado de verificar el llenado de los sacos de producto terminado (pet lavado), etiqueta, y polvo, que son las tres proporciones que la máquina separa el material para obtener lo deseado, además también es el encargado de la limpieza de los filtros debido a que el llenado de las bolsas es automático lo único que el va a realizar es el cambio de la bolsa y el pesado de la misma para finalmente sellarla, no es un proceso en si complicado, y con dos operadores se mira que la línea esta balanceada.

La mejora a obtenerse con la aplicación de este nuevo proceso es que el material ira sumamente limpio, lo cual garantiza el mínimo de contaminantes en el mismo, y proporcionando así solo material PET, ya sin etiqueta y otros residuos no deseados.

- Calculando el índice de producción

$$IP = \frac{2000 \text{ Kg. / día}}{660 \text{ min. / día}} = 3.03 \text{ Kg. / min.}$$

$$IP = \frac{20 \text{ Kg. / saco}}{3.03 \text{ Kg. / min.}} = 6.60 \text{ min. / Saco}$$

Lo que indica el índice de producción es el ritmo con que la máquina debe de limpiar el material para lograr la producción deseada, con esto se puede decir que es necesario que la máquina lavadora no produzca un saco en más de 6 minutos para poder sacar la producción deseada.

Tabla XV Datos obtenidos máquina lavadora de pet

PET Basurero KG	Pet Lavado KG	Etiqueta KG	Polvo KG	Mezcla Húmeda KG	KG Obtenidos
1200	1090.9	19.9	64	18	1192.8
1000	912	16	53	14.6	995.6
1400	1274.8	21.2	74.8	21.6	1370.8
1000	916.8	14.85	50.15	14.25	981.8

En la tabla anterior se muestra los datos obtenidos de las mediciones realizadas a la máquina, en donde se puede observar la cantidad que se aprovecha del material comparado con la cantidad que es depositada a la máquina, cuales son las proporciones que saca de los diferentes componentes que la máquina proporciona.

Para poder calcular la productividad de la máquina vamos a usar la formula siguiente:

$$\text{Productividad} = \left(\frac{\text{Obtenido}}{\text{Invertido}} \right) (100\%)$$

P1 = (1090.9 KG / 1200 KG)(100%) = 90.91 % de Productividad

P2 = (912 KG / 1000 KG) (100%) = 91.2 % de Productividad

P3 = (1274.8 KG / 1400 KG) (100%) = 91.06 % de Productividad

P4 = (916.8 KG / 1000 KG) (100 %) = 91.68 % de Productividad

Como se observa en los cálculos anteriores, la máquina tiene un aprovechamiento de arriba del 90%, lo cual dice que el material desperdiciado esta distribuido en lo que es etiqueta y polvo que contiene el material antes de pasar por el proceso de lavado.

Tabla XVI Productividad máquina lavadora de Pet

% PRODUCTIVIDAD	% Desperdicio por etiqueta	% Desperdicio por polvo	% Desperdicio Mezcla Húmeda	% TOTAL
90.91%	1.66%	5.33%	1.50%	99.40%
91.20%	1.60%	5.30%	1.46%	99.56%
91.06%	1.51%	5.34%	1.54%	99.46%
91.68%	1.49%	5.02%	1.43%	99.61%

Cálculo de kilogramos / hora

$$KG / Hr = \left(\frac{\text{Producción Real}}{\text{Tiempo Disponible}} \right) /$$

N1 = (1090.9 KG / 660 min.) (60 min. / 1 Hora) = 99.17 KG / hora

N2 = (912 KG / 660 min.) (60 min. / 1 Hora) = 82.90 KG / hora

N3 = (1274.8 KG / 660 min.) (60 min. / 1 Hora) = 115.90 KG / hora

N4 = (916.8 KG / 660 min.) (60 min. / 1 Hora) = 83.34 KG / hora

Los datos obtenidos anteriormente proporcionan información de cuantos kilogramos por hora la máquina ha funcionado en las pruebas realizadas a la misma.

Calculando la Producción KG / hr. – hombre

$$\text{Producción KG / Hr} = \left(\frac{\text{Producción Real}}{\text{Tiempo Disponible}} \right) / \text{Número de Operadores}$$

$$N = ((1090.9 \text{ KG} / 660 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora})) / (2 \text{ operadores}) = 49.58 \text{ KG} / \text{hora-hom}$$

$$N2 = ((912 \text{ KG} / 660 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora})) / (2 \text{ operadores}) = 41.45 \text{ KG} / \text{hora-hom}$$

$$N3 = ((1274.8 \text{ KG} / 660 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora})) / (2 \text{ operadores}) = 57.95 \text{ KG} / \text{hora-hom}$$

$$N4 = ((916.8 \text{ KG} / 660 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora})) / (2 \text{ operadores}) = 41.67 \text{ KG} / \text{hora-hom}$$

Los cálculos anteriores muestran los kilogramos producidos por cada hora hombre trabajada, en otras palabras la cantidad que se produce por cada persona que trabaja en el máquina.

Tabla XVII Resumen máquina lavadora de Pet

Producción en kilogramos	1090.9	912	1274.8	916.8
basura en Kg.	101.9	83.6	201.2	280.45
Total Kilogramos	1192.8	995.6	1370.8	981.8
Tiempo real de producción (min.)	660	660	660	660
Producción kg-hr	99.17	82.90	115.90	83.34
Producción kg-hr-hombre	49.58	41.45	57.95	41.67

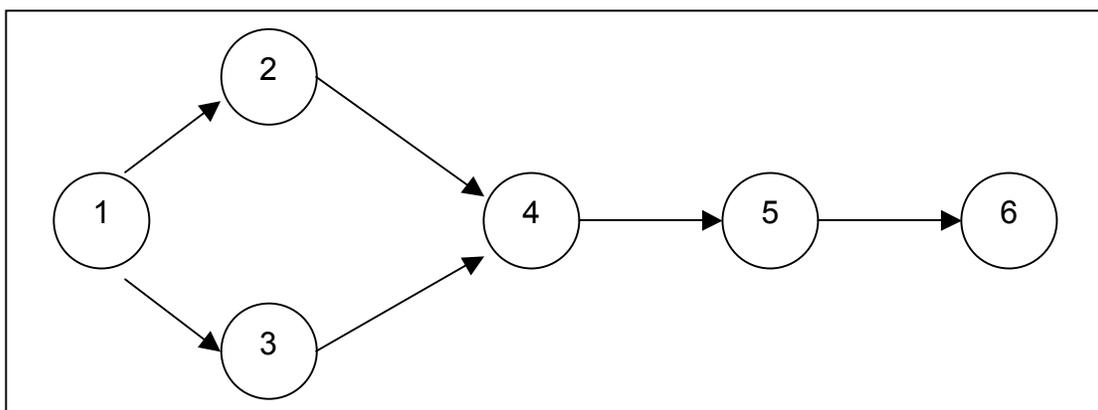
La tabla anterior muestra el resumen de los datos obtenidos en las pruebas realizadas a la máquina lavadora de PET.

El método de balance de líneas por diagramas de precedencia y estaciones de trabajo, va a ser muy útil debido a que este método se basa en la precedencia de operaciones que en este caso se da en el proceso de molienda, debido a que ninguna operación puede llevarse a cabo a menos que la anterior este terminada.

Tabla XVIII Operaciones del proceso de lavado de Pet

OPERACIÓN	Definición de Operación	Tiempo
1	Vaciado de Materia Prima	4:55
2	Lavado de Materia Prima (automático)	4:55
3	Limpieza de Filtros	1:42
4	Llenado de Sacos de Producto Terminado	5:56
5	Pesado de Sacos de Producto Terminado	19 seg.
6	Sellado de Sacos de Producto Terminado	20 Seg.

Figura 20 Precedencia de máquina lavadora de PET



La figura anterior muestra la secuencia en que se llevan a cabo las operaciones en el proceso de lavado de PET.

Tabla XIX Precedencia de las actividades y sus precedentes

Operación	Unidad y Precedencia	Sumatoria	Tiempo Total Min.
1	1-2-3-4-5-6	4:55 +1:42+5:56+0:19+0:20	14:03
2	2-4-5-6	4:55+5:56+0:19+0:20	11:30
3	3-4-5-6	1:42+5:56+0:19+0:20	8:17
4	4-5-6	5:56+0:19+0:20	6:35
5	5-6	0:19+0:20	0:39
6	6	0:20	0:20

Tabla XX Pesos posicionales máquina lavadora de Pet

Operación	Peso Posicional	Tiempo de Operación
1	18:07	4:55
3	11:30	5:56
2	8:17	4:55
4	6:35	1:42
5	0:39	0:19
6	0:20	0:20

El peso posicional indica todas las rutas posibles que se pueden tener para llegar al final del proceso de lavado.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\{ \text{Tiempo disponible de un operador} \} \{ \text{Eficiencia} \}}{\text{Producción diaria}}$$

$$\text{Tiempo de Ciclo} = \frac{660 \text{ min.} * 100\%}{100 \text{ sacos}} = \mathbf{6:36 \text{ min. / saco}}$$

$$\text{Unidades por Dia} = \frac{\{ \text{Tiempo Disponible} \} \{ \text{Eficiencia} \}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Unidades por Día} = \frac{660 \text{ min.} * 100\%}{6:36 \text{ min.}} = 109.45 \text{ sacos} = \mathbf{109 \text{ sacos}}$$

Según los cálculos anteriores se necesita que la máquina produzca un saco en aproximadamente 6:36 min., lo cual proporcionara una cantidad de 109 sacos por día, logrando así la cantidad requerida.

$$\text{Número teórico de estaciones} = \frac{\text{Tiempo estandar}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Número Teórico de estaciones} = \frac{14:251 \text{ min.}}{6:36 \text{ min.}} = 2.3 \text{ estaciones} = \mathbf{2 \text{ estaciones}}$$

El número de estaciones de este proceso básicamente indica la cantidad de operarios que se va a utilizar, debido a las operaciones que están involucradas en este proceso.

Tabla XXI Distribución de operaciones estación 1 y 2

Estación 1		
Operación	Tiempo de operación	Tiempo Acumulativo
1 y 2	3:58	4:55

Estación 2		
Operación	Tiempo de operación	Tiempo Acumulativo
3	1:42	1:42
4	5:56	7:38
5	0:19	7:57
6	0:20	8:17

Como se ha determinado con los cálculos anteriores que se necesitan solo dos estaciones de trabajo, va a ser necesario únicamente el uso de dos personas para este proceso debido a que las operaciones a realizar en este proceso pueden ser realizadas solo por una persona sin tener mayores problemas.

Se había pensado la colocación de tres personas en el proceso, pero bajo los resultados obtenidos anteriormente, se noto que era suficiente únicamente con dos personas, lo que significo ahorro para la empresa.

3.1.4 Balance de líneas pileta para lavar PET

La pileta para lavar PET es de vital importancia para la mejora del proceso de molienda debido a que con esto se estará evitando que el material dañe los molinos.

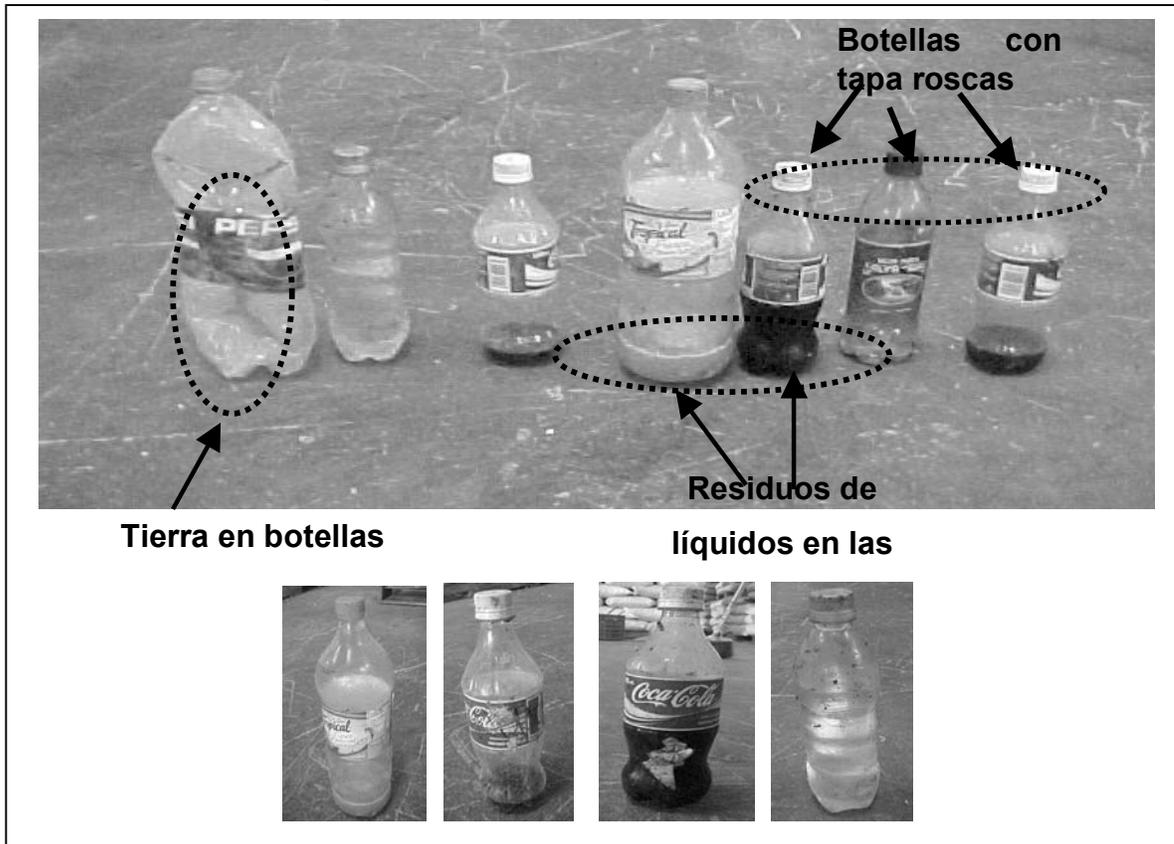
Figura 21 Pileta para lavar Pet



3.1.4.1 Descripción de Actividades de pileta para lavar PET

Las actividades que involucran el proceso de la pileta para lavar PET serán descritas a continuación, además se presentaran cuáles son las condiciones en que se reciben los materiales.

Figura 22 Condiciones de los materiales



En esta figura se puede observar las diferentes causas que están afectando en el área de los molinos, como la tierra en la botella, residuos de gaseosas, botellas llenas de líquidos, botellas con tapa roscas, entre otros.

Acá se puede observar como las botellas son sacadas de los jumbos, con tierra, con residuos de agua, y otros elementos que a la larga deterioran el filo de las cuchillas.

En las figuras anteriores se puede notar cuales son las condiciones en la que los materiales están siendo recibidos, como se puede apreciar este tipo de material influye en el proceso de molienda afectando el filo de los molinos, es por eso la importancia de este proceso.

3.1.4.2 Descripción del proceso de pileta para lavar PET

1 Clasificación de materia prima por color: Esta operación básicamente es la separación de la materia prima por sus diferentes especificaciones, ya que se tienen varios códigos para cada material así que es de vital importancia su clasificación.

2 Vaciado de jumbos a pila: Esta operación es básicamente el vaciado de la materia prima a la pila, en donde se lava la materia prima, en este caso envases PET.

3 Selección de materia prima: Esta operación es donde se clasifica la materia prima de la que no lo es, como envases que no son de PET que tienen que ser desechados, y aparte toda la basura que trae los jumbos de materia prima.

4 Quitado de tapón: Esta es la operación crítica del proceso debido al tiempo que se desperdicia en la realización de esta operación, es por eso que esta operación es de vital importancia su mejora, por eso es que sé esta negociando con los proveedores para que la materia prima venga ya sin tapón y se ahorren costos y tiempos innecesarios por la realización de esta operación.

5 Lavado de envases PET: Esta operación como su nombre lo indica no es más que la operación en donde son quitadas todas las sustancias indeseadas a los envases PET, como lo son las mieles y residuos de las bebidas, y basura que estos contengan, así también la tierra que vengan en los mismos envases.

6 Llenado de jumbos: Esta operación consiste en llenar los jumbos con material ya lavado, de manera constante durante todo el proceso.

Se ilustran algunas de las operaciones del proceso de la pileta para lavar PET

Figura 23 Operaciones de la pileta para lavar PET



En la figura se observa la operación de lavado de envases en la pileta.

3.1.4.3 Toma de tiempos de pileta

El estudio de tiempos en la pileta para lavar PET servirá para ver cuanto tiempo se tarda este proceso, y también analizar cada una de las operaciones involucradas en el mismo.

Tabla XXII Toma de tiempos pileta para lavar PET

Terminación de Jumbos sucios Con quitado de Tapón (minutos)			Terminación de Jumbos sucios Sin quitado de Tapón (minutos)		
10:21	8:25	$T_n = T_c \times F_c$	7:30	6:25	$T_n = T_c \times F_c$
9:25	7:52	$T_n = 8.52 \times 1.06$	8:12	7:15	$T_n = 7.16 \times 1.06$
8:59	6:54	$T_n = 9.03$	7:12	6:45	$T_n = 7.58$
10:25	8:02		6:35	8:05	
10:36	7:16	$T_e = T_n (1 + \text{Conseciones})$	8:16	6:16	$T_e = T_n (1 + \text{Conseciones})$
9:48	8:19	$T_e = 9.03(1+0.04)$	7:25	7:05	$T_e = 7.58(1+0.04)$
9:15	6:53	$T_e = 9.39$	8:00	7:25	$T_e = 7.89$
Cronometrado	8:33	$T_e = 9:23 \text{ min.}$	Cronometrado	7:26	$T_e = 7:53 \text{ min.}$

Continuación

Quitado de tapón de envases PET (segundos)		
--	--	--

8	5	5
5	6	5
4	4	6
5	8	5
7	6	6
8	7	4
9	5	8
Cronometrado	6	

$T_n = T_c \times F_c$
 $T_n = 6 \times 1.06$
 $T_n = 6.36$
 $T_e = T_n (1 + \text{Conseciones})$
 $T_e = 6.36(1+0.04)$
 $T_e = 6.61$
 $T_e = 0:0636 \text{ seg.}$

Lavado de Envases Pet (segundos)		
----------------------------------	--	--

9	7	9
5	6	6
8	8	5
8	8	6
10	9	8
4	5	6
7	6	7
Cronometrado	7	

$T_n = T_c \times F_c$
 $T_n = 7 \times 1.06$
 $T_n = 7.42$
 $T_e = T_n (1 + \text{Conseciones})$
 $T_e = 7.042(1+0.04)$
 $T_e = 7.71$
 $T_e = 0:074 \text{ seg.}$

Vaciado de jumbos a Pila (segundos)		
-------------------------------------	--	--

5	5	4
6	4	7
5	6	5
4	5	6
7	5	4
8	4	6
5	6	5
5	4	8
6	4	5
5	6	4
Cronometrado	5	

$T_n = T_c \times F_c$
 $T_n = 5 \times 0.06$
 $T_n = 5.30$
 $T_e = T_n (1 + \text{Conseciones})$
 $T_e = 5.30(1+0.04)$
 $T_e = 5.51$
 $T_e = 0:055 \text{ seg.}$

Clasificación Envases PET (segundos)		
--------------------------------------	--	--

12	15	14
15	12	10
10	9	9
9	10	10
16	11	12
11	12	11
10	10	11
13	9	10
14	12	13
15	14	12
Cronometrado	12	

$T_n = T_c \times F_c$
 $T_n = 12 \times 0.06$
 $T_n = 12.72$
 $T_e = T_n (1 + \text{Conseciones})$
 $T_e = 12.72(1+0.04)$
 $T_e = 13.22$
 $T_e = 0:13 \text{ seg.}$

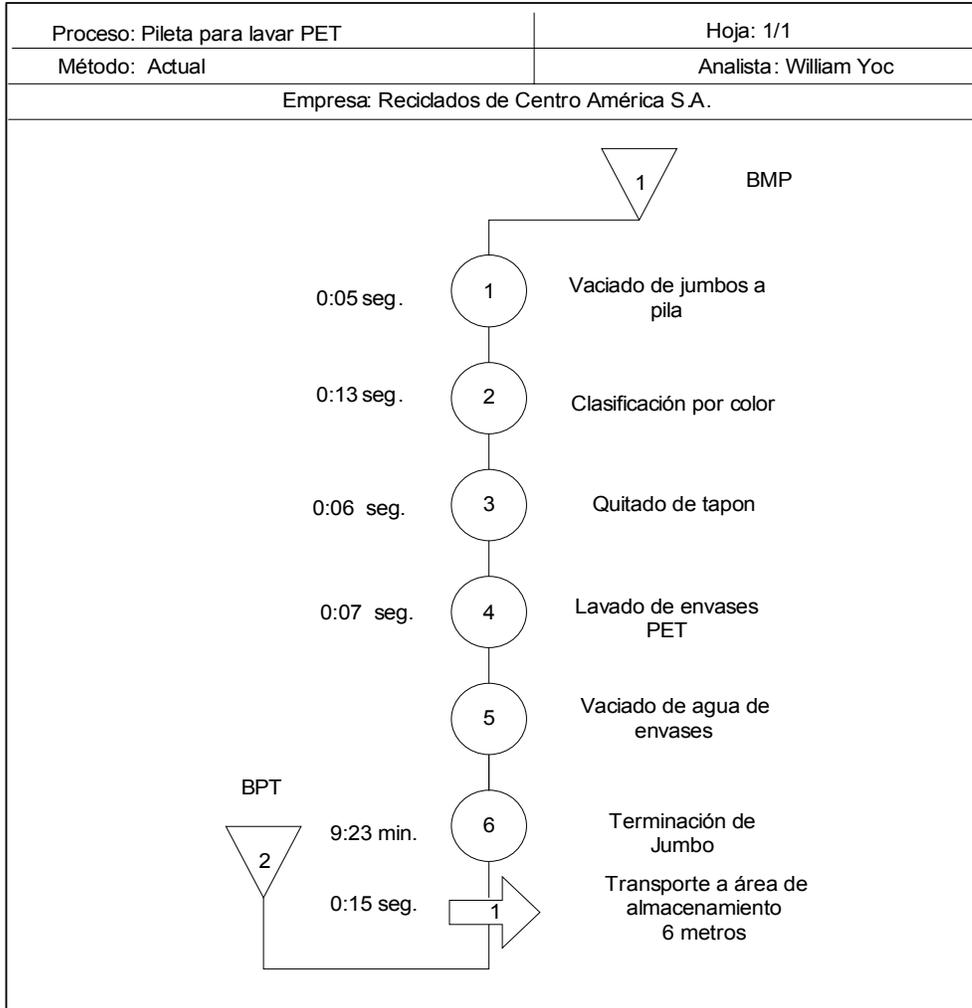
Las tablas anteriores muestran los datos obtenidos de las operaciones involucradas en el proceso de la pileta para lavar Pet. En la toma de estos tiempos se tuvieron varias dificultades, por ejemplo que el personal tuvo que acostumbrarse al proceso. Se ha establecido con el Ingeniero Jefe de Producción que el tiempo de terminación de jumbos sucios vaciados a la pila debe de ser de 8:30 minutos con quitado de tapón y 7:00 sin quitado de tapón como máximo.

Los cálculos se basan en la toma de tiempos realizada antes en donde se logro apreciar que los operadores tenían muchos tiempos libres y se tenía un abastecimiento que no era constante. Los tiempos en la tabla anterior son altos debido a como la disponibilidad de materiales que era escasa, es por eso que se tienen tiempo elevados.

3.1.4.4 Diagrama de flujo de pileta

La figura que a continuación se presenta indica cuales son las operaciones involucradas en el proceso de la pileta para lavar PET, el cual será de vital importancia para el análisis del mismo.

Figura 24 Diagrama de flujo de pileta para lavar PET



CUADRO RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	Tiempo
Operación	○	6	9:54
Inspección y operación	◻	0	0
Transporte	➡	1	0:15
BMP	▽	2	

En la figura anterior se muestra el diagrama de operaciones de la pileta para lavar PET, en donde se puede notar que la operación más complicada del proceso es la del quitado de tapón a los envases plásticos, se puede decir que es un proceso sencillo de analizar. También se muestra el cuadro resumen de las actividades del proceso de la pileta para lavar pet.

3.1.4.5 Realización de balance de líneas

Se ha establecido con el Ingeniero Jefe de Producción que el tiempo de terminación de jumbos sucios vaciados a la pila debe de ser de 8:30 minutos como máximo con la operación de quitado de tapón y 7:00 minutos sin la operación de quitado de tapón.

Para el cálculo de la cantidad requerida lo que se realizó fue ver cuanto tiempo se tenía disponible para trabajar y se dividió entre el tiempo que se debe de hacer por cada jumbo terminado, obteniendo así lo siguiente:

$$\text{Cantidad requerida} = \frac{540 \text{ minutos / día}}{8:30 \text{ minutos / jumbo}} = 65 \text{ jumbos}$$

- Cantidad Requerida: 65 jumbos / día = 1950 kilos / día
- Tiempo Disponible: 10 horas = 600 Minutos / día
- Tiempo Muerto: 60 minutos
- Tiempo Real: 540 minutos / día
- Tiempo Estándar: 8:30 min.

En la mano de obra disponible se cuentan con 6 mujeres que son las que realizan la operación de clasificación y de lavado del material, y dos operarios que se encargan de vaciar los jumbos a la pila y cambiar los jumbos que se vayan llenando en todo el proceso.

Calculando el índice de producción

$$IP = \frac{1950 \text{ Kg. / día}}{540 \text{ min. / día}} = 3.61 \text{ Kg. / min.}$$

$$IP = \frac{30 \text{ Kg. /m jumbo}}{3.61 \text{ Kg. / min.}} = 8:19 \text{ min. / jumbo}$$

Con esto se puede decir que es necesario que cada jumbo que se vacíe en la pleta no tenga una duración mayor que 7:44 min. – 8:19 min., con lo cual se llegaría a la producción sin exigirles demasiado a nuestros operadores.

Cálculo de la Productividad

$$\text{Productividad} = \left(\frac{\text{Obtenido}}{\text{Invertido}} \right) (100\%)$$

$$P1 = (2250 \text{ KG} / 2280.4 \text{ KG}) * 100 = 98.66 \% \text{ Productividad}$$

$$P2 = (2550 \text{ KG} / 2588.25 \text{ KG}) * 100 = 98.52 \% \text{ Productividad}$$

$$P3 = (2340 \text{ KG} / 2367.5 \text{ KG}) * 100 = 98.83 \% \text{ Productividad}$$

$$P4 = (2670 \text{ KG} / 2710.6 \text{ KG}) * 100 = 98.50 \% \text{ Productividad}$$

$$P5 = (2250 \text{ KG} / 2281.2 \text{ KG}) * 100 = 98.63 \% \text{ Productividad}$$

Lo que indica la productividad obtenida anteriormente es que el material que se lava en la pileta por lo regular contiene residuos líquidos o elementos contaminantes, los cuales no producen grandes cantidades de desperdicio, lo cual hace que el material aprovechado sea el máximo.

Calculando la Producción KG / Hr.

$$\text{Producción KG / Hr} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Tiempo Disponible}}$$

$$N1 = (2250 \text{ KG} / 540 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora}) = 250.00 \text{ KG} / \text{hora}$$

$$N2 = (2550 \text{ KG} / 540 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora}) = 283.33 \text{ KG} / \text{hora}$$

$$N3 = (2340 \text{ KG} / 540 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora}) = 260.00 \text{ KG} / \text{hora}$$

$$N4 = (2670 \text{ KG} / 540 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora}) = 296.66 \text{ KG} / \text{hora}$$

$$N5 = (2250 \text{ KG} / 540 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora}) = 250.00 \text{ KG} / \text{hora}$$

Los cálculos anteriores indican la producción obtenida por cada hora trabajada en la pileta para lavar PET.

Calculando la Producción KG / hr. – hombre

$$\text{Producción KG / Hr} = \left(\frac{\text{Producción Real}}{\text{Tiempo Disponible}} \right) / \text{Número de Operadores}$$

$N1 = ((2250 \text{ KG} / 540 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora})) / (8 \text{ operadores}) = 31.25 \text{ KG} / \text{ hora-hom}$

$N2 = ((2550 \text{ KG} / 540 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora})) / (8 \text{ operadores}) = 35.42 \text{ KG} / \text{ hora-hom}$

$N3 = ((2340 \text{ KG} / 540 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora})) / (8 \text{ operadores}) = 32.50 \text{ KG} / \text{ hora-hom}$

$N4 = ((2670 \text{ KG} / 540 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora})) / (8 \text{ operadores}) = 37.08 \text{ KG} / \text{ hora-hom}$

$N5 = ((2250 \text{ KG} / 540 \text{ min.}) (60 \text{ min.} / 1 \text{ Hora})) / (8 \text{ operadores}) = 31.25 \text{ KG} / \text{ hora-hom}$

Estos datos proporcionan cuanto es que cada persona esta produciendo en la línea, por cada hora trabajada en la misma.

Tabla XXIII Resumen pileta para lavar Pet

Cantidad de Jumbos	75	85	78	89	75
Producción en kilogramos	2250	2550	2340	2670	2250
basura en Kg.	30.4	38.25	27.5	40.6	31.2
Total Kilogramos	2280.4	2588.25	2367.5	2710.6	2281.2
Productividad	98.66 %	98.52%	98.83	98.50%	98.63%
% de desperdicio	1.36 %	1.48%	1.17%	1.50%	1.37%
Tiempo real de producción (min.)	540	540	540	540	540
Producción kg-hr	250.00	283.33	260.00	296.66	250.00
Producción kg-hr-hombre	31.25	35.42	32.50	37.08	31.25

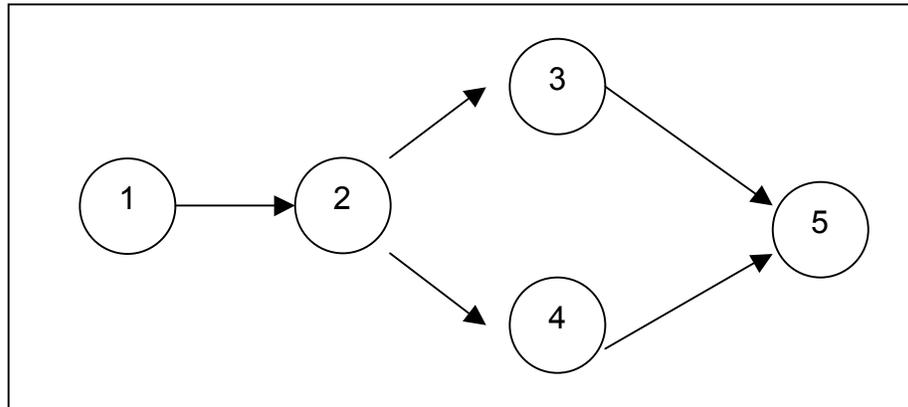
La tabla anterior muestra el resumen de los datos obtenidos anteriormente, los cuales son de vital importancia para el proceso de lavado en la pileta para lavar PET.

Tabla XXIV Operaciones del proceso de pileta para lavar PET

OPERACIÓN	Definición de Operación	Tiempo
1	Vaciado de jumbo en pila	5 seg.
2	Selección de Materia prima	13 seg.
3	Quitado de Tapón	6 seg.
4	Lavado de envases PET	7 seg.
5	Terminación de jumbo vaciado	9:23 min.

Operaciones involucradas para la realización del balance de líneas de la pileta.

Figura 25 Precedencia de Operaciones pileta para lavar PET



La figura anterior muestra la precedencia de las operaciones de la pileta para lavar PET.

Tabla XXV Precedencia de las actividades y sus precedentes

Operación	Unidad y Precedencia	Sumatoria	Tiempo Total Min.
1	1-2-3-4-5	0:05+0:13+0:06+0:07+9:23	9:54
2	2-3-4-5	0:13+0:06+0:07+9:23	9:49
3	3-5	0:06+9:23	9:29
4	4-5	0:07+9:23	9:30
5	5	9:23	9:23

En la tabla se muestra la precedencia de actividades que se tiene con cada actividad involucrada.

Tabla XXVI Pesos posicionales piletas para lavar PET

Operación	Peso Posicional	Tiempo de Operación
1	9:54	5 seg.
2	9:49	8 seg.
4	9:29	13 seg.
3	9:30	6 seg.
5	9:23	9:23 min.

El peso posicional indica todas las rutas posibles que se pueden tener para llegar al final del proceso de lavado en la piletas de PET.

$$\text{Tiempo de Ciclo} = \frac{\{\text{Tiempo Disponible de un Operador}\} \{\text{Eficiencia}\}}{\text{Producción Diaria}}$$

$$\text{Tiempo de Ciclo} = \frac{540 \text{ min.} * 100\%}{65 \text{ jumbos}} = \mathbf{8:31 \text{ min. / jumbo}}$$

$$\text{Unidades por Día} = \frac{\{\text{Tiempo Disponible}\} \{\text{Eficiencia}\}}{\text{Tiempo Ajustado (estación mas lenta)}}$$

$$\text{Unidades por Día} = \frac{540 \text{ min.} * 100\%}{8:31 \text{ min./jumbo}} = 65.7 \text{ jumbo} = \mathbf{65 \text{ jumbos}}$$

Los cálculos anteriores indican cuanto debe ser el tiempo para el llenado de un jumbo, así también cuando jumbos se producirán diarios.

$$\text{Número Teórico de Estaciones} = \frac{\text{Tiempo Estandar}}{\text{Tiempo de Ciclo}}$$

$$\text{Número teórico de estaciones} = \frac{9:54 \text{ min.}}{8:31 \text{ min.}} = 1.16 \text{ estaciones} = \mathbf{1 \text{ estaciones}}$$

Tabla XXVII Distribución de operaciones estación 1

Estación 1		
Operación	Tiempo de operación	Tiempo Acumulativo
1	5 seg.	5 seg.
2	13 seg.	18 seg.
3	6 seg.	24 seg.
4	7 seg.	31 seg.
5	9:23 min.	9:54 min.

La tabla anterior muestra que para la piletta para lavar pet, solo es necesaria la implementación de una sola estación de trabajo, en la cual se llevaran a cabo todas las operaciones del proceso.

Conclusión: Esta nueva línea de producción contara con 1 estaciones de trabajo con lo cual se producirán aproximadamente 65 jumbos (1950 KILOS) con un tiempo por jumbo ya lavado de 9:54 min. Este proceso según el cálculo realizado muestra que solo es necesaria una estación de trabajo en la que se llevará a cabo todas las operaciones del proceso, esto incluye a 8 personas en total.

3.2 Análisis de mantenimiento

Se ha creado un sistema de control mediante hojas de control de producción, en la cual se lleva un control de que producción se saca a diario, y se compara con los índices de producción ya establecidos y si la cantidad de material que se tiene es menor a la que se desea es hora de realizar los cambios de cuchillas. A continuación se presentaran los cambios que se les han realizado a los molinos, a partir de la implementación del nuevo sistema, el cual es basado en los índices de producción de los molinos.

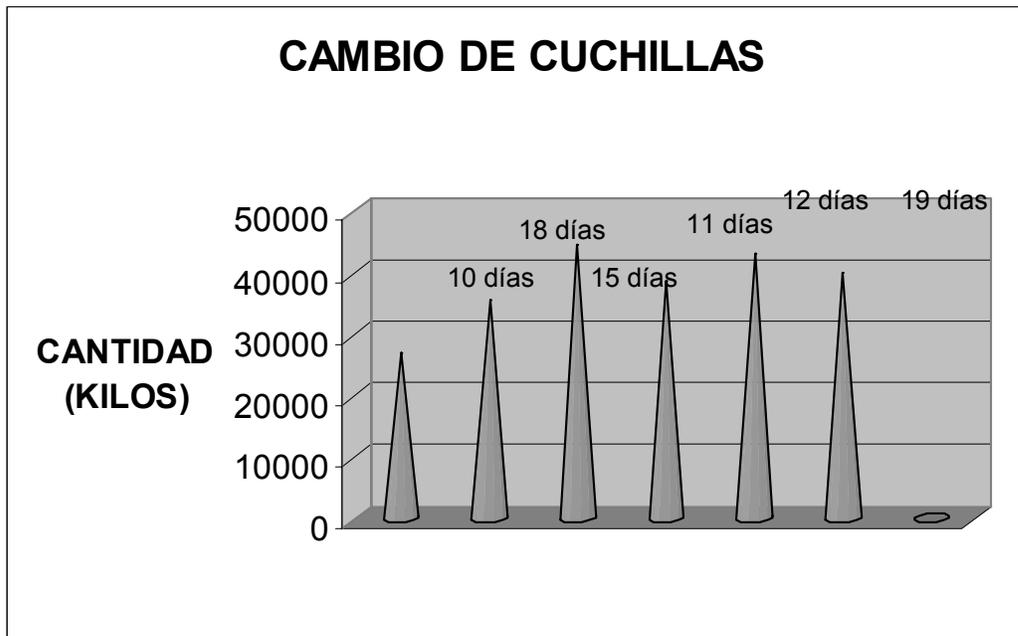
Estos índices son:

- A. Molino Mayor: 1600 Kilos por turno como mínimo
- B. Molino Viejo: 1200 Kilos por turno como mínimo

Tabla XXVIII Control de cambios de cuchillas molino viejo

MOLINO VIEJO	
Días	Cantidad (kg.)
-	26660
10	35380
18	44220
15	38250
11	42680
12	39780
19	-

Figura 26 Cambio de cuchillas molino viejo



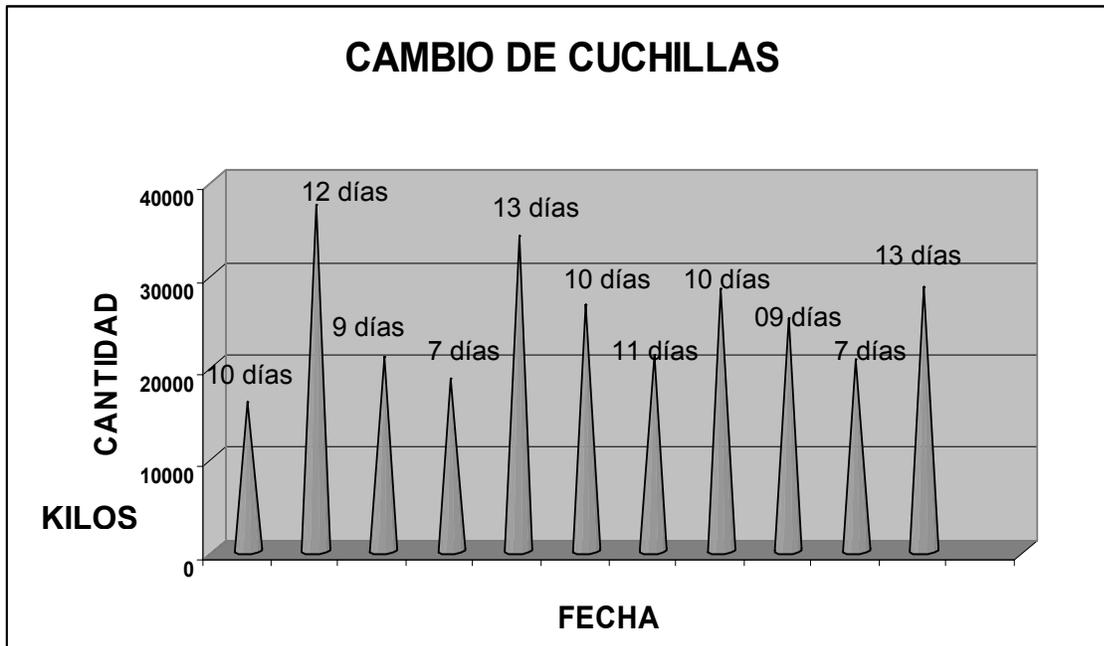
Tanto la figura como la tabla muestran como se han estado dando los cambios de cuchillas en los molinos, y la duración que estos han tenido, como la producción obtenida antes del cambio.

Haciendo la comparación entre los datos obtenidos del nuevo sistema con los datos que se observan en el Capítulo 2 en la página 18 se tiene que, antes de la implementación del nuevo sistema se tenían corridas mucho más largas de producción lo que significaba que los índices de producción se mantenían bajos, ahora las corridas de producción son más cortas con lo que se logró índices de producción constantes.

Tabla XXIX Control de cambios de cuchillas molino mayor

MOLINO MAYOR			
Días	Cantidad (kg.)	Días	Cantidad (kg.)
-	16060	10	21060
10	37300	11	28240
12	20800	10	24980
9	18580	9	20580
7	33960	7	28420
13	26540	13	-

Figura 27 Cambio de cuchillas molino mayor



Tanto la figura como la tabla muestran como se han estado dando los cambios de cuchillas en los molinos, y la duración que estos han tenido, como la producción obtenida antes del cambio. Entre los cambios se tiene:

- Aumento en la producción de cada molino. (Página 28)
- Mayor durabilidad de las cuchillas.
- Disminución de cambios de cuchillas. (Página 28)

Haciendo la comparación entre los datos obtenidos del nuevo sistema con los datos que se observan en el Capítulo 2 en la página 18 se tiene que, antes de la implementación del nuevo sistema se tenían corridas más largas de producción lo que significaba que los índices de producción se mantenían bajos, ahora las corridas de producción son más cortas con lo que se logró índices de producción constantes.

3.2.1 Hojas de control

Para tener un mejor control en el área de molienda se ha decidido la implementación de un sistema de verificación de producción, el cual esta basado en la creación de unas hojas de control para cada una de las máquinas del área en este caso se tienen hojas de control para el molino viejo, hojas de control para el molino mayor, las cuales tendrán que ser firmadas a cada hora por el supervisor de producción, y tendrán que ser llenadas por los operadores de cada una de las máquinas.

Figura 28 Hoja de control para área de molienda Molino Mayor

RECICLADOS DE CENTRO AMERICA, S.A. Departamento de Producción Hoja de control de Producción y tiempos de paro							
MOLINO MAYOR							
Fecha	<input type="text"/>			Turno	<input type="text"/>		
Producción							
Hora	Jumbos	kilogramos	Hora de paro	Motivo	Hora de arranque	Operador	Vo. Bo.
6:00 - 7:00							
7:00 - 8:00							
8:00 - 9:00							
9:00 - 10:00							
10:00 - 11:00							
11:00 - 12:00							
12:00 - 13:00							
13:00 - 14:00							
14:00 - 15:00							
15:00 - 16:00							
16:00 - 17:00							
17:00 - 18:00							
TOTAL							

En la anterior figura se presenta la hoja de control para el molino mayor, en la cual se tomaron en cuenta los principales rangos que involucran el proceso de molino, y el cual lleva al final el visto bueno del supervisor o jefe de producción, que será el encargado de firmarlas y ver que el molino este funcionando correctamente según los reportes escritos en la hoja.

Figura 29 Hoja de control para área de molienda Molino Viejo

RECICLADOS DE CENTRO AMERICA, S.A.
 Departamento de Producción
 Hoja de control de Producción y tiempos de paro

MOLINO VIEJO

Fecha Turno

Producción		kilogramos	Hora de paro	Motivo	Hora de arranque	Operador	Vo. Bo.
Hora	Jumbos						
6:00 - 7:00							
7:00 - 8:00							
8:00 - 9:00							
9:00 - 10:00							
10:00 - 11:00							
11:00 - 12:00							
12:00 - 13:00							
13:00 - 14:00							
14:00 - 15:00							
15:00 - 16:00							
16:00 - 17:00							
17:00 - 18:00							
TOTAL							

En la anterior figura se presenta la hoja de control para el molino viejo, en la cual se toman en cuenta los principales rangos que se involucran el proceso del molino, y al igual que en la anterior lleva al final el visto bueno del supervisor o jefe de producción, que será el encargado de firmarlas y ver que el molino este funcionando correctamente según los reportes escritos en la hoja.

3.3 Capacitación de operadores

Se han realizado periódicamente pláticas acerca del uso correcto de las herramientas de trabajo como de las máquinas que se utilizan en el área. Con esto se logra que cada uno de los operadores se vaya aprendiendo el procedimiento correcto del uso adecuado de las herramientas. Se han creado procedimientos escritos para cada una de las máquinas con los cuales se les hará más fácil el uso de las mismas. Estos procedimientos son de uso exclusivo de la empresa por lo que no se publicarán los mismos.

Estos procedimientos incluyen cada una de las operaciones que se realizan; para el uso correcto de cada máquina. Se especifica paso a paso detalladamente para que diferentes personas tanto con antigüedad en la empresa como personal nuevo tenga la información, en cualquier momento en que no se encuentre su jefe inmediato. Con esto se está logrando que las personas adquieran mayor responsabilidad y no dependan todo el tiempo de una persona, y sean capaces de tomar decisiones planteadas detalladamente en estos documentos.

Se cuenta con un instructivo por cada máquina, también se cuenta con un procedimiento por cada proceso, los cuales son, procedimiento de molienda, procedimiento de paletizado, procedimiento de pulverizado y procedimiento de compactado.

El procedimiento que a continuación se presenta ha sido modificado debido a que se tiene prohibida su reproducción y publicación fuera de la empresa.

3.3.1 Procedimiento del área de molienda

1. Al ingresar al área de trabajo se recibe toda la información de todo lo ocurrido en el transcurso del turno anterior, que incluye cómo estuvo la producción, hubo o no algún defecto en el producto.
2. Después de recibir toda la información se toma una hoja de control, y luego dirigirse hacia la línea de molido de PET.
3. Se revisa que las máquinas estén en buen estado, según lo informado en el paso número 1.
4. A continuación se encienden las máquinas del área de molienda, en este caso los dos molinos el molino mayor y el molino viejo.
5. Se hace la solicitud de materiales a bodega, según los requerimientos del área de producción.
6. Se empieza con el proceso de producción del área de molienda en ambos molinos.
7. En caso de que surjan problemas en el proceso, se anotan en la hoja de control, para que el supervisor de producción este informado de lo que esta sucediendo con las máquinas.
8. Se continúa con el proceso de producción, hasta media hora antes de la hora de salida, debido a la realización de la limpieza del área y de las máquinas utilizadas.

9. Se realiza el reporte de producción del turno, para ser entregado al supervisor de producción.
10. Se le notifica al supervisor del turno, todo lo ocurrido en el transcurso del turno.
11. Los pasos que se describen, se realizan a diario. En el área de molienda, al hacer este recorrido en dicha línea y tener toda la información necesaria, el jefe de producción se encarga de llevar el control de la producción, según programas utilizados.

3.3.2 Uso adecuado de la maquinaria

Lo primero que se realiza es brindarles una charla en base a cada uno de los procedimientos del área; acerca del uso correcto de la maquinaria, esta charla es detallada, en la cual se enfoca el contenido de los procedimientos, para que se familiaricen con los términos y las acciones a tomar en cuenta en el proceso. Después de que se realizo esto se deja que pasen alrededor de unas 4 horas y después se realiza una auto evaluación en donde ellos explican como consideran que es el uso correcto de la maquinaria según lo aprendido anteriormente, y si se tuvieran dudas o si el procedimiento que explican es incorrecto se les corrige y se les pregunta otra vez.

Este proceso se realiza cada 15 días por medio de pláticas con los operadores. El mismo procedimiento es realizado con las diferentes herramientas utilizadas específicamente en el área de molienda. Todas las correcciones que se realizan en estas pláticas, son basadas en las instrucciones de los diferentes manuales con que se cuentan en la empresa.

Acá se ha notado que la mayoría de los operadores conocen el procedimiento y no se han tenido mayores problemas. Para lograr realizar esto se estudio detalladamente los manuales y procedimientos de cada una de las máquinas.

Para poder llevar a cabo este proceso se necesita que el jefe de mantenimiento y el supervisor de producción, los cuales se encargaron de la elaboración de los instructivos y procedimientos proporcionen una inducción detallada del uso correcto de los mismos.

A continuación se presenta la sala en donde se llevaron a cabo las inducciones del uso correcto de los instructivos y procedimientos por parte del jefe del departamento de mantenimiento:

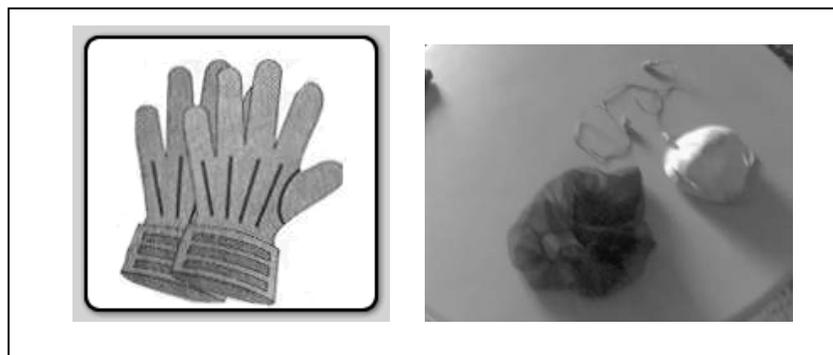
Figura 30 Área de inducción de personal



3.3.3 Uso adecuado de herramientas de seguridad

Las principales herramientas de seguridad de vital importancia para todo el personal que trabaje en la planta son los guantes, orejeras o tapones, reddecilla o gorra y mascarilla. A continuación se presenta el equipo de seguridad utilizado por cada operador en la planta de molienda:

Figura 31 Equipo de seguridad en el área de molienda



También se ha realizado platicas personales de los riesgos que se pueden evitar si se usa adecuadamente el equipo de seguridad, se indica el uso de guantes debido a que existe el riesgo de que algún material que ingrese a la planta este contaminado o lleve filo y los pueda cortar, causando así una herida, y debido al tipo de ambiente de trabajo en el que se esta; es muy peligroso tener cualquier clase de corte porque se puede infectar rápidamente, es por eso que es de vital importancia que se utilicen los guantes de seguridad a toda hora.

Con respecto al uso de la reddecilla, se enfoca en el polvillo que sale del proceso de molienda, debido a que es muy fino y puede causar en el cuero cabelludo caspa, lo cual se evita solo con el uso de la reddecilla.

Se menciona también que el principal elemento a usar es la mascarilla, debido a que el polvillo que se desprende del proceso es fino y puede introducirse en los pulmones causando enfermedades respiratorias que se evitan con el uso correcto y a todo tiempo de la mascarilla.

Los tapones deben de ser utilizados debido a que una persona que esta expuesta demasiado tiempo al ruido puede ir perdiendo el sentido del oído considerablemente, así que en todo tiempo se necesita que se utilicen los tapones para no tener consecuencias a futuro. Se puede notar que las personas no están acostumbradas al uso de equipo de seguridad, debido a que algunas piensan que se miran ridículos utilizándolas, pero se les explica que es mucho menor el riesgo que les pase un accidente utilizando las herramientas de seguridad que sin ellas, y se ha notado que aunque se les esta haciendo difícil su uso lo están logrando.

A continuación se presenta a un operador que esta utilizando todas las herramientas de seguridad necesarias para trabajar en la planta de molienda, lo cual es de mucha satisfacción, porque se están reduciendo así los riesgos de tener accidentes en la planta.

Figura 32 Operador con equipo de protección



En la figura anterior se aprecia como el operador esta usando la mascarilla, la redecilla, los tapones y guantes, para trabajar en la planta de molienda.

3.4 Sistemas de señalización nuevos

Al inicio del proyecto la planta de molienda cuenta con sistemas de señalización muy deficientes, los cuales están incluso hasta en lugares que no se lograban ver, las señales están sucias y son insuficientes para las instalaciones del área de molienda. Se han instalado nuevos sistemas de señalización en todas las áreas, para que cada uno de los operadores sepa cuales son las herramientas que se deben de utilizar para poder trabajar en el área en que se encuentra y que hacer en caso de emergencias, así como también rutas de evacuación.

Figura 33 Nuevos sistemas de señalización



Todas las señales anteriormente expuestas son completamente nuevas, se mandaron a hacer varios juegos de estos para poder así poder poner un juego en cada una de las plantas con que se cuenta en la empresa. En el área de molienda se lograron colocar todas las señales en lugares que todos los operadores y las personas que ingresen a la planta las puedan observar, para que cada uno tome sus respectivas precauciones y sepa el tipo de protección que se debe de utilizar si están en la planta.

Se logro además la colocación de señales de rutas de evacuación en caso de accidentes, tratando siempre de que estas rutas siempre estén lo más despejadas posibles, con lo que se logra agilizar el trámite de personas en caso de cualquier accidente.

Además se colocaron extinguidores en el área de molienda en caso de algún tipo de incendio, llevando a una persona especialista en el uso de los extintores, para que les diera una explicación a los supervisores y jefes de departamento para el uso correcto de los mismos, además es política de la empresa que todo trabajador tiene que asistir a un curso de brigadas de seguridad y ganarlo, donde se le enseñan a los empleados que hacer en cualquier tipo de accidente.

4. MANEJO DE MATERIALES

En este capítulo se hace una propuesta acerca del uso adecuado del abastecimiento de materiales por parte de bodega a los proveedores, para que el manejo de los mismos sea mucho más fácil; esto a su vez hace que el proceso se agilice y se reduzcan los tiempos en algunas de las operaciones del área de producción.

El manejo de materiales es la base fundamental para que una empresa sobreviva, es de vital importancia tener un control estricto con todos los materiales que ingresen, para que estos cumplan con las especificaciones requeridas por la empresa.

Figura 34 Manejo en el recibimiento de materiales



La figura anterior muestra la acumulación de material debido al mal manejo de los materiales que se tiene en la empresa.

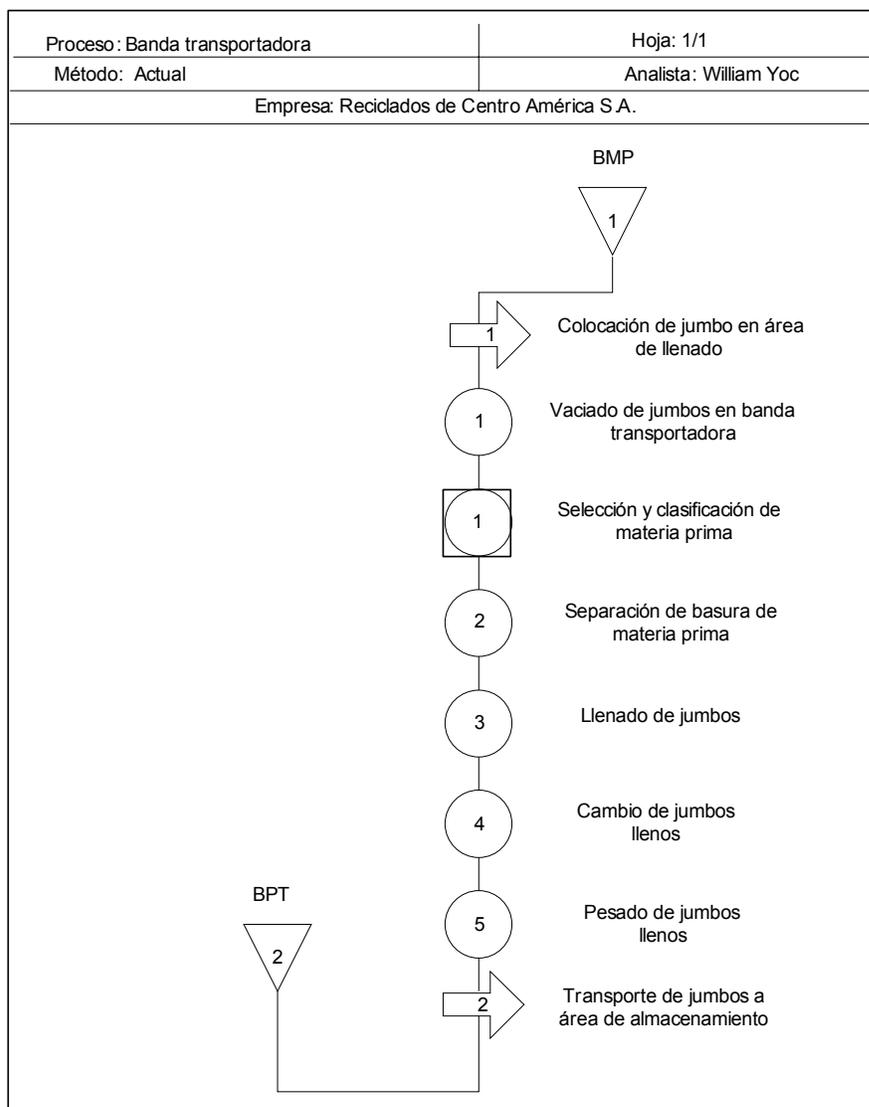
4.1 Descripción de operaciones de banda transportadora

- Colocación del jumbo en área de llenado: Esta operación es realizada por los operadores y las personas contratistas, y no es más que el transporte de la materia prima desde el área de almacenamiento al área de llenado.
- Vaciado de jumbos banda transportadora: Esta operación es básicamente el vaciado de la materia prima a la banda, en donde se clasifica la materia prima, en este caso envases PET.
- Selección de materia prima: Esta operación es donde se clasifica la materia prima de la que no lo es, como envases que no son de PET que tienen que ser desechados, y aparte toda la basura que trae los jumbos de materia prima.
- Clasificación de envases PET por color: Esta operación consiste clasificar los jumbos de material ya lavado por su color, en este caso se tiene solo tres tipos, los envases de color natural (transparente), los de envases de color azul y los envases de color verde.
- Llenado de jumbos: Esta operación consiste en llenar los jumbos con material ya lavado, de manera constante durante todo el proceso.

4.2 Diagrama de operaciones de banda transportadora

En el diagrama de operaciones de la banda transportadora para el manejo de materiales se ilustran cuales son las actividades que se involucran en todo el proceso.

Figura 35 Diagrama de flujo de banda transportadora



Continuación de diagrama de flujo de banda transportadora

CUADRO RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	Tiempo
Operación	○	5	
Inspección y operación	◻	1	
Transporte	➡	2	
BMP	▽	2	

Con el diagrama anterior se nota cuales son las actividades involucradas en el proceso, se ha podido observar que con este proceso la clasificación del material es sencilla y rápida, debido a que de una sola vez es clasificado por color, en este caso, color natural, color azul y color verde. Acá son desechados todos los materiales que no cumplan con los requerimientos; así también como piedras o metales que aparezcan en el proceso. Se muestra también el cuadro resumen del proceso de la banda transportadora.

Figura 36 Clasificación en banda transportadora



Como se puede observar en la figura anterior, la clasificación por color es realizada en la banda transportadora, en donde automáticamente son llenados los jumbos con el mismo tipo de material.

4.3 Aplicación del sistema 5 ´s al manejo de materiales

El significado que le da la aplicación del sistema 5 ´s en la empresa es: “Organizar, ordenar y limpiar no significa tener que pagar a un subcontratista para que este limpie, si no que significa un planteamiento sistemático de una gestión de calidad en el proceso deseado”.

Necesidad de la aplicación de la estrategia 5s a la banda transportadora

La estrategia de las 5S es un concepto sencillo que a menudo las personas no le dan la suficiente importancia, sin embargo, una fábrica limpia y segura permite orientar la empresa y los talleres de trabajo hacia las siguientes metas:

- Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de despilfarros producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación.
- Buscar la reducción de pérdidas por la calidad, tiempo de respuesta y costes con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.
- Facilitar crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona quien opera la maquinaria.
- Poder implantar cualquier tipo de programa de mejora continua de producción Justo a Tiempo, Control Total de Calidad y Mantenimiento Productivo Total.
- Reducir las causas potenciales de accidentes y se aumenta la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía.

El significado que se le puede dar a lo anterior es que el éxito de una empresa va depender mucho de la organización, limpieza, y el orden del área de trabajo. La figura que a continuación se presentara es como se mira la empresa cuando se aplican los principios de las 5's comparado con el antes de que se aplicaran los mismos:

Figura 37 Antes y después de la aplicación de las 5's



En la figura anterior se observa la misma área de almacenamiento de material, en donde se aprecia una gran diferencia en orden y limpieza del área.

4.3.1 Aplicación de la técnica seiri a banda transportadora

El Seiri consiste en:

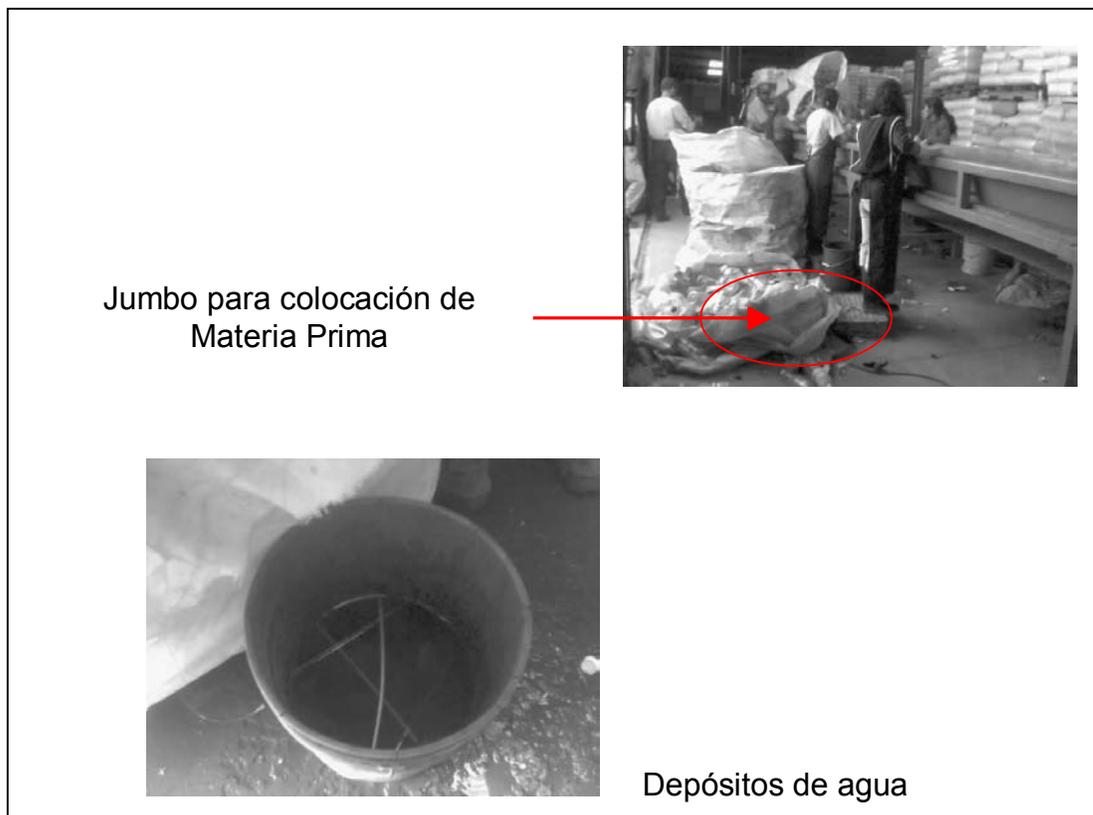
- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que se necesita y eliminar lo excesivo
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.

El propósito del Seiri o clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la "acción", mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar. La implantación del Seiri permite crear un entorno de trabajo en el que se evitan problemas de espacio, pérdida de tiempo, aumento de la seguridad y ahorro de energía. A continuación se presentaran una lista de los elementos indispensables en el área de producción de la banda transportadora, lo cuales son de vital importancia para la productividad de la línea.

- Depósitos de agua: sirven para vaciar los residuos de agua encontrados en la materia prima, los cuales no pueden dejarse ir con agua debido a que se afecta la vida útil del equipo, en este caso los molinos.

- Jumbos para depositar material: este es uno de los principales elementos a tener en cuenta ya que es acá en donde se coloca la materia prima y donde de una sola vez es clasificada por color.
- Escobas y palas para limpieza de área

Figura 38 Herramientas necesarias para la aplicación del seiri



Las herramientas antes mostradas son de vital importancia en el área de trabajo debido a que si una de ellas falta el proceso de selección se vería interrumpido, es por eso que se necesitan contar con ellas en todo momento del proceso de selección.

Beneficios que se obtendrán aplicando la técnica Seiri - clasificar

- Liberar espacio útil en planta.
- Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos de trabajo.
- Mejorar el control visual de stocks de repuestos y elementos de producción.
- Facilitar el control visual de las materias primas que se van agotando y que requieren para un proceso en un turno.
- Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo.
- Se mejora el control visual de los elementos de trabajo, materiales en proceso y producto final.
- El flujo "suave" de los procesos se logra gracias al control visual.
- La calidad del producto se mejora ya que los controles visuales ayudan a prevenir los defectos.
- Es más fácil identificar las áreas o sitios de trabajo con riesgo potencial de accidente laboral.

El no aplicar el Seiri se pueden presentar algunos de los siguientes problemas:

- La planta de producción y los talleres es insegura, se presentan más accidentes, se pierde tiempo valioso para encontrar algún material y se dificulta el trabajo.
- El producto en proceso o final en exceso, los cajones y armarios que se utilizan para guardar elementos innecesarios los cuales impiden la comunicación entre compañeros de trabajo.

- En caso de una señal de alarma, las vías de emergencia al estar ocupadas con productos o materiales innecesarios, impide la salida rápida del personal.
- Es necesario disponer de armarios y espacio medido en metros cuadrados para ubicar los materiales innecesarios. El coste financiero también se ve afectado por este motivo.
- Es más difícil de mantener bajo control el stock que se produce por productos defectuosos. El volumen existente de productos en proceso permite ocultar más fácilmente los stocks innecesarios.
- El cumplimiento de los tiempos de entrega se pueden ver afectados debido a las pérdidas de tiempo al ser necesario mayor manipulación de los materiales y productos.

4.3.2 Aplicación de la técnica seiton a banda transportadora

Seiton consiste en organizar los elementos que se han clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Una vez eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se debe ubicar aquellos que se necesitan con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados (es el caso de la herramienta).

La aplicación de la técnica seiton – ordenar a la banda transportadora permite

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso.

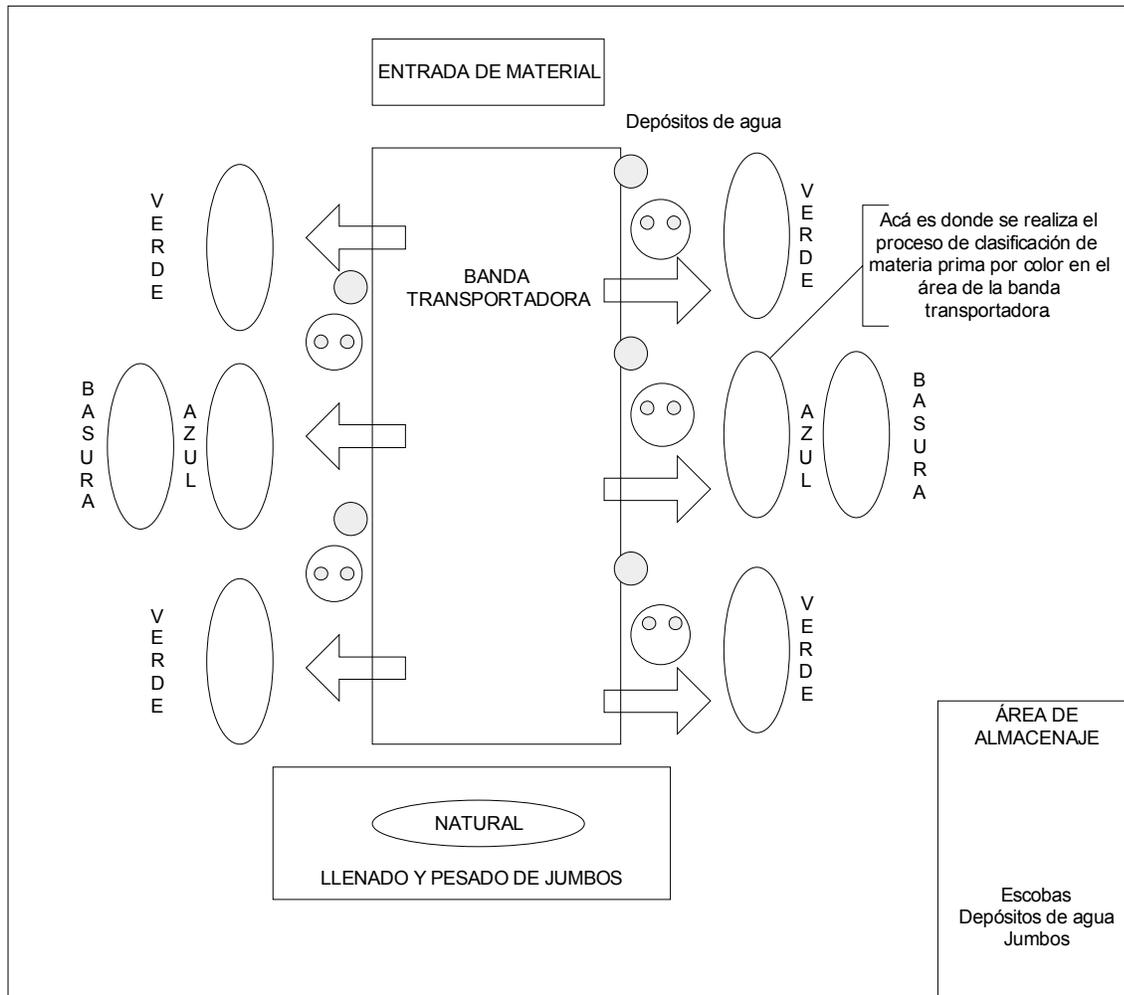
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.

Beneficios del seiton para el trabajador

- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo
- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se libera espacio.
- El ambiente de trabajo es más agradable.
- La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo

La práctica de esta técnica en el área de la banda transportadora pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. A continuación se mostrara como se esta llevando a cabo la distribución de los elementos en el área de trabajo de la banda transportadora.

Figura 39 Organización de área de banda transportadora



La figura anterior muestra detalladamente el proceso de clasificación así como esta distribuida el área para tener todo en su lugar.

El no aplicar Seiton en el sitio de trabajo de la banda transportadora puede conducir a los siguientes problemas:

- Incremento del número de movimientos innecesarios. El tiempo de acceso a un elemento para su utilización se incrementa.
- Se puede perder el tiempo de varias personas que esperan los elementos que se están buscando para realizar un trabajo.
- El desorden no permite controlar visualmente los stocks en proceso y de materiales.
- Errores en la manipulación de productos. Se alimenta la máquina con materiales defectuosos no previstos para el tipo de proceso. Esto conduce a defectos, pérdida de tiempo, crisis del personal y un efecto final de pérdida de tiempo y dinero.
- La falta de identificación de lugares inseguros o zonas del equipo de alto riesgo puede conducir a accidentes y pérdida de moral en el trabajo.

4.3.3 Aplicación de la técnica seiso a banda transportadora

Seiso significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Básicamente se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo.

Beneficios de la aplicación de seiso – limpiar a la banda transportadora

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.

- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo.
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto.

Figura 40 Limpieza en el área de trabajo



Mejorando las condiciones del trabajo como lo son, el orden y la limpieza, se hace que se reduzcan los riesgo de accidentes, con lo que se les esta proporcionando a los trabajadores un ambiente de seguridad, que los motiva a seguir trabajando tranquilamente.

Mantener el equipo en las óptimas condiciones mediante la aplicación del principio de limpieza. Manteniendo el área de trabajo en condiciones limpias se hace mucho más placentera la realización de los trabajos requeridos en el área.

Figura 41 Orden en área de trabajo



Tanto el orden como la limpieza juegan un papel importante en el área de trabajo de la banda transportadora, debido a que se disminuye así el riesgo de accidentes, además el trabajar en un ambiente limpio ayuda a evitar enfermedades con los trabajadores.

4.3.4 Aplicación de la técnica seiketsu a banda transportadora

Seiketsu es la metodología que permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Seiketsu o estandarización en la banda transportadora pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.

- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.

Se orienta a mantener todo lo logrado y a dar una viabilidad del proceso con una filosofía de mejora continua. Lo que se trata de decir es que todos los logros alcanzados durante las implementaciones de las primeras 3's se logren mantener y no volver atrás.

Beneficios de la aplicación de la técnica seiketsu - estandarizar

- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer en profundidad el equipo.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

Esta técnica está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

Para implantar Seiketsu se requieren los siguientes pasos:

Paso 1. Asignar trabajos y responsabilidades.

Para mantener las condiciones, cada operario debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo. Si no se asignan a las personas tareas claras relacionadas con sus lugares de trabajo, el resultado no será el esperado. Deben darse instrucciones a cada persona sobre sus responsabilidades y acciones a cumplir en relación con los trabajos de limpieza y mantenimiento autónomo. Los estándares pueden ser preparados por los operarios, pero esto requiere una formación y práctica; para que progresivamente se vayan mejorando los tiempos de limpieza y métodos.

El método utilizado para la asignación de responsabilidades se ha realizado mediante una selección del mejor empleado por banda, este empleado será el encargado de la banda, el cual tiene como responsabilidad la asignación de tareas al resto de sus compañeros, tareas como la limpieza del área, como el vaciado de los líquidos, el ordenamiento del área, la revisión de que se cuente con las herramientas para seguir trabajando, este presentará un reporte al final de cómo estuvo el turno de trabajo.

Paso 2. Integrar las acciones selección, orden y limpieza en los trabajos de rutina.

El estándar de limpieza de mantenimiento autónomo facilita el seguimiento de las acciones de limpieza. Estos estándares ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo. El mantenimiento de las condiciones debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día.

4.3.5 Aplicación de la técnica shitsuke a banda transportadora

Shitsuke o Disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo.

Shitsuke implica:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás

Beneficios de aplicar shitsuke

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.

- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegar cada día.

Propósito: La práctica del Shitsuke pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados.

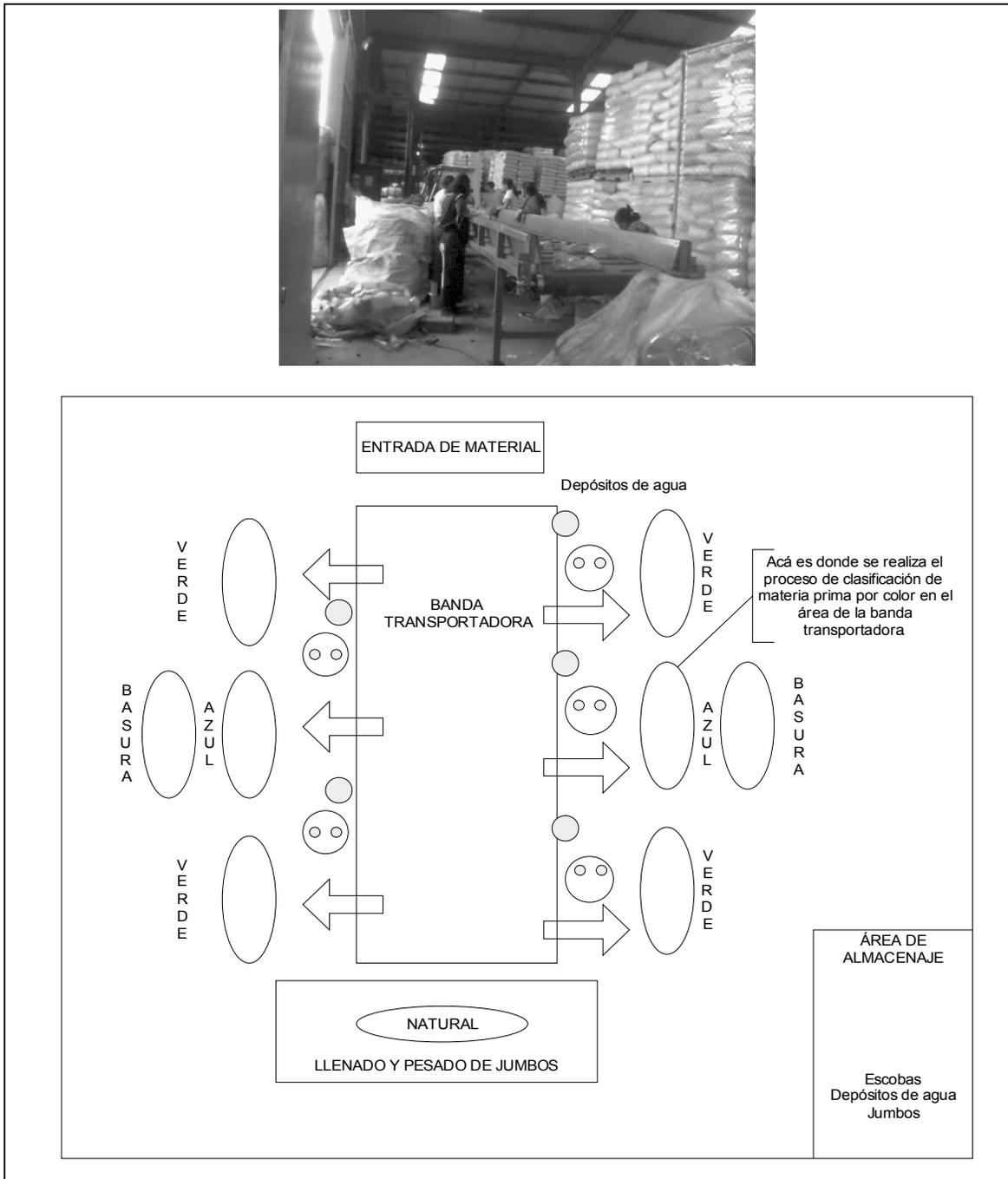
La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de las otras, existe demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

Pasos propuestos para crear disciplina en el área de la banda transportadora:

- Uso de ayudar en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta visual.
- Recorridos de las áreas, por parte de los directivos.
- Publicación de fotos del "antes" y "después".
- Boletines informativos, carteles, usos de insignias

A continuación se presenta como es que el proceso se esta llevando a cabo en la banda transportadora.

Figura 42 Proceso de Banda Transportadora



Se muestra el proceso de selección de material según la aplicación de las 5's, en donde se puede apreciar el orden, limpieza y el uso de solo los instrumentos necesarios.

CONCLUSIONES

1. Una de las principales deficiencias que se tenía en el área de molienda, era una productividad demasiado baja, lo que indicaba que los recursos no se estaban aprovechando al máximo; se realizó un estudio de todas las operaciones del proceso; para que estas se vuelvan mucho más productivas, especialmente la de clasificación de la materia prima. Con esto se ha logrado incrementar la eficiencia del área de molienda como también la productividad, teniendo en cuenta que al inicio era de 66.66%, mediante el análisis y estudio de todas las operaciones involucradas en el área, se logró incrementar la productividad del área en un 20%; alcanzando así un 86.66%.
2. Existen actividades que hacen que el proceso de molienda sea tardado, tal es el caso de la operación de selección y clasificación del material; con un análisis minucioso de esta operación se logró encontrar las causas por las cuales esta operación afecta el proceso, entre las causas encontradas se tienen que el material viene con demasiada basura, lo que hace su clasificación mucho más tardada y que el área para la realización de esta operación es reducida; se logró eliminar esta operación mediante la implementación de un buen manejo de materiales, lo que hizo el proceso mucho más efectivo.

3. El mal uso dado a las máquinas y a las herramientas de trabajo era una de las razones por las cuales se tenían índices de producción bajos, se realizan pláticas del uso correcto de la maquinaria con todos los operadores, y se hacen tablas para el departamento de producción y mantenimiento con índices de producción, en las que se indican las cantidades que se deben producir para que la producción se mantenga constante, con esto se logró mantener un buen ritmo en la producción y se asegura el mejor uso de las máquinas y herramientas por parte de los operadores.

4. Las líneas de producción de la empresa no estaban balanceadas correctamente, se realizó un estudio de tiempos y movimientos de toda el área de molienda, logrando así realizar el balance de líneas tanto de la línea actual como de la línea nueva, estableciendo el ritmo de producción necesario de cada una de las máquinas, así como también la cantidad de personal para cada una. La nueva línea de producción integrada al proceso de molienda es la de lavado de PET, la cual incluye una máquina lavadora de PET y una pileta para lavar PET, haciéndose el análisis de los procesos y balanceando la línea, logrando así que la integración de las dos líneas balanceadas no afecte en ningún momento el proceso de producción.

5. El mal manejo de los materiales es una de las principales causas que afectan el proceso de molienda, es por eso que se creó una banda transportadora para el manejo y recibimiento de materiales en el área de molienda, la cual tuvo que ser implementada para lograr como resultado un mejor control sobre los materiales que entran a la empresa, como también un control sobre nuestros principales proveedores de materia prima.

RECOMENDACIONES

1. La programación de los mantenimientos preventivos a las diferentes máquinas del área de molienda, ayudaría a reducir la cantidad de paros y los tiempos de ocio de las máquinas por fallas innecesarias. Es por eso que se recomienda al departamento de producción y al de mantenimiento, que se tenga una buena planificación de los mantenimientos para evitar que las máquinas sufran daños innecesarios que ocasionen costos.
2. El proceso de manejo de materiales debe contar con área exclusivamente de descarga de los materiales, para que nuestros proveedores no tengan que esperar demasiado tiempo con esto se estaría logrando recibir mucho más material para el proceso de los mismos, por eso es necesario que el departamento de bodega elabore un espacio exclusivamente para descarga de materiales de PET.
3. Los costos de mano de obra por clasificación de materiales se verían reducidos, tomando en cuenta la jornada ordinaria como la extraordinaria, dando prioridad sólo al cumplimiento de las horas ordinarias cuando se tenga escasez de material para clasificar, se recomienda al departamento de producción llevar un buen control de la gente sub-contratada para que no se eleven los costos del proceso de clasificación.

4. Se recomienda al supervisor de la clasificación de materia prima, en este caso el área de las bandas transportadoras, la rotación de personal, dando como resultado que las personas se acostumbren a los diferentes puestos que se tienen en dicha área, y no se acostumbre a un mismo lugar de trabajo.

5. Las hojas de control del área de molienda se implementaron para que el supervisor de producción verifique cada cierto tiempo, si las máquinas están funcionando correctamente o si éstas tienen algún problema, el cual tendrá que ser reportado al departamento de mantenimiento inmediatamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo. 10^o edición.
2. Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos. 8^a. Edición, México: Alfa Omega, 1996.
3. Ken, Blanchard, Empowerment, 3 claves para lograr que el proceso de facultar a los empleados funcione en su empresa. Grupo Editorial Norma.
4. Bohan, William. El poder oculto de la productividad. Grupo Editorial Norma.
5. Torres, Sergio Antonio. Ingeniería de plantas (Guatemala 1998).
6. Vargas Rodríguez, Héctor. Manual de implementación Programa 5's.

ANEXO 1

Tabla XXX. Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0.10	200
.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: información tomada de Time Study Manual de los Erie Work en General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, Gerente de Administración del Salario.

ANEXO 2

Tabla XXXI. Métodos para calificar, Sistema Westinghouse

Sistema de calificación de habilidad de Westinghouse		
0.15	A1	Superior
0.13	A2	Superior
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.1	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo
-0.22	F2	Malo

Sistema de calificación de Esfuerzo de Westinghouse		
0.13	A1	Excesivo
0.12	A2	Excesivo
0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Bueno
0.02	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.18	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse		
0.06	A	Ideal
0.04	B	Excelente
0.02	C	Bueno
0	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse		
0.06	A	Ideal
0.04	B	Excelente
0.02	C	Bueno
0	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Fuente: S.M. Lowry, H.B. Maynard y G.J. Stegemerten, Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives, 3a. ed. Nueva York, McGraw-Hill, 1940, pag. 233