

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**



**BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN UNA
FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE**

**KEILA ZUZEL CASTILLO ARRIAZA
ADMINISTRADORA DE EMPRESAS**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2004

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN
UNA FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE**



GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2004

**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

DECANO	Lic. Eduardo Antonio Velásquez Carrera
SECRETARIO	Lic. Oscar Rolando Zetina Guerra
VOCAL 1º.	Lic. Cantón Lee Villela
VOCAL 2º.	Lic. Albaro Joel Girón Barahona
VOCAL 3º.	Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
VOCAL 4º.	PMP Juan Francisco Moreno Murphy
VOCAL 5º.	B.C. Jairo Daniel Dávila López

JURADO EXAMINADOR DE ÁREAS PRÁCTICAS BÁSICAS

	ÁREA
Lic. Víctor Manuel Castro	Matemática - Estadística
Lic. Nery Leonidas Guzmán de León, M.Sc.	Administración - Financiera
Licda. María del Carmen Mejía García	Mercadotecnia –Operaciones

JURADO QUE PRACTICÓ EXAMEN PRIVADO DE TESIS

Presidenta:	Licda. Friné Argentina Salazar Hernández
Secretaria:	Licda. Marlene Ivonne Bran García
Examinador:	Lic. Vicente Freixas Pérez

Guatemala, abril 26 de 2,004

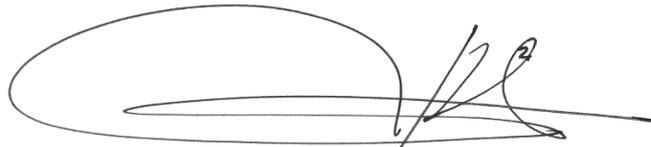
Licenciado
Eduardo Antonio Velásquez Carrera
Decano de la Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad.

Señor Decano:

De conformidad con el nombramiento emitido por esa decanatura, en el cual se me designa para supervisar el trabajo de tesis de la estudiante KEILA ZUZEL CASTILLO ARRIAZA, denominado "BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE". Al respecto me permito informarle que he procedido a la revisión de dicha tesis, habiendo verificado que cumple con los requisitos que establece esta facultad.

Por lo anteriormente expuesto, sugiero que el trabajo sea aprobado por las autoridades respectivas, a efecto de que sea presentado por la estudiante Keila Zuzel Castillo Arriaza, en su examen privado de tesis previo a optar por el título de Administradora de Empresas en el grado de Licenciada.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop on the left and several sharp, overlapping strokes on the right, ending in a small flourish.

Mario René Salguero y Salguero
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5,195

**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS. GUATEMALA,
OCHO DE NOVIEMBRE DE DOS MIL CUATRO.**

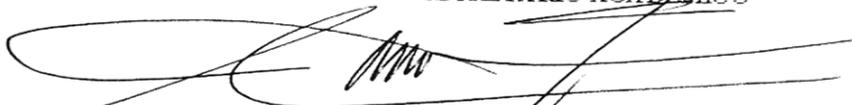
Con base en el Punto SEXTO, inciso 6.7, subinciso 6.7.2 del Acta 36-2004 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 3 de noviembre de 2004, se conoció el Acta ADMINISTRACION 086-04 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 9 de agosto de 2004 y el trabajo de Tesis denominado: "BALANCE DE LINEA DE PRODUCCION EN UNA FABRICA DE PAPEL ABSORBENTE", que para su graduación profesional presentó la estudiante KEILA ZUZEL CASTILLO ARRIAZA, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"


LIC. OSCAR ROLANDO ZETINA GUERRA
SECRETARIO ACADEMICO




LIC. EDUARDO ANTONIO VELÁSQUEZ CARRERA
DECANO



Smp.


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

ACTO QUE DEDICO

A Dios: Al Ser Supremo que ha sido mi fortaleza, luz de mi vida, y fuente de esperanza.

A mi padre: Alfredo Castillo, has sido el héroe en mi vida, el hombre que tengo como ejemplo, la persona más correcta que conozco, que nos has dado a mis hermanos y a mí todo lo que tienes.

A mi madre: Olga Arriaza, gracias por dedicar tu vida a cuidar a tu familia, por ser el bastión de nuestro hogar, el apoyo incondicional y ser el ejemplo en mi vida.

A mis hermanos: Heber y Ariel: gracias por su apoyo, por su amistad, por compartir sus sueños, sus alegrías y sus penas, roguémosle a Dios para que podamos seguir tan unidos como hasta ahora.

A Chiquimula: Tierra que me ha visto crecer, que un día me vio partir y hoy ve realizado ese sueño.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala Mi orgullo y satisfacción será siempre haberme formado en esta casa de estudios.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Mario Salguero: Por brindarme su tiempo y orientación durante la realización de este trabajo

Fábrica de papel absorbente: Por abrirme sus puertas, y darme la oportunidad para la realización de este trabajo de investigación.

Todas las personas que colaboraron: brindándome la información necesaria para la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	
A. Industria papelera	01
1. Historia	01
2. Definición de industria papelera	03
3. Clasificación de la fabricación del papel	03
3.1. Fabricación manual	03
3.2. Fabricación mecanizada	05
4. Reciclaje de papel	07
B. Unidad de análisis	08
1. Reseña histórica de la fábrica de papel absorbente	08
C. Producción	09
1. Definición	09
2. Tipos de procesos o configuraciones productivas	09
2.1. Producción continua	10
2.2. Producción intermitente	10
3. Planeación y control de la producción	10
3.1. Definición	10
4. Análisis de la capacidad	11
D. Productividad	11
1. Definiciones generales	11
2. Administración de la productividad	12
3. Productividad y tecnología	12
4. Productividad y calidad	13
E. Estudio del trabajo	13
1. Definición	13
1.1. Técnicas de estudio de trabajo	13
1.2. Campo de aplicación	14

1.3.	Condiciones y ambiente de trabajo	14
1.3.1.	Generalidades	14
2.	Estudio de métodos	15
2.1.	Definición y fines del estudio de métodos	15
2.2.	Métodos de trabajo	15
2.2.1.	Estudio de movimientos	15
2.2.1.1.	Diagramas de procesos de flujo	15
3.	Medición del trabajo	17
3.1.	Definición	17
3.2.	Objeto de la medición del trabajo	17
3.3.	Definición de estándar	17
3.4.	Diseño y medición del trabajo	17
3.4.1.	Estándares de producción y medición del trabajo	17
4.	Estudio de tiempos	19
4.1.	Definición	19
4.2.	Equipo utilizado para un estudio de tiempos	19
4.3.	Preparación del estudio de tiempos	20
4.3.1.	Selección del operario	20
4.3.2.	Registro de información	21
4.4.	Ejecución de un estudio de tiempos	22
4.5.	Número de ciclos a estudiar	23
F.	Balance de línea de producción	24
1.	Definición	24
2.	Objetivo del balance de línea de producción	26
2.1.	¿Para qué se hace un balance de línea de producción?	26
2.2.	¿Cuándo se hace un balance de línea de producción?	27
2.3.	¿Por qué se hace un balance de línea de producción?	28
3.	Proceso de balance de línea de producción	29
3.1.	Definición de tareas e identificación de precedencias	29
3.2.	Cálculo del número mínimo de estaciones de trabajo	29
3.3.	Asignación de tareas a las estaciones de trabajo	30
3.4.	Evaluación de la eficacia y la eficiencia de la solución y búsqueda	

CAPÍTULO II
DIAGNÓSTICO DE UNA FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE EN RELACIÓN
AL BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Metodología de la investigación	34
A. Unidad de análisis	35
1. Generalidades	35
2. Productos que elaboran	36
3. Estructura orgánica	37
4. Distribución de la planta	38
5. Proveedores de materia prima	39
6. Demanda de la producción	39
B. Departamento de producción	39
1. Generalidades	39
2. Personal que interviene en el proceso de producción	42
C. Descripción de las operaciones del proceso de producción	44
1. Ingreso, descarga y almacenamiento de materia prima	44
2. Selección de materia prima	46
3. Proceso de producción	49
4. Tiempo ocioso del proceso productivo	54

CAPÍTULO III
PROPUESTA DE UN BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA UNA
FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE

A. Generalidades	57
B. Objetivos	58
1. General	58
2. Específicos	58
C. Estudio de tiempos	59

1. Equipo utilizado	59
2. Selección del operario	59
3. Número de ciclos a estudiar	60
4. Ejecución del estudio de tiempos	61
5. Tiempo estándar de la producción	61
5.1. Tiempos observados	61
5.2. Calificación de rendimiento	62
5.3. Porcentajes de estimación de tiempos de holgura	64
5.4. Cálculo de tiempos estándar de la producción	65
D. Balance de línea de producción	67
1. Tabla de precedencias	67
2. Matriz de secuencias	68
3. Red de secuencias	69
4. Ponderación de tiempos	70
5. Técnica ordenadora de posiciones ponderadas	71
6. Determinación de las actividades	72
7. Tiempo ocioso	72
8. Eficiencia de la línea de producción	73
9. Número de operarios	74
E. Recursos	75
1. Humanos	75
2. Físicos	75
3. Económicos	76
F. Controles	76
Conclusiones	79
Recomendaciones	81
Bibliografía	83
Anexos	85

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Página

1. Esquema del proceso de fabricación del papel a partir de la madera 6

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Simbología utilizada en diagramas de proceso de flujo	16
2. Valores típicos para z	23
3. Elementos de trabajo y tiempo observado en minutos para la línea de producción 3	62
4. Calificación de rendimiento para cada elemento de trabajo de la línea de producción 3	63
5. Tabla de suplementos para los elementos de trabajo de la línea de producción 3	64
6. Elementos de trabajo y tiempos de duración en minutos de la línea de producción 3	66
7. Tabla de precedencia del balance de línea de producción	67
8. Matriz de secuencias del balance de línea de producción	68
9. Ponderación de tiempos del balance de línea de producción	70
10. Técnica ordenadora de posiciones ponderadas del balance de línea de producción	71
11. Determinación de operaciones y tiempo ocioso del balance de línea de producción	72

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
1. Organigrama del departamento de producción	43
2. Red de secuencias del balance de línea de producción	69
3. Diagrama de flujo del proceso de producción de papel absorbente	77

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
1. Hoja para estudio de tiempos de trabajo	86
2. Guía de entrevista a gerente de producción	87
3. Guía de entrevista a jefe de logística	91
4. Guía de entrevista a encargado de personal	92

I N T R O D U C C I Ó N

La elaboración de papel absorbente implica una serie de actividades que requieren de una planificación de operaciones consciente y detallada, de modo que se obtenga un producto de calidad que satisfaga al consumidor, por lo que las empresas que se dedican a esta actividad se enfrentan a la demanda de este producto y a la necesidad de buscar alternativas que les permita adquirir materia prima para el proceso de producción, contando con la posibilidad de utilizar el papel de desecho y cartón para reciclarlo y no verse en la necesidad de utilizar madera de los bosques para fabricarlo.

La presente investigación se llevó a cabo en una fábrica de papel absorbente, la cual no ha desarrollado un estudio de medición de tiempos para la realización de sus actividades, impidiendo esto un equilibrio adecuado en el proceso productivo. El objeto de estudio se define como propuesta de un balance de línea de producción en una fábrica de papel absorbente teniendo como finalidad la eliminación de las operaciones más lentas y el retraso en la secuencia de las mismas, y por ende cumplir con la demanda diaria establecida para la empresa.

Esta investigación presenta en su primer capítulo el fundamento teórico de las actividades que involucra un balance de línea de producción, las circunstancias bajo las cuáles se debe realizar, el objetivo y los pasos para su ejecución.

En el capítulo dos se presenta la información obtenida en la investigación de campo por medio de entrevistas personales, para conocer la planificación y desarrollo de las actividades de la empresa objeto de estudio, utilizando un cuestionario estructurado.

El capítulo tres, comprende la elaboración de la propuesta de balance línea de producción, aplicando la técnica ordenadora de posiciones ponderadas, y para la identificación de los elementos de trabajo se utilizó un estudio de tiempos por medio del cual se determinó la holgura del proceso productivo, para el establecimiento del tiempo estándar de cada actividad.

Luego se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se han llegado como producto de la investigación, así también la bibliografía utilizada para la información documental.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

A. INDUSTRIA PAPELERA

1. HISTORIA

El vocablo papel, se deriva del latín *papyrus*, aludiendo a la planta egipcia de nombre Papiro, cuyas hojas sirvieron como soporte de escritura a los egipcios, griegos y romanos entre el 3000 A. C. y el siglo V D.C.

En el año 105 D.C., el señor Cai Lun, Ministro de Agricultura del Emperador Chino Ho Ti, fabricó por primera vez el papel, desde una pasta vegetal a base de fibras de caña de bambú y otras plantas, dando origen al papel que se conoce hoy en día. Cai Lun emprendió esta tarea siguiendo órdenes expresas del Emperador, quien le ordenó buscar nuevos materiales para escribir sobre ellos. Alrededor del año 600 D.C. el papel llegó a Corea y Japón, países en los cuales se comenzó a fabricar en forma manual.

En el año 750 D.C. los conocimientos para la fabricación del papel llegaron a Asia Central, especialmente al pueblo árabe. Posteriormente en su expansión hacia el oriente, se familiarizaron con los métodos de producción del papel de escribir y crearon molinos de papel. Ellos no contaban con fibras frescas, de manera que para producir papel extrajeron la materia prima de sus antiguas alfombras; luego usaron cedazos hechos de caña y

fabricaron hojas delgadas recubiertas con pasta de almidón. Este papel era de apariencia fina y resistía muy bien la escritura. Al entrar en Europa, los árabes introdujeron en ese continente el secreto de la fabricación del papel y la primera fábrica se estableció en España, cerca del año 1150.

Curiosamente, el papel apareció en Egipto –país creador del papiro- alrededor del año 800 D.C. (700 años después de que el papel fuera creado por el chino Cai Lun), iniciando los egipcios su fabricación 100 años después.

A mediados del siglo XV con el invento y la introducción de la imprenta de tipos móviles, la impresión de libros pudo hacerse a más bajo costo y fue un gran estímulo para la fabricación de papel. Hasta el final del siglo XVIII, la fabricación del papel era totalmente artesanal, y las hojas de papel eran hechas de una en una, en pocas cantidades.

La industria surge cuando es posible mecanizar el proceso y ésta llega con la invención de la máquina de fabricar papel continuo, hecho conseguido en Francia, en 1800 por Nicholas Louis Robert, esta máquina fue mejorada por dos británicos los hermanos Henry y Sealy Fourdrinier, quienes en 1803 crearon la primera máquina, bautizándola con su apellido. En 1840 se introdujo el proceso de trituración de madera para la obtención de pulpa, con lo cual se pudo fabricar papel con materia prima de más bajo costo.

En 1844, Federic Gottlob Seller fue el primero en obtener, mediante un procedimiento mecánico, pulpa de madera. Desde esa fecha, todos los esfuerzos se encaminaron hacia la búsqueda del perfeccionamiento de máquinas y técnicas, la renovación de materiales y la disminución de los tiempos de producción.

2. DEFINICIÓN DE INDUSTRIA PAPELERA

Es el conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación y transporte de forma semi automatizada a gran escala, de papel, llevada a cabo por un número reducido de trabajadores, elaborada con pulpa y fibras vegetales obtenidas de madera y/o de papel reciclado, las cuales son molidas y blanqueadas en agua, que se hace secar y endurecer por procedimientos especiales.

3. CLASIFICACIÓN DE LA FABRICACIÓN DEL PAPEL

Las técnicas de fabricación de papel están divididas en dos grupos: la fabricación manual y la fabricación mecanizada.

3.1. FABRICACIÓN MANUAL

La técnica de fabricación de papel no ha cambiado casi desde sus inicios, y el proceso para dicha elaboración implica: colocar la materia prima sin ningún tipo de contaminación en una tina y golpearla con

un mazo para separar las fibras, pero cuando las fibras se han triturado se mantienen en suspensión sin cambiar el agua de la tina. En ese momento, el material líquido, llamado pasta primaria, está lista para fabricar el papel. Se inicia el proceso colocando el molde en un bastidor de madera y son sumergidos en una tina llena de esta pasta. Cuando son retirados, la superficie del molde queda cubierta por una delgada película de pasta primaria. Luego se deja descansar el molde con la hoja de papel mojado, para que tenga suficiente cohesión al momento de retirar el bastidor.

Al ser retirado el bastidor del molde se deposita con suavidad la hoja de papel sobre una capa de fieltro. Cuando se han colocado unas cuantas hojas de papel alternadas con fieltro, la pila de hojas se sitúa en una prensa hidráulica y se somete a una gran presión, expulsando la mayor parte de agua que queda en el papel. A continuación, las hojas de papel se separan de los fieltros, se apilan y se prensan. El proceso de prensado se repite varias veces.

La etapa final de la fabricación del papel es el secado. Este proceso se denomina intercambio, y su repetición mejora la superficie del papel terminado. El papel se cuelga de una cuerda hasta que la humedad se evapora.

3.2. FABRICACIÓN MECANIZADA

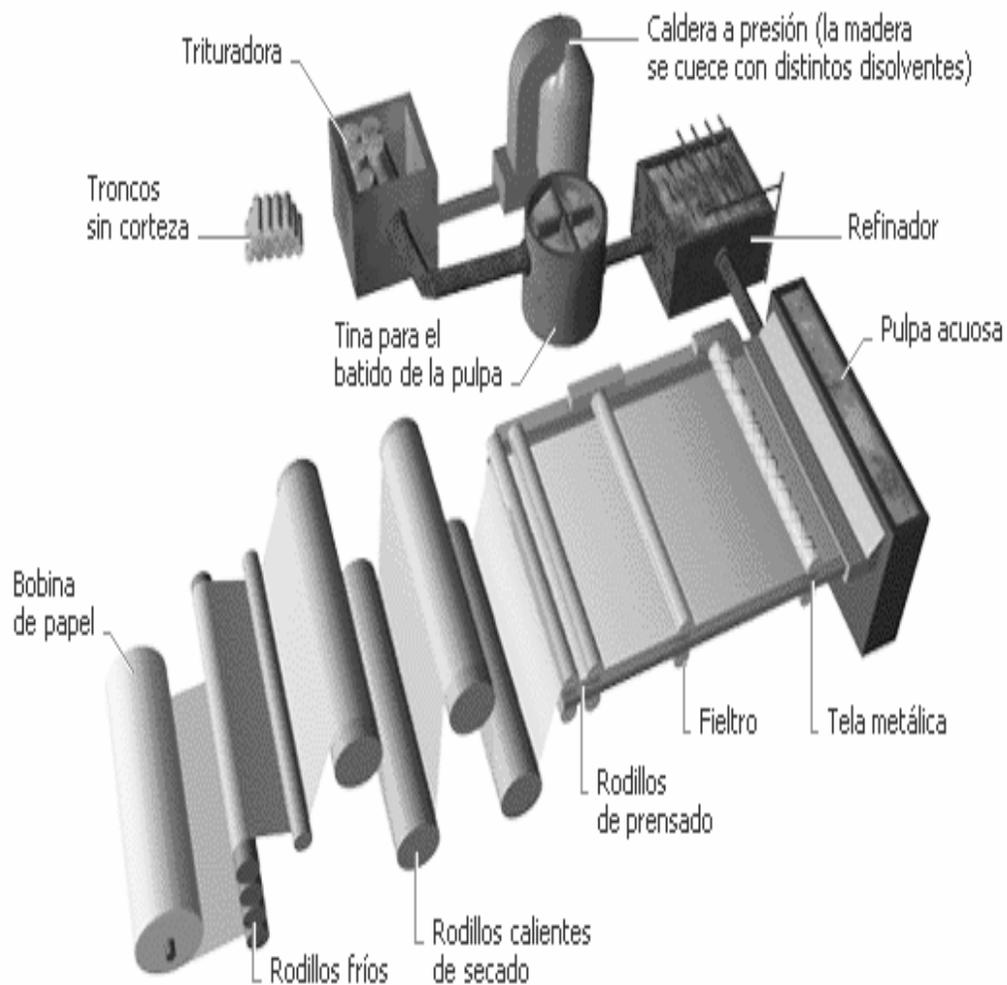
El proceso mecánico para la fabricación de papel es más complicado que el de fabricación manual. Se utiliza como materia prima, tejidos residuales de tela de algodón o lino y pulpa de madera, dependiendo de la calidad de papel se utiliza celulosa de madera, pulpa de madera química o una mezcla de pulpa y fibra de tejidos residuales de tela (por la escasez de materia prima hoy en día, se utiliza el reciclaje de papel).

El proceso de fabricación mecanizado de papel se inicia con el cocimiento de madera en una caldera a presión, y la pulpa acuosa cae sobre una cinta sin fin de tela metálica que se mueve horizontalmente, sobre una cadena de rodillos formándose la hoja de papel. Conforme el papel avanza, pasa bajo un cilindro giratorio cubierto de tela metálica o de alambres individuales. Casi al final de la máquina, la cinta pasa a través de rodillos cubiertos de fieltro, los cuales extraen aún más agua de la tira de papel y consolidan las fibras, dándole suficiente resistencia para continuar pasando por la máquina, sin el soporte de la cinta.

Luego el papel se transporta mediante una cinta de tela, a través de cilindros de metal liso, después pasa por una serie de rodillos calientes que completan el secado, como la que se muestra en la fotografía 1.

La siguiente etapa es el satinado, un prensado con rodillos fríos lisos que produce el acabado mecánico. Al final el papel es cortado con cuchillas giratorias y se enrolla en bobinas.

FOTOGRAFÍA 1 ESQUEMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PAPEL A PARTIR DE LA MADERA



4. RECICLAJE DE PAPEL

Por la fuerte demanda que existe de papel, el reciclaje de éste crece más cada día, siendo una fuente de fibras que mediante un proceso industrial produce nuevamente papel, y es más rentable que la pulpa virgen, además de tener importancia para el medio ambiente, porque se evita la tala inmoderada de árboles.

Hay empresas a nivel mundial que se dedican a la recolección de papel, y posteriormente lo trasladan a las industrias papeleras para producir nuevos papeles. Entre los productos de papel que se reciclan se pueden mencionar, recortes de papel (sobrantes del proceso de producción en planta e impresoras), papel de oficina usado, periódicos, cajas usadas de cartón corrugado, diarios viejos y revistas, cartulinas, guías telefónicas desechadas, papel de envolver; y depende de las características de papel que se recicle así será el papel a producir.

Básicamente el reciclaje de papel abarca tres etapas, la primera es la preparación de la pulpa; la segunda es la remoción de impurezas; y la tercera la aplicación de insumos. La diferencia en el tipo de papel a fabricar radicará en los insumos y en el tipo de papel que se utilizará para su producción.

La cantidad de papel reciclado que se utiliza diariamente es grande, y puede ser desde una cinta de papel de la caja registradora de supermercado, papel higiénico, papel para periódicos, hasta una hoja de papel blanco para escribir.

B. UNIDAD DE ANÁLISIS

1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE

La fábrica de papel absorbente está constituida de conformidad con las leyes guatemaltecas, bajo la organización jurídica de Sociedad Anónima, siendo su objetivo primordial la producción de papeles suaves (papel higiénico y servilletas).

En 1984 nace en Guatemala lo que hoy se conoce como una de las industrias más importantes en el ramo de la fabricación de papel. Antiguamente en Guatemala existía un monopolio en la industria de papel, lo cual provocaba una demanda insatisfecha para el consumidor, ya que éste debía de esperar días e incluso hasta semanas para recibir el producto. Esto motivó a su fundador en el año de 1976, a iniciar su propia empresa, manteniendo un stock para satisfacer las expectativas de sus consumidores. La demanda se fue incrementando, por lo que en el año de 1985 deciden comprar su primer molino, (máquina procesadora de papel) con lo que se logró tener mayor presencia en el mercado. Impulsados por el incremento, las exigencias del consumidor y para diversificar su producción, decidió la empresa adquirir otro molino en el año de 1989.

En 1997, se inició un proyecto denominado 97 el cual consistió en obtener un tercer molino con mayor capacidad productiva y mejor calidad en el producto terminado; en ese mismo año, debido a las malas condiciones del suministro de energía eléctrica en la región, la empresa adquiere su propia planta generadora de energía. Para el año 1999, se incorporó la máquina de destintado; para mejorar el proceso productivo, que consiste en quitarle todo tipo de impurezas a la materia prima, desde el inicio de la desintegración de la misma.

Actualmente la fábrica de papel absorbente, cuenta con una longitud aproximada de 150,000 m² y sucursales en Estados Unidos, Centro América y el Caribe.

C. PRODUCCIÓN

1. DEFINICIÓN

“Se entiende por producción la adición de valor a un bien –producto o servicio- por efecto de una transformación. Producir es extraer o modificar los bienes con el objeto de volverlos aptos para satisfacer ciertas necesidades. ^(15:4)

2. TIPOS DE PROCESOS O CONFIGURACIONES PRODUCTIVAS

Del tipo de producción característico de una empresa específica dependerá la configuración final de cualquier sistema de control que se

diseño: generalmente los sistemas de producción se dividen en dos grandes clases: producción intermitente y continua.

2.1. PRODUCCIÓN CONTINUA

Una producción continua “representa el extremo final de la producción estandarizada, de alto volumen y con flujos de línea rígidos. Su nombre proviene de la forma como los materiales se desplazan en el curso del proceso. Con frecuencia el proceso es intensivo en capital y no se interrumpe las veinticuatro horas del día, a fin de maximizar la utilización del equipo y evitar los costosos paros y nuevas puestas en marcha. Los procesos continuos se utilizan casi exclusivamente para propósitos de manufactura y encajan a la perfección dentro de una estrategia de flujo de línea” (7:93)

2.2. PRODUCCIÓN INTERMITENTE

Este calificativo se utiliza cuando la producción se realiza sobre pedidos de los clientes, y no para mantener en existencia. Un ejemplo de este sistema de producción es la atención médica en una sala de emergencia o la fabricación de gabinetes personalizadas.

3. PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

3.1. DEFINICIÓN

“Es la capacidad productiva de una instalación en general y se expresa

como un volumen de producción en un período. En esta definición se notan dos elementos: *cantidad* y *tiempo*, que permiten determinar la unidad de medida de capacidad. La *cantidad* sería la demanda del producto en el mercado y el *tiempo*, es el período que se tomaría para la realización de dicho producto.”^(6:s/n)

4. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD

“En el análisis de la capacidad de producción se estudia las posibilidades para una toma de decisiones sobre aumentar o disminuir la capacidad de producción. Entre estas posibilidades están:

- Variar la utilización de la mano de obra: despedir o contratar personal, recurrir al tiempo suplementario
- Modificar el ritmo de las operaciones
- Aumentar o disminuir los inventarios
- Influir en la demanda mediante publicidad o promoción de ventas”^(6:s/n)

D. PRODUCTIVIDAD

1. DEFINICIONES GENERALES

Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos.

“La productividad es la relación entre producción e insumo”.^(12:4)

2. ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Para poder administrar se deben desarrollar razones de productividad en cada nivel de las empresas y si lo fuera necesario para todas las unidades organizacionales; ésto se logrará con un compromiso gerencial que ayude a desarrollar un conjunto de mediciones únicas para la empresa. Este tipo de mediciones se basa en tres principios: “primero, preguntar a los gerentes de departamento que desarrollen sus propias mediciones, talvez con la ayuda de un asesor; segundo, todas las mediciones de productividad deben estar entrelazadas en forma jerárquica para asegurar la consistencia de todos los niveles; y tercero, las razones de productividad deben incorporar todas las responsabilidades de trabajo en la medida de lo posible, este control es conocido como administración de la productividad”. ^(14:28)

3. PRODUCTIVIDAD Y TECNOLOGÍA

Los niveles de vida altos, variedad en los productos y mayor productividad, son algunos de los beneficios que la tecnología proporciona en la actualidad, a estos beneficios se le conoce como automatización, por ejemplo: las máquinas a las que se le ingresan monedas para una gaseosa o golosinas, teléfonos públicos tarjeteros, cajeros automáticos, etc. Pero ligado a ésto existen algunos problemas que ocasionan los adelantos tecnológicos, tales como: pérdida de privacidad a causa de la computación, contaminación del ambiente, aumento del tráfico de vehículos, la

intervención humana en procesos de producción, dando lugar solamente a mano de obra calificada y en un número bastante reducido.

4. PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD

Los incrementos en la velocidad de la producción pueden ser alcanzados sin que disminuya la calidad, o sea que cuando aumenta la calidad también lo hace la productividad, porque se elimina el desperdicio y el volumen de materias primas para fabricar buenos productos se reduce, esto se lograría si la persona esta dispuesta a realizar el esfuerzo para alcanzar los niveles de calidad y productividad deseados.

E. ESTUDIO DEL TRABAJO

1. DEFINICIÓN

“Se entiende por estudio del trabajo, genéricamente, ciertas técnicas y en particular el *estudio de métodos y la medición del trabajo*, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.” ^(12:29)

1.1. TÉCNICAS DE ESTUDIO DE TRABAJO

“El estudio del trabajo comprende dos técnicas estrechamente ligadas: *el estudio de métodos*, que es un estudio crítico de las maneras de realizar el trabajo, y la *medición del trabajo*, método que

evalúa el tiempo que debe tomar la realización de un trabajo. Ambos se aplican sistemáticamente siguiendo patrones muy similares.”^(8:192)

1.2. CAMPO DE APLICACIÓN

“Las técnicas de estudio del trabajo se utilizan en la evaluación del trabajo humano en todos sus contextos, las cuales conducen a la investigación sistemática de todos los recursos y factores que afectan la eficiencia y la economía de la situación que se estudia, con el fin de efectuar mejoras.”^(8:191)

1.3. CONDICIONES Y AMBIENTE DE TRABAJO

1.3.1. Generalidades

Diversos estudios han demostrado que el ser humano, a pesar de su gran capacidad de adaptación, tiene un mayor rendimiento cuando actúa en condiciones exteriores óptimas. Por lo que el aumento en piezas defectuosas y la disminución en la productividad son atribuibles al agotamiento provocado por horarios de trabajo excesivos e inadecuadas condiciones del medio ambiente, como la iluminación y ventilación, por lo que debe prestarse mayor atención a las condiciones de trabajo, si se desea evitar el despilfarro de recursos humanos y materiales y más en países como Guatemala.

2. ESTUDIO DE MÉTODOS

2.1. DEFINICIÓN Y FINES DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

“Es el análisis de una operación para aumentar la producción por unidad de tiempo, y en consecuencia, reducir el costo unitario” (11:638)

Los fines del estudio de métodos son los siguientes:

- “Mejorar los procesos y los procedimientos
- Mejorar la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como modelos de máquinas e instalaciones
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria
- Mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra
- Crear mejores condiciones materiales de trabajo” (12:79)

2.2. MÉTODOS DE TRABAJO

2.2.1. Estudio de Movimientos

El estudio de movimientos intenta eliminar tantos movimientos humanos como sea posible, acortar los movimientos que no puedan ser eliminados, y hacer menos fatigosos los movimientos necesarios.

2.2.1.1. Diagramas de Procesos de Flujo

En este diagrama se incluye toda la información necesaria para representar gráficamente una secuencia de actividades

dentro de un proceso, identificándolo por medio de símbolos de acuerdo a su naturaleza, incluyendo además toda la información necesaria para el análisis, como las distancias recorridas y tiempo requerido.

**CUADRO 1
SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN DIAGRAMAS
DE PROCESOS DE FLUJO**

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
Operación	Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo, o se está preparando para otra operación, inspección o almacenaje. También cuando se están dando o recibiendo información o se está planeado algo.	
Transporte	Indica cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección	
Inspección	Cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.	
Demora	Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado	
Almacenaje	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
Actividad Combinada	Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadrado.	

FUENTE: "ESTUDIO DEL TRABAJO": Roberto García Criollo. 1998

El diagrama de procesos de flujo, es especialmente útil para descubrir costos ocultos tales como: distancias recorridas, retrasos y almacenamientos de manera que mediante el análisis puede ser mejorado.

3. MEDICIÓN DEL TRABAJO

3.1. DEFINICIÓN

“Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida”.^(12:33)

3.2. OBJETO DE LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

Esta técnica permite fijar de manera precisa, el tiempo estándar concedido a un operario y eliminar el tiempo improductivo. así como eliminar movimientos innecesarios.

3.3. DEFINICIÓN DE ESTÁNDAR

Es un modelo de referencia que se distingue por ciertas características detalladas, para que otras clasificaciones se puedan considerar superiores, inferiores o comparables a éste.

3.4. DISEÑO Y MEDICIÓN DEL TRABAJO

3.4.1. Estándares de Producción y Medición del Trabajo

El propósito de los estándares de producción es establecer la cantidad de piezas, unidades, ensambles, etc., que deben producirse por minuto, hora o día, o indicar la cantidad de tiempo permitido como estándar para la producción de una unidad de trabajo. También incluyen concesiones estándar

por el descanso, los retrasos que ocurren como parte del trabajo y el tiempo para necesidades personales.

Los principales estándares de trabajo para los individuos son:

- a) *Tiempo normal (TN)*: es el tiempo que se considera puede tardar una persona ejecutando una operación en condiciones normales.
- b) *Tiempo personal (TP)*: es el tiempo que el operario necesita para sus necesidades fisiológicas.
- c) *Tiempo de retraso (TR)*: es el tiempo que un trabajador permanece ocioso o inactivo, por retrasos propios del proceso.
- d) *Tiempo de fatiga (TF)*: se debe al agotamiento ocasionado por la jornada de trabajo, y que el operario necesita reponer para continuar la jornada laboral.
- e) *Tiempo de holgura: (TH)*: es la sumatoria de tiempo personal, tiempo de retraso y tiempo de fatiga.

$$\text{Tiempo de holgura } TH = TP + TF + TR$$

- f) *Tiempo observado (TO)*: es el promedio de las mediciones que realiza el observador en la ejecución de la operación o tarea.

g) *Tiempo estándar (TS)*: Es la sumatoria de tiempo normal, tiempo de fatiga, tiempo de retraso y tiempo personal.

$$\text{Tiempo estándar } TS = TN + TH$$

h) *Calificación de rendimiento (CR)*: lo hace el observador tomando un tiempo cualquiera de referencia. Sirve como parámetro para saber si la tarea sea hace más o menos rápida.

i) *Cálculo de tiempo normal*: el TN se calcula usando el tiempo observado en la realización de la tarea por la calificación del observador.

$$TN = (TO) (CR)$$

4. ESTUDIO DE TIEMPOS

4.1. DEFINICIÓN

“Es una técnica que permite determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones de tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido”. (12:8)

4.2. EQUIPO UTILIZADO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

Para la realización de un estudio de tiempos el equipo que se necesita comprende de un cronómetro, un tablero, formas impresas

para un estudio de tiempos y calculadora. Además de lo anterior, también se puede utilizar máquinas registradoras de tiempos y cámaras cinematográficas.

“Existen dos métodos comunes de cronometraje. Uno consiste en poner en marcha el reloj al dar comienzo el estudio y dejarlo correr *continuamente*, observando y anotando los tiempos al finalizar cada elemento de la tarea, en secuencia. El otro, llamado *cronometraje vuelta a cero* consiste en leer el tiempo al finalizar cada elemento y colocar de nuevo el reloj en cero, oprimiendo la corona, para medir el elemento siguiente.”^(7:301)

4.3. PREPARACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

4.3.1. Selección del operario

Varias consideraciones deberán ser analizadas para la selección del operario que se observará en el estudio de tiempos, el primer paso se hace a través del supervisor de línea, el cual, en conjunto con el analista deberán de revisar y estar de acuerdo en que el trabajo en operación está listo para ser estudiado. También a través del supervisor se escogerá a un operario. Por lo general, se elige a un “operario de tipo

medio¹ o el que está algo más arriba del promedio, el cual permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado.”

(11:288)

Al trabajador seleccionado deberá tratársele amistosamente e informársele que la operación que realice va a ser estudiada, así como también debe explicársele como se realiza el estudio de tiempos y su práctica. “En caso que el operario sea observado por primera vez el analista deberá responder a todas sus preguntas sincera y pacientemente, además debe animar al operario a que proporcione sugerencias, y cuando lo haga, éstas deberán recibirse con agrado demostrándole que se respeta su habilidad y sus conocimientos.” (11:289)

4.3.2. Registro de Información

Entre la información que se debe anotar en un estudio de tiempos está: nombre del operario, número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio, operación que se ejecuta, condiciones climáticas de trabajo, herramientas de mano en caso se utilicen, nombre y número de materiales en

¹ Operario medio, es un trabajador competente y experimentado que trabaja en las condiciones que prevalecen ordinariamente en el sitio o estación de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento, sino representativo del promedio.

uso y nombre del tomador de tiempos. Posiblemente estos detalles parezcan de poca importancia, pero la experiencia demostrará que entre más información se tenga más útil será el estudio de tiempos.

4.4. EJECUCIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS

Cuando el analista haya efectuado el acercamiento correcto con el operario y registrado toda la información importante, podrá efectuar la medición de tiempos para cada elemento de trabajo.

La colocación del observador con relación al operario, será de unos cuantos pasos detrás de él, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. De ningún modo se intentará cronometrar al operario desde una posición oculta, sin su conocimiento o llevando el cronómetro en el bolsillo. No sería ético.

Es importante que el especialista este de pie mientras realiza el estudio, porque si efectuara las anotaciones sentado o recostado sería objeto de críticas por parte de los trabajadores, y perdería el respeto del personal de producción.

El tomador de tiempos deberá evitar algún tipo de diálogo con el operario, ya que esto interferiría en la rutina de él y del operario.

4.5. NÚMEROS DE CICLOS A ESTUDIAR

Usualmente las personas que utilizan el método del estudio de tiempo para determinar normas desean obtener una estimación del tiempo promedio que en la mayoría de los casos se aproxime al verdadero promedio. Con una fórmula basada en la distribución normal, el analista puede determinar el tamaño de la muestra requerida.

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{E^2}$$

donde:

n = tamaño requerido de la muestra

p = estimación como proporción del valor verdadero

q = estimación como proporción del valor no verdadero

α = nivel de significancia

β = nivel de confianza

E = máximo error muestral

z = área a buscar en la tabla

**CUADRO 2
VALORES TÍPICOS PARA Z**

Confianza deseada (%)	z ±
90	1.65
95	1.96
96	2.05
97	2.17
98	2.33
99	2.58

FUENTE: "ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES"
Lee J. Krajewski . Año 2000

F. BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

El balance de línea generalmente se lleva a cabo para minimizar el desequilibrio entre las máquinas o el personal, mientras se logra la salida requerida de la línea, con el fin de producir a una tasa específica.

1. DEFINICIÓN

“Es la asignación del trabajo a estaciones integradas a una línea, de modo que se alcance la tasa de producción deseada con el menor número posible de estaciones de trabajo.”^(7:425)

Antes de dar a conocer el objetivo de la elaboración de un balance de línea, y los pasos que se requieren para su desarrollo, es necesario conocer el significado de los términos que se relacionan e intervendrán en la realización de dicho método:

- a) *Línea de producción*: es la disposición de las áreas de trabajo en la que las operaciones consecutivas están colocadas inmediatamente y mutuamente adyacentes.
- b) *Proceso de producción*: secuencia de pasos, tareas o actividades de fabricación que hacen avanzar el producto hacia sus especificaciones finales de tamaño y forma.
- c) *Elemento de trabajo*: son los diferentes pasos que un operario debe seguir para la realización de una tarea.

- d) *Operación*: es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.
- e) *Puesto de trabajo*: “es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una operación”^(10:101). Por lo general se supone que un puesto de trabajo está a cargo de un operario, pero esto no es necesariamente así.
- f) *Tiempo de ciclo*: “es el tiempo que permanece el producto en cada estación de trabajo”^(10:101).
- g) *Estaciones de trabajo*: es el lugar estipulado en el que se realiza una cantidad dada de trabajo.
- h) *Tiempo ocioso*: tiempo no productivo del trabajador o de una máquina.
- i) *Eficiencia en la producción*: es el esfuerzo realizado para lograr alcanzar y mantener un tiempo estándar según la operación o proceso determinado.
- j) *Diagrama de precedencias*: en este diagrama se deben realizar varios elementos de trabajo antes de que los siguientes puedan iniciar. Estos elementos se indican por medio de círculos, “mostrando en cada uno de ellos el tiempo requerido para realizar el trabajo correspondiente, las flechas conducen de los predecesores inmediatos al siguiente elemento de trabajo.”^(7:426)
- k) *Demora de balance*: “es la cantidad total de tiempo ocioso en la línea de producción que resulta de una división desigual de los puestos de trabajo.”^(10:101)

- l) Topp: técnica ordenadora de posiciones ponderadas, ésta técnica ha sido aplicada con el propósito de definir un balance adecuado en la línea de producción permitiendo reducir el tiempo ocioso y un equilibrio en la distribución del trabajo

2. OBJETIVO DEL BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

“El objetivo del balance de línea es acoplar la tasa de producción al plan de producción.” ^(7:427) Por ejemplo, si el plan de producción requiere de 4000 unidades por semana y la línea opera 80 horas semanales, la tasa de producción deseada será, en condiciones ideales, de 50 unidades (4000/80) por hora .

2.1. ¿PARA QUÉ SE HACE UN BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN?

- Para establecer si las condiciones de trabajo con que cuenta la empresa en ese preciso momento, es suficiente para satisfacer la demanda de producción que requiere el cliente. Las principales condiciones son: capacidad de personal, capacidad de maquinaria y equipo, capacidad del área o espacio físico, capacidad del tiempo en jornadas de trabajo diurna, mixta o nocturna.
- Para reducir costos a través del incremento en la productividad.

2.2. ¿CUÁNDO SE HACE UN BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN?

- a) Cuando existe una demanda de producción por cumplir y no se tiene definido aún las actividades u operaciones que lleva todo el proceso, el tiempo estándar de una o varias operaciones y el número de personal por asignar a cada operación.
- b) Cuando impredeciblemente intervengan los cinco factores que se presentan:
- *Factores que intervienen en el diseño del producto:* procedimientos de manufactura, estándares apropiados, métodos, actividades dentro del proceso, medición de tiempos, control de la producción, control y comprobación de la calidad, control y comprobación del proceso de manufactura.
 - *Factores que intervienen con las normas de trabajo:* control de ausentismo índices de rotación, control de salud del personal, higiene industrial, fallos internos, productividad.
 - *Factores que intervienen con los recursos de trabajo:* seguridad e higiene industrial, disponibilidad, clasificación, ubicación y estado actual de la maquinaria, distribución de la maquinaria, riesgo industrial mantenimiento preventivo, flujo de procesos.
 - *Factores que intervienen con el proceso de producción:* satisfacer la demanda, estabilidad, productividad, balance de línea, distribución de la maquinaria, metas de producción,

incentivo individual, verificación por sección, control de inventarios, estándares de calidad, riesgos antes de iniciar la producción.

- *Factores que intervienen con la administración:* estrategias de producción, procedimientos adecuados para alcanza objetivos, comprobación del proceso continuo y de normas de calidad, ordenamiento y redistribución del proceso productivo de autoridad y de los recursos entre personal de la planta, satisfacer la demanda, cumplimiento de programas de producción, plan de incentivo.

2.3. ¿POR QUÉ SE HACE UN BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN?

- a) Por que es necesario conocer de acuerdo al balance de línea los datos precisos para la toma de decisiones según sea el caso, antes de rechazar una oferta.
- b) Porque la incapacidad de tener bien balanceada la línea origina ineficiencia en la productividad y a la larga costos ocultos.
- c) Porque proporciona la oportunidad de lograr ahorros significativos por parte del analista de métodos.

d) Porque solo en las situaciones menos usuales estará una línea perfectamente balanceada, esto si los minutos estándares para realizar una operación serían idénticos para cada trabajador, en este punto el analista debe reconocer que los minutos estándar para realizar una operación no serían realmente estándar, serían tan solo una norma o estándar para la persona que estableció ese número.

3. PROCESO DE BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.1. DEFINICIÓN DE TAREAS E IDENTIFICACIÓN DE PRECEDENCIAS

“El analista comienza por separar las tareas en **elementos de trabajo**, es decir, en las unidades de trabajo más pequeñas que puedan realizarse en forma independiente.”^(7:426) A partir de ahí, para cada una de ellas, se identifican los elementos de trabajo precedentes, o sea, aquellos que se realizarán antes que el siguiente pueda comenzar. Esta clasificación queda ordenada en el **diagrama de precedencias**.

3.2. CÁLCULO DEL NÚMERO MÍNIMO DE ESTACIONES DE TRABAJO

Una vez construido el diagrama de precedencias en donde se sintetiza las secuencias y los tiempos de desempeño, se pasa a la siguiente actividad que será “agrupar las tareas en estaciones de

trabajo para cumplir con las tasas de producción requeridas. Este proceso requiere los siguientes pasos:

- a) Se toma la demanda (o tasa de producción) por día y se divide entre el tiempo productivo por día (en minutos o segundos). Esta operación genera lo que se llama **tiempo de ciclo**.

- b) Calcular el número teórico mínimo de estaciones de trabajo. Éste es el tiempo total de duración de la tarea, dividido entre el tiempo del ciclo. Las fracciones se redondean al siguiente número entero superior. ^(13:331)

3.3. ASIGNACIÓN DE TAREAS A LAS ESTACIONES DE TRABAJO

Se realiza “la asignación de tareas a las estaciones de trabajo en función de los mayores tiempos de ejecución de las mismas.”^(3:289). Los pasos a realizarse son los siguientes:

- a) “Se comienza con la primera estación a formar, a la que se asigna un número o letra.

- b) Se elabora una lista con todas las posibles tareas que podrían ser incluidas en la estación en cuestión, las cuales deben cumplir tres condiciones:
 - No haber sido asignadas todavía a ninguna estación.

- Todas sus tareas precedentes han debido ser asignadas a ésta o alguna estación previa.
- Sus tiempos de ejecución, no pueden exceder el tiempo ocioso de la estación que, en ese momento, será la diferencia entre el tiempo de ciclo, y la suma de los tiempos de ejecución de las tareas que ya hayan sido asignadas a la estación que se está formando.”^(3:287)

En caso de que no haya ninguna tarea que cumpla las tres condiciones, se irá directamente al paso e).

c) “Se selecciona de entre las candidatas de la lista, una tarea. Para esta selección se sigue normalmente una de las dos reglas siguientes:

- *Regla 1:* se selecciona aquella tarea cuyo tiempo de ejecución sea más elevado. De esta forma, se tiende a asignar lo antes posible las más difíciles de encajar dentro de las estaciones. Las tareas con tiempo de ejecución más cortos se reservan para un ajuste más preciso de la solución.

d) *Regla 2:* Se selecciona aquella tarea que tenga un mayor número de tareas siguientes. Con ello se facilita el mantener abiertas más opciones para formar las estaciones posteriores. Sin embargo, las necesidades de precedencia pueden dejar sólo unas pocas opciones de secuencias

de tareas posibles, dando como resultado un tiempo ocioso total o excesivo e innecesario.

- e) Calcular el tiempo acumulado de todas las tareas asignadas hasta ese momento a la estación en cuestión y restárselo al tiempo de ciclo para obtener su tiempo ocioso. Volver al paso b).
- f) Si queda alguna tarea por asignar, pero no puede serlo a la estación que se está formando en ese momento, debe crearse una nueva estación. A ésta se le asignará un número igual al de la estación previa incrementando en una unidad y se volverá al paso b). En el caso de que no quede ninguna otra tarea por asignar habrá sido completada.”^(3:288)

3.4. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA Y LA EFICIENCIA DE LA SOLUCIÓN Y BÚSQUEDA DE MEJORAS

“La solución será *eficaz* si alcanza la capacidad deseada, lo cual se ha procurado al hacer depender el tiempo del ciclo de la producción deseada, y será *eficiente* si minimiza el tiempo ocioso. Ambas variables habrán de estudiarse teniendo en cuenta que en ocasiones podrán incrementarse mediante desviaciones del proceso expuesto; por ejemplo, asignando más de un trabajador a determinadas estaciones o haciendo que un mismo trabajador realice operaciones en más de una estación aprovechando los tiempos ociosos.”^(3:288)

La eficiencia de un balance de línea, se puede calcular de la siguiente forma: “al dividir el tiempo total de las tareas entre el producto del número de estaciones de trabajo, multiplicado por el tiempo asignado del ciclo.”^(13:333)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum t_i}{(n) (t_c)}$$

$\sum t_i$ = sumatoria de mayor ponderación

n = número de operaciones

t_c = tiempo de ciclo

En resumen, el balance de línea de producción, asigna las tareas de manera que sea posible satisfacer todas las restricciones de precedencia y de tiempos del ciclo, a la vez que se reduce al mínimo el número de estaciones requeridas, minimiza el tiempo ocioso, maximiza la eficiencia, minimiza los retrasos y reduce el número de trabajadores por estación. La tasa de producción que se desea obtener de una línea depende no sólo de los pronósticos de demanda, sino también de la utilización de la capacidad y de la especialización del trabajo.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DE UNA FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE EN RELACIÓN AL BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología utilizada para la presente investigación se estableció a través de las siguientes actividades:

- Se utilizó la técnica de la observación directa para la recolección de información, de manera que se pudieran determinar los métodos que se utilizan para la planeación de la producción en la empresa objeto de estudio.
- Se elaboraron técnicamente los cuestionarios de entrevistas para la investigación de campo, con la finalidad de obtener información fidedigna y confiable sobre el tema, por medio de la recopilación de testimonios orales de personas relacionadas con la fábrica de papel absorbente:
 - Boleta de entrevista para gerente de producción
 - Boleta de entrevista para jefe de logística
 - Boleta de entrevista a encargado de personal

Tomando nota de los comentarios adicionales cuando se consideró necesario.

Además se realizaron preguntas informales durante la etapa de observación, a personas que se encuentran en diferentes puestos de

trabajo, entre ellas están: jefe de garita de seguridad, operadores de montacargas, operadores de pulper², operadores de malla³, operadores de reembobinadora⁴ y supervisores de producción.

Concluida la investigación de campo, se procedió a ordenar la información obtenida y compararla con la investigación documental, obteniendo como resultado la información que se presenta a continuación.

A. UNIDAD DE ANÁLISIS

1. GENERALIDADES

Por razones de seguridad no se dará a conocer el nombre y ubicación de la fábrica de papel absorbente, pero la información que se incluye es fidedigna.

La fábrica de papel absorbente, pertenece a una corporación, conociéndosele a ésta división con el nombre de **molino**, ya que es aquí donde se procesa la materia prima con sus respectivos insumos, obteniéndose bobinas con un peso promedio de una tonelada, como

² Operador de pulper: Persona que se encarga de operar la máquina llamada pulper, la cual utiliza una gran hélice para disgregar el papel al ser mezclado con agua e insumos, hasta formar una pasta denominada pulpa.

³ Operadores de malla: persona que se encarga de operar la parte de la máquina para fabricar papel, donde la pulpa empieza a tomar forma de hoja de papel, conocida comúnmente con el nombre de malla

⁴ Reembobinadora: máquina que sirve para enrollar dos bobinas de papel y obtener una sola bobina.

producto terminado. Estas son enviadas a otra división ubicada en la ciudad capital, donde son transformadas en pequeñas bobinas (rollos) y empacadas para su presentación comercial.

La fábrica de papel absorbente, posee una longitud de aproximadamente 150,000 m². Esta empresa cuenta con un gerente de planta y cinco gerencias de mandos medios, gerente administrativo, gerente de producción, gerente de mantenimiento, gerente de logística y gerente de control de calidad y procesos. En el departamento de producción laboran un total de 113 trabajadores; en el departamento de logística 28 trabajadores; en el departamento de mantenimiento 44 trabajadores; en el área de control de calidad 14 trabajadores; los trabajadores que laboran para el área de servicios varios, suman alrededor de 12 empleados, y en las áreas administrativas 29 trabajadores, para hacer un total de 240 empleados, por lo que se puede catalogar por su tamaño y número de empleados a la empresa objeto de estudio como empresa grande.

2. PRODUCTOS QUE ELABORAN

El objetivo primordial de la fábrica de papel absorbente es la producción de papeles suaves, entre los cuales están: papel higiénico: natural, blanco y blanco doble hoja; servilletas: natural y blanco; servilletas c-fold (mayordomo): natural y blanco.

3. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

En la entrevista realizada al encargado de personal de la fábrica de papel absorbente manifestaba, que los cinco departamentos en los cuales está dividida la empresa, se encuentran distribuidos de la siguiente manera: el departamento administrativo está compuesto por recursos humanos, contabilidad e informática; el departamento de producción, cuenta con tres líneas de producción para elaborar las diferentes clases de papel, una planta de destintado de papel, la cual consiste en eliminar toda la tinta y otros colores que posee la materia prima; el departamento de mantenimiento posee una planta de cogeneración de energía eléctrica, tres calderas para la generación de vapor que sirven para alimentar las máquinas elaboradoras de papel; el departamento de logística posee una bodega de materia prima, la cual está compuesta de tres patios destinados al almacenamiento de las diferentes clases de materias primas, así como una bodega de producto terminado; el departamento de control de calidad y procesos, está integrado por un laboratorio de control de calidad y una planta de tratamiento de aguas industriales.

Además la planta cuenta con dos montacargas, que es el equipo utilizado para la movilización de la materia prima y traslado del producto terminado a las bodegas.

4. PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA

Al realizar la entrevista al jefe de logística de la empresa objeto de estudio indicaba, que la materia prima que utiliza la fábrica de papel absorbente es papel reciclado en un 80% y un 20% de pulpa virgen. La materia prima reciclada, es recolectada por una empresa de la corporación a nivel nacional y centroamericano, pero en su mayoría los proveedores son de Estados Unidos, y la materia prima virgen, es importada desde Canadá. La empresa realiza órdenes de pedidos a los proveedores cada ocho días, para evitar posibles atrasos en la entrega de la misma.

5. DEMANDA DE LA PRODUCCIÓN

Según indicaba el gerente de producción de la fábrica de papel absorbente, este departamento trabaja en base a los requerimientos del departamento de ventas, que se encuentra ubicado en la planta convertidora⁵, localizada en la ciudad capital, cumpliendo con una demanda promedio de cincuenta toneladas diarias.

B. DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES

Este departamento posee una producción semi automatizada interviniendo directamente un número reducido de trabajadores a lo largo del proceso productivo.

⁵ Planta convertidora: empresa de la corporación que se dedica a la transformación de las bobinas de una tonelada a rollos de papel higiénico o servilletas, dándoles la textura y tamaño deseado, y empacándolos para su presentación comercial.

En la entrevista realizada al encargado de personal de la fábrica de papel absorbente expresaba, que únicamente los supervisores y operadores del departamento de producción, los operadores de calderas y los operadores de montacargas, que pertenecen al departamento de mantenimiento y departamento de logística respectivamente, trabajan las veinticuatro horas del día en tres turnos rotativos de ocho horas cada uno, los siete días de la semana, descansando solamente en paros programados como, semana santa, navidad y año nuevo, por lo que para la empresa, estos asuetos son considerados como tiempo ocioso.

Además como se mencionó anteriormente, y según manifestaba el gerente de producción, este departamento posee tres líneas (máquinas) de producción. La primera y segunda línea tienen una capacidad productiva de 15 y 10 toneladas de papel respectivamente, y la tercera línea, tiene una capacidad de 30 toneladas.

La línea número tres, posee a diferencia de las otra dos líneas, un equipo de destintado, el cual sirve para eliminar toda la tinta e impurezas que posee la materia prima, con la mezcla de insumos, hasta obtener una pulpa totalmente blanca.

Las tres líneas poseen una capacidad de producción de veinticuatro horas al día, los trescientos sesenta y cinco días del año. Comprobando de esta

manera lo expresado por el gerente de producción con la información documental, que la empresa objeto de estudio posee un sistema de producción continua.

De acuerdo a la entrevista sostenida con el gerente de producción de la fábrica de papel absorbente manifestaba, para la realización de las operaciones en este departamento, no se posee ningún estudio de tiempos, ni tampoco diagramas donde se indiquen los tiempos y distancias requeridas para la realización de cada una de las actividades de los operarios, sino que organizan las operaciones de acuerdo a la secuencia lógica de pasos, tomando en cuenta la maquinaria, personal y materias primas para la obtención del producto terminado. Es decir, no existe un estudio que defina técnicamente un balance de línea de producción, en el cual se detalle las actividades que implica todo el proceso, el tiempo estándar para cada una de ellas, y el número de operarios por asignar a cada estación de trabajo, con lo cual la hipótesis planteada que indica, que las causas por las cuales no existen tiempos específicos en la fábrica de producción de papel absorbente son: la falta de un balance de línea de producción y la inadecuada distribución de personal en los puestos de trabajo, se rechaza.

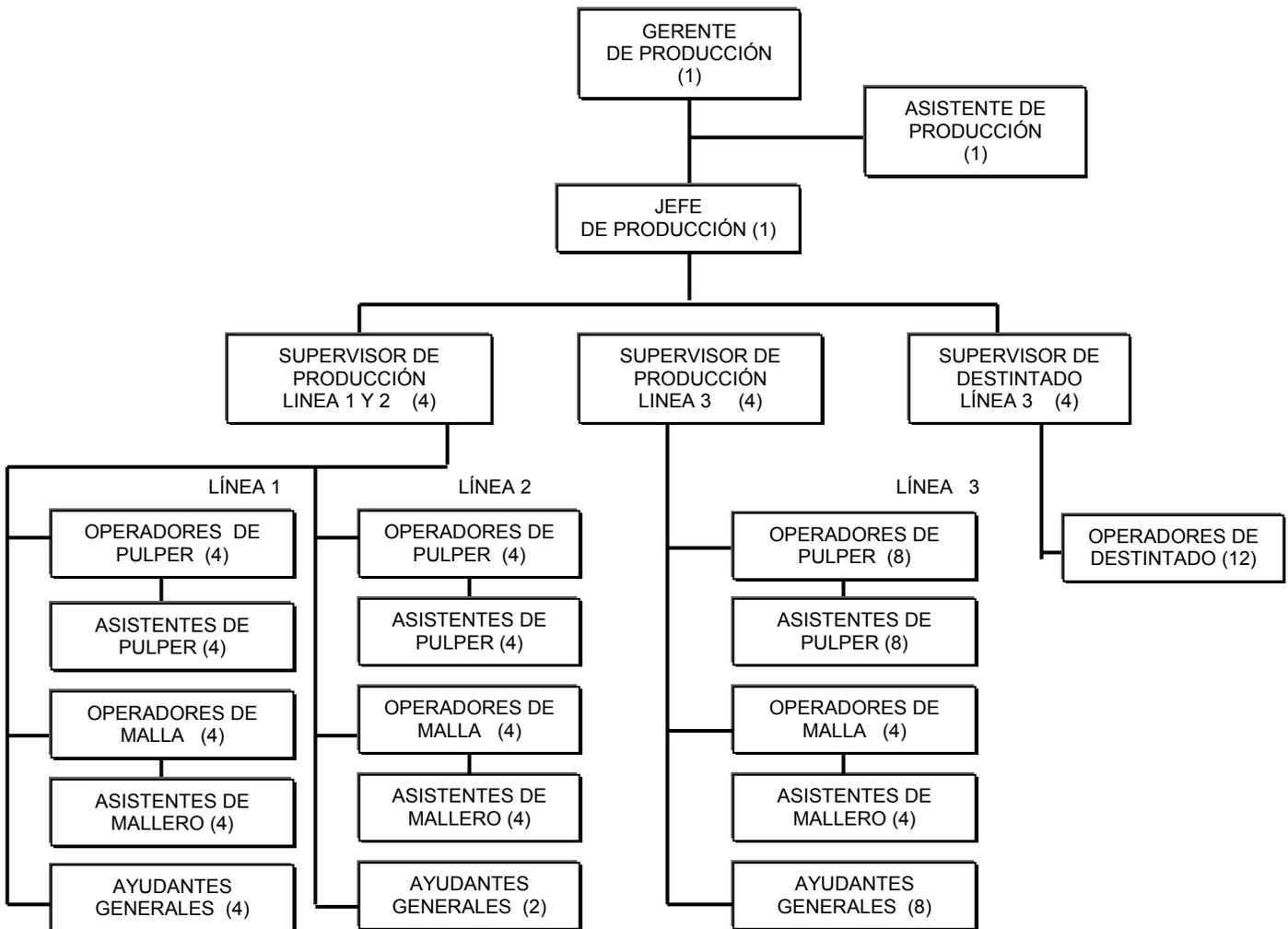
PERSONAL QUE INTERVIENE EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

De acuerdo con la información obtenida, en la entrevista efectuada al encargado de personal, los trabajadores que intervienen en el proceso de producción se clasifica en dos grupos. En el primer grupo se encuentran las personas sobre las cuales recae la responsabilidad de cumplir con la producción de la planta, además de velar que el personal que tienen bajo su cargo, cumpla con las labores asignadas, entre las cuales están: el gerente de producción, jefe de producción, el asistente de producción, estas personas laboran en un horario de siete de la mañana a cinco de la tarde, de lunes a viernes.

Entre el personal que participa directamente en el proceso de producción están: supervisores de producción y destintado, operadores de destintado, operadores de pulper, ayudantes de operadores de pulper, malleros, asistentes de malleros, operadores de reembobinadora, ayudantes de reembobinadora y ayudantes generales, todos estos puestos suman alrededor de ciento diez trabajadores divididos en cuatro grupos de veintisiete operarios cada uno, los cuales están distribuidos en las tres líneas de producción. Los turnos en que laboran son de seis días para cada grupo, descansando dos días, y es el gerente de producción, el encargado de rotar los cuatro grupos que trabajaran en los tres turnos.

En la gráfica 2, se presenta el organigrama del departamento de producción, donde se especifica la distribución de las tres líneas que posee y el total de trabajadores que se dividen en los cuatro grupos rotativos para las 3 jornadas.

GRÁFICA 2
ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN



FUENTE: Elaboración propia con información obtenida en la investigación de campo. Marzo 2004

C. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO

1. INGRESO, DESCARGA Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

Según el jefe del departamento de logística de la fábrica de papel absorbente, la materia prima que utilizan en la empresa objeto de estudio se define como **fibras secundarias**, que es un material que ha sufrido un proceso de manufacturado y son recicladas como materia prima para otro producto manufacturado.

Entre las principales materias primas que se utiliza para la fabricación de papel se pueden mencionar: maquila de higiénico, papel periódico impreso, papel periódico limpio, papel newsback, kraft corrugado, papel de color, sorted white ledger (paca), sorted white ledger (bobina), revistas, papel blanco rayado, papel coushe, cartulinas, etc. Estos tipos de materia prima contienen dos clases de fibras, las cuales se conocen como **fibra química**, que es la más indicada para el proceso de elaboración del papel, ya que en ella se encuentra la mayor consistencia deseada, debido a que este tipo de fibra no contiene contaminantes; y la **fibra mecánica**, que contiene menos consistencia al momento de procesarla, pero se obtiene la mayor suavidad en el producto final, al unir estas dos clases de fibras, se obtiene una fibra combinada llamada **fibra semiquímica absorbente**.

En lo referente a la recepción de materia prima, se realiza según lo que se observó en la investigación de campo, de la siguiente manera: la materia prima es ingresada a la planta en contenedores, los cuales son pesados en una báscula localizada en la parte de enfrente de la fábrica. En esta actividad existe una demora de tiempo, debido a que no hay una persona designada para la realización de esta actividad, por lo que cuando llegan a la empresa los pilotos tienen que esperar alrededor de veinte minutos después de que el guardia de la garita de seguridad, comunique al departamento de producción de la llegada de este contenedor y entonces se elija a alguien para efectuar esta actividad.

Al ser pesados dichos contenedores, se trasladan a la garita de seguridad y según comentarios del jefe de guardias, el guardia en turno es el encargado de revisar la documentación de los transportistas y de carga de materia prima. Después de esta actividad, los contenedores ingresan a la fábrica y se ubican según su turno, para posteriormente colocarse en la rampa de descarga. Esta rampa se encuentra ubicada estratégicamente para que el contenedor no sea movilizado y pueda ser descargado de la materia prima que transporta y llenado con producto terminado. Para la realización de este proceso se utilizan los montacargas, los cuales también son los encargados de movilizar el equipo que se requiera en la planta y proveer de materia prima al pulper.

Según indicaba uno de los operadores de montacargas, en el turno de la noche solo se utiliza un montacargas, encargándose únicamente de las actividades siguientes: proveer de materia prima al pulper y trasladar el producto terminado a las bodegas para su almacenamiento.

Según el jefe del departamento de logística, en la bodega de materia prima, existe el problema de desperdicio de este material, y esto ocurre desde el momento de la recepción de la misma, debido a que los diferentes proveedores, cuando elaboran las pacas de papel,⁶ éstas no quedan bien comprimidas, porque los flejes⁷ son colocados muy a la orilla de la paca, o están desgastados y al momento de recibir las pacas en la planta, el operador del montacargas no tiene la suficiente precaución de manipularlas, y deja materia prima esparcida en el camino a la bodega, y cuando le toca estibarlas, las almacena en el lugar que encuentre desocupado en ese momento, esto origina que la materia prima sea extendida por el viento en el contorno de la planta de producción.

2. SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA

Conforme indicaba en la entrevista realizada al jefe de departamento de logística de la fábrica de papel absorbente, este proceso se inicia desde el momento en que el montacargas va al lote donde se encuentra la materia

⁶ Pacas de papel: grandes fardos, que contienen un tipo especial de papel usado, que se utiliza en la elaboración de las diferentes clases de papel absorbente.

⁷ Fleje: cinta plástica o de metal que sirve para sujetar las pacas de papel.

prima almacenada en bodega y la traslada a la báscula para ser pesada, ésta actividad se realiza, porque para cada tipo de papel que se elabore: higiénico, servilleta o servilleta c-fold, se requieren diferentes clases y cantidades de materia prima, por cada tonelada de papel a producir.

Un problema que se detectó en esta etapa de la investigación de campo, es que a pesar de que la fábrica de papel absorbente posee un área grande destinada para patio de bodega de materia prima, no se tiene designado un espacio para cada clase de paca de papel, ni es colocada según su fecha de ingreso, ocasionando según indicaba el jefe de logística de la empresa objeto de estudio, que en muchas ocasiones se abandone alguna materia prima por utilizar el tipo de inventario UEPS. Este hecho se le atribuye al operador de montacargas, por ser el encargado de trasladar la materia prima al área de producción. Aduciendo éste último que recurre a la materia prima que acaba de ingresar por estar más cerca, aunque la que se tenga en existencia no sea empleada.

Otro factor que se observó y que afecta a la producción es: *la época de invierno*, porque la bodega de materia prima está a la intemperie, y las pacas de papel absorben humedad, lo que provoca que pesen más, teniendo como resultado menos materia prima efectiva en el pulper.

En el área de la báscula según lo observado, se presentan algunos problemas, por ejemplo al ser pesada la materia prima, y encontrarse algún

material de la paca que contenga pegamento (libros, revistas, guías telefónicas) o alguna clase de contaminación, los trabajadores desechan la paca completa, aduciendo que toda la paca está contaminada, y no clasifican este material para que pueda ser cortada la orilla con pegamento por la guillotina, sino que es abandonada y pasa a formar parte del material desperdiciado, elevando los costos ocultos de la empresa.

Otra dificultad que se observó en el área es que para la realización de las actividades, existe descontrol en los operarios que laboran en esta área, porque no se tiene una adecuada distribución de personal en los puestos de trabajo, además de no tener definidas las tareas para cada uno de ellos, lo que repercute directamente en el proceso productivo, debido a que, al no tener pesada la materia prima según la orden emitida de producción por el jefe de este departamento, el pulper se queda sin suministro de materia prima, y la producción se retrasa.

Después de ser pesada la materia prima, según las requisiciones de producción, es trasladada en unas canastas al área de espera por el operador de montacargas para luego ser llevadas al pulper.

3. PROCESO DE PRODUCCIÓN

Según lo observado en la investigación de campo, el departamento de producción, de la fábrica de papel absorbente, cuenta con maquinaria sofisticada y personal capacitado para la realización de sus labores, factores suficientes para cumplir con la demanda requerida.

Conforme al supervisor en turno del departamento de producción, quien fue el encargado de explicar las fases del proceso productivo⁸ indicaba que, **los tres productos que elabora la fábrica de papel absorbente, tienen el mismo proceso**, con la diferencia que los requerimientos de materias primas e insumos, varían según el producto a manufacturar.

Explicaba el supervisor, que en las tres líneas de producción que posee la empresa, se elabora papel absorbente de color blanco, -servilletas o papel higiénico-, pero solamente las líneas uno y dos están destinadas para realizar los cambios de papel de color blanco a natural⁹.

De acuerdo lo observado en la investigación de campo, para cada una de las tres líneas de producción hay un pulper, que es el lugar donde se inicia el proceso productivo y donde hay distribuidos en cada turno un operador y

⁸ El proceso productivo que se describe en este inciso es el que se realiza en la línea de producción número tres.

⁹ Las líneas uno y dos no poseen equipo de destintado como la línea tres, por lo que para la fabricación del papel absorbente color blanco, solo utilizan materia prima totalmente blanca y para el papel absorbente de color natural, utilizan materia prima como el papel kraft.

su asistente para cada uno, a excepción de la línea tres que posee dos operadores con sus respectivos asistentes, por ser la línea de mayor capacidad productiva.

De acuerdo a lo expresado por los operadores de pulper, la función de ellos y de sus asistentes, es proveer de materia prima a la máquina, realizando esta actividad de forma manual con ayuda de una faja transportadora, donde son colocadas las pacas, para evitar posibles accidentes, después de esto, el operador se dirige a un tablero electrónico para que el pulper de inicio al proceso productivo.

Conforme a lo expresado por el supervisor de producción en el pulper se mezcla el papel a reciclar principalmente con agua, para producir la pasta o pulpa de papel a una relación que varía entre un 8% y 15% de papel a un 92% y 85% de agua. A esta relación de papel y agua se le denomina *consistencia*.

Adicionalmente en el pulper, el operador añade diferentes químicos para proporcionar características específicas que dependen de cada tipo de papel, haciendo una estimación del peso de cada insumo. Esto lo hacen, según los operadores, basados en la experiencia que poseen. Indicando también, que en el pulper se obtiene una pasta de papel crudo es decir, con contaminantes provenientes de la materia prima.

Al lograr la consistencia deseada en la pulpa, ésta es bombeada hacia los diferentes equipos de depuración. En este equipo se eliminan sistemáticamente plásticos, grapas, latas, papeles con resistencia en húmedo y pegamentos, para luego ser almacenada momentáneamente la pulpa en un tanque previo a ser separada la tinta en una celda.

En la celda de destintado, se encuentran tres operadores y un supervisor por turno. En dicha celda se propicia la formación de espuma, debido a la mezcla de químicos que se le inyecta a la pasta de papel para depurar las tintas y cargas minerales que contiene, las cuales son impulsadas a la parte superior del equipo, y éste es lavado por la acumulación de impurezas. Como resultado de este fenómeno en la parte inferior de la celda se redeposita la fibra libre, la cual es finalmente lavada y recolectada en tanques para enviarla a la línea de producción, mediante la apertura de válvulas de la tubería de las celdas, por los operadores de destintado.

Una vez depurada la pulpa pasa a ser refinada, mecanismo por el cual la fibra se abre mediante acción mecánica para facilitar su posterior unión en la máquina de papel, principio básico de la formación de la hoja ya depurada y esparcida totalmente en el medio acuoso, la pulpa es introducida a la máquina de papel para llevar a cabo la formación de la hoja.

La máquina de papel consta de **tres etapas** principales: **la primera etapa**, es la formación de la hoja de papel. En esta fase se esparce uniformemente la pulpa sobre la mesa de formación que se mueve a una velocidad establecida por el operador en el panel de control, quien además indicaba, tener la función de supervisar la hoja que se vaya formando, en conjunto con otra persona, quien tiene la atribución de asistirlo en las funciones que él le indique.

Conforme la pulpa avanza, según explicaciones del supervisor de producción, se crea un efecto de vacío por medios mecánicos, para remover parte del agua de la pulpa, fenómeno que provoca la unión de las fibras dispersas en el medio acuoso, produciéndose la formación de la hoja de papel, El agua extraída es reutilizada en varias etapas del proceso de pastas, en el pulper. Al salir de la mesa de formación, la hoja de papel se encuentra ya creada pero todavía con un alto contenido de humedad, la cual será removida casi en su totalidad en la etapa de secado; en esta **segunda etapa**, la hoja es transportada hacia el secador principal de la máquina –secador *yankee*-, lugar donde se lleva a cabo la remoción del 85% de humedad de la hoja, por calentamiento directo y con vapor generado en las calderas de la planta. El operador de malla es también el encargado de regular la temperatura que genere el secador *yankee*, en caso sea muy alta o muy baja se mantiene en comunicación con el

operador de calderas para que éste nivele la temperatura proveniente de las mismas.

Terminado el proceso de secado, la hoja es trasladada por acción mecánica a la enrolladora, donde se inicia **la tercera etapa**; formándose una bobina, con un peso aproximado de una tonelada, esta función también la realiza el operador de malla junto con su asistente, quienes supervisan que la hoja ya formada y sin humedad no contenga ningún desperfecto, por ejemplo agujeros que se hallan creado en la mesa de formación, debido a algún pegamento que no se disuelve durante etapa de depuración y éste se adhiera a dicha mesa, lo cual provoca que la hoja se rompa y forme agujeros que solo se pueden distinguir cuando a la hoja de papel, le ha absorbido la humedad el secador yankee.

También es función de estos operarios determinar el peso de la bobina según el diámetro alcanzado, (por medio de una regla), el cual es de aproximadamente 89 pulgadas. Al llegar al diámetro estimado la bobina, que es sostenida por cadenas, es bajada de la enrolladora -por medio de un panel de control- cortándose la hoja automáticamente. Antes de realizar esta operación el operador o su asistente colocan otro buje¹⁰ en un eje adyacente para iniciar una nueva bobina y la hoja de papel cortada se adhiere al buje recién colocado automáticamente.

¹⁰ Tubo de metal donde se enrolla la bobina.

Seguido de ésto la bobina pasa por el sistema de control de calidad, donde se le corta cierta cantidad de hojas para calcularles la consistencia, humedad y el peso en gramos, después es empacada con un nylon especial y es trasladada por el montacargas a la báscula para ser pesada y rotulada con el peso neto. Por último es llevada a la bodega de producto terminado por el mismo montacargas, para posteriormente ser enviadas en los contenedores a la planta convertidora.

Un proceso que se realiza de manera independiente al proceso productivo, es el reembobinado, que según indicaciones de los operadores de estas máquinas sus atribuciones son, las de colocar dos bobinas de papel (en la reembobinadora) para formar una sola bobina, teniendo como resultado el papel higiénico blanco doble hoja.

4. TIEMPO OCIOSO DEL PROCESO PRODUCTIVO

Según comentarios del supervisor del departamento de producción de la empresa objeto de estudio, cuando en las líneas de producción uno y dos se realizan los cambios en el producto de color blanco a color natural, se requiere un lavado de la maquinaria, actividad que dura alrededor de cuatro a cinco horas y se programa dos veces al mes para evitar el menor tiempo de retraso en la producción.

Otro factor que obliga a interrumpir la producción, según indicaba el operador de malla, es cuando se adhiere algún pegamento que contenía la materia prima a la mesa de formación del papel y que no se disolvió durante la etapa de depuración, lo que provoca que a la hoja de papel se le formen agujeros, obligando al operador de malla a apagar la máquina para limpiar la mesa de formación con kerosén, esta actividad puede tardar alrededor de veinte minutos y ocurre hasta cinco veces al día, dependiendo de la materia prima que se esté utilizando. Además de detener la máquina, esta interrupción obliga al operador de malla a que la bobina de papel en formación la deseche por completo, siendo utilizada como materia prima para un reproceso.

Otra causa por la que hay tiempos ociosos en las líneas de producción es, por algún desperfecto mecánico que ocurra, para lo cual es aplicado un mantenimiento correctivo.

CAPÍTULO III

PROPUESTA DE UN BALANCE DE LÍNEA PARA UNA FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE

A. GENERALIDADES

Las principales causas para realizar un balance de línea de producción en una empresa son las siguientes:

- Cuando hay una demanda de producción por cumplir y es necesario establecer si las condiciones de trabajo para la empresa son suficientes (por ejemplo, cantidad de personal, maquinaria y equipo adecuado, etc).
- Cuando no se tienen identificadas aún las actividades u operaciones que implica el proceso y el tiempo establecido de ejecución para cada una de ellas.
- Para controlar la producción y reducir costos

El balance de línea tiene la finalidad de corregir estos problemas dentro de los procesos de producción, para conseguir que la empresa mejore sus índices de productividad y efectividad.

Por lo tanto, esta propuesta se justifica tomando en cuenta que la fábrica de papel absorbente, no ha realizado un estudio de tiempos y no posee alguna técnica que permita la orientación a sus trabajadores en el desempeño de

sus actividades. Esta propuesta se elaborará *tomando como base la línea de producción número tres*, por ser la línea de mayor capacidad, y de la cual se describió el proceso productivo en el capítulo anterior.

Para efectos de desarrollo de este capítulo, los cuadros y gráficas que se muestren se obtuvieron basándose en la identificación de los elementos de trabajo que intervienen en el proceso productivo, por medio de un estudio de tiempos realizado en jornada diurna, para luego aplicar los tiempos obtenidos a la elaboración del balance de línea de producción utilizando la técnica ordenadora de posiciones ponderadas.

B. OBJETIVOS

1. GENERAL

Elaborar un balance de línea de producción utilizando la Técnica Ordenadora de Posiciones Ponderadas (TOPP), para la fabricación de papel absorbente.

2. ESPECÍFICOS

- 2.1. Identificar los diferentes elementos de trabajo que intervienen en el proceso productivo, por medio de un estudio de tiempos.
- 2.2. Calcular el tiempo estándar de la producción
- 2.3. Establecer el número de estaciones de trabajo.
- 2.4. Determinar el tiempo ocioso.

- 2.5. Calcular la eficiencia de la línea de producción.
- 2.6. Establecer el número de operarios que deben intervenir en el proceso de producción

C. ESTUDIO DE TIEMPOS

1. EQUIPO UTILIZADO

Para la realización del estudio de tiempos en la fábrica de papel absorbente el equipo que se utilizó fue un cronómetro decimal, formas impresas para un estudio de tiempos, (*ver anexo 1*) tablero para colocar las formas impresas y calculadora.

El método elegido para el cronometraje fue el *cronometraje vuelta a cero*, por ser considerado el más apropiado y práctico para la realización de este estudio.

2. SELECCIÓN DEL OPERARIO

Se hicieron los contactos para la selección del operario, por medio del supervisor en turno de la línea de producción número tres, a quien se le explicó las características que debería de tener la persona, para ser considerado como un operario promedio y al cual se le pudiera observar en la realización de sus labores. Para efectos de estudio se

seleccionaron a tres operarios, ubicados en diferentes puestos de trabajo de la línea de producción.

3. NÚMERO DE CICLOS A ESTUDIAR

El tamaño de la muestra, del número de ciclos a estudiar se estableció en base a una fórmula de distribución normal, tomándose los siguientes valores a criterio del investigador.

Formula:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{E^2}$$

Donde:

p = estimación como proporción del valor verdadero	0.96
q = estimación como proporción del valor no verdadero	0.04
α = nivel de significancia	5%
β = nivel de confianza	95%
E = máximo error muestral	5%
z = área a buscar en la tabla	± 1.96

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.96 \times 0.04}{0.05^2}$$

$$n = \frac{3.8416 \times 0.96 \times 0.04}{0.0025}$$

$$n = \frac{0.14751744}{0.0025} \quad n = 59.0069 \approx 60 \text{ ciclos}$$

El resultado fraccional fue redondeado al entero mayor siguiente, para asegurarse de que todos los tiempos se encuentren dentro del 5% del máximo error muestral de un 95% de nivel de confianza de cada elemento de trabajo que interviene en el balance de línea de producción de la fábrica de papel absorbente, por lo que el número total de ciclos a estudiar es de 60 muestras por cada elemento de trabajo.

4. EJECUCIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS

Una vez identificada la línea de producción a estudiar, elegido el equipo y método para utilizar en el estudio de tiempos, calculado el número de ciclos a estudiar y seleccionados los operarios para ser observados, a quienes se les explicó en que consistiría el análisis a que serían objeto, se procedió a la identificación y cronometraje de cada uno los elementos de trabajo.

5. TIEMPO ESTÁNDAR DE LA PRODUCCIÓN

5.1. TIEMPOS OBSERVADOS

Los elementos de trabajo que se presentan en el cuadro 3, son los que intervienen en la fabricación de una bobina de papel absorbente

de un peso aproximado de una tonelada, con sus respectivos tiempos observados (TO) producto del promedio de los (60) ciclos que se efectuaron.

CUADRO 3
FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE
ELEMENTOS DE TRABAJO Y TIEMPO OBSERVADO EN
MINUTOS PARA LÍNEA DE PRODUCCIÓN 3

No.	ELEMENTOS DE TRABAJO	TIEMPO OBSERVADO (TO)
1	Activación de pulper en panel de control	0.075
2	Carga manual de pulper	9.76
3	Alimentación de agua al pulper en panel de control	0.075
4	Preparación de mezcla de insumos	4.68
5	Inyección de insumos al pulper	1.39
6	Suspender alimentación de agua	0.075
7	Inspección de consistencia de pulpa	12.68
8	Bombeo de pulpa a equipo de depuración	0.075
9	Preparación de mezcla de insumos para eliminar tintas de la pasta	4.68
10	Inyección de insumos a la pasta	1.39
11	Inspección de color de la pasta	7.76
12	Lavado de equipo de depuración	12.50
13	Apertura de llaves de tuberías para refinación de la pulpa	0.08
14	Regulación de velocidad de mesa de formación en panel de control	1.00
15	Supervisión de formación de hoja de papel	11.30
16	Regulación de temperatura de secador yankee en panel de control	1.25
17	Supervisión de humedad de la hoja	12.55
18	Supervisión de formación y cálculo de peso de bobina	30.40

FUENTE: Elaboración propia, como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004.

5.2. CALIFICACIÓN DE RENDIMIENTO

La calificación de rendimiento fue dada en una sola ocasión, durante el curso de la observación de los tiempos elementales . A medida que el

operario avanzaba de un elemento al siguiente se evaluaron los siguientes factores: velocidad del operador, destreza, carencia de movimientos falsos y tipo de máquina que opera. Una vez observada y registrada la actuación del operador se procedió a trasladar las calificaciones al cuadro 4.

CUADRO 4
FABRICA DE PAPEL ABSORBENTE
CALIFICACIÓN DE RENDIMIENTO PARA CADA
ELEMENTO DE TRABAJO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN 3

No.	ELEMENTOS DE TRABAJO	CALIFICACIÓN DE RENDIMIENTO (CR)
1	Activación de pulper en panel de control	1.00
2	Carga manual de pulper	1.05
3	Alimentación de agua al pulper en panel de control	1.00
4	Preparación de mezcla de insumos	1.05
5	Inyección de insumos al pulper	1.03
6	Suspender alimentación de agua	1.00
7	Inspección de consistencia de pulpa	1.05
8	Bombeo de pulpa a equipo de depuración	1.00
9	Preparación de mezcla de insumos para eliminar tintas de la pasta	1.05
10	Inyección de insumos a la pasta	1.03
11	Inspección de color de la pasta	1.15
12	Lavado de equipo de depuración	1.10
13	Apertura de llaves de tuberías para refinación de la pulpa	1.05
14	Regulación de velocidad de mesa de formación en panel de control	1.00
15	Supervisión de formación de hoja de papel	1.10
16	Regulación de temperatura de secador yankee en panel de control	1.18
17	Supervisión de humedad de la hoja	1.07
18	Supervisión de formación y cálculo de peso de bobina	1.00

FUENTE: Elaboración propia, como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004.

5.3. PORCENTAJES DE ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE HOLGURA

Los porcentajes de estimación de los tiempos de holgura, de los elementos de trabajo para la producción de una tonelada de papel absorbente, se integran en el siguiente cuadro (5).

CUADRO 5
FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE
TABLA DE SUPLEMENTOS PARA LOS ELEMENTOS
DE TRABAJO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN 3

No.	ELEMENTOS DE TRABAJO	Tiempo personal %	Tiempo de fatiga %	Tiempo de retraso %	Total % (TH)
1	Activación de pulper en panel de control	0	0	0	0
2	Carga manual de pulper	0	10	0	10
3	Alimentación de agua al pulper en panel de control	0	0	0	0
4	Preparación de mezcla de insumos	0	0	0	0
5	Inyección de insumos al pulper	0	0	0	0
6	Suspender alimentación de agua	0	0	0	0
7	Inspección de consistencia de pulpa	5	0	5	10
8	Bombeo de pulpa a equipo de depuración	0	0	0	0
9	Preparación de mezcla de insumos para eliminar tintas de la pasta	0	0	0	0
10	Inyección de insumos a la pasta	0	0	0	0
11	Inspección de color de la pasta	5	0	5	10
12	Lavado de equipo de depuración	0	10	0	10
13	Apertura de llaves de tuberías para refinación de la pulpa	0	0	5	5
14	Regulación de velocidad de mesa de formación en panel de control	0	0	0	0
15	Supervisión de formación de hoja de papel	0	0	15	15
16	Regulación de temperatura de secador yankee en panel de control	0	5	10	15
17	Supervisión de humedad de la hoja	3	8	0	11
18	Supervisión de formación y cálculo de peso de bobina	0	8	0	8

FUENTE: Elaboración propia, como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004

5.4. CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DE LA PRODUCCIÓN

Una vez definidos el tiempo observado y los porcentajes de estimación se procedió al cálculo del tiempo normal y tiempo estándar, mediante la utilización de las siguientes fórmulas:

Fórmulas:

$$\text{Tiempo estándar} \quad TS = TN + TH$$

$$\text{Tiempo de holgura} \quad TH = TP + TF + TR$$

$$\text{Tiempo Normal} \quad TN = (TO) (CR)$$

En el cuadro 6 se muestran los cálculos para el tiempo normal y tiempo estándar, incluyéndose a continuación un ejemplo de las operaciones que se realizaron para determinar dichos tiempos, con el elemento de trabajo 2.

Tiempo observado para ejecutar el elemento de trabajo 2 = 9.76 minutos

Calificación de rendimiento = 1.05

Tiempo normal para ejecutar una tarea = $(9.76) (1.05) = 10.25$ minutos

Tiempo de holgura = 10% del tiempo normal

Tiempo Estándar = $10.25 + 1.025 = 11.28$ minutos

CUADRO 6

FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE

ELEMENTOS DE TRABAJO Y TIEMPOS DE DURACIÓN

EN MINUTOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN 3

No.	ELEMENTOS DE TRABAJO	Tiempo Observado	Calificac. de rendim.	Tiempo Normal	Tiempo de holgura %	Tiempo Estándar
1	Activación de pulper en panel de control	0.075	1.00	0.075	0	0.075
2	Carga manual de pulper	9.76	1.05	10.25	10	11.28
3	Alimentación de agua al pulper en panel de control	0.075	1.00	0.075	0	0.075
4	Preparación de mezcla de insumos	4.68	1.05	4.91	0	4.91
5	Inyección de insumos al pulper	1.39	1.03	1.43	0	1.43
6	Suspender alimentación de agua	0.075	1.00	0.075	0	0.075
7	Inspección de consistencia de pulpa	12.68	1.05	13.31	10	14.65
8	Bombeo de pulpa a equipo de depuración	0.075	1.00	0.075	0	0.075
9	Preparación de mezcla de insumos para eliminar tintas de la pasta	4.68	1.05	4.91	0	4.91
10	Inyección de insumos a la pasta	1.39	1.03	1.43	0	1.43
11	Inspección de color de la pasta	7.76	1.15	8.92	10	9.82
12	Lavado de equipo de depuración	12.50	1.10	13.75	10	15.13
13	Apertura de llaves de tuberías para refinación de la pulpa	0.08	1.05	0.084	5	0.088
14	Regulación de velocidad de mesa de formación en panel de control	1.00	1.00	1.00	0	1.00
15	Supervisión de formación de hoja de papel	11.30	1.10	12.43	15	14.29
16	Regulación de temperatura de secador yankee en panel de control	1.25	1.18	1.48	15	1.70
17	Supervisión de humedad de la hoja	12.55	1.07	13.43	11	14.91
18	Supervisión de formación y cálculo de peso de bobina	30.40	1.00	30.40	8	32.83
	TOTAL	128.68/60= 2.14	0.14*60= 8.40	2 horas 8 minutos		128.68

FUENTE: Elaboración propia, como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004

Luego de establecido el tiempo normal, se procedió al cálculo del tiempo estándar para los elementos de trabajo de la línea de producción 3 de la fábrica de papel absorbente, el cual es de 128.68 minutos ó 2 horas 8 minutos.

D. BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

1. TABLA DE PRECEDENCIAS

Una vez determinados los elementos de trabajos y los tiempos de desempeño para cada uno, se procederá a ordenarlos en forma secuencial, para establecer la relación de precedencias, con el objeto de definir que elementos deben ejecutarse antes de que el siguiente pueda comenzar, los cuales se muestran a continuación.

CUADRO 7

FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE TABLA DE PRECEDENCIA DEL BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

No.	ELEMENTOS DE TRABAJO	Tiempo Estándar	Elemento de trabajo precedente
1	Activación de pulper en panel de control	0.075	---
2	Carga manual de pulper	11.28	1
3	Alimentación de agua al pulper en panel de control	0.075	1
4	Preparación de mezcla de insumos	4.91	2,3
5	Inyección de insumos al pulper	1.43	4
6	Suspender alimentación de agua	0.075	4
7	Inspección de consistencia de pulpa	14.65	5,6
8	Bombeo de pulpa a equipo de depuración	0.075	7
9	Preparación de mezcla de insumos para eliminar tintas de la pasta	4.91	8
10	Inyección de insumos a la pasta	1.43	9
11	Inspección de color de la pasta	9.82	10
12	Lavado de equipo de depuración	15.13	10
13	Apertura de llaves de tuberías para refinación de la pulpa	0.088	11,12
14	Regulación de velocidad de mesa de formación en panel de control	1.00	13
15	Supervisión de formación de hoja de papel	14.29	13
16	Regulación de temperatura de secador yankee en panel de control	1.70	13
17	Supervisión de humedad de la hoja	14.91	14,15,16
18	Supervisión de formación y cálculo de peso de bobina	32.83	17

FUENTE: Elaboración propia como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004.

2. MATRIZ DE SECUENCIAS

La clasificación anterior de los elementos de trabajo quedará ordenada en la siguiente matriz de secuencias.

CUADRO 8
FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE
MATRIZ DE SECUENCIAS DEL BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

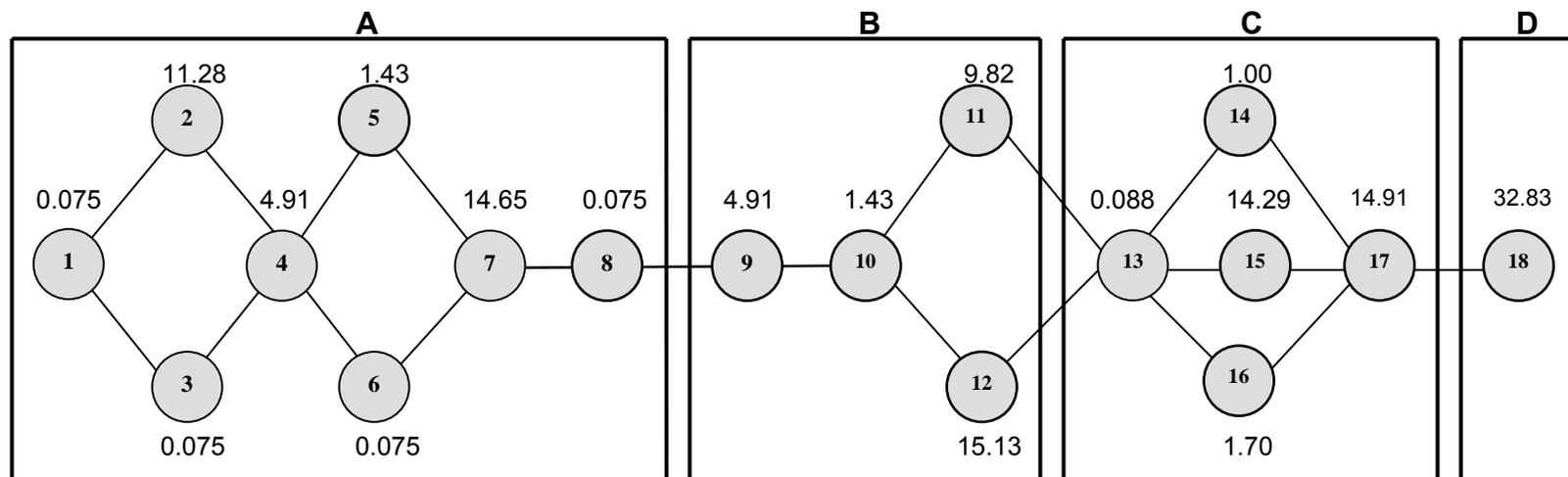
NO.	ELEMENTO DE TRABAJO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Activación de pulper en panel de control	--	X	X															
2	Carga manual de pulper				X														
3	Alimentación de agua al pulper en panel de control				X														
4	Preparación de mezcla de insumos					X	X												
5	Inyección de insumos al pulper							X											
6	Suspender alimentación de agua							X											
7	Inspección de consistencia de pulpa								X										
8	Bombeo de pulpa a equipo de depuración									X									
9	Preparación de mezcla de insumos para eliminar tintas de la pasta										X								
10	Inyección de insumos a la pasta											X	X						
11	Inspección de color de la pasta													X					
12	Lavado de equipo de depuración													X					
13	Apertura de llaves de tuberías para refinación de la pulpa														X	X	X		
14	Regulación de velocidad de mesa de formación en panel de control																		X
15	Supervisión de formación de hoja de papel																		X
16	Regulación de temperatura de secador yankee en panel de control																		X
17	Supervisión de humedad de la hoja																		X
18	Supervisión de formación y cálculo de peso de bobina																		--

FUENTE: Elaboración propia como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004.

3. RED DE SECUENCIAS

La gráfica 3 muestra los 20 elementos de trabajo y refleja los requerimientos de secuencia que se han determinado en base a la importancia del procedimiento lógico-sistemático. Esto con el fin de agrupar los elementos de trabajo para balancear adecuadamente el proceso de producción.

GRÁFICA 3
FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE
RED DE SECUENCIAS DEL BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN



FUENTE: Elaboración propia como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004.

4. PONDERACIÓN DE TIEMPOS

Deben ordenarse los elementos de trabajo en forma decreciente, considerando los tiempos de ejecución obtenidos en la red de secuencias, como se muestra en el cuadro 9.

CUADRO 9
FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE
PONDERACIÓN DE TIEMPOS DEL BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Et	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Σ	Orden
1	0.075	11.28	0.075	4.91	1.43	0.075	14.65	0.075	4.91	1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	128.68	1ro
2		11.28		4.91	1.43	0.075	14.65	0.075	4.91	1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	128.53	2do
3			0.075	4.91	1.43	0.075	14.65	0.075	4.91	1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	117.33	3ro
4				4.91	1.43	0.075	14.65	0.075	4.91	1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	117.26	4to
5					1.43		14.65	0.075	4.91	1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	112.27	5to
6						0.075	14.65	0.075	4.91	1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	110.92	6to
7							14.65	0.075	4.91	1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	110.84	7mo
8								0.075	4.91	1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	96.19	8vo
9									4.91	1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	96.11	9no
10										1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	91.20	10mo
11											9.82		0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	74.64	12do
12												15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	79.95	11ro
13													0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83	64.82	13ro
14														1.00			14.91	32.83	48.74	16to
15															14.29		14.91	32.83	62.03	14to
16																1.70	14.91	32.83	49.94	15to
17																	14.91	32.83	47.74	17mo
18																		32.83	32.83	18vo

FUENTE: Elaboración propia como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004

5. TÉCNICA ORDENADORA DE POSICIONES PONDERADAS (TOPP)

El orden descendente de las ponderaciones obtenidas en el cuadro anterior, permitirá determinar el número de operaciones y personas que requiere el proceso de producción como se muestra en siguiente cuadro.

CUADRO 10
FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE
TÉCNICA ORDENADORA DE POSICIONES PONDERADAS DEL BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN
TIEMPO EN MINUTOS

Elementos de trabajo ET	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tiempo de duración t	0.075	11.28	0.075	4.91	1.43	0.075	14.65	0.075	4.91	1.43	9.82	15.13	0.088	1.00	14.29	1.70	14.91	32.83
Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	11	13	16	14	15	17	18
Orden de Ponderación decreciente	128.68	128.53	117.33	117.26	112.27	110.92	110.84	96.19	96.11	91.20	79.95	74.64	64.82	62.03	49.94	48.74	47.74	32.83
Actividad	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D

FUENTE: Elaboración propia como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004

6. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El cuadro 11, agrupa los elementos de trabajo para cubrir el tiempo de ciclo que es el elemento de trabajo con mayor tiempo de ejecución, y que además permite determinar, la eficiencia de producción y el tiempo ocioso que se considera pérdida para la empresa.

CUADOR 11

FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE

DETERMINACIÓN DE OPERACIONES Y TIEMPO OCIOSO DEL BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

OPERACIONES (OP)	ELEMENTOS DE TRABAJO (ET)	TIEMPO EN MINUTOS DE LOS ELEMENTOS DE TRABAJO	TIEMPO TOTAL SUMATORIA ET	TIEMPO DE CICLO (TC)	TIEMPO OCIOSO (TO)
A	1,2,3,4,5,6,7,8	0.075, 11.28, 0.075, 4.91, 1.43, 0.075, 14.65, 0.075	32.57	32.83	0.26
B	9,10,11,12	4.91, 1.43, 9.82, 15.13	31.29	32.83	1.54
C	13, 14, 15,26.17	0.088, 1.00, 14.29. 1.70, 14.91	31.99	32.83	0.84
D	18	32.83	32.83	32.83	0
TOTAL			128.68	131.32	2.64

FUENTE: Elaboración propia como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004

7. TIEMPO OCIOSO

Es el tiempo que se determina de la diferencia del tiempo de ciclo y de la sumatoria del tiempo de los elementos de trabajo que intervienen en una estación de trabajo.

Tiempo total del ciclo (4 x 32.83)	131.32
Tiempo de las operaciones	128.68
Tiempo de ocio	<u>2.64</u>

Luego de realizados los cálculos para determinar el tiempo de ocio de la línea de producción 3, dio como resultado un total de 2.64 minutos.

8. EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La eficiencia de la producción se determina de la sumatoria de los elementos de trabajo entre la multiplicación del número de estaciones y el tiempo de ciclo, como se muestra a continuación.

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{\sum t_i}{(n) (t_c)}$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{128.68}{(4) (32.83)}$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 0.979 = 98\% \text{ de eficiencia}$$

La eficiencia de producción calculada para la línea 3 con un total de 4 estaciones de trabajo y un tiempo de ciclo de 32.83 minutos, (dado en función

del elemento de trabajo de mayor duración), es de 98%, lo que indica que solamente existe un tiempo de ocio del 2%.

9. NÚMERO DE OPERARIOS

Generalmente el número de operarios necesarios para una línea de producción se determina en base a la cantidad de estaciones de trabajo, (1 por estación de trabajo), pero realmente eso dependerá de la clase de actividad que se ejecute siendo necesario en algunos casos más de un trabajador.

Por lo que para el balance de línea de producción elaborado, se ha determinado tomando en consideración las observaciones realizadas en el estudio de tiempos, que es necesario más de un trabajador en algunas estaciones de trabajo calculadas, debido al número de elementos de trabajo que la integran y que en algunos casos éstos deben de realizarse de manera simultánea, considerándose necesario el siguiente número de operarios para las 4 estaciones de trabajo en cada grupo de trabajo.

▪ Estación de trabajo A	3 trabajadores
▪ Estación de trabajo B	2 trabajadores
▪ Estación de trabajo C y D	<u>2 trabajadores</u>
TOTAL	7 trabajadores

E. RECURSOS

Son todos los elementos necesarios para la fabricación de papel absorbente, dividiéndose en humanos, físicos y económicos.

1. HUMANOS

Es el recurso principal para la ejecución del proceso productivo en la fábrica de papel absorbente, pero posee personal en los puestos de trabajo más de lo necesario, pero como es uno de los objetivos principales de la elaboración del balance de línea de producción, la distribución adecuada y reducción de personal en cada estación de trabajo, es preciso disminuir la cantidad de trabajadores que actualmente es de 44 obreros que laboran en 4 grupos rotativos (*11 por grupo, ver página 43*), a 7 obreros por grupo para hacer un total de 28 trabajadores. Lo que significa la reducción de personal en un 36%.

2. FÍSICOS

Son los recursos adecuados para la fabricación de papel absorbente, como la maquinaria, herramientas y equipos necesarios, así como el área destinada para la planta de producción, con dichos recursos cuenta la empresa objeto de estudio.

3. ECONÓMICOS

Es el valor monetario con el que debe contar la fábrica de papel absorbente, para equiparse de los recursos físicos y humanos, en la realización de sus actividades. En este caso la empresa objeto de estudio cuenta con los recursos humanos y físicos necesarios para la realización de sus actividades, pero hay un factor a tomar en consideración para elevar la productividad de la empresa y éste el manejo de un incentivo salarial para sus operarios, el cual no posee.

El incentivo salarial sería de Q.150.00 quincenales a cada operario sobre demanda de producción diaria alcanzada

F. CONTROLES

Para llevar un control respecto a la propuesta de balance de línea, es adecuado el uso de un diagrama de flujo de proceso, que permita identificar las actividades a realizar, así como el tiempo estándar para cada una de ellas. El diagrama se describe en gráfica 4.

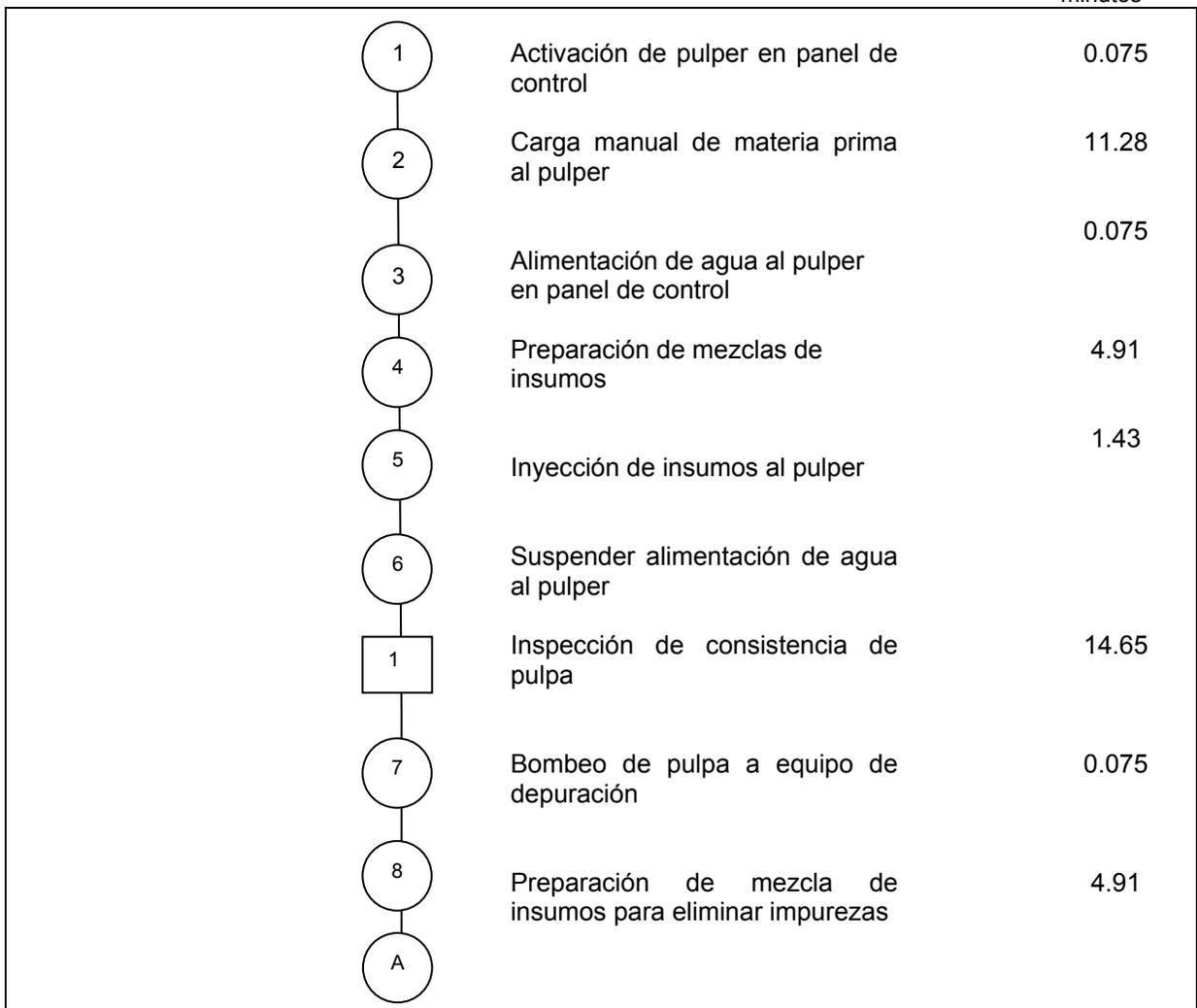
GRÁFICA 4
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
PAPEL ABSORBENTE

Empresa: Fábrica de papel absorbente Departamento: Planta de producción Proceso estudiado: Fabricación de papel absorbente Estudio No. 001 Indicaciones Cuantitativas: Tiempo en minutos	Método : Propuesto Unidad de producción: 1 tonelada de papel absorbente Hoja: -1- de -2- hojas Fecha: 12 de febrero de 2004 Diagramado por: Keila Castillo
---	---

RESUMEN DE ACTIVIDADES

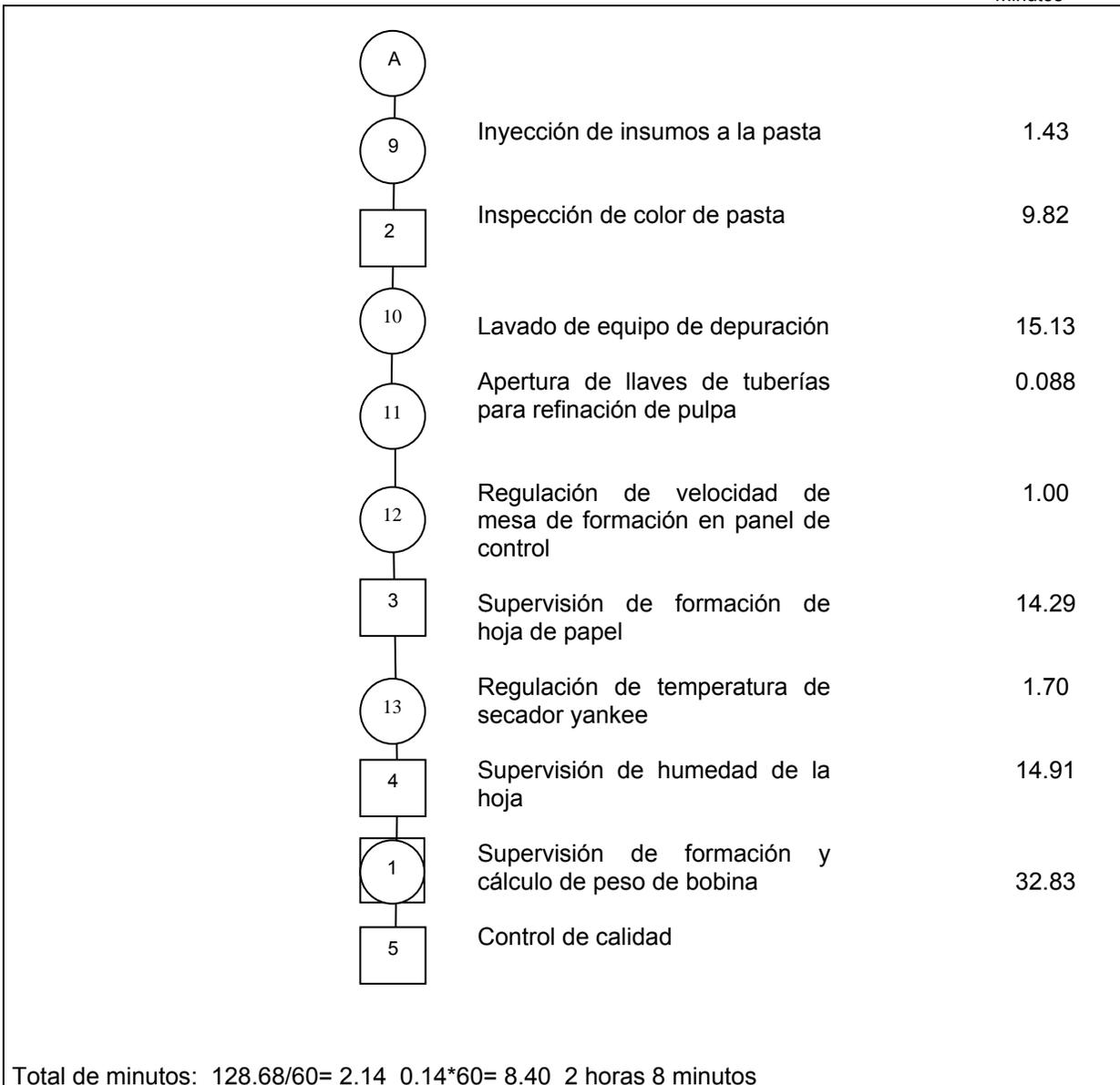
ACTIVIDADES	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS
Operaciones	13	42.18
Inspección	5	53.67
Operación combinada	1	32.83
TOTAL	19	128.68

Tiempo en minutos



Empresa: Fábrica de papel absorbente	Método : Propuesto
Departamento: Planta de producción	Unidad de producción: 1 tonelada de papel absorbente
Proceso estudiado. Fabricación de papel absorbente	Hoja: -2- de -2- hojas
Estudio No. 00	Fecha: 12 de febrero de 2004
Indicaciones Cuantitativas: Tiempo en minutos	Diagramado por: Keila Castillo

Tiempo en minutos



Total de minutos: $128.68/60 = 2.14$ $0.14 * 60 = 8.40$ 2 horas 8 minutos

FUENTE: Elaboración propia como propuesta para la fabricación de una tonelada de papel absorbente. Febrero, 2004.

CONCLUSIONES

1. El departamento de producción de la fábrica de papel absorbente, cuenta con maquinaria moderna, mano de obra calificada, espacio físico y una producción de 24 horas al día para la realización de sus labores, factores suficientes para cumplir con la demanda requerida.
2. El departamento de producción de la fábrica de papel absorbente, organiza las actividades de acuerdo a la secuencia lógica de pasos, tomando en cuenta la maquinaria, personal y materias primas para la obtención del producto terminado, con lo cual la hipótesis planteada que indica, que las causas por las cuales no existen tiempos específicos en la empresa objeto de estudio son: la falta de un balance de línea de producción y la inadecuada distribución de personal en los puestos de trabajo, se rechaza.
3. En la elaboración de la propuesta de balance de línea de producción para la fábrica de papel absorbente, se hizo uso del estudio de tiempos para la identificación de los elementos de trabajo, estableciendo el tiempo estándar del proceso productivo, el cual fue de 2 horas y 8 minutos por cada tonelada de papel absorbente a producir.
4. Con la elaboración del balance de línea de producción utilizando la técnica ordenadora de posiciones ponderadas se estableció, que para la línea de

producción 3 son necesarias 4 estaciones de trabajo operadas por 7 personas en cada turno, lo que significa que el personal se reduciría en un 36%.

5. En el desarrollo de la propuesta de balance de línea de producción se identificaron los elementos de trabajo con su respectivo tiempo estándar para el proceso productivo y se estableció una eficiencia del 98% lo que señala que el tiempo ocioso es únicamente del 2%. Comprobándose de ésta manera la hipótesis planteada que indica que, las medidas a tomarse para que la fábrica de papel absorbente, refleje un equilibrio adecuado en su proceso productivo son: elaborar un estudio que permita definir técnicamente el balance de línea de producción; determinar el tiempo estándar para cada elemento de trabajo; y elaborar los documentos relacionados con los procesos de producción como los diagramas de operaciones, lo que permitirá distribuir adecuadamente el personal en los puestos de trabajo.

RECOMENDACIONES

1. Poner en marcha el balance de línea que se propone, ya que a través de él se conocerán las condiciones de trabajo con que cuenta la empresa en ese preciso momento para cumplir con la demanda requerida, además de lograr reducir costos en la producción.
2. La implementación del balance de línea de producción propuesto, permitirá definir la secuencia lógica y ordenada de cada una de las actividades involucradas en el proceso productivo, con los tiempos necesarios para la ejecución de cada una de ellas.
3. La fábrica de papel absorbente debe implementar el estudio de tiempos realizado para la identificación de los elementos de trabajo y el tiempo estándar determinado para cada uno de ellos, con el cual tiempo de producción se reduciría.
4. Al implementar la propuesta de balance de línea de producción se necesitarán 7 operarios para las 4 estaciones de trabajo establecidas, lo que vendría a beneficiar a la empresa porque reduciría el número de personal que necesitan actualmente en cada turno para la línea de producción 3. Los trabajadores

podrán hacer uso del diagrama de flujo de proceso propuesto para la orientación de sus actividades.

5. Al implementar la propuesta de balance de línea, el departamento de producción debe utilizar los elementos de trabajo que se identificaron con su respectivo tiempo estándar para reducir el tiempo de producción, con lo cual estaría trabajando con un 98% de eficiencia, asumiendo que no habrá ningún retraso en la producción, pero para esto tendría que dársele un mantenimiento preventivo a la maquinaria y no correctivo como se realiza actualmente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Biblioteca de consulta 2004. Microsoft® Encarta® 1993-2003. Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
2. Cardiel Mateo, L. 1986. Tiempos y tareas. 1ª. ed. México, Limusa. 277 p.
3. Domínguez Machuca, J.A. 1995. Dirección de operaciones: aspectos estratégicos en la producción y los servicios. 1ª. ed. Madrid, Mc Graw Hill. 482 p.
4. Garcia Criollo, R. 1998. Estudio del trabajo: ingeniería de métodos.1ª. ed. en español, México, McGraw Hill. 155 p.
5. Hoffman, T.R. 1986. Producción: sistemas de administración y fabricación. 3ª. ed. México, Continental. 567 p.
6. Instituto Superior de Educación Abierta -ISEA- . 2003. Producción. (CD-ROM). Guatemala. Para machintosh/windows 3.1/windows 95 NT.
7. Krajewski, L.J. y Ritzman, L. 2000. Administración de operaciones: estrategia y análisis. 5ª. ed. México, Prentice Hall. 892 p.
8. Lockyer, K. 1995. La producción industrial. 1ª. ed. México, Alfa Omega. 584 p.
9. Meredith, J.R. y Gibbs,T.E. 1986. Administración de operaciones. 1ª. ed. México, Limusa. 760 p.

10. Mize, J. H., White, C. y Brooks, G. 1982. Planificación y control de las operaciones. 2ª. ed. Madrid, Prentice Hall. 485 p.
11. Niebel, B.W. 1996. Ingeniería industrial: estudio de tiempos y movimientos. 6ª. ed. México, Representaciones y servicios de ingeniería. 680 p.
12. Oficina internacional del trabajo. 1991. Introducción al estudio del trabajo. 3ª. ed. México, Limusa. 485 p.
13. Render, B. y Heizer, J. 1996. Administración de operaciones. 2ª. ed. México, Pearson. 624 p.
14. Schoeder, R. 2000. Administración de operaciones. 3ª. ed. México, McGraw Hill. 855 p.
15. Tawfik, L. y Chauvel, A.M. 1987. Administración de la producción. 2ª. ed. México, Mc Graw Hill. 404 p.
16. Tepeu Quiyuch, J.F. 1999. El estudio de tiempos y movimientos en la industria nacional de camisas en la ciudad de Guatemala. Tesis Lic. Admón. Emp. USAC. Fac. de Ciencias Económicas. 89 p.
17. Universidad de Sonora. 2001. Materia 0902 (estudio de métodos). (en línea). México. Consultado el 28 de noviembre de 2003. Disponible en <http://www.industrial.uson.mx/materias/m0902/>

ANEXOS

ANEXO 2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN

**BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN
EN UNA FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE**

Guía de entrevista a gerente de producción

INTRODUCCIÓN: Buenos días/tardes. Mi nombre es Keila Castillo estoy realizando una investigación sobre el tema Balance de Línea de Producción. Este trabajo es sobre el punto tesis, de la carrera de Administración de Empresas. Por lo que agradezco su colaboración.

1. ¿Cuántos productos elaboran en la fábrica de papel absorbente? _____

2. ¿Qué tipo de procesos, sistemas de producción ó configuraciones productivas utilizan en la fábrica de papel absorbente?
Continua_____ Intermitente _____

3. ¿Cuál es la demanda de producción aproximada para la fábrica de papel absorbente?

4. Cuántas líneas de producción poseen? _____

5. ¿Considera usted que la empresa trabaja de acuerdo a la capacidad de producción?

SI	
NO	

6. ¿Cuál es el equipo y maquinaria con que cuenta el área de producción?

7. ¿Utilizan algún método o sistema para organizar las operaciones en el proceso de producción de papel absorbente?

SI		Haga pregunta 7 ^a y 7b
NO		Haga pregunta 7c.

7^a ¿Cuál es el método que utilizan? _____

7b. ¿Por qué razón utilizan este método? _____

7c. ¿Por qué razón no utilizan ningún método? _____

8. ¿Existe alguna barrera que le impida la aplicación eficiente de estos métodos o técnicas?

SI		Pase a pregunta 8a
NO		Pase a pregunta 9

8^a ¿Por qué razón?

Poca cooperación de jefes u operarios	
Falta de comunicación	
Resistencia al cambio	
Reducción de costos	
Otros: especifique	

9. ¿Dentro de los siguientes criterios, cuál es el que más se adapta al que usted utiliza para organizar la producción?

A.	Organiza las operaciones de acuerdo a una secuencia lógica de pasos, tomando en cuenta su maquinaria, personal, materia prima y materiales con el fin de obtener un producto terminado (análisis de sistemas)	
B.	La forma en que produce obedece a los requerimientos del departamentos de ventas, lo cual quiere decir que si el departamento de ventas no ha programado vender una cantidad específica de producto o un tipo de producto, este no se produce (por el tipo de producción)	
C.	Analiza las operaciones con el objeto de plantear mejoras, que impliquen un producto de mayor calidad a un menor costo (análisis de la operaciones)	
D.	Balance de línea (asignación de iguales cantidades de trabajo a los operarios)	
E.	OTRO: Especifique	

10. ¿Ha considerado elaborar un estudio que le permita definir técnicamente el balance de línea de producción, que le ayude a reflejar un equilibrio adecuado en el proceso productivo?

SI		Haga pregunta 11
NO		Pase a pregunta 12

11. Si ha considerado elaborar un estudio que le permita definir técnicamente el balance de línea ¿cuales serían las causas específicas para su aplicación, de acuerdo a los siguientes criterios?

1.	Establecer tiempos específicos para la ejecución de tareas	
2.	Agrupar o dividir tareas, de manera que en todas las estaciones haya una cantidad igual de trabajo a realizar	
3.	Adecuada distribución en los puestos de trabajo	
4.	Evaluar el desempeño de las funciones de los trabajadores	
5.	Determinar el tiempo estándar en el proceso productivo	
6.	Eliminar tiempos ociosos	
7.	Aumento en la producción	
8.	Eliminar desperdicios de materia prima	
9.	Reducción de costos	

12. ¿Realiza esquemas gráficos, que manifiesten la secuencia de las operaciones necesarias para la producción, tales como? _____

13. ¿Cómo determina los tiempos de las actividades y operaciones que se realizan en el proceso de producción?

A.	Toma los tiempos observando a un operario promedio al momento de realizar alguna actividad	
B.	Determina los tiempos antes de que se realicen las actividades	
C.	Los tiempos de producción que se utilizan han sido determinados a través del tiempo	

14. ¿Ha tenido la empresa algún tipo de problema, que afecte directamente al área de producción?

15. ¿Cuál es la eficiencia con la que actualmente trabajan?

15. ¿Como determinan los tiempos ociosos en el proceso de producción?

16. ¿Qué tipo de control o mantenimiento le dan a la maquinaria?

COMENTARIOS:

ANEXO 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN

**BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN
EN UNA FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE**

Guía de entrevista a jefe de logística

INTRODUCCIÓN: Buenos días/tardes. Mi nombre es Keila Castillo estoy realizando una investigación sobre el tema Balance de Línea de Producción. Este trabajo es para el punto tesis, de la carrera de Administración de Empresas. Por lo que agradezco su colaboración.

1. ¿Cuál es el nombre de las materias primas que se utilizan en el proceso productivo?

2. ¿Con qué frecuencia se hacen órdenes de pedidos a los proveedores? _____

3. ¿Los proveedores de materia prima son? Nacionales _____ Internacionales _____

4. ¿El área destinada para bodega de materia prima es suficiente? _____

5. ¿Qué sistema de inventario se utiliza para el control de la materia prima? _____

6. ¿Cuáles son los procedimientos que se utilizan para el despacho de materia prima?

7. ¿Se mantiene materia prima en existencia? _____

8. ¿Existe algún problema en el departamento de materia prima? _____

COMENTARIOS:

ANEXO 4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN

**BALANCE DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN
EN UNA FÁBRICA DE PAPEL ABSORBENTE**

Guía de entrevista a encargado de personal

INSTRUCCIONES: Buenos días/tardes. Mi nombre es Keila Castillo estoy realizando una investigación sobre el tema Balance de Línea de Producción. Este trabajo es sobre el punto de tesis de la carrera de Administración de Empresas. Por lo que agradezco su colaboración.

1. ¿En cuántos departamentos está dividida la fábrica de papel absorbente? _____

2. ¿Cuántos empleados laboran para la empresa? _____
3. ¿Cuántos empleados hay por departamento? _____

4. ¿Cuál es la jornada laboral para la fábrica de papel absorbente? _____

5. ¿Cuál es la jornada laboral de la empresa en el departamento de producción? _____

6. ¿Cuántos empleados laboran en cada turno? _____

7. ¿Cuántos días laboran los trabajadores en cada turno? _____

8. ¿Quién o quiénes son las personas encargadas de la planificación de los horarios de los trabajadores en el departamento de producción? _____

9. ¿Cuántas personas laboran en cada puesto de trabajo en el departamento de producción? _____

COMENTARIOS:
