

16
2er.



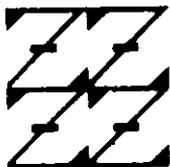
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

"CONOCIMIENTOS BASICOS PARA INTRODUCIRSE
A LA INDUSTRIA DEL PAPEL Y LA CELULOSA"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
RICARDO GARCIA RIVERA

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO HUMANO ES JE
DE NUESTRA REFLEXION

MEXICO, D. F.

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

258418



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES *ZARAGOZA*
JEFATURA DE INGENIERIA QUIMICA
OF/082/033/97

C. Ricardo García Rivera
P r e s e n t e .

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para el Examen Profesional, le comunico que la Jefatura a mi cargo ha propuesto la siguiente designación:

- Presidente: Dr. Sergio Trejo Martínez*
- Vocal: I.Q. José Benjamín Rangel Granados*
- Secretario: I.Q. Celestino Montiel Maldonado*
- Suplente: I.Q. Ismael Bautista López*
- Suplente: I.Q. Gabriel Cruz Zepeda*

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F., 15 de Octubre 1997

Ing. Magín Enrique Juárez Villar
Jefe de la Carrera

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al I.Q. José Benjamín Rangel Granados quien amablemente dedicó parte de su tiempo en la asesoría del presente trabajo.

Mi agradecimiento también al Dr. Sergio Trejo Martínez quién me brindo su apoyo incondicional en los dos años últimos años de mi carrera universitaria.

DEDICATORIA

A mi madre, que es la persona más importante en mi vida, que ha participado tanto en mis fracasos como en mis logros. Gracias por brindarme la oportunidad de haber cursado una carrera universitaria.

A mi hermano Jaime, por su apoyo y comprensión. Gracias por compartir tu vida conmigo, eres una persona que deja una huella muy profunda en mi ser.

A José Felipe, el cual es como un segundo hermano para mí. Gracias por lo que me has brindado.

A la Universidad Autónoma de México, en particular a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Alma Mater de nuestra formación profesional.

INDICE	Pagina
Resumen	1
1.0. Introducción	3
1.1. Que es la celulosa y el papel	3
1.1.1. Fibras primarias	3
1.1.2. Fibras secundarias	4
1.2. Propiedades del papel	5
1.3. Grados del papel	7
1.4. Reciclado de papel y cartón	7
1.5. Puestos que puede ocupar el Ing.Químico en la industria del papel	8
1.5.1. Puestos que puede ocupar el recién egresado de Ing.Química en la industria del papel	8
1.5.1.1. Requerimientos de dichos puestos	9
2.0. Procesos de fabricación de papel	13
2.1. Procesos para obtener pulpa celulosa	14
2.1.1. Proceso mecánico para fibras primarias	14
2.1.2. Proceso químico para fibras primarias	17
2.1.2.1. Proceso al sulfato	17
2.1.2.2. Proceso al sulfito	19
2.1.2.3. Proceso químico-mecánico y semiquímico	22
2.1.3. Proceso para fibras secundarias	24
2.1.3.1. Desfibramiento	24
2.1.3.2. Eliminación de tintas	27
2.2. Blanqueado de la pasta	30
2.3. Formación de la hoja	33
2.4. Operaciones secundarias en la fabricación de papel	35
2.5. Productos adicionales para la fabricación de papel	35
3.0. Control de calidad en el producto terminado	41
3.1. Especificaciones de los principales tipos de papel	41
3.2. Defectos del papel	43
3.3. Análisis físico	45
3.3.1. Suavidad	45
3.3.2. Fuerza Burst o Mullen	45
3.3.3. Bases de peso o peso base	46
3.3.4. Absorción	48
3.3.5. Brillo	49
3.3.6. Opacidad	50
3.3.7. Espesor o calibre	51
3.4. Análisis Químico	51
3.4.1. Determinación de la celulosa	51
3.4.1.1 Determinación de la celulosa alfa	51
3.4.2. Medición y evaluación de la humedad	54
3.4.3. Medición y evaluación de cenizas	54

3.4.4. Medición y evaluación del almidón	55
3.4.5. Medición y evaluación del pH	56
3.4.6. Composición de la fibra	57
3.5. Aplicación de los métodos estadísticos a los datos	58
4.0. MRP II	65
4.1. Pronóstico de ventas	67
4.1.1. Regresión lineal	67
4.1.2. Regresión polinomial	69
4.2. Plan Maestro de Producción (MPS)	70
4.2.1. Inventarios, su manejo y control	70
4.2.1.1. Formas de producir de las compañías	71
4.2.1.2. Tipos de producción	71
4.1.1.3. Servicio al cliente	72
4.2.1.4. Análisis ABC de inventarios	72
4.2.1.5. Inventario de seguridad	74
4.2.2. Definición del plan maestro de producción	76
4.2.3. Pasos a seguir para el plan maestro de producción	77
4.3. Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP)	79
4.3.1. Desarrollo del MRP	80
4.3.2. Determinación de requerimientos netos	81
4.3.3. Representación gráfica del MRP	82
4.3.4. Reportes que genera el MRP	82
4.4. Planeación de los Requerimientos de Capacidad (CRP)	83
4.4.1. Validación del plan maestro de producción	83
4.4.2. Validación del plan de requerimientos de materiales	86
4.5. Area de producción	87
4.5.1. Control de actividades de producción	88
4.5.1.1. Funciones del control de actividades	88
4.5.1.2. Técnicas de programación	89
4.5.1.3. Reglas para priorizar las ordenes de producción	89
5.0. Higiene y Seguridad	91
5.1. Higiene y Seguridad	91
5.2. Que son las Comisiones de Higiene y Seguridad (CMHS)	91
5.3. Funcionamiento de las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad dentro de la planta de celulosa y papel	92
5.3.1. Organización interna de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad	93
5.3.2. Puntos más importantes por revisar en un recorrido a la planta por la CMHS	94
5.3.3. Función de la CMHS	95
5.4. Recomendaciones prácticas para investigar causas de accidentes y prevenirlos	95
5.5. Tipo de accidente y/o enfermedad, con su previsión en el proceso químico de fabricación de celulosa	96

5.6. Tipo de accidente y/o enfermedad, con su previsión en el proceso químico de fabricación de papel	97
6.0. Marco económico	99
6.1. La industria de la madera, celulosa y el papel en México	99
6.2. Problemas que enfrenta la industria del papel y celulosa	100
6.2.1. Problemas económicos	100
6.2.2. Problemas técnicos	101
6.2.3. Problemas jurídicos	103
6.3. Industria de la celulosa y el TLC	104
6.4. Capacidad instalada de la celulosa	104
6.5. Capacidad instalada del papel	105
6.6. Producción de la celulosa	106
6.7. Producción del papel	107
6.8. Importación de la celulosa	108
6.9. Importación del papel	109
6.10. Exportación de la celulosa	110
6.11. Exportación del papel	111
6.12. Consumo aparente de la celulosa y el papel	112
6.13. Balanza comercial del papel y celulosa	113
6.14. Análisis de los datos económicos del papel y la celulosa	114
7.0. Conclusiones	115
Apéndice A	
Apéndice B	
Bibliografía	

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito fundamental dar las bases elementales que necesite conocer un pasante o un recién egresado de Ingeniería Química que desee introducirse a la Industria de Papel y Celulosa en las áreas de productividad y control de calidad.

En el capítulo uno se dan los conceptos fundamentales que son necesarios conocer, tales como que es la celulosa y papel, lo que son las fibras, las propiedades y tipos de papel, así como los requerimientos y puestos laborales que puede desempeñar un ingeniero químico.

En el capítulo dos se describe el proceso de fabricación del papel. Se citan el proceso mecánico y el proceso químico como los dos principales procesos de obtención de pulpas celulósicas utilizadas como materia prima para la fabricación de papel, siendo los principales procesos químicos el proceso al sulfato y al sulfito. Además se menciona el proceso por el cual el papel ya utilizado se puede volver a reciclar, describiendo la forma en que son eliminadas todas las impurezas que posee dicho papel ya utilizado, siendo la principal impureza el contenido de tintas adherido a la superficie de papel. Al final del capítulo se mencionan y describen los productos que son utilizados para dar el acabado final al papel.

En el capítulo tres se define lo que es el control de calidad. La descripción del control de calidad se lleva a cabo en tres pasos: conocimiento de las propiedades específicas que debe poseer el producto final, métodos para determinar dichas propiedades y conocimiento de la aplicación del método estadístico para llevar el control de las propiedades específicas en el producto final.

El capítulo cuatro trata sobre lo que es el método de Planeación de Recursos de Materiales (MRP II). Dicho método muestra como se pueden interrelacionar los diferentes departamentos que integran una empresa para optimizar su funcionamiento. Se describen las principales etapas que componen a dicho método, pronóstico de ventas, plan maestro de producción, plan de requerimiento de materiales, plan de requerimientos de la capacidad y control de área de producción.

El capítulo cinco muestra lo que es una Comisión Mixta de Higiene y Seguridad, y como esta conformada. Se indican los principales tipos de accidentes y su prevención. El hacer una disyuntiva en el aspecto de la Higiene y Seguridad es con el motivo de que hoy en día se pone más énfasis en estos temas debido a gran cantidad de pérdidas humanas y monetarias en los últimos años en todas las industrias.

El capítulo seis describe el entorno económico de la industria de la celulosa y el papel, cita los problemas económicos y jurídicos por los que pasa dicha industria, y muestra los principales datos estadísticos de esta industria, tales como la producción, importación y exportación de la celulosa y el papel.

Por último se dan las conclusiones a las que se llegó en la elaboración de este trabajo.

Capítulo 1

Introducción

Capítulo 1

I. INTRODUCCION

I.1. QUE ES LA CELULOSA Y EL PAPEL

La sustancia principal en el papel es la celulosa, un componente químico ($C_9H_{10}O_5$) el cual se encuentra casi siempre como una fibra en las plantas. (1)

Afortunadamente para el proceso de fabricación de papel, la celulosa puede ser separada de el resto de las sustancias de la planta por medios químicos o mecánicos sin dañar a las fibras de celulosa. La sustancia principal no deseada durante esta separación es la lignina, el agente limitante, del que la madera contiene de un 20 a 30%.

La celulosa es un cuerpo sólido insoluble en el agua, que forma la envoltura de las células en los vegetales. Compone casi por completo el papel blanco sin cola; el ácido sulfúrico, el alcohol y el éter la disuelven y convierten en dextrina, y con el nítrico, da un compuesto fulminante análogo a la nitroglicerina. Es un hidrato de carbono, de la misma composición y porcentaje que el almidón. (2)

El papel es una lámina o película constituida por el aglomeramiento de fibras celulósicas, que en la mayoría de los casos, han sido sometidas a operaciones de refinado, carga y encolado. Dependiendo del uso que se vaya a dar a el papel, además de fibras celulósicas el papel puede contener otras fibras de origen animal o mineral (lana, seda, amianto, entre otros).

Asimismo el papel se puede definir como una hoja constituida principalmente por material celulósico de peso máximo de 200 g/m^2 con un contenido de humedad del 6 al 8% con un espesor inferior a 0.254 mm .(2)

I.1.1. FIBRAS PRIMARIAS

Las fibras son filamentos que constituyen el tejido orgánico, animal y vegetal. Cada tejido esta compuesto de miles de haces de fibras. Las fibras primarias son las fibras que se utilizan por primera vez para crear un papel, es decir son las fibras que aún no se han tratado o sometido a un reciclamiento (desfibrado de papel o cartón) debido a que ya fueron utilizadas para fabricar papel.

La calidad del papel depende en gran parte del tipo de fibra usada. La fibra puede ser hecha a través de un proceso químico como por ejemplo los procesos de sosa, sulfito y sulfato, o por el proceso mecánico. Cuando se requiere buena calidad de impresión las fibras de sosa son usadas. Si la duración es importante, las fibras químicas son usadas. Cuando un papel de impresión barato es buscado, la fibra mecánica es usada. (3)

Las fibras asimismo pueden ser clasificadas como maderas duras (caducas) y maderas suaves (coníferas).

Las fibras de maderas duras son cortas y débiles pero voluminosas. En un principio estas eran hechas por el proceso de sosa de maderas tales como haya, abedul, maple y chopo (álamo). Actualmente las fibras de maderas duras son obtenidas por el proceso mecánico.

Las fibras de maderas suaves son largas y fuertes. Dichas fibras son obtenidas por el método de sulfito, un proceso ácido, o por el método de sulfato, un proceso alcalino. Las fibras de sulfito son generalmente hechas de abeto y cicuta. Las fibras de sulfato son generalmente hechas de pino. (3)

1.1.2. FIBRAS SECUNDARIAS

Las fibras secundarias son fibras resultantes del desfibramiento de papeles y cartones de desperdicio. Dichas fibras deben de poseer características y propiedades aceptables para poder ser usadas nuevamente en la fabricación de papel. (4)

Los papeles utilizados en la obtención de fibras secundarias tienen contaminantes que fueron adquiridos al ser mezclados con la fibra empleada durante el proceso de fabricación de fibras primarias o a consecuencia del uso que se le dio. Debido a lo anterior es necesario someter dichos papeles a un tratamiento para eliminar dichos contaminantes, esto con el fin de mejorar la calidad de las fibras recuperadas, las cuales sustituirán o complementarán a las fibras primarias, incluso en la elaboración de papeles que requieran alta calidad.

Existen una gran diversidad de procesos para el tratamiento y obtención de fibras secundarias. Dichos procesos incluyen la utilización de reactivos químicos que van desde la sosa cáustica hasta formulaciones de patente, requiriendo asimismo la utilización de aparatos específicos para eliminar los contaminantes de las fibras recuperadas.(5)(6)

Por lo general el proceso para obtener la pulpa para la fabricación de papel a través de las fibras secundarias se realiza en tres etapas que son:

- Desfibramiento (rompimiento de haces de fibras, separación de las tintas adheridas al papel)
- Eliminación de tintas (eliminación de tintas de la suspensión, ya sea por lavado o por flotación)
- Blanqueado (adición de reactivos, generalmente NaOH y H₂O₂ , para lograr una buena blancura en el papel).

El desfibramiento de las fibras secundarias se lleva a cabo en un medio acuoso, estableciendo una relación fibra-agua en forma de suspensión cuyo valor numérico se conoce como consistencia. El proceso de destintado comienza en esta etapa, al momento que inicia la desfibración, son adicionados reactivos tales como dispersantes, humectantes, surfactantes para llevar a cabo la separación de las tintas del papel.

Las operaciones que le siguen a la desfibración por lo general son la eliminación de los contaminantes y el blanqueado de la pasta, donde la consistencia es cambiada a los valores que se requieran con el objeto de lograr un buen funcionamiento en los equipos y una máxima eficiencia en la ejecución de las operaciones mencionadas. El término consistencia también se aplica en la fabricación de fibras primarias, solamente que ahí la relación es fibra-licor agregado.

1.2. PROPIEDADES DEL PAPEL (7)(9)

Como un resultado combinado de todos los pasos tomados en la fabricación del papel, el producto final surge con una muy definida variación de propiedades y características.

A continuación se da un resumen de los materiales y operaciones que más afectan en las propiedades finales con las que se obtiene el papel terminado:

- El cambio de las propiedades en las fibras iniciales y la condición en la cual estas fueron primeramente recibidas.
- El tipo de pulpeo usado
- El tamaño, calidad y cantidad de fibra usada
- El tipo de blanqueado, batido y refinado
- La cantidad y clase de relleno o carga, y como se introduce
- La clase y cantidad de agua usada
- La clase y cantidad de colorante usado
- La presencia o eliminación de extrañas substancias
- El proceso de formación de la hoja
- El grado y longitud de prensado en la remoción de agua
- La longitud y tipo del secado
- Las técnicas de terminado, incluyendo los acabados superficiales y la clase material usado

- El cuidado en el cortado y en el manejo de la hojas de papel
- El cuidado en el empaclado
- El cuidado en el transporte
- El cuidado y condiciones de almacenaje

Debido a que las diferentes combinaciones de los factores anteriores pueden dar diferentes propiedades en el papel, probablemente hay quizá tantas propiedades diferentes como hay múltiples variables del proceso, en general estas se pueden agrupar en cuatro tipos de características:

- ① Características de superficie (la textura, el color, la manera en que el papel refleja la luz, etc.).
- ② Características físicas (El espesor, el peso, la opacidad, el largo y ancho).
- ③ Propiedades mecánicas (Resistencia a la tensión o presión, etc.).
- ④ Propiedades de permeabilidad (Habilidad para resistir o aceptar líquidos, cambios de temperatura, etc.).

No todos los papeles pueden tener aún una mayoría de estas propiedades, y algunas son mutuamente excluyentes.

Las principales propiedades que un papel puede poseer son :

Tabla 1.1 PRINCIPALES PROPIEDADES DEL PAPEL

Abrasividad	Dureza
Absorbencia	Elasticidad
Absorción de tinta	Encrespado
Absorción de agua	Ensanchamiento
Acabado	Expansión
Apariencia	Fragilidad
Brillo	Humectabilidad
Calibre	Lustre
Color	Olor
Composición	Opacidad de impresión
Compresibilidad	Permeabilidad
Conductividad térmica	Permeabilidad al aire
Contenido de humedad	Peso base o Peso de Resma (basis Weight, Ream Weight)
Contenido de aceite	Weight)
Contracción	Pigmentación
Defectos	Porosidad
Densidad aparente	Refractancia
Descarapelado	Suciedad
Dieléctrica (conductividad eléctrica)	Transparencia
Durabilidad	Tamaño standard
	Volumen específico

Para conocer acerca de dichas características, ver el apéndice A.

1.3. GRADOS DEL PAPEL (7) (9)

Los papeles se agrupan en un grado o clasificación, en base a sus características físicas y químicas. Aún cuando surgen nuevos papeles debido a que se tienen nuevas necesidades o demandas, y existen variaciones en las características de algunos papeles, el papel se puede clasificar en :

Pañuelos de Papel Faciales, Papel Album, Papel Aprestado o Aderezado, Papel Biblia, Papel Bicolor, Papel Bond, Papel Bristol, Papel Calandriado, Papel Carbón, Papel de Construcción, Papel Cauché , Papel Crepé, Papel de Chequeo Difícil, Papel China, Papel para Cigarrillo, Papel Engomado, Papel Higiénico, Papel de Impresión, Papel de Java, Papel Kraft, Papel Ledger, Papel Lustre, Papel de Lija, Papel Listado, Papel Manila, Papel Metálico, Papel de Mimeógrafo, Papel Ministro, Papel Música, Papel Novela, Papel Parafinado, Papel Pergamino, Papel Secante, Papel Tabla, Papel transparente (Glassine), Papel con Venturina.

Para conocer las diferentes características que presentan dichos papeles ver el apéndice B.

1.4. RECICLADO DE PAPEL Y CARTON

En México aunado a la producción de maquinaria, bienes de inversión y de consumo; existe una gran producción de desechos y residuos sólidos que son en gran medida causa del desequilibrio ecológico del que hoy se padece, y que son además un reflejo de esta sociedad consumista y derrochadora que se enfrenta a problemas cada vez mayores de escasez de recursos renovables y no renovables.(8)

En el reciclamiento los materiales de desecho son ocupados nuevamente como materia prima para la fabricación de nuevos productos. Las ventajas que se tienen con el reciclaje son el aprovechamiento de materiales, con el consiguiente ahorro de energía y la reducción de desechos sólidos que tienen como destino final los incineradores o rellenos sanitarios. Es cierto que en algunos casos este ahorro de energía no es muy representativo, pero es tiempo de considerar la posibilidad de que pronto puede surgir una crisis por la falta de materias primas, como la bauxita, el petróleo y las arenas de vidrio.

Para el reciclamiento del papel hay una fuente en potencia de materia prima en los desperdicios, ya que el 15.3% y el 4.2% del desperdicio de origen doméstico se componen de papel y cartón respectivamente.

Actualmente hay muchos (por lo menos uno en cada colonia de la Ciudad de México) centros de acopio (bodegas de desechos) en donde se reciben toda clase de desperdicios que puedan ser reciclados, tales como el papel, cartón, vidrio, aluminio, fierro, etc.; dichos centros son los que se encargan de distribuir tales desperdicios a las empresas que se encargan de reciclarlos.

En los últimos años en México se han difundido mucho las empresas de empaques, que son las empresas que se encargan de fabricar productos de cartón por medio de fibras secundarias obtenidas de papel y cartón de desperdicio. Las dos empresas más importantes en el área metropolitana son Empaques Modernos S.A. de C.V. y Empaques Estrella S.A. de C.V.(8)

Asimismo la empresa Kimberly Clark S.A. de C.V. fabrica productos con papel reciclado, tales como papel higiénico (tissue) y papel de escritura, dichos productos bajo la marca comercial de "Deisey" y con el emblema de que estos productos se realizan con papel 100% reciclado.

Es tan grande la importancia del reciclado, que desde hace un par de años a la fecha existe en casi todas las escuelas secundarias del país una práctica para fabricar papel reciclado a través de desechos de papel, dicha la práctica se encuentra contemplada en la materia de educación ambiental, que se da a alumnos de tercer año de secundaria.

1.5. PUESTOS QUE PUEDE OCUPAR EL INGENIERO QUIMICO EN LA INDUSTRIA DEL PAPEL (10)

Generalmente el Ing.Químico ocupa los siguientes puestos :

- Técnico de producción
- Supervisor de producción
- Gerente de producción
- Técnico de control de calidad
- Supervisor de control de calidad
- Gerente general
- Vendedor técnico

1.5.1. PUESTOS QUE PUEDE OCUPAR EL RECIEN EGRESADO DE INGENIERIA QUIMICA EN LA INDUSTRIA DEL PAPEL (10)

- Técnico de producción

- Supervisor de producción
- Técnico de control de calidad
- Supervisor de control de calidad
- Vendedor técnico

1.5.1.1. REQUERIMIENTOS DE DICHS PUESTOS (10)

Técnico de Producción

Lo ideal sería que se otorgue un curso de capacitación para el recién ingresado.

Por lo general los requerimientos son:

- ✓ Conocimiento del tren de producción (proceso, variables del proceso, conocimiento de maquinaria, etc.)
- ✓ Conocimiento y manejo de reactivos y sustancias químicas
- ✓ Conocimientos generales de las especificaciones de los reactivos y productos terminados.
- ✓ Uso de equipos de emergencia (extinguidores, rociadores, etc.)

Supervisor de Producción

Por lo general los requerimientos son:

- ✓ Conocimiento del tren de producción (proceso, variables del proceso, conocimiento de maquinaria, etc.)
- ✓ Conocimiento y manejo de reactivos y sustancias químicas
- ✓ Conocimientos generales de las especificaciones de los reactivos y productos terminados.
- ✓ Conocimientos de paquetes de computo para la generación de reportes de trabajo
- ✓ Conocimiento de la planeación del trabajo

Esta planeación esencialmente consiste en :

- Definir el orden de periodicidad de los trabajos
- Proveer los servicios que han de necesitarse
- Programar el trabajo del día
- Anticipar el personal necesario para futuros planes de producción
- Anticipar la selección de métodos, herramientas y equipos de trabajo

✓ Conocimientos de como ser un vínculo de información

Ser un vínculo de información consiste esencialmente de :

- Informar a sus jefes inmediatos el progreso de su trabajo
- Comunicar a sus empleados los planes , políticas, procedimientos , etc.
- Consultar al personal de otros departamentos (principalmente de servicio) y atender sus recomendaciones.
- Intercambiar ideas, información y consejos con sus compañeros de supervisión.
- Conocimiento del uso de la autoridad (conocer los derechos y obligaciones del trabajador.

✓ Uso de equipos de emergencia (extinguidores, rociadores, etc.)

✓ Conocimiento de la higiene y la seguridad en la planta

Técnico de Control de Calidad

Por lo general los requerimientos son:

- ✓ Conocimiento del tren de producción (proceso, variables del proceso, conocimiento de maquinaria, etc.)
- ✓ Conocimiento y manejo de reactivos y sustancias químicas
- ✓ Conocimientos de las especificaciones de los productos terminados contenidos en la Norma Oficial Mexicana de Control de Calidad (de NOM-CC-1 a NOM-CC-6).
- ✓ Manejo de análisis estadístico
- ✓ Conocimiento de las propiedades físicas y químicas del papel
- ✓ Conocimiento del análisis físico y químico de las propiedades del producto terminado
- ✓ Conocimiento de las tipos de defectos más comunes que se pueden generar al fabricar el papel, así como las causa que originan estos
- ✓ Uso de equipos de emergencia (extinguidores, rociadores, etc.)
- ✓ Conocimientos de paquetes de computo para la generación de reportes de trabajo

Supervisor de Control de Calidad

Por lo general los requerimientos son:

- ✓ Conocimiento del tren de producción (proceso, variables del proceso, conocimiento de maquinaria, etc.)

- ✓ Conocimiento y manejo de reactivos y sustancias químicas
- ✓ Conocimientos de las especificaciones de los productos terminados contenidos en la norma oficial mexicana .
- ✓ Manejo de análisis estadístico
- ✓ Conocimiento de las propiedades físicas y químicas del papel
- ✓ Conocimiento del análisis físico y químico de las propiedades del producto terminado
- ✓ Conocimiento de las tipos de defectos más comunes que se pueden generar al fabricar el papel, así como las causa que originan estos
- ✓ Conocimiento de la planeación del trabajo
- ✓ Conocimientos de como ser un vínculo de información
- ✓ Uso de equipos de emergencia (extinguidores, rociadores, etc.)
- ✓ Conocimiento de la higiene y la seguridad en la planta
- ✓ Conocimiento del método MRP II, así como un conocimiento general de las normas ISO9000

Vendedor Técnico

Por lo general los requisitos son :

- ✓ Tener facilidad de palabra (Que se pueda comunicar fácilmente).
- ✓ Conocimiento de las técnicas de Cambaceo (técnicas de ventas; las cuales generalmente constan de la técnicas empleadas para la introducción y presentación del artículo).
- ✓ Conocimiento del proceso (proceso que se utiliza, maquinaria y equipo utilizado)
- ✓ Conocimiento de características del producto (propiedades físicas, químicas y uso o disposición final del artículo).
- ✓ Conocimiento de las empresa o personas que deseen o puedan adquirir el artículo.

Capítulo 2

Procesos de fabricación de papel

Capítulo 2

2.PROCESOS DE FABRICACION DEL PAPEL

No hay una manera estándar de fabricar papel. Sin embargo en general los siguientes pasos aplican (7):

1. Tratamiento mecánico preliminar de la fibra.- Dependiendo de cual fibra sea y su condición, esta puede requerir cortado, limpiado, lavado y desollado.
2. Tratamiento químico de la fibra.- La materia prima es sujeta a químicos para romper las fibras de celulosa desde afuera hasta su formación natural en la materia prima.
3. Lavado.- Las fibras son lavadas para eliminar el remanente de químicos
4. Pulpeo mecánico y batido.- Ya sea manualmente o por equipo de molido, las fibras son golpeadas hasta que son rotas en fibras separadas y, preferiblemente, desolladas. En este punto las fibras llegan a ser pulpa. El punto donde las fibras se vuelven cada vez más refinadas debido al constante golpeteo de las fibras se le conoce como batido.
5. Adición de químicos.- Para algunas clases de papel, químicos son adicionados en el batido para proporcionar las características que se desean, por ejemplo para proveer de tamaño (para fabricar papel menos poroso y así mejorar la disponibilidad de alojar tinta sobre la superficie del papel); para proveer más opacidad (por adición de rellenos de arcilla).
6. Formación de la hoja.- La solución de pulpa es colocada sobre un tamiz, forzando a las fibras a aglomerarse sobre la malla, mientras el exceso de agua es drenado, con lo cual se obtendrá una nueva hoja de papel remanente sobre el tamiz.
7. Secado.- La hoja húmeda es secada sobre el tamiz, esto se consigue presionando externamente la hoja, tan fuerte como sea posible.
8. Cubierta.- La hoja seca es tratada para dar a su superficie la calidad deseada.
9. Terminado.- La hoja seca puede ser pulida manualmente ó presionada a través de rollos (llamados Calandrias) para lograr la suavidad deseada de la superficie.
- 10.-Desvastado.- El papel es finalmente cortado en el tamaño de hojas deseadas.

2.1. PROCESOS PARA OBTENER PULPA CELULOSICA

Para transformar la madera en pulpa ó pasta celulósica se encuentran los siguientes procesos :

- Proceso mecánico
- Proceso químico
- Proceso químico mecánico y proceso semimecánico.

2.1.1. PROCESO MECANICO PARA FIBRAS PRIMARIAS

A diferencia del proceso químico, el proceso mecánico emplea casi toda la fibra que se encuentra en la madera. Para obtener la pasta mecánica se realizan las siguientes etapas:

Descortezado.-

Se lleva a cabo en tambores descortezadores. Los troncos son introducidos por un extremo del tambor, descargándose por el extremo opuesto exentos de corteza, esto debido a los intensos y constantes frotos de unos contra otros, así como sobre los costados del tambor, asimismo todo esto facilitado por el reblandecimiento que provoca el agua que fluye de un extremo a otro del tambor.

Generación de la pasta.-

Las trozas una vez descortezadas son colocadas en un molino que gira a gran velocidad desintegrándolas debido a la acción abrasiva de una gran piedra amoladora que se encuentra en dicho molino. Las trozas son oprimidas contra la piedra por potentes prensas para evitar que el intenso roce quemé la madera y al mismo tiempo para arrastrar las partículas disgregadas, se agrega agua dentro del molino. Las fibras se desgarran obteniéndose una gran variedad en la longitud y composición de la pasta resultante.

Batido.-

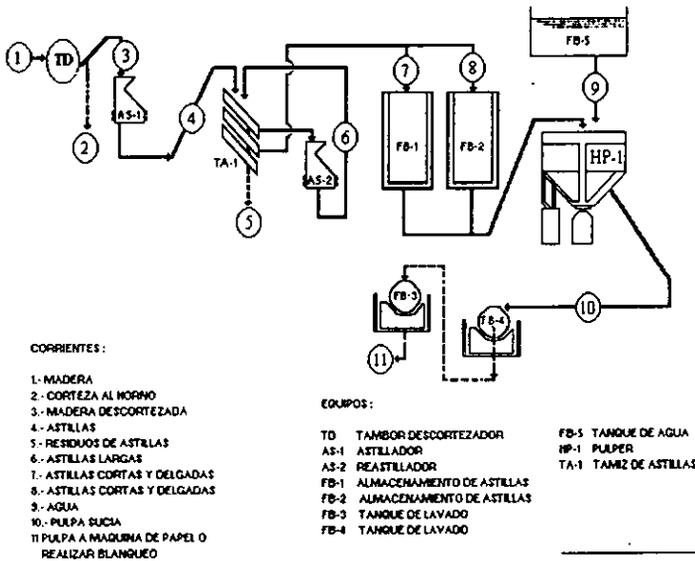
Consiste en mezclar en una suspensión acuosa las diferentes materias primas requeridas por el proceso a fin de lograr un papel bastante uniforme y con una densidad más alta. El proceso de batido se realiza en los batidores (Pulpers o hidropulpers),

cuya función principal es la de desfibrar las pulpás en un medio acuoso, estableciendo una relación fibra-agua en forma de suspensión cuyo valor numérico se conoce como consistencia (masa de fibras/volumen de agua).

En la fig.2 se muestra el proceso de obtención de la pulpa mecánica.

Existen una gran diversidad de maquinas desfibradoras o Pulpers, las cuales a grueso modo, constan de un recipiente abierto, un rotor de agitación, una platina de extracción y un alimentador de las fibras. Actualmente los Pulpers de más uso común son : el Batidor Hidráulico (Hidrapulper), Batidor de alta y baja velocidad (Hi-lo pulper), Batidor Maestro (Pulper Master), Batidor Helico (Helico pulper) y Batidor de Fibras (Fiberpulper). Cada uno de ellos tiene diferencias en cuanto a diseño y operación, siendo recomendado uno u otro tipo por fabricante dependiendo del tipo de fibra que se trate.

Fig 2.0 DIAGRAMA DE FLUJO PARA OBTENCION DE PULPA MECANICA



Básicamente dos funciones realizar el rotor del pulper:

- ①. Provocar una eficiente circulación dentro del recipiente y

- ②. Desmenuzar las fibras para facilitar el desfibrado. Ambos efectos ocasionan una constante fricción causando la liberación de las fibras.

La platina de extracciones es una placa metálica perforada localizada en la mayoría de los casos, debajo o al lado del rotor. Su función es evitar el paso de objetos grandes y material sin desfibrar a las etapas posteriores, protegiendo por consiguiente la operación y conservación de los demás equipos.

Refinación.-

El objetivo de la refinación es conseguir la máxima resistencia en la unión de fibra a fibra para lograr incrementar las propiedades de resistencia interna de las fibras.

Tanto el proceso de batido como el de refinación tienen dos objetivos primordiales:

- ① Incorporar o mezclar los diferentes materiales en la fabricación del papel (adición de encolantes, aditivos, cargas y rellenos).
- ② Impartir las propiedades que faciliten la formación de una hoja de papel la cual contenga las características finales deseadas.

Una vez obtenida la mezcla, la pasta puede ser blanqueada o ir directamente a la máquina de papel.

Hay tres razones fundamentales para usar pasta mecánica en la fabricación de papel, estas son :

- Bajo costo, ya que no usa reactivos
- Aprovechamiento total de las fibras de la madera
- Absorción rápida de la tinta en las impresoras y prensas de impresión de alta velocidad por las fibras rotas y desgarradas de la parte mecánica.

El principal inconveniente de la pasta mecánica es que produce papeles de poca duración. Los papeles hechos a base de esta pasta se desintegran más fácilmente con el tiempo. Todos los papeles tienden a desintegrarse con el tiempo debido a que están compuestos de materia orgánica. Los papeles de mayor duración son los hechos a base de algodón, mientras que los de menor duración son los hechos a base de pasta mecánica.

2.1.2. PROCESO QUIMICO PARA FIBRAS PRIMARIAS

Utiliza reacciones químicas para disolver la lignina contenida en las trozas.

Debido a que las sustancias químicas utilizadas para disolver la lignina son varias, las pastas reciben en cada caso nombres que tienen relación con los reactivos utilizados, así se tienen: pastas químicas a la sosa, al sulfato (también llamada Kraft), al sulfito entre otras.(9)

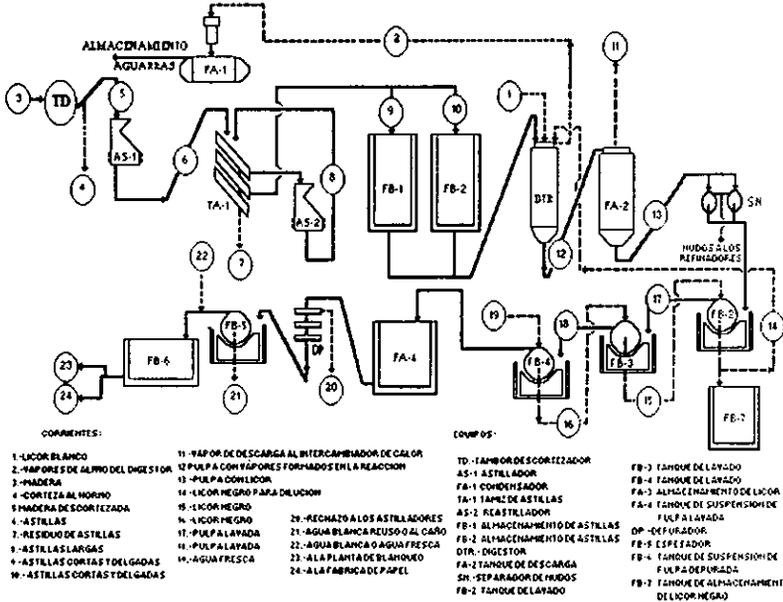
2.1.2.1. PROCESO AL SULFATO

Este proceso tuvo su origen en el proceso a la sosa. El proceso a la sosa fue el primer proceso comercial para la fabricación de papel. En dicho proceso la solución que se utilizaba era sosa cáustica en agua, dicha solución producía hidróxido de sodio, que a elevadas temperaturas disolvía una gran cantidad de lignina en la madera sin tener efecto alguno en la celulosa. El proceso al sulfato incorpora al sulfuro de sodio además de la sosa cáustica, siendo este reactivo la principal diferencia entre el proceso a la sosa y el proceso al sulfato.

El proceso al sulfato se lleva a cabo de la siguiente manera :

- Se descortezan y se convierten en astillas los troncos de madera
- Las astillas son colocadas en los digestores y se les agrega licor de cocción. El digestor es un recipiente cilíndrico con fondo cónico, el cual está hecho de acero revestido con mosaicos de cerámica resistente a la corrosión, o bien puede en algunos casos estar construido con un revestimiento de un acero inoxidable apropiado.
- Las astillas de madera se cuecen bajo las condiciones apropiadas de presión y temperatura. El tiempo usual de cocción es de dos a cuatro horas a una presión aproximada de 100 a 110 lb/in² (7.0 a 7.7 kg/cm²).
- Una vez llevada a cabo la cocción, la pulpa y el licor se pasan al tanque de descarga.
- La pulpa y el licor negro que contienen los reactivos de cocción gastados, así como la lignina quedarán en el tanque de descarga. La pulpa y el licor negro son bombeados a lavadores de pulpa sucia, en donde el licor que contiene el residuo soluble de la cocción es separado de la pulpa por lavado.
- La pulpa lavada se depura entonces y se envía a blanqueo o a la máquina de papel. Parte del licor negro de los lavadores es utilizado como diluyente para el licor de cocción y para la suspensión de pulpa sucia. Lo restante se envía a la unidad de recuperación de la fábrica de pulpa, en donde se regeneran los químicos usados en la digestión. (9)

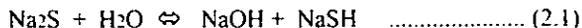
Fig 2.1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA OBTENCIÓN DE PULPA AL SULFATO



El objetivo de la cocción de las astillas es desfibrar los haces por medio de la eliminación de la lignina y otras porciones no celulósicas de la madera. El grado de eliminación de lignina depende del uso final que se dará a la pulpa.

Al comenzar el ciclo de digestión, el digestor es alimentado con astillas y licor de cocción. El licor de cocción del proceso al sulfato consiste de hidróxido de sodio y una cierta cantidad de sulfuro de sodio. Debido a que la adición de sosa cáustica se realiza en forma de cal o en forma de piedra caliza, dicho licor puede contener carbonato de sodio (Na₂CO₃), sulfato de sodio (Na₂SO₄) y tiosulfato de sodio (Na₂S₂O₃), que son impurezas encontradas en la cal o la piedra. (13)

El sulfuro de sodio se hidroliza para formar hidróxido de sodio y sulhidrato de sodio:



Esta reacción es reversible y existe un equilibrio entre productos y reactivos. Se observa que el sulfuro de sodio agregado al licor incrementa el hidróxido de sodio disponible. Conforme el hidróxido de sodio original se consume durante la cocción, la reacción se verifica hacia la derecha para mantener el equilibrio. El sulfuro de sodio incrementa la rapidez de separación de la lignina, probablemente porque la reacción del sulfuro ácido de sodio con la lignina introduce el grupo NaS^- , que tiende a hacer más soluble la lignina.(13)

No hay una regla general para determinar la cantidad exacta de sulfuro a emplear, pero en la práctica normal la cantidad de sulfuro debe estar comprendida entre un 20 y un 35 porciento de peso total de los reactivos, siendo este peso total la suma de los pesos del hidróxido de sodio y álcali activo calculado como Na_2O (óxido de sodio). El cálculo en base al Na_2O es debido a que este se introduce en el licor en forma de cal o piedra, para posteriormente en la solución acuosa formar el hidróxido de sodio.

Para pulpa dura (pulpa que no pasará por un proceso de blanqueado) de 500 a 600 lb de álcali activo calculado como Na_2O es requerido. Para grados medios, la carga varía de 650 a 700 lb y para pulpa que pasarán por un proceso de blanqueado, la carga oscila entre 750 y 850 lb de álcali activo por tonelada de astillas de madera.

Cuando el digestor contiene las astillas y se ha adicionado la cantidad apropiada de licor de cocción, se suministra vapor al digestor y se incrementa la presión hasta alcanzar la temperatura de cocción. Durante la etapa inicial de la cocción tienen lugar varias operaciones: el vapor desplaza el aire del digestor, el licor penetra en las astillas, los compuestos volátiles de la madera como el aguarrás comienza a desprenderse por destilación y los constituyentes sólidos más solubles de la madera, empiezan a disolverse.

Es importante que los gases no condensables y el aire sean expulsados del digestor durante la cocción, ya que, en caso contrario, la temperatura sería menor que la del vapor a esa presión y resultaría una cocción incompleta. Esto es la deslignificación no se lleva a cabo correctamente. La presión manométrica máxima de cocción es de 100 a 110 lb/in^2 (7.0 a 7.7 kg/cm^2) la cual se alcanza aproximadamente de una a cuatro horas. En este momento prácticamente se han desprendido todos los gases volátiles y la deslignificación ha comenzado a decrecer. El digestor puede descargarse inmediatamente después de haber alcanzado la máxima presión, o bien puede mantenerse hasta una hora más para una cocción total. (13)

2.1.2.2. PROCESO AL SULFITO

Comienza colocando las astillas en el digestor. El digestor una vez llenado con astillas se cierra y se bombea dentro de él la solución deslignificadora.

Aproximadamente se agregan unas 5 libras de licor por cada libra de madera seca. El licor es calentado lentamente a través de la adición continua y uniforme de vapor, el cual es aplicado en un periodo de penetración de 2 a 4 horas hasta alcanzar una temperatura de 110°C. Si el tiempo no es adecuado puede resultar una cocción quemada con lo cual toda astilla o el centro de ella adquiere un color café o negro, posiblemente como resultado de reacciones de condensación de lignina o de carbonización producidas por la presencia de un grado excesivo de acidez.

El licor o solución deslignificadora es una solución acuosa de bisulfito (que puede ser de calcio, calcio y magnesio, magnesio, sodio, o amonio) que contiene un exceso de ácido sulfuroso (H₂SO₃). Para producir el bisulfito se pueden utilizar las bases de calcio (Carbonato de calcio, CaCO₃ por ejemplo), sodio (Carbonato de sodio, Na₂CO₃ por ejemplo), magnesio ó amonio (hidróxido de amonio, NH₄OH, por ejemplo).(3)

Las reacciones químicas que ocurren en la producción del licor de cocción son :

(1) Combustión de azufre para producir bióxido de azufre :



(2) Formación de ácido sulfuroso :



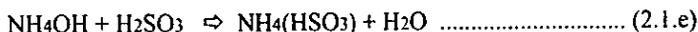
(3) En la torre del ácido , se adiciona la piedra caliza o cal para formar bisulfito de calcio :



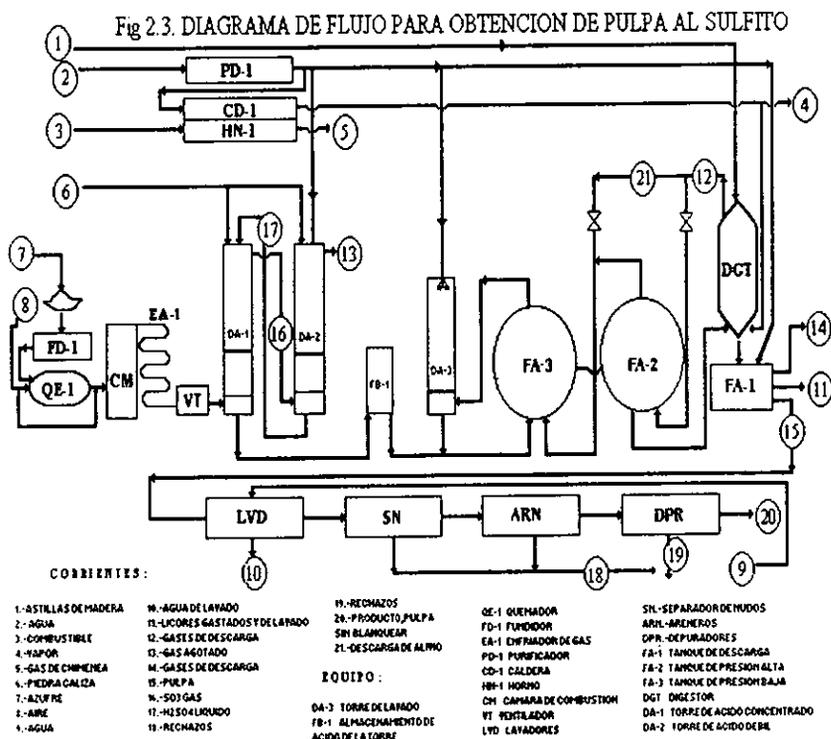
Esta reacción ocurre en presencia de un exceso de ácido sulfuroso. Cuando el exceso no esta presente, monosulfito de calcio (CaSO₃) es precipitado.

(4) Las reacciones que ocurren cuando el magnesio se usa como base para producir el bisulfito son similares a las que se usan cuando el calcio se utiliza como base.

(5) Cuando el amonio se utiliza como base para formar el bisulfito en el licor, las reacciones son :



La figura 2.3. muestra el proceso al sulfito.

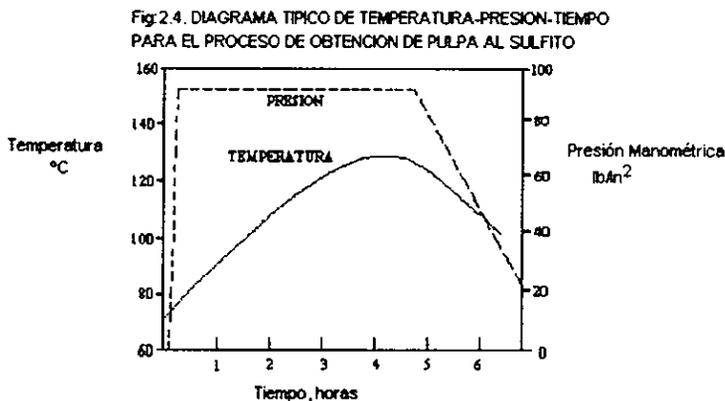


El registro de cocción (las condiciones de temperatura y concentración de reactivos en el licor de cocción a medida que aumenta el tiempo de tratamiento) varía de una fabrica a otra, en general se pueden requerir de 7 a 9 horas por ciclo. Después de pasar el intervalo de temperatura crítica, el aumento de temperatura del licor continúa hasta lograr el valor máximo deseado; en ese instante se corta el vapor y la mezcla de reacción se mantiene por un periodo de tiempo suficiente para permitir que las reacciones significativas se lleven a cabo totalmente.

Cuando se tiene aproximadamente unos 120°C el líquido del digestor se extrae regresándolo a un tanque de almacenamiento. De la parte superior del digestor se extrae gas, (a través de válvulas) que se compone en gran parte de bióxido de azufre con vapor y algunos gases no condensables. A través de esta eliminación de líquido y gas se reduce bastante la presión del digestor. En la figura 2.4 se muestran las temperaturas y presiones que se tienen a diversos tiempos durante un ciclo de cocción típico.

El calentamiento se continúa hasta una temperatura de 140°C , desechándose cantidades adicionales de líquido y gas a través de las válvulas, a una velocidad tal que la presión manométrica se disminuya a un nivel de 10 a 30 lb/in^2 (0.7 a 2.1 kg./cm^2) correspondiente a una temperatura de vapor saturado de unos 105 a 115°C .

A continuación se descarga el digestor, el contenido de éste se dirige a un tanque de descarga que puede ser un tanque grande de madera revestido de mosaico y provisto de un fondo de acero inoxidable.



2.1.2.3. PROCESO QUIMICOMECANICO Y SEMIQUIMICO

Los procesos de obtención de pulpa semiquímicos y quimicomecánicos se ubican entre los métodos clásicos de fabricación de pasta química. Estos procesos se definen como procesos en dos etapas, que incluyen: (1) un tratamiento químico moderado de materia fibrosa a separar y degradar las uniones entre fibras, seguido (2) por un tratamiento mecánico de desfibración, que produce la separación de las fibras en

una pulpa apta para la fabricación del papel. Dichos procesos fabrican sus pulpas a partir de maderas duras.(9)

El rendimiento de estas pulpas varía desde 55 hasta 95%.

A continuación la tabla 2.1. presenta una clasificación de los procesos de obtención de la pulpa, que muestra como se relacionan con respecto al rendimiento de obtención de pulpa celulósica. (13)

Tabla 2.1. DIVERSOS PROCESOS DE OBTENCION Y SUS RENDIMIENTOS

Procesos	Rendimiento
Mecánico (pasta mecánica)	90-95%
Químico-mecánico	85-90%
Semiquímico	65-85%
Químico	40-50%

Proceso Químico para pulpas semiquímicas y químicomecánicas

En el proceso semiquímico se emplean el mismo equipo y los mismos métodos para la preparación y manejo de los materiales fibrosos utilizados en los procesos completamente químicos, únicamente lo que varía es el tiempo de cocción, este tiempo resulta menor comparado con el proceso químico.

En el proceso químico para pulpas químicomecánicas se emplean en algunos casos los mismos equipos y procedimientos utilizados para los procesos semiquímicos, y en otros casos, de acuerdo con sistemas desarrollados específicamente para este proceso.

Proceso Mecánico para pulpas semiquímicas y químicomecánicas

El material semiquímicamente o químicamente ablandado y parcialmente desintegrado en forma húmeda o en suspensión se transporta hacia prensas de tornillos que extraen el licor, directamente hacia las máquinas desfibradoras. (9)

El material semicocido algunas veces se prensa para recuperar el licor antes de llevar a cabo la desfibración. La desfibración y refinación del material semicocido se realiza en una o más etapas. El grado de refinación varía de una fábrica a otra. Aunque es posible desfibrar y refinar en una etapa, dos etapas o más suelen recomendarse. La primera etapa suele ser una prensa o molino desfibrador de discos. Dicho molino puede ser seguido de otro molino, o por uno o más refinadores cónicos. No existe un método

estándar de desfibración y refinación, ya que dicho procedimiento varía del tipo de producto que se desea obtener y de la fabrica que lo lleva cabo. Una vez llevada a cabo la desfibración y refinación se lleva a cabo un lavado de la pulpa para posteriormente mandar dicha pulpa a la máquina de papel. El equipo utilizado en el lavado de la pulpa es similar al que se utiliza en proceso al sulfato y al sulfito. A continuación la tabla 2.2. presenta una tabla de productos en los cuales se utilizan las pulpas semiquímicas y químico-mecánicas. (9)

Tabla 2.2.PRODUCTOS EN LOS CUALES SE USAN LAS PULPAS SEMIQUIMICAS Y QUIMICO-MECANICAS

Sin blanquear	Blanqueadas
Corrugados y "liners"	Libros, revistas, bases para papeles recubiertos, papel para periódico
Cartones especiales	Papel bond, de escritura, ect.
Papel para periódico	Papeles glassine y a prueba de grasa
Papel	Papel tissue y para toallas
Papel de envoltura	Cartones para envases de alimentos, cartones especiales

2.1.3. PROCESO PARA FIBRAS SECUNDARIAS

Existen una gran variedad de procesos para el tratamiento de las fibras secundarias, que van desde el tratamiento con sosa cáustica, hasta las formulaciones secretas de patente, requiriendo también, la utilización de equipos específicos para eliminar partículas y sustancias contaminantes de las fibras recuperadas. Por lo general la obtención de pulpa a través de las fibras secundarias se realiza en tres etapas. Estas etapas son el desfibramiento, eliminación de tintas y Blanqueado.

2.1.3.1. DESFIBRAMIENTO

Se realiza en los pulpers. El rotor del pulper además de provocar una desmenuzación de los desperdicios, origina una eficiente circulación dentro del recipiente, ambos efectos ocasionan una constante fricción a los desperdicios alimentados causando la liberación de las fibras y sus contaminantes.

Destintado

Se define como la eliminación de tintas y pigmentos contenidos en las pulpas. Durante el desfibramiento se realiza mediante dos efectos: 1)mecánico y 2)químico.

Los métodos actuales de dispersión, por lo general realizan los dos efectos a la vez. La adición de reactivos químicos y la fricción impartida a los desperdicios durante el pulpeo, induce la dispersión de las tintas en forma química y mecánica respectivamente.

Las tintas utilizadas en las diversas técnicas impresión con excepción de las copias electrostáticas, están hechas a base de dos componentes que son: partículas coloreadas y un vehículo de fijación. Las partículas coloreadas, pueden ser un tinte o un pigmento. Los tintes son partículas coloreadas solubles en el vehículo de fijación y la tinta resultante, tiende a difundirse entre las fibras del papel siendo susceptibles a decolorarse con la luz solar y bajo la acción de agentes químicos. Por otro lado los pigmentos son partículas no solubles en el vehículo de fijación; son de color estable y con tendencia a adherirse sobre las fibras. En el caso de los vehículos de fijación utilizados en la preparación de las tintas, se puede decir que son numerosos y cada uno de ellos, presenta características y propiedades particulares; como ejemplo de vehículos de fijación, se pueden citar el aceite de linaza, nujol, aceite de soya y otros. En general los vehículos de las tintas son: aceites vegetales y minerales, resinas, plásticos y solventes.(12)

Dispersión Mecánica

Se realiza debido a la fricción impartida durante la desfibración, la cual origina que parte de las tintas adheridas a las fibras sean desprendidas quedando dispersas en la fase acuosa de la suspensión. Sin embargo, la parte de las tintas que persiste sobre las fibras, debe ser removida y la acción mecánica no es suficiente para lograrlo, ya que muchos vehículos de fijación no son solubles en agua. Por tal motivo, dicha dispersión se complementa con una dispersión química que se lleva a cabo en la misma desfibración.

Dispersión Química

Mediante esta dispersión se inhibe el vehículo de fijación de las tintas, favoreciendo con ello, que las partículas en forma individual de los pigmentos sean removidas de las fibras, quedando dispersas en la fase acuosa de la pulpa para facilitar su eliminación.

En el caso de los tintes, una gran mayoría no presenta problemas para eliminarlos, ya que muchos son solubles en agua y la adición de químicos se aboca preferentemente a decolorarlos; un ejemplo de ellos, son las lacas de fosfo-tungsteno-molibdeno y colorantes de tipo azóico. Otros tintes en cambio son considerados indestintables por su

gran resistencia a la óxido-reducción; tal es el caso del anaranjado y amarillo de estilbeno y el verde phalociano.(13)

Debido a los diferentes tipos de tintas, la efectividad de la dispersión química es muy variable y los factores que más influyen en este aspecto son: el tipo de desperdicios, el tipo y cantidad de químicos usados en la dispersión, temperatura y pH de operación.

La adición de químicos no solo debe de contemplar la dispersión de tintas, sino también que las partículas individuales de tinta no se reaglomeren o redepositen en las fibras, ya que de ello depende tener buenos resultados en las operaciones posteriores de eliminación de tintas.

De manera general, los requerimientos fundamentales para el establecimiento de una fórmula de destintado comprenden (14) :

- El empleo de un álcali para saponificar el vehículo de la tinta (Hidróxido de sodio, carbonato de sodio, hidróxido de calcio, etc.).
- Un agente tensoactivo para mantener las partículas de tinta en suspensión (Jabones de sodio de ácidos grasos, silicato de sodio, alcoholes alifáticos sulfunados, etc.).
- Un agente dispersante para evitar la aglomeración de las partículas del pigmento separado de las fibras y para emulsificar los aceites o ceras no saponificables presentes en las tintas (Silicato de sodio, bentonita, sílica gel, etc.)

Consideraciones para el Destintado

La inhibición del vehículo de fijación de las tintas se lleva a cabo en medio alcalino y el pH de operación fluctúa en un rango de 9 a 12, dependiendo del tipo de papel y tintas contenidas en los desperdicios. Se opera con un pH alcalino con el fin de lograr que el vehículo de fijación y los encolantes del papel saponifiquen, causando que las partículas coloreadas sean removidas de las fibras, debido al efecto detergente originado por los productos de la saponificación. Los reactivos más usuales para inducir el pH alcalino son: la sosa cáustica, silicato de sodio, carbonato de sodio, hipocloritos y peróxidos. Estos últimos son usados también con el fin de lograr una ganancia en la blancura de la pulpa durante la dispersión. (13)

Hoy en día, se disponen de una amplia variedad de referencias sobre diversos dispersantes, humectantes, surfactantes y demás reactivos utilizados en el destintado. La tabla 2.3 se muestra la composición de las formulaciones usadas en catorce diferentes fábricas .

Tabla 2.3. REPRESENTACIONES DE FORMULAS USADAS EN EL DESTINTADO

	<i>% React./Papel</i>	<i>Ledger</i>
Fábrica 1	2.0%	Sosa cáustica
Fábrica 2	5.0%	Sosa cáustica
Fábrica 3	3.5%	Sosa cáustica, 4.5% carbonato de sodio
Fábrica 4	1.5%	Sosa cáustica, 1.5% metasilicato de sodio
Fábrica 5	2.5%	Sosa, 2.5% carbón activo, 3% silicato de sodio, jabón TX
Fábrica 6	2.0%	Sosa, 0.25% silicato de sodio, 2% Naccanol
<i>Libros y revistas</i>		
Fábrica 7	2.0%	Sosa
Fábrica 8	4.0%	Sosa
Fábrica 9	3.5%	Sosa, 4.5% carbón activo
Fábrica 10	1.5%	Peróxido de sodio, 6% de silicato de sodio
Fábrica 11	2.5%	Sosa, 2.5% carbón activo, 1.5% peróxido de sodio, 3% silicato, jabón TX
<i>Papel Periódico</i>		
Fábrica 12	2.0%	Peróxido de sodio, kreenon
Fábrica 13	1.5%	Peróxido de sodio, 5.5% silicato de sodio
Fábrica 14	2.0%	Peróxido de sodio, 3% silicato de sodio, jabón TX

FUENTE : REPORTE T.A.P.P.I. No.394 , Mayo 1990

2.1.3.2. ELIMINACION DE TINTAS

Las operaciones de limpieza y depuración anteceden la etapa de eliminación de tintas.

En la limpieza se utilizan por lo general limpiadores cónicos centrifugos que operan en un rango de consistencia del 2.5-5% para separar las impurezas pesadas como grapas, clips, vidrio, arena gruesa, etc. La alimentación en dichos limpiadores se realiza en forma tangencial. Dichos limpiadores tienen en la parte inferior un depósito con sello de agua que evita el paso de fibras junto con impurezas.

En la depuración se utilizan por lo general depuradores presurizados. Los depuradores presurizados son utilizados para la clasificación fina de la pulpa, eliminando impurezas tales como pastillas, hilos, plástico, partículas de recubrimiento, etc. Los depuradores constan de un recipiente cilíndrico vertical con tapa removible y tres conexiones bridadas; una en la parte superior orientada tangencialmente para la entrada de la pulpa, la segunda en la parte inferior y al centro para la salida de pulpa depurada y la tercera, dispuesta tangencialmente en el fondo a 180° con respecto a la entrada para la salida de rechazos. En su parte interna, están equipados con un tamiz cilíndrico fijo y rotor con aletas cuya función principal, es evitar la obstrucción de las perforaciones del tamiz desintegrando "floculos" y pastillas de pulpa debido a la depresión causada por el diseño aerodinámico de las paletas. Los cuerpos extraños

descienden al fondo y son evacuados en forma continúa a través de la salida para rechazos.

Terminada la limpieza y depuración de la pulpa, se continua con la eliminación de las tintas, para ello hay dos formas de llevar a cabo esto; el lavado y la flotación. En algunos casos es conveniente utilizar los dos métodos de eliminación de las tintas, para lograr buenos resultados en la apariencia final de la pulpa, esto es debido a los diferentes tipos y gran cantidad de tintas contenidas en los desperdicios utilizados en estos casos.

Eliminación por Lavado

Es una operación totalmente mecánica, no requiere la adición de químicos durante su ejecución . El principio de operación se basa en la remoción de las partículas de tinta por desplazamiento hidráulico, el cual se logra básicamente de dos formas: 1) Una dilución seguida por el exprimido de la pulpa y 2) El lavado a contracorriente de la pulpa mediante regaderas a presión sobre una malla fija o móvil.

En el lavado de la pulpa, asimismo se eliminan las partículas finas como el caolín; las cuales no se pueden eliminar en un proceso de flotación.

Dentro de los equipos más usuales para la eliminación de tintas y finos por lavado, podemos mencionar las prensas horizontales y espesadores de tornillo, los cuales operan por dilución-exprimido.

Dentro de los equipos que operan a contracorriente sobre malla y presión de agua, podemos citar a los lavadores inclinados, lavadores de discos y los espesadores de tambor (Decker). Cada uno de los equipos mencionados ofrece características particulares de operación y equipos complementarios, pero su efectividad es muy similar (del 74 al 89% cuando utilizan una sola etapa, del 93 al 98% cuando utilizan dos etapas, y del 98 al 99% cuando utilizan tres etapas).

Eliminación por Flotación

Consiste en eliminar las partículas de tinta por medio de espumas que son producidas en las "celdas o células" de flotación. La forma de dichas celdas varía dependiendo del fabricante, aunque todas tienen el mismo principio común, que es aerear la suspensión de fibras que es alimentada a baja consistencia (0.8-1.0%) al interior de la celda a través de restricciones

que inyectan la suspensión en forma tangencial, impartiendo al flujo un movimiento circular ascendente.

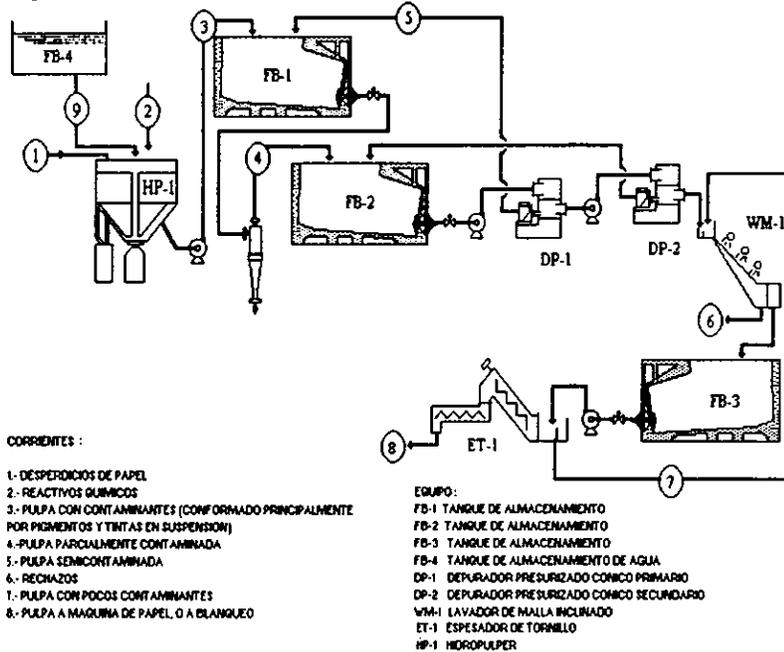
La suspensión de fibras introducida a la celda de flotación, en algunos casos (dependiendo del diseño) succiona aire atmosférico al fluir a través de las restricciones debido a que se crea un efecto venturi; en otros diseños, se incorpora aire a presión a la suspensión de fibras en el momento de pasar por los inyectores de alimentación. La aireación de la pulpa y la velocidad de entrada originada por los inyectores, causa la presencia de pequeñas burbujas de aire que al interaccionar con los ácidos grasos y detergentes previamente adicionados, provocan la formación de espuma. Debido a que las partículas de tinta presentan una mayor tensión superficial y una menor gravedad específica que las fibras, quedan adheridas a las burbujas de espuma que las transporta a la parte superior de la celda de flotación, en donde son eliminadas por medio de rastras (Una rastra es una malla que se arrastra sobre la superficie de la suspensión con el fin de eliminar la espuma superficial) o sopladores (ventiladores para eliminar la espuma superficial); la parte aceptada, es descargada por el fondo del recipiente y alimentada en forma secuencial a otras celdas hasta obtener la mayor eliminación posible de las tintas. Las espumas que se remueven en las celdas principales o celdas "primarias" llevan una cierta cantidad de fibras que es necesario recuperar para disminuir el porcentaje de pérdidas, para este fin se utilizan otro número de celdas denominadas "secundarias" que operan con el mismo principio descrito solo que en esta etapa de flotación las espumas son eliminadas definitivamente del sistema.

La práctica común y los sistemas convencionales de flotación, indican que por lo general se requieren de 8 a 10 celdas primarias y de 1 a 3 celdas secundarias para obtener resultados satisfactorios.

La fig.2.5. muestra de manera general el proceso de obtención de pulpas a partir de fibras secundarias.

Los reactivos y los procedimientos a seguir en el blanqueado de fibras primarias son los mismos que se utilizan para las fibras secundarias, por lo que se hablará de manera general el proceso de blanqueado. Esta operación de blanqueado se trata en el siguiente punto de este capítulo

Fig 2.5 PROCESO DE OBTENCION DE PULPAS A PARTIR DE FIBRAS SECUNDARIAS



2.2. BLANQUEADO DE LA PASTA

El procedimiento de blanqueo de pulpas por general se realiza en cuatro etapas:

- ① Preparación del licor para el blanqueo
- ② Homogeneización rápida de la pulpa y el licor de blanqueo
- ③ Retención del reactivo, hasta que la reacción se complete
- ④ Neutralización de la pasta, hasta el pH deseado.

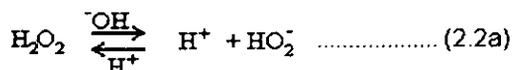
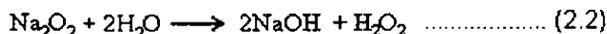
Para llevar a cabo el blanqueo se pueden utilizar agentes oxidantes y/o agentes reductores. En la literatura se nos indica que los agentes oxidantes son más efectivos que los reductores, por lo cual solo hablaremos de los agentes oxidantes.

Los principales agentes oxidantes utilizados para la preparación de licor de blanqueo son los peróxidos de sodio e hidrógeno .

Algunas veces antes de someter la pulpa a los peróxidos es tratada con hipoclorito de calcio. La desventaja en el uso del hipoclorito de calcio es que puede ocasionar un porcentaje de pérdidas por la formación de cloroligninas, que solubilizan unas a otras en el agua y otras en el álcali, pero se tiene la ventaja que se incrementa la brillantez de la pulpa dejando sólo un ligero color amarillo debido a las cloroligninas no solubles en agua, que bajo la acción decolorante del peróxido como tratamiento posterior, es eliminado.

Durante la descomposición de los peróxidos, se forma agua y oxígeno, al cual se le considera como el agente blanqueador activo.

A continuación se muestran las reacciones de descomposición de los peróxidos de sodio y hidrógeno (agua oxigenada) :



El ion HO_2^- , es considerado como el agente blanqueador activo en el blanqueo en un medio alcalino.

La formación del ion HO_2^- en éste medio es favorecida por la neutralización de iones H^+ .

La ecuación 2.2a, puede ser considerada como continuación de la ecuación 2.2, debido a que podría usarse un peróxido u otro como agentes de blanqueo.

Cuando se utiliza peróxido de sodio, la cantidad de sosa formada excede de la cantidad requerida para obtener buenos resultados, por lo que resulta necesario neutralizarla parcialmente, añadiendo de preferencia ácido sulfúrico. De manera contraria, cuando se utiliza el peróxido de hidrógeno debe añadirse una pequeña cantidad de sosa, debido al carácter ligeramente ácido del peróxido.

La presencia de iones metálicos tales como: cobre, hierro y manganeso catalizan la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno. Este efecto catalítico se puede retardar mediante agentes estabilizantes, tales como el silicato de sodio.

La razón por la cual debe mantenerse controlada la alcalinidad e inhibir la acción catalítica de los iones metálicos está fundamentada en el hecho de que para una mayor efectividad en el blanqueo, la liberación de oxígeno y el consumo del mismo por la pulpa, deben tener sensiblemente el mismo gradiente de velocidad de reacción.(16)

Aunque no es posible predecir los requerimientos exactos para un caso específico, la mayoría de las variables pueden ser definidas con buena aproximación para llevar a cabo la preparación del licor de blanqueo (17) :

Peróxido de hidrógeno

La cantidad de esta sustancia está determinada por factores económicos. Los datos reportados establecen un intervalo de 1 a 2% de peróxido de sodio, o su equivalente de peróxido de hidrógeno como oxígeno activo, en base seca, dan buenos resultados.

Consistencia

Tiene un marcado efecto sobre el tiempo y sobre el incremento de blancura; siendo inversamente proporcional al primero y directamente proporcional al segundo.

Alcalinidad

Puede ser variada por la adición de ácido sulfúrico, silicato de sodio o hidróxido de sodio (sosa cáustica). Para tener un mayor incremento de blanqueo, una vez adicionado el licor de blanqueo, la pulpa deberá tener un pH entre 10 y 10.5.

El total de álcali, calculado como sosa cáustica, deberá estar comprendido entre 1.2 y 1.9% peso de materia prima seca.

Temperatura

A una consistencia dada, la temperatura varía inversamente con la temperatura. El rango de temperatura más frecuentemente utilizado es de 37 a 50°C.

Tiempo

El tiempo empleando es función tanto de la temperatura, consistencia y alcalinidad.

Neutralización

Se efectúa comúnmente a consistencias de 3 a 5% con la adición de bióxido de azufre, sulfito ácido o metabisulfito de sodio hasta obtener el pH deseado.

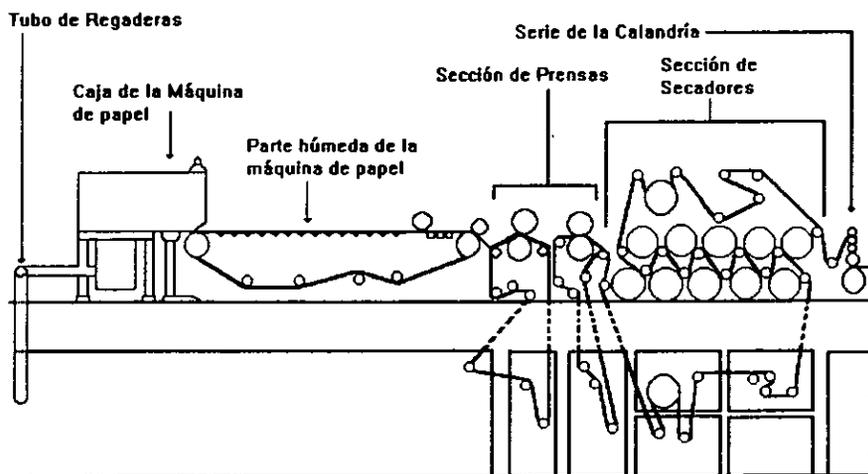
2.3. FORMACION DE LA HOJA

Una vez que se logra dar las características deseadas a la pasta, esta es enviada a la máquina de papel. Hay dos tipos clásicos de máquinas: las máquinas planas o de fourdrinier y las máquinas de tambor o redondas.

La máquina de fourdrinier ha sido modificada varias veces, actualmente se compone de tres secciones que son (ver fig.2.6) :

- Sección húmeda
- Sección de prensa
- Sección de secado

Fig. 2.6. MAQUINA DE PAPEL FOURDRINIER



En la sección húmeda se lleva a cabo la formación de las hojas. La suspensión fibrosa es diluida antes de entrar a la máquina hasta una consistencia lo suficientemente baja que permita un fácil movimiento entre fibras y por consiguiente un alto grado de uniformidad y distribución. La pasta preparada, ya muy diluida en agua, entra en la primera parte de la sección húmeda llamada caja de alimentación, la cual tiene en una de sus paredes una abertura en forma de ranura horizontal, por donde la suspensión sale en forma de lámina. Esta lámina, apenas sale, se encuentra con una banda transportadora hecha de finos alambres de bronce, que gira continuamente. La lámina

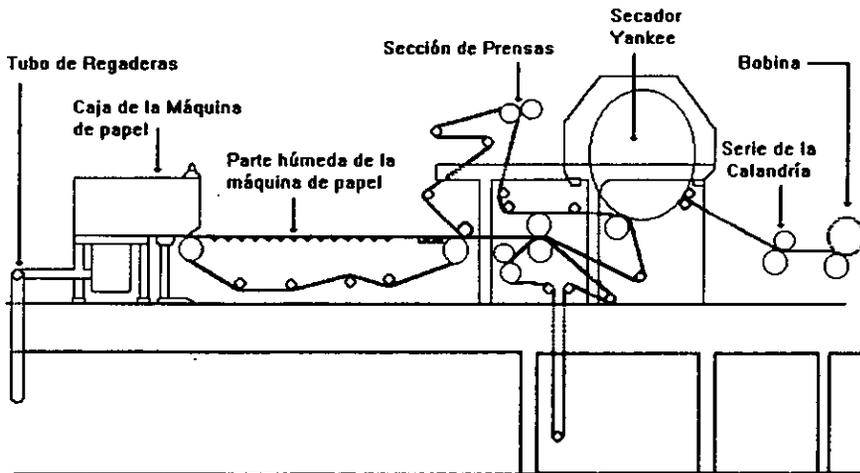
continua de pasta mientras es transportada por la banda va drenando el agua a través de los orificios situados en la misma.

Una vez que sale el papel de la sección húmeda se dirige hacia la sección de prensado con el fin de eliminar más agua. La lámina u hoja formada abandona la banda para colocarse en un fieltro de lana que se desplaza. El conjunto pasa a través de dos cilindros, dispuestos verticalmente, que exprimen la hoja eliminando gran parte del agua al fieltro de lana.

La hoja saliente de la prensa contiene aproximadamente de un 65 a 68% de humedad, por lo que es necesario que dicha hoja pase por una batería de tambores secadores, calentados interiormente con vapor de agua, a través de los cuales se obtiene a la salida una hoja de papel con un contenido aproximado de un 6% de humedad.

En la fig. 2.7. se observa el sistemas más corriente de secador.

Fig 2.7. MAQUINA DE PAPEL FOURDRINIER
CON SECADOR YANKEE



La hoja una vez seca, sale y pasa a través de una Calandría, la cual está integrada por una serie de rodillos de hierro, dispuestos en columnas unos sobre otros, con una terminación bruñida. Estos rodillos ejercen una fricción sobre la hoja que produce un planchado o pulido, que suaviza o alisa la superficie irregular y áspera que el papel presenta antes de su entrada a la Calandría.

Una vez que el papel sale de la Calandria se enrolla para formar una bobina, la cual se monta en los soportes de una rebobinadora.

Los rollos salientes de papel que salen de esta máquina se envuelven o empaquetan y se trasladan a un almacén o a los medios de transporte.

Para la fabricación de papeles especiales, el papel se somete a otro tipo de tratamientos de acabado, como el supercalandrado, o bien a un crespado.

2.4. OPERACIONES SECUNDARIAS EN LA FABRICACION DE PAPEL

Las operaciones secundarias más frecuentes son: supercalandrado, estampado en relieve estucado o revestimiento y crespado.

Supercalandrado

Imparte una suavidad o brillo extra a una hoja de papel. Las supercalandrias contienen un mayor número de rodillos que las Calandrias normales.

Estampado en Relieve

Es la acción por la que se crea una superficie especial, ya sea elevando o rebajando una figura o un dibujo en el papel por medio de ejercer presión.

Crespado

Solo se aplica a papeles blandos; los papeles para toallas o servilletas, los papeles para tratamiento facial y papeles para lavabos.

Revestimiento

Se aplica una capa superficial a la hoja, ya sea con el fin de darle resistencia, brillo o lustre. Por lo general dicha capa esta conformada de laca acrílica transparente.

2.5. PRODUCTOS ADICIONALES PARA LA FABRICACION DE PAPEL (9)

Existen otros materiales que intervienen en la fabricación del papel además de las pulpas, estos son :

- Encolantes
- Cargas y rellenos
- Aditivos

Encolantes

Los principales encolantes internos estan hechos a base de brea,y cera. Los encolantes de brea estan compuestos de brea (resina natural obtenida a partir de goma y madera), hidróxido de sodio y carbonato de sodio. Los encolantes de cera se componen de cera emulsificada en una solución acuosa.

El encolante externo esta hecho de almidón en suspensión acuosa.

Se realiza el encolado del papel cuando se requiere que dicho papel sea más resistente a la penetración de agua, líquidos o vapores.

Cuando los materiales encolantes se mezclan con las suspensiones de las pulpas celulósicas en agua en el proceso de batido de la pulpa se llama encolado interno o de pila. El encolado externo se tiene cuando se aplican los materiales encolantes sobre la superficie de la hoja completamente formada y parcialmente seca.

El encolado además de la resistencia a la penetración del agua que imparte a la hoja, imparte asimismo ciertas propiedades deseables, como por ejemplo la eliminación de la porosidad en una hoja. El encolado externo o recubrimiento se aplican cuando se quiere evitar esa porosidad. El encolado interno no disminuye de manera muy notable esta porosidad.

Las funciones principales de un encolado interno son :

- Prevenir que la tinta se corra al escribir sobre el papel
- Obtener un papel más resistente a la humedad
- Endurecimiento y solidez de la hoja
- Incremento de la retención de las fibras, cargas y ciertos materiales colorantes agregados a la pulpa.

Cargas y Rellenos

Los materiales inorgánicos que se adicionan al papel son llamados cargas, estos se adicionan por varias razones:

- Mejorar la calidad del papel y cartón.
- Las cargas llenan los huecos y disminuyen las irregularidades que presentan las hojas hechas exclusivamente de fibras.
- Al presentar el papel una superficie de textura fina y bastante cerrada se mejora la calidad de impresión.
- Las cargas aumentan la blancura del papel.
- Mediante la adición de carga se crea un sistema de capilaridad más fino, indispensable para una aceptación controlada y uniforme de la tinta de escritura.

Un control erróneo en el uso de estas cargas tiene como consecuencia los siguientes efectos:

- Disminución de la resistencia, ya que está sustituyendo el material fibroso por un mineral en polvo que no tiene un poder adhesivo, las cargas incrementan la suavidad del papel y disminuyen la resistencia física determinada por la prueba de explosión, tensión y doblez a causa de la disminución de las uniones entre fibras.
- Una superficie de impresión abrasiva, cuando la carga posee una textura gruesa
- Poca facilidad para absorber tinta

Los tipos de carga que por lo común se utilizan son :

Asbestina y Agalita

Contienen un alto porcentaje de magnesio.

El asbesto, se usa en ciertos papeles a los que se les quiere impartir una mayor resistencia.

Caolin

Es un silicato hidratado de aluminio, que se compone de 45 a 50% de sílice (SiO_2), del 34 al 40% de alúmina (Al_2O_3), del 10 al 15% de humedad, y trazas de hierro, calcio y magnesio.

Carbonato de Calcio

Se utiliza mucho en papeles para cigarrillos. Las ventajas son: blancura, opacidad y buenas cualidades de impresión debidas probablemente a su afinidad por los aceites, consiguiéndose obtener buenos resultados de impresión a altas velocidades. La opacidad que brinda es menor que la de los pigmentos de titanio, pero mejor que la que proporciona el caolín.

Pigmentos de Titanio

Aún en pequeñas cantidades tiene un efecto blanqueante sobre el papel, su principal función es la de producir opacidad, la cual aumenta a medida que el tamaño de partícula disminuye.

El bióxido de titanio (TiO) y mezcla de este pigmento con otros pigmentos blancos (frecuentemente 30,40,50 y 70% de sulfato de bario o sulfato de calcio) son los que comúnmente se utilizan.

Sulfato de Calcio

El bajo costo por tonelada, la elevada blancura y la poca interferencia con el encolado lo hacen recomendable, pero debido a la solubilidad de este en agua, su retención es aparentemente pequeña.

Asimismo presenta la ventaja de un buen color y produce un efecto endurecedor en el papel donde es agregado.

Sulfato de Zinc y Litopon

Su costo es menor al bióxido de titanio, y prácticamente lo igualan en opacidad y blancura. Asimismo proporciona cierta resistencia contra el moho y hongos.

Talco

Imparte a los papeles la cualidad de "deslizamiento", además presenta un bajo precio.

Aditivos Químicos

Almidón

Proporciona resistencia a las grasas y al aceite

Alumbre

Sirve para fijar los diversos tintes sobre la fibra, asimismo complementa la acción engomadora del apresto resinoso. Se adiciona frecuentemente al final de la operación de batido.

Asfalto

Se utiliza en forma de emulsión, es un sustituyente de la goma y logra gran resistencia al agua. Su empleo se limita a papeles oscuros de grado inferior y los papeles para la industria de la construcción (por ej. para la creación de las bolsas o bultos donde se empaca el cemento y la cal).

Arcillas

Como cargas contribuyen a cerrar los pequeños vacíos que existen entre las fibras, contribuyen a mejorar la formación, suavidad y brillo. Sin embargo tienen una

gran afinidad por las tintas, y si se utilizan en grandes cantidades pueden ser perjudiciales a ciertos tipos de impresión.

Bióxido de Titanio

Mejora el brillo. Utilizado ampliamente en cualidades enceradas, ya no se opaca cuando se encera el cartón.

Cal. Sosa cáustica

Disminuye la acidez de la composición de fabricación antes de la adición de la goma. Una acidez muy alta perjudica un encolado adecuado.

Carboximetilcelulosa, Alginatos, Alcohol de Polivinilo

Se utiliza por las mismas razones que el almidón, pero estos aditivos son más eficientes cuando se requiere de una gran resistencia a las grasas.

Resinas resistentes a la humedad

Se utilizan principalmente en los papeles que se emplean para toallas y servilletas. Son costosas, pero contribuyen a que el papel mantenga su resistencia, aún cuando este húmedo.

Silicato Sódico

Da rigidez a ciertos tipos de cartón

Capítulo 3

Control de Calidad en el producto terminado

Capítulo 3

3.0 CONTROL DE CALIDAD EN EL PRODUCTO TERMINADO

Ningún proceso de producción es tan perfecto como para que todos los productos sean completamente iguales. Existe también una pequeña variación que es provocada por un gran número de pequeños factores incontrolables, por lo cual se considera como una variación casual. Es importante estar seguros de que los productos tienen los valores necesarios (por ejemplo, longitud, resistencia o cualquier propiedad que pueda ser de importancia en un caso en particular) para lo cual es necesario realizar un control de calidad del producto.

El control de calidad comienza con la determinación de las propiedades del producto a ser analizado. La inspección de cada pieza producida, por lo general no es económico y aún imposible si la inspección o análisis incluye pruebas en que se destruyen los artículos, por lo que para dicha determinación de propiedades se toman muestras o lotes de producto que por lo general en la práctica es de tres a diez artículos por lote. Los lotes se toman en intervalos regulares de tiempo (por ejemplo cada 30 minutos o cada hora). Como de antemano se fija un valor estándar que debe normar el producto y los resultados obtenidos en los análisis de las propiedades varían, es necesario generar un rango o intervalo de tolerancia dentro del cual se cumplan los requerimientos necesarios. Como segundo paso o etapa del control de calidad es necesario generar dicho intervalo de tolerancia, lo cual se consigue mediante métodos estadísticos.

La aplicación de los métodos estadísticos a los datos para generar dicho intervalo se describe en el punto 3.5 de este capítulo. Cuando una gran cantidad de valores se salen del rango es necesario tratar de corregir la fuente que lo origina en el tren de producción. Cabe mencionar que el control de calidad no es exclusivo del producto terminado, sino que se puede aplicar a las materias primas. Debido a que la mayoría de los productores de papel en México no fabrican sus materias primas, sino que las compran no se tocará dicho control a las materias primas. Tales materias primas ya traen sus especificaciones dadas por el proveedor.

3.1 ESPECIFICACIONES DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE PAPEL

En las tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 se describen las más importantes especificaciones de los principales papeles.

Para papeles Bond, Mimeógrafo, Duplicador y Xerográfico las dimensiones más comunes son de :

8 x 10 ½ in (203 x 267 mm)
 8 ½ x 11 in (216 x 279 mm)
 8 ½ x 13 in (216 x 330 mm)
 8 ½ x 14 in (216 x 356 mm)
 11 x 17 in (27 x 432 mm)

Tabla 3.1 ESPECIFICACIONES DE PAPELES CORTADOS PARA OFICINA SIN MARCA DE AGUA

	25% de fibra de algodón Bond	25% de fibra de algodón Xerográfico	Bond			Mimeografo		Duplicador	Xerográfico
			16	20	24	24	24	20	20
Peso por unidad de area 17 x 22 in - 500± 5 g/m ² ± 5	20 75	20 75	16 60	20 75	24 90	24 75	24 90	20 75	20 75
Opacidad, mínimo %	83	85	80	85	88	85	88	85	85
Brillo, mínimo %	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Espesor in ± 0.0004 mm ± 0.010	0.0046 0.117	0.0042 0.107	0.0030 0.08	0.0040 0.10	0.0050 0.12	0.0048 0.127	0.0057 0.145	0.0036 0.091	0.0040 0.0102
Fuerza de Burst mínimo : psi Kpa	25 172	--	16 110	20 138	24 165	20 138	24 165	18 124	--
pH extracto mínimo	4.7	7.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
Pulpa mecánica máxima, %	0	0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Suavidad, %	--	30 a 100	15 a 50	15 a 50	15 a 50	7 a 15	7 a 15	50 a 100	30 a 100
Contenido de fibra de algodón, min (%)	25	25	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 3.2. ESPECIFICACIONES PARA PAÑUELOS DE PAPEL FACIALES

Propiedad	Requerimiento
Bases de Peso (24 x 36 in - 500 hojas ± 10%), lb	19.0
Gramage, g/m ² ± 10%	30.9
Fuerza de Tensión (N/m)	44.0
Tiempo de Absorción, 0.01 ml H ₂ O, segundos, máximo	5.0
Tamaño, in (mm):	
Longitud:	
Pequeña	8 ½ (222) ± ½ (±13)
Grande	5 ½ (248) ± ½ (±13)
Ancho :	8 ½ (216) ± ½ (±13)

Tabla 3.3. ESPECIFICACIONES PARA PAPEL DE GRADO "N"
SIN MARCA DE AGUA, CORTADO PARA OFICINA

	Bond	Mimeografo	Duplicador	Xerográfico
Peso por unidad de area 17 x 22 in - 500 ± 5 g/m ² ± 5	20 75	20 75	20 75	20 75
Opacidad, mínimo %	84	84	84	84
Brillo, mínimo %	55	55	55	55
Espesor in ± 0.0004 mm ± 0.010	0.0043 0.109	0.0048 0.122	0.0036 0.091	0.0040 0.0102
Fuerza de Burst mínimo : psi Kpa	18 124	18 124	18 124	18 124
Pulpa mecánica máxima, %	10	10	10	10
Suavidad, %		7 a 15	50 a 100	30 a 100
Contenido de Mezcla, %	---	---	---	4.7

Tabla 3.4. ESPECIFICACIONES ESTANDAR PARA PAPELES USADOS
EN FORMA CONTINUA PARA COMPUTADORA

Bases de peso 17 x 22 in - 500 ± 5, lb	12 - 20
Gramage, g/m	45 a 75
Contenido de fibra, %:	
Hoja libre	95% mínimo de pulpa química blanqueada 5% máxima de pulpa mecánica
Hoja blanqueada	25% mínimo de pulpa química blanqueada 75% máxima de pulpa mecánica

3.2 DEFECTOS DEL PAPEL

Durante la manufactura del papel, una gran cantidad de cosas pueden llegar a ser inadecuadas para reducir la calidad de la eventual hoja de papel. En una tecnología de producción en serie, donde el papel fabricado es usado para impresión y embalaje sobre equipo de alta velocidad, y donde los más altos estándares de calidad en un mínimo precio son insistidos a causa de la competición, aún defectos mínimos no son tolerados. Esto puede o no ser el caso en un área poco desarrollada en donde algunos errores pueden ser omitidos para no generar un gran

desembolso de tiempo y dinero que no es necesario utilizar debido al uso final que se pretende dar a ese papel.

A continuación se da una lista de los defectos que pueden ser encontrados en la fabricación del papel :

Agrietado.- Grietas abiertas a lo largo del pliegue cuando el papel es doblado; asimismo, en el acabado, cuando la capa del recubrimiento se desprende de la hoja.

Agujeros de alfiler.- Pequeños orificios causados por materiales rígidos que caen sobre la superficie de la hoja cuando esta pasa a través de la Calandria.

Arena.- Manchas abrasivas formadas en la hoja; estas pueden dañar las maquinas de impresión.

Dos lados.- Lados diferentes de una hoja ; diferentes en textura o color

Campana de aire.- Una burbuja, ampolla o una forma marcada en la superficie debido principalmente a que el papel no fue sometido a un secado uniforme.

Corte de cabello.- Un corte en una hoja de papel hecho por la calandria a causa de un cabello humano o una fibra larga enredada en la calandria.

Cráteres.- Pequeños hoyos en papeles recubiertos debido al rompimiento de campanas de aire.

Escala de blanqueo.- Mancha causada por el residuo de blanqueador no disuelto; usualmente de un color café claro, y quebradizo.

Escala de la Calandria.- Pequeños trocitos de pigmentos que son colectados sobre el rollo de la calandria y son transferidos a el papel.

Nudos.- Grumos en hoja causados por una incompleta desfibración de material que conforma la hoja.

M.- El papel que no es de primera calidad pero que posee una pequeña cantidad de defectos.

Manchas.- Pequeñas manchas causadas por una gran variedad de objetos o materiales extraños en la hoja.

Manchado.- Manchas causadas frecuentemente por moho.

Manchas de corteza.- Manchas cafés las cuales son piezas de corteza no removidas de la pulpa.

Manchas de lodo.- Manchas causadas por la acumulación de lodo en los batidores de fibra.

Manchas fijas.- Causadas por la acumulación de resinas en la madera.

Manchas muertas.- Areas mate en hojas con recubrimientos que le den gran lustre.

Marcas de gota.- Imperfección causada por el goteo de agua sobre una hoja que aún se esta haciendo.

Manchas de grasa.- Manchas en la hoja formadas por aceites o grasas, o una mancha delgada en la hoja debido a que la pulpa no pudo quedarse sobre un área grasienta o aceitosa sobre la pantalla del molde donde se forma la hoja.

N.- El papel que es inferior al "M" , usualmente papel de escritura.

Pelusa.- El polvo de algunas hojas. Fibras adheridas en la superficie de la hoja.

Polveado.- Un papel que despidе polvo o pelusa y así causa problemas en la impresión.

Quebrado.- El término general para el papel que tiene considerables defectos.

Rayas Húmedas.- Marcas de aplastamiento debidas al presionado o secado desigual de la hoja.

Sarro.- Trozos de papel arrastrados desde una hoja de papel y transportados a otra debido a fieltros adhesivos en las hojas.

Suciedad.- Cualquier cosa en el papel que no pueda ser de este, haciendo una marca o mancha en el papel.

Sucio.- El papel que tiene suciedad, no esta limpio.

3.3. ANALISIS FISICO

A continuación se describe como determinar las principales propiedades físicas del papel.

3.3.1. SUAVIDAD

Esta se mide con un micrómetro automático de suavidad, el cual indica las variaciones en el espesor de la hoja sobre áreas adyacentes muy pequeñas.

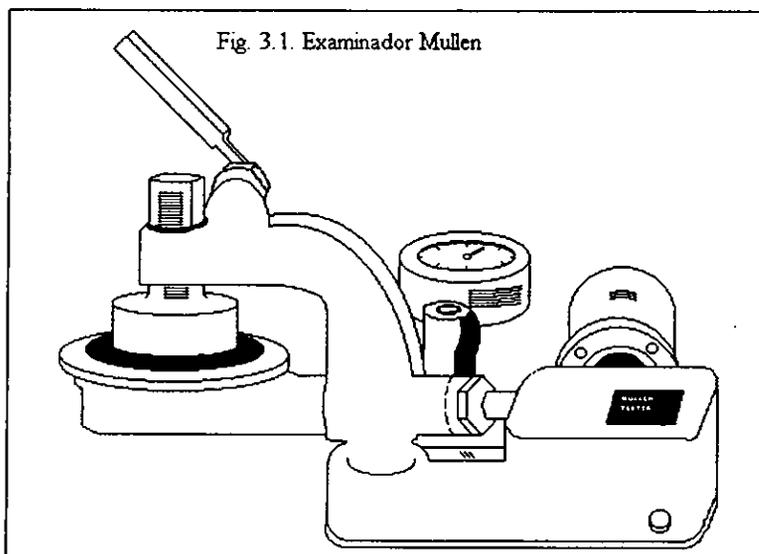
3.3.2. FUERZA BURST O MULLEN

La fuerza Burst o Mullen es la fuerza requerida para pasar a través de un orificio una pieza de papel.

Lo anterior es hecho mediante el Examinador Mullen, que consiste de dos argollas sobre un diafragma de goma, dichas argollas se encuentran empalmadas, y en un de dichas argollas se coloca la muestra de papel. Debajo de el diafragma de papel se encuentra un pequeño volumen de agua. Cuando dicho líquido es sometido a una presión neumática, dicho líquido ejerce a su vez una presión sobre el diafragma, el cual al expandirse provoca que el papel sufra una ruptura al pasar dicha muestra completa por una de las argollas, cuando esto sucede el aparato registra dicha medición.

Para ejercer dicha presión neumática, el aparato cuenta con un motor eléctrico de compresión.

Las lecturas son en libras por pulgada cuadrada, pero estas usualmente se llaman puntos de Mullen.



3.3.3. BASES DE PESO O PESO BASE

Las bases de peso o peso base es el peso de la unidad de área del papel, que se determina pesando una hoja de dimensiones conocidas, siendo ésta característica una de las más importantes, ya que de ella van a depender las demás.

Las unidades usadas varían considerablemente, pero generalmente se expresan en gramos por metro cuadrado ($gr./m^2$) y libras por pulgada cuadrada (lb/in^2)

Para su determinación existen dos métodos : el método de laboratorio y el método de fábrica.

Método de laboratorio

Se corta una muestra de dimensiones conocidas por medio de un escantillón de $1/20$ ó $1/8$ de m^2 y se procede a pesar.

El área escogida debe ser la máxima de acuerdo al tamaño de la muestra y la capacidad de la balanza. Si la muestra es particularmente pequeña se puede cortar en una forma rectangular de la mayor área posible y los lados se deben medir con exactitud en centímetros .

Para muestras mayores se pueden usar escantillones (reglas en forma de L) de $1/8$ ó $1/20$ de metro cuadrado, o cualquier otra medida que esté de acuerdo al ancho de la máquina de papel, con lo que los cálculos se simplifican.

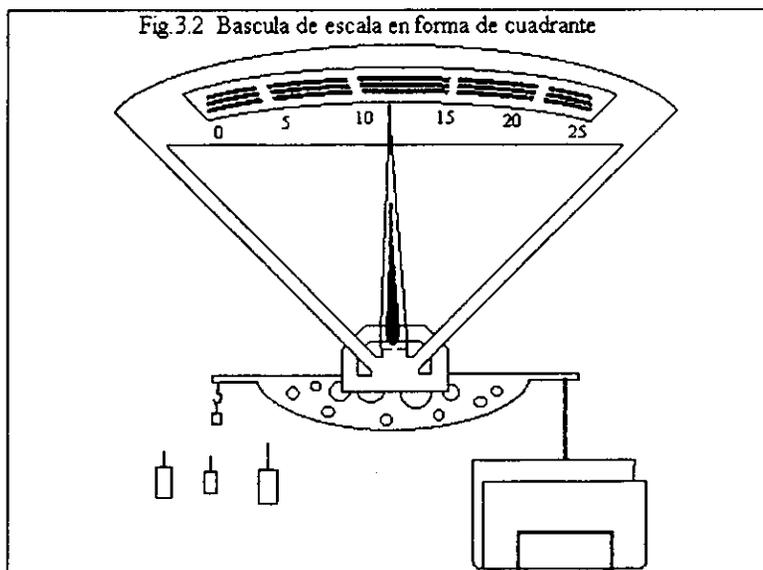
Se pesa en gramos el papel cortado en una balanza de laboratorio, y el peso base se procede a calcular.

Método de fábrica

Si hay suficiente cantidad de papel, se corta a un tamaño estándar por medio de un escantillón y se pesa en una báscula que da una lectura directa.

De éstas balanzas, la más común es la balanza de escala en forma de cuadrante, la que consta de un dispositivo de tres brazos que gira sobre un pivote y la muestra se coloca sobre el platillo que hay en uno de los brazos, mientras que el otro brazo tiene un contrapeso para balance y el tercer brazo la aguja indicadora.

La balanza debe ser exacta con $\pm 0.25\%$ del peso de la muestra y el error al cortar en el escantillón no debe de exceder de $\pm 0.5\%$ de las respectivas dimensiones, y la lectura debe estar representada por una aproximación del 1%.



3.3.4. ABSORCION

Este método determina la velocidad en la cual papeles absorbentes pueden absorber agua o tinta. Esto es especialmente útil en exámenes de absorbencia de papeles de toalla o papeles para desmanchar. Este método está basado sobre el tiempo requerido para absorber completamente una cantidad definida de agua o tinta.

Significado del examen.

Este examen es significativo en la determinación de la cantidad de tinta que puede ser absorbida por un papel desmanchador o la cantidad de agua que puede absorber un papel de toalla. Esto es importante con respecto a la habilidad de secado de la toalla y la cantidad de toallas necesarias para secar.

Aparatos

Los aparatos consisten de lo siguiente :

- (a) Una pipeta de un milímetro graduada en divisiones de 0.01 ml
- (b) Una malla de alambre del número cuatro
- (c) Un soporte
- (d) Un vidrio de reloj
- (e) Un cronómetro

Líquidos de examinación

- (a) *Agua*. Para el examen de absorción de agua, agua destilada
- (b) *Tinta Standard*. Para la absorción de tinta, use tinta estándar que tenga la siguiente composición :

Acido tánico , g	11.7
Cristales de ácido galico , g	3.8
Sulfato ferroso , g	15.0
Acido hidrociorhídrico, diluido , g	12.5
Acido carbólico, g	1.0
Azul soluble (Schultz No.539, índice de color 707), g	3.5
Agua	para crear un volumen de 1000 ml

La tinta puede ser preparada como sigue : Disolver el ácido tánico y el ácido galico en 400 ml de agua a 50°C. En otro vaso, disolver el sulfato ferroso en 200 ml de agua la cual contenga el ácido hidrociorhídrico. En un tercer vaso disolver el tinte

en 200 ml de agua. Mezclar las tres soluciones en un recipiente volumétrico, lavar los vasos con una pequeña porción de agua, y añadir dichos lavados a el recipiente. Adicionar el ácido carbólico. Diluir con agua hasta un litro.

Muestras

Cada muestra consiste de una hoja de papel de un tamaño aproximado de 4 por 4 pulgadas.

Procedimiento

El examen se realiza en condiciones estándar (20°C y 1 atm). Se coloca la muestra sobre la malla, la cual debe estar acomodada de tal forma que el líquido remanente en el papel se quede en el centro de la hoja de papel. Se llena la pipeta con el líquido examinador en una temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$. Sostener la pipeta en un ángulo de 30 grados (con respecto a la posición horizontal) . La punta de la pipeta debe estar en contacto con la superficie del papel al momento que el líquido examinador comience a fluir. Para un papel desmanchador exactamente un mililitro de tinta estándar debe ser usado, y el tiempo en que se lleve dicha absorción no debe ser menos de 4 , ni más de 6 segundos. Para el papel de toalla, 0.1 ml de agua se emplea. Mientras el líquido este fluyendo, mantener la punta de la pipeta inclinada.

Para papeles que tienen una baja velocidad de absorción, esto es el tiempo de absorción oscila entre 120 segundos, se cubre la muestra examinada con un vidrio de reloj para evitar la evaporación.

Se mide con un cronómetro el tiempo de absorción en segundos, desde que inicia el flujo del líquido hasta su completa absorción. Un igual número de exámenes puede ser hecho a cada lado de la hoja de papel y estos no deben ser menores de diez.

3.3.5. BRILLO

El brillo es el valor numérico de la reflectancia de una hoja de pulpa o papel a la luz en la porción azul del espectro luminoso, específicamente para una onda de longitud de 457 nm .

Hay diversos instrumentos usados para medir el brillo, tales como el General Electric Reflectometer, The Hunter Reflectometer y el Brightness Tester. La luz reflejada de la pulpa es medida sobre dichos reflectómetros en unidades de 0 a 100 en una longitud de onda de 457 nm. Para ajustar el aparato a cero en esa longitud de

onda se utiliza el óxido de magnesio puro. Una vez ajustado el aparato se procede a tomar la medición del brillo de la muestra, que como se dijo anteriormente oscila de 0 a 100.

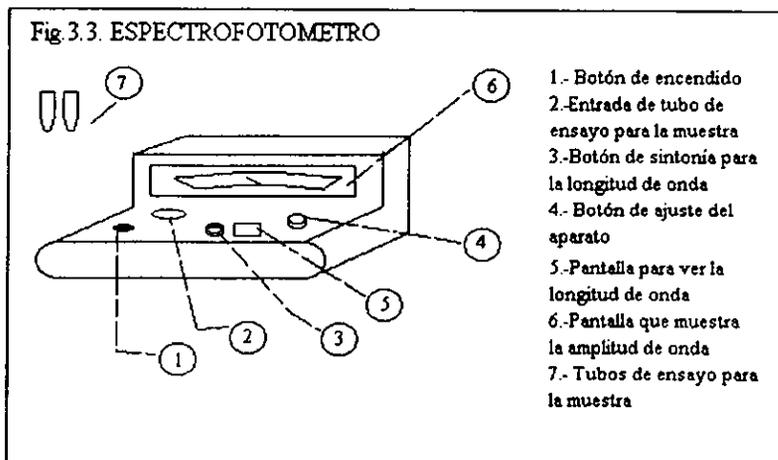
3.6. OPACIDAD

La opacidad es una propiedad óptica fundamental de un papel como un todo, aún la medición de la opacidad es empírica. La opacidad de una hoja es influenciada por la cantidad y clase de arcilla, grado de blanqueado de las fibras y el cocido. La utilidad del papel para libros, escritura, y bond es debido a su alta opacidad.

La opacidad es definida como 100 veces la proporción de la luz reflejada por un papel cuando este regresa la luz con un 5% de reflectancia o menos, R_o , entre la luz reflejada por una pila ancha de la misma clase de papel, R_a

$$Co = \text{Opacidad} = 100(R_o/R_a) \dots\dots\dots(3.1)$$

Para determinar R_o y R_a se utiliza un espectrofotometro o un reflectometro .La luz reflejada de la pulpa es medida sobre dichos aparatos en unidades de 0 a 100 en una longitud de onda de 572 nm. Para ajustar el aparato a cero en esa longitud de onda se utiliza el óxido de magnesio puro, libre de impurezas. Una vez ajustado el aparato se procede a tomar la medición del brillo de la muestra, que como se dijo anteriormente oscila de 0 a 100.



Para determinar R_o se coloca una muestra de papel sin doblar sobre el tubo del aparato y se procede a tomar la lectura. Para determinar R_a se procede a doblar a la mitad en forma simétrica el papel utilizado para determinar R_o , se coloca el papel doblado en el tubo del aparato y se procede a tomar la lectura R_a .

3.3.7. ESPESOR O CALIBRE

Este se mide con un micrómetro, el cual da lecturas en milésimas de pulgada y permite la estimación de diezmilésimas de pulgada.

3.4. ANALISIS QUIMICO

A continuación se describe como determinar las principales propiedades químicas del papel.

3.4.1. DETERMINACION DE LA CELULOSA

En tres sustancias la celulosa puede ser separada arbitrariamente por tratamiento con una solución de hidróxido de sodio. Estas sustancias son : celulosa alfa, beta y gama. Las proporciones de celulosa alfa, beta y gama varían con la fuente y las condiciones de extracción, tales como el porcentaje de hidróxido de sodio en solución, el tiempo de inmersión en solución, la temperatura, etc.

La porción más deseable de la celulosa para muchos propósitos es la celulosa alfa. Esta es la parte que le da continuidad y evita los cambios en los grupos de celulosa. Los derivados de la celulosa, rayón y papeles permanentes son especialmente purificados para tener un alto contenido de celulosa alfa. La celulosa en la madera es destruida en algunos momentos en el proceso de extracción . El cocinado, blanqueado, exposición a la luz, calor y aire pueden causar algún deterioro a la estructura. El porcentaje de celulosa alfa es por tanto una medida de la estabilidad de una pulpa.

3.4.1. DETERMINACION DE LA CELULOSA ALFA

La celulosa alfa es la fracción de pulpa que no se disuelve en solución acuosa al 17.5% de hidróxido de sodio (NaOH) a una temperatura de 20°C.

Si la muestra se presenta en forma de planchas, es necesario cortarla en trozos de 5 y 10 metros de ancho, no debiendo emplear tijeras. Los trozos obtenidos se disponen sobre una bandeja y se exponen al aire del laboratorio por lo menos

durante 40 horas, esto con el fin de obtener un contenido de humedad en equilibrio con las condiciones ambientales.

El crisol y el pesafiltro se secan hasta peso constante con la aproximación de 0.5 mg en una estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Después se coloca el crisol en su pesafiltro y se cierra herméticamente.

Tanto el crisol como el pesafiltro se dejan enfriar por lo menos una hora en el desecador, se afloja ligeramente la tapa del pesafiltro para igualar la presión y se pesa con precisión de un miligramo.

Se pesan así con una aproximación de 5 mg el equivalente de unos 3 gramos de pulpa seca. Simultáneamente se pesa otra porción y se determina el contenido exacto de humedad.

Posteriormente la muestra se transfiere para someterla a tratamiento alcalino en un vaso de precipitado de 250 ml colocado en un baño maría.

Se mide en una probeta graduada de 75 ml de la solución de NaOH al 17.5% a 20°C , la pulpa se humedece con 15 ml de la solución de NaOH y se macera suavemente con la varilla de vidrio durante un minuto, agregando 10 ml más y mezclándola durante 45 segundos, después se añaden otros 10 ml y se mezclan durante 15 segundos de manera que transcurridos dos minutos se tengan 35 ml de solución de NaOH, formándose así una masa ligera libre de proporciones sin homogenizar con la mínima maceración.

La mezcla a continuación se agita y se deja en reposo durante 3 minutos y sin sacar el vaso del baño maría se agregan 10 ml de la solución de NaOH el 17.5% mezclando con la varilla de vidrio durante 10 minutos y agregando los 30 ml remanentes de solución de NaOH en proporciones de 10 ml después de 2.5, 5 y 7.5 minutos transcurrido el período de los 10 minutos señalados, en seguida se cubre el vaso con un vidrio de reloj sin retirar la varilla y se deja la mezcla en el baño maría durante 30 minutos más requiriéndose así un total de 45 minutos después de haber agregado la primera porción de solución de NaOH.

Como siguiente paso se agregan 100 ml de agua a 20°C , rápidamente se mezclan y dicha mezcla se deja diluida en el baño maría por un lapso adicional de 30 minutos, o sea que en el período total en contacto con la solución es de 75 minutos.

Se puede resumir la adición de NaOH en la siguiente tabla:

Tabla 3.0. Adición de NaOH

Tiempo en minutos	Volumen de NaOH al 17.5 % en ml
0	15
1	10
1 3/4	10
5	10
7 1/2	10
10	10
12 1/2	10

Posteriormente se vierte el contenido en el crisol tarado conectado a un kitasato limpio. Si en el filtrado se observan fibras suspendidas, se pasa éste para su retención a través de la masa de pulpa. Se lavan el vaso y el residuo con 25 ml de solución de NaOH al 8.3% a 20°C y se transfieren cuantitativamente todas las fibras al crisol.

Durante la filtración se debe mantener la pulpa cubierta por la solución para impedir el paso del aire a través de la pulpa.

No debe demorarse la filtración más de 5 minutos, si la pulpa es difícil de filtrar y se requiere más de 5 minutos, entonces se disminuye el tiempo de reposo de 30 minutos para las subsiguientes muestras.

Utilizando otro matraz de filtración se lava el residuo del crisol con 400 ml adicionales de agua, descartando el filtrado. Se desconecta el tubo de succión, se llena el crisol con solución de ácido acético 2N a 20°C y se deja humedecer el residuo 5 minutos, se elimina el ácido acético aplicando succión y se lava el residuo con agua hasta eliminar la acidez. No es necesario que el agua esté a 20°C.

Después, se limpian el fondo y las paredes del crisol con un paño limpio, se coloca en la estufa a 105°C ± 3°C junto con el pesafiltro, se seca hasta peso constante, dejándolo enfriar y se pesa con el pesafiltro como se indicó anteriormente.

Se debe evitar un calentamiento prolongado ya que después de que llega un mínimo se presenta un aumento de peso.

El contenido de celulosa alfa se calcula con la siguiente fórmula:

$$\alpha = (G_1/G) * 100 \dots\dots\dots (3.4)$$

Donde :

- α = contenido de celulosa alfa en tanto porciento
- G = peso de la probeta libre de humedad, en gramos
- G₁ = peso del residuo, en gramos

3.4.2. MEDICION Y EVALUACION DE LA HUMEDAD

Para esta determinación los pesa filtros con tapadera son los más usados, si la muestra es del orden de dos gramos el volumen debe ser de 100 ml.

La muestra debe ser preferentemente no menor de dos gramos cuando la humedad se determina con el propósito de usar este dato para análisis químico del papel. El procedimiento comienza al determinar el peso del pesa filtros seco en la estufa a 105°C ± 3°C por una hora,; colocar la muestra de papel, pesar nuevamente la muestra más el pesa filtro el cual deberá taparse rápidamente. Al poner la muestra en el pesa filtro se deben usar pinzas para evitar cambios en la humedad del papel. Enseguida se coloca en la estufa el pesa filtro conteniendo la muestra a una temperatura de 105°C ± 3°C durante 15 minutos. Por último se recomienda enfriar en el desecador por espacio de 5 minutos y volver a pesar.

Para calcular la humedad basado en el peso original de la muestra, la fórmula es la siguiente:

$$\% \text{ de humedad} = (P_1 - P_2) / P_1 * 100 \dots\dots\dots (3.4.a)$$

En donde :

- P₁ = Peso original de la muestra
- P₂ = Peso de la muestra después de secado.

3.4.3. MEDICION Y EVALUACION DE CENIZAS

El contenido de cenizas en un papel esta definido como el residuo después de la combustión completa a 925°C ± 25°C.

Las cenizas están constituidas de residuos de sustancias químicas en la manufactura del papel, rellenos, recubrimientos, pigmentos y material mineral contenido en la pulpa y con el cual fue hecho el papel.

Para esta determinación se necesitan muestras de papel pequeñas con un peso aproximado de 10 mg de cenizas.

El crisol una vez que está limpio debe calentarse en la mufla a $925^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, posteriormente se enfriará con un desecador y se pesará en la balanza analítica.

La muestra de papel se coloca en el crisol para quemarlo directamente sobre la flama de un mechero, luego se coloca el crisol en la mufla a $925^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ por un período de cuando menos 3 horas o más si es necesario.

Cuando el papel esta completamente quemado, es decir que no contiene partículas negras, se sacará el crisol de la mufla, tapándolo, para permitir que se enfríe un poco, en seguida se pondrá en el desecador para que se enfríe a la temperatura ambiente. Por último se pesará nuevamente el crisol con las cenizas en la balanza analítica.

Se calcula el porciento de cenizas basado en el peso seco de muestra de papel inicial.

Se reporta el porciento de cenizas basado en el peso libre de humedad, con acercamientos de 0.05% para papeles con 5% de cenizas, de 0.1% para papeles con cenizas entre 5 y 10% y de 0.2% para papeles con cenizas arriba de 10%.

Con la siguiente formula se obtiene el porciento de cenizas :

$$CZ = (\text{gramos después de combustión} / \text{gramos secos antes de combustión}) \times 100 \dots\dots\dots(3.4b)$$

donde: CZ = Porciento de cenizas

3.4.4. MEDICION Y EVALUACION DEL ALMIDON

El almidón solo modifica las técnicas de oxidación convencional o conversión enzimática, los cuales son usados como adición de batido o superficie de encolado.

El procedimiento que se describe a continuación mide el contenido total de almidón y no muestra diferencia alguna entre el almidón que se encuentra dentro y sobre la superficie de papel.

Para cada unidad de prueba, se obtendrá una muestra que debe pesar de 5mg a 1 gramo. La muestra se cortará en piezas de 0.5 a 1.0 cm², se desintegrará en 60 ±

20 ml de agua destilada y se transportará cuantitativamente a unos 250 ml. Posteriormente se calentará abajo del punto de ebullición durante 15 minutos y se verterá el contenido al embudo de succión sobre el matraz kitasato de succión. Para desaguar y lavar el residuo con 10 ó 12 ml de agua caliente, se girará la llave de 3 pasos en la línea de succión, conectando el frasco con el tubo. En seguida soplar el tubo ligeramente para producir menos presión en la presión en el frasco. Finalmente cerrar la llave. Posteriormente añadir 25 ml de ácido clorhídrico al crisol filtro y aplicar la succión, reestableciendo la presión en el frasco de apoyo repitiendo la extracción por un lapso de tres minutos con 25 ml de ácido clorhídrico.

Después de desaguar y aplicar la presión de apoyo y añadir 25 ml de ácido clorhídrico concentrado en el filtrado, el residuo es lavado con 200 ml de agua caliente y para completar la prueba remover el almidón adicionando de una a dos gotas de yodo diluido. La apariencia de un color azul será vestigio de almidón residual.

Por último con el objeto de ver si es necesario proceder a una centrifugación para separar el material extraño, en caso de existir, se pasará la solución de almidón a un frasco volumétrico de 500 ml, enfriando y diluyendo hasta la marca señalada en el frasco mencionado, mezclando perfectamente para ver si la solución es turbia.

Se lee el contenido de almidón como un porcentaje del papel seco.

3.4.5. MEDICION Y EVALUACION DEL pH

Se utiliza el método de extracción en frío.

La medición de pH se realiza a través de un potenciómetro.

Antes de realizar la medición del pH de la muestra, se debe de calibrar el aparato a un pH de 4.0 usando el bufer de una solución con un pH conocido, volviendo a revisar con el bufer de fosfato, el cual tiene un pH de 6.8 a 6.9.

Para esta prueba es necesario tener como mínimo 3 muestras. Las muestras se obtendrán de manera aleatoria del lote de papel a ser analizado. El tamaño de la muestra de prueba puede variar, pero su área por lo general se compondrá de 400 cm².

La muestra de papel se transfiere (evitar el contacto de la piel de los dedos con el papel) a un frasco volumétrico de 100 ml, añadiendo aproximadamente 5 ml de agua destilada y batir hasta humedecer. Agregar más agua hasta completar 70 ml y

volver a batir perfectamente, tapando el frasco con un vidrio de reloj y metiéndolo a un cuarto de temperatura a $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante una hora.

Después de calibrar el instrumento, menear y medir el pH del extracto de la mezcla con el potenciómetro se registra el pH dejando los electrodos en la solución durante un tiempo de 30 segundos.

Con el fin de evitar valores erróneos, se lavarán nuevamente los electrodos en agua destilada, después de cada medición de las muestras y se recomienda recalibrar frecuentemente. El valor de pH reportado será el valor promedio obtenido en las determinaciones realizadas.

3.4.6.COMPOSICION DE LA FIBRA

Las fibras pueden ser identificadas bajo el microscopio de dos maneras:

(1) *APARIENCIA*. Las fibras de cada especie de árbol tienen diferente estructura. Las fibras de pino tienen más pronunciado el espaciamiento entre fibras, mientras las fibras de abeto tienen muy poco espaciamiento entre fibras, y las fibras de madera dura son cortas, delgadas y puntiagudas, y tienen amplios segmentos semejantes a un trapecio. Las fibras mecánicas son identificadas por la presencia de hileras de células rectangulares de enzima localizadas alrededor de las fibras.

(2) *COLOR DESARROLLADO POR TINTURA* (Método TAPPI T401). Cada proceso de manufactura produce una fibra que varía su naturaleza química de acuerdo al tipo de químicos usados en el cocido de la pulpa. Esta diferencia es muy marcada cuando las fibras son tratadas con una solución de tintura, tal como yodocloruro de zinc (tintura de Herzberg). Las fibras químicas, tales como sulfito y sulfato son azules, las fibras mecánicas son amarillas, y las fibras de trapo son rojas o naranjas. Las fibras químicas asimismo pueden ser diferenciadas por un color rosa lavanda ligero ó un color púrpura de las fibras de sulfito contra un azul profundo para las fibras de sulfato.

Para determinar el porcentaje de cada tipo de fibra, el papel es desintegrado hasta formar una pulpa, la cual es colocada en un portaobjetos seco y coloreada con una solución de tintura dada, y examinada bajo el microscopio. La resolución usada es 100X. En el lente ocular se monta otro lente que contiene un par de líneas entrecruzadas formando una cruz. La placa es movida de atrás hacia adelante y el número de fibras de un tipo dado pasando por debajo de el centro de la cruz es contado. De el número total de fibras, la proporción de cada tipo es calculada.

Una corrección necesita ser aplicada debido a que las diferentes especies de maderas contienen un número diferente de fibras por unidad de peso. Un gramo de fibras de chopo puede tener el doble de fibras que tiene un gramo de abeto debido a que estas son más pequeñas y delgadas. Un factor de 0.6 es por tanto aplicado para el conteo de las fibras de chopo. Asimismo cada especie de madera puede tener su propio factor de peso. Para simplificar el método un factor fue usado para todas las fibras coníferas y otro factor para todas las fibras caducas.

Algunos de los más comunes factores de peso en uso son :

Fibras de trapo	1.00
FIBRAS DE CONIFERAS	
Sulfito y kraft blanqueadas o no blanqueadas	0.90
FIBRAS CADUCAS	
Sulfato y sulfito	0.60
Mecánica	1.30

La identificación de fibras de acuerdo a las especies no es fácil debido a que en el proceso de abatimiento se pueden mutilar las fibras, con lo cual su identificación es más difícil. En una empresa donde el proceso y la pulpa son constantes, los análisis de fibra rutinarios pueden ejecutarse con un margen de error del 1 al 2 %. Donde la fuente de la pulpa es desconocida, la precisión de un análisis de fibra puede aumentar dicho rango, teniendo un margen mínimo de error de un 5%.

Además de la tintura de Herzberg , existen otras tinturas como la de Graff C y la de Wilson, las cuales además permiten indicar el grado de cocción (pulpa cocida vs pulpa sin cocer) y el grado de blanqueado (pulpa blanqueda vs pulpa sin blanquear).

3.5. APLICACION DE LOS METODOS ESTADISTICOS A LOS DATOS

Como se mencionó al principio del capítulo, el control de calidad comienza con la determinación de las propiedades del producto a ser analizado. La inspección de cada pieza producida , por lo general no es económico y aún imposible si la inspección o análisis incluye pruebas en que se destruyen los artículos, por lo que para dicha determinación de propiedades se toman muestras o lotes de producto que por lo general en la práctica es de tres a diez artículos por lote.

El control moderno de calidad requiere no solo la examinación de productos, sino asimismo la interpretación de los datos de acuerdo a la leyes de estadística. Por ejemplo el examinar las bases de peso en intervalos regulares de hoja de papel que sale de la máquina no es suficiente para decir si la máquina esta

funcionando adecuadamente. Suponga el dato más pequeño que esta pueda tener. Puede este indicar que la máquina no esta trabajando adecuadamente, o esta es la diferencia debida a una variación natural incontrolable en la operación de la máquina?. Obviamente si esta es una gran diferencia, la primera es verdadera. Si esta es una pequeña diferencia, la segunda es verdadera. El operador de la máquina necesita decidir si realiza un cambio en la máquina o continua la corrida sin cambios. Frecuentemente el operador trata de corregir esto bajando excesivamente el peso, necesitando otro cambio para llevarlo arriba de nuevo. Quizá si tiene pérdida en la descarga de la máquina, la próxima vez el realizaría alguna variación entre el peso deseado o requerido. Si este fuera el caso, la máquina puede por tanto estar funcionando adecuadamente, produciendo papel, el cual sobre el promedio sería correcto. La variación notada puede ser debido a fuentes incontrolables y puede no requerir un cambio para asegurar su corrección.

Un viejo adagio en la industria papelera dice que los empresarios de la industria prefieren ver la máquina estable y al operario desocupado y relajado, que ver a estos cerca de la precipitación, fracturando el producto de salida y realizando cambios. La razón es obvia, en el primer caso la máquina esta creando papel -rollo tras rollo- y la compañía esta obteniendo ganancias. En el segundo caso, la máquina esta abajo de lo requerido - el papel no esta siendo producido, y la compañía esta perdiendo dinero.

La pregunta para decidir es: ¿cuando es una variación significativa?. Los métodos de estadística están basados sobre el principio de que las variaciones en el examen de un producto siempre existen.

Una hipotética variación de datos puede ser usada como un ejemplo de estas variaciones. Si diez muestras fueron cortadas de el riel de una máquina de papel a intervalos regulares, estos podrían variar en peso desde 42 hasta 38 lb para una hoja de 40 lb como sigue :

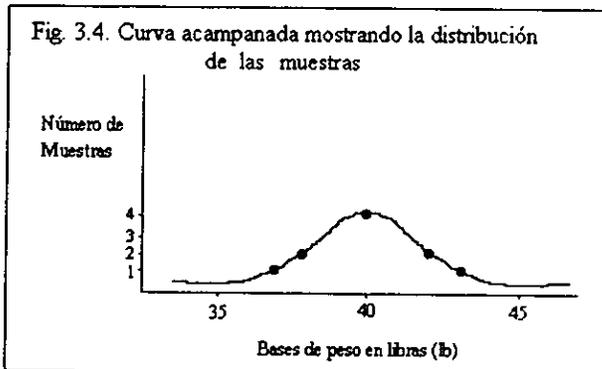
Primera muestra	42 lb
Segunda muestra	40 lb
tercera muestra	40 lb
Cuarta muestra	41 lb
Quinta muestra	40 lb
Sexta muestra	38 lb
Séptima muestra	39 lb
Octava muestra	40 lb
Novena muestra	41 lb
Décima muestra	39 lb

Total : 400 lb

$$\text{Promedio o media} = \frac{\text{suma de pesos}}{\text{Número de muestras}} = \frac{\sum W}{n} = \frac{400}{n} = 40 \text{ lb}$$

Esto puede representar una distribución normal porque hay tantos arriba como abajo de 40. Un 42 comparado con un 38, dos 41 comparado con dos 39, y un 40. Estas variaciones son esperadas porque ellas siguen la ley del cambio. De acuerdo a esta ley, si una sola medición es repetida muchas veces, digamos diez veces, la mayor parte de las lecturas pueden ser agrupadas en la media o promedio mientras el número más pequeño de lecturas puede estar en los extremos.

En el caso anterior, cuatro lecturas fueron en 40, solo una (42) fue 2 arriba, y solo una (38) fue 2 abajo. Esto puede ser mostrado por una curva (fig.3.4). La curva en forma de campana indica que una condición normal existe.



La carta de control de estas muestras puede ser determinada por la simple medición de bases de peso si la máquina esta operando normalmente o si algo esta mal.

Para realizar esto, la desviación estándar (σ) necesita ser calculada como sigue :

- Paso 1.- Tomar las diferencias entre cada lectura y el promedio
- Paso 2.- Cuadrado de cada diferencia
- Paso 3.- Adicionar estas diferencias
- Paso 4.- Dividir esta suma por el número de lecturas
- Paso 5.- Tomar la raíz cuadrada de el cuadrado de esta media para obtener la desviación estándar

La desviación estándar es la raíz cuadrada de el promedio de cuadrados de las diferencias entre cada lectura y el promedio estándar de desviación.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{\eta}} \dots\dots\dots (3.5)$$

Donde X = lectura actual ; \bar{X} = lectura promedio ; y
 η = número de lecturas

La desviación estándar de el ejemplo puede ser encontrada como sigue :

η	X	\bar{X}	X- \bar{X}	$(X - \bar{X})^2$
1	42	40	2	2 ² = 4
2	40	40	0	
3	40	40	0	
4	41	40	1	1 ² = 1
5	40	40	0	
6	38	40	-2	-2 ² = 4
7	39	40	-1	-1 ² = 1
8	40	40	0	
9	41	40	1	1 ² = 1
10	39	40	-1	-1 ² = 1
				12 (total)

$$\sum(X - \bar{X})^2 = 12 \qquad \eta = 10$$

$$\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{\eta} = \frac{12}{10} = 1.2$$

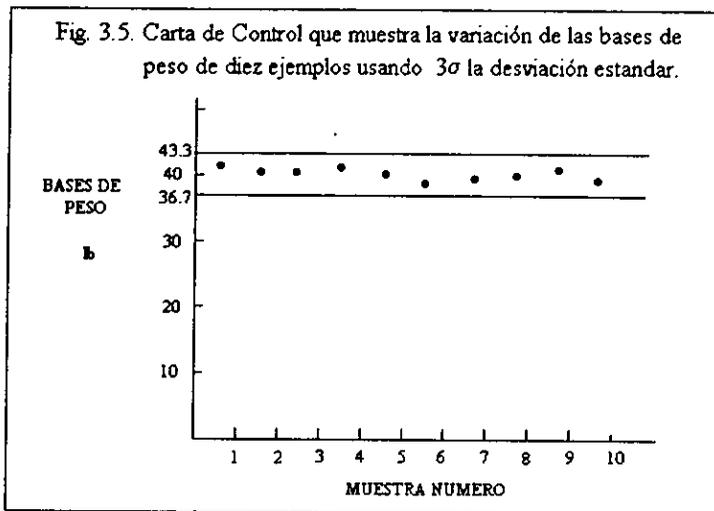
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{\eta}} = \sqrt{1.2}$$

$$\sigma = 1.1$$

Ahora que la desviación estándar es conocida, los límites superior e inferior de la carta de control pueden ser calculados. Tres veces la desviación estándar (3 σ) es usualmente tomada como los límites. En este ejemplo, el límite superior puede ser 40 + 3.3. (40 + 3 x 1.1 = 43.3) y el límite inferior 40 - 3.3 (40 - 3 x 1.1 = 36.7).

Ahora nosotros podremos construir nuestra carta de control (ver fig.3.5)

Estos límites nos indican que variaciones esperar para una medición de base de peso hecha. Si la máquina esta operando apropiadamente, cuando se toma una muestra de papel, esta puede estar dentro del límite de 43.3 y 36.7 lb. Si ésta no está dentro de estos límites, entonces la máquina esta distante y necesita corrección. Esto está basado sobre el razonamiento de que 997 de 1000 muestras pueden estar dentro de estos límites. Solo tres de 1000 muestras pueden estar fuera de estos límites si la máquina fuera operada satisfactoriamente. Este es un pequeño porcentaje. Por tanto si un lote de muestras es pesada y este se encuentra fuera de los límites , es seguro decir que la máquina se encuentra distante y necesita corrección. Si esta se encuentra dentro de los límites, la máquina esta trabajando bien y no necesita ser ajustada. La carta de control es de este modo usada para decimos si un proceso es satisfactorio o no.



Las leyes de estadística pueden decimos donde fijar los límites si nosotros buscamos cerrar el control. Si los límites son dos veces la desviación estándar (2σ), esto es $2 \times 1.1 = 2.2$, el límite superior puede ser $40 + 2.2 = 42.2$ y el límite inferior puede ser $40 - 2.2 = 37.8$ y podremos encontrar 95% ó 950 de 1000 exámenes dentro de los límites. Si fijamos el límite en una vez la desviación estándar ó $1 \times 1.1 = 1.1$, el límite superior sería $40 + 1.1 = 41.1$ y el límite inferior puede ser $40 - 1.1 = 38.9$, encontraremos 68.3% ó 683 de 1000 lecturas dentro de estos límites. Para conseguir que el 50% de nuestras lecturas caigan dentro de los límites, los límites tienen que

ser fijados en 0.67 veces la desviación estándar ó $0.67 \times 1.1 = 0.7$, o límite superior de $40 + 0.7 = 40.7$ y límite inferior de $40 - 0.7 = 39.3$.

En vez de construir una carta de control en base a 10 lecturas, miles de exámenes necesitan ser realizados por un largo periodo de tiempo para cubrir todos los tipos de variaciones normales. En menos de un año es necesario cubrir todos los tipos de variaciones que son incontrolables tales como cambios en el suministro de agua debido al clima, cambios en el suministro de madera, y otros. Después de realizar miles de lecturas, una desviación estándar puede ser calculada para fijar los límites. Para usar 3 ó 2 ó 1 en la fijación de los límites es necesario determinar desde la consideración de la demanda del consumidor para ver el cerrado de control contra el costo de operación en tal control. Estos límites pueden siempre ser cambiados en el futuro conforme se vaya adquiriendo experiencia, dichos límites pueden ser examinados cada seis meses.

La estadística puede ser usada para montar especificaciones de aceptación, no solo para productos terminados, sino también para materias primas. Muy frecuentemente las especificaciones son fijadas arbitrariamente sin considerar si pueden o no ser realistas. Un estudio estadístico puede mostrar que especificaciones pueden estar dentro del control y al mismo tiempo satisfacer al consumidor.

Capítulo 4

MRP II

Capítulo 4

4.0. MRP II

La Planeación de Recursos de Materiales (MRP II) es un método de planeación que permite controlar todos los recursos de una compañía productora, tanto a nivel productivo como a nivel administrativo. MRP II integra las áreas de ventas, operaciones y finanzas bajo un mismo sistema.(20)

El MRP II tuvo su origen en la Planeación de requerimientos de Materiales (MRP) que nace a principios de los 60's, la cual es esencialmente una técnica de Planeación de materiales e inventarios.

Los principales beneficios que genera MRP II en las empresas son :

- Mejora el servicio a clientes
- Minimiza los inventarios
- Reduce los costos a mediano y largo plazo
- Mejora el control financiero
- Eleva la productividad
- Controla la cantidad de requerimientos (Materias primas, productos semiterminados y productos terminados).

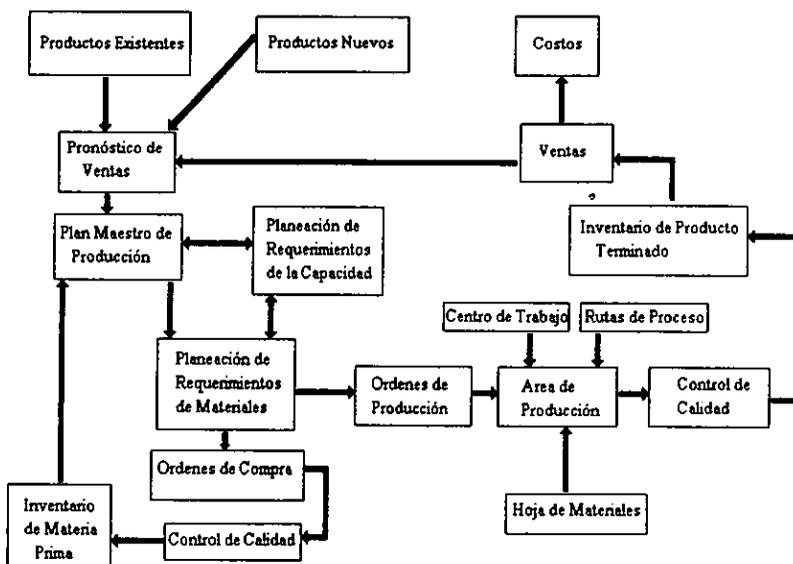
El uso de la computadora hace más eficiente el funcionamiento del MRP II, por medio de esta se mejora el rendimiento y obtención de resultados. MRP II es el vehículo para alcanzar planes y programas válidos no solamente en la compra de materiales, sino también en programas de embarques a clientes, requerimientos de personal y maquinaria; así como también del área de finanzas. Es por eso, que el concepto de MRP/MRP II, puede ser considerado como la base de la verdadera productividad. Aunque debe considerarse que todas las empresas funcionan bajo un sistema de MRP/MRP II, no todas cuentan con un sistema computacional debido a que son muy costosos; y solamente las grandes empresas productoras cuentan con este sistema.

En la figura 4.1. se muestra el modelo de implantación del MRP II.

La implantación del MRP II inicia con el desarrollo del **Pronóstico de ventas**, y es donde la mayor parte de las empresas se soportan para la fabricación de sus productos. Las empresas grandes desarrollan sus planes de ventas en base a un pronóstico de ventas, de acuerdo a las necesidades de consumo que se vaya teniendo por parte del mercado.

En base al pronóstico de ventas y a la cantidad de inventarios existente, el planeador inicia con el **Plan Maestro de Producción**, en el cual se llevará un control de las órdenes de producción (productos terminados) para cumplir con los requerimientos de ventas (pronóstico de ventas). Una vez que se han realizado los ajustes necesarios para cumplir con los requerimientos de ventas (pronóstico de ventas), en base al Plan Maestro de Producción, se puede iniciar con la **Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP)**; es decir la cantidad necesaria de materiales para la elaboración de productos.

Fig.4.1. DIAGRAMA GENERAL DEL MRP II



La Planeación de los Requerimientos de Materiales ayuda a tener un control administrativo directamente ligado con el área productiva, indicando las fechas en las que se deben emitir órdenes de producción o indicar en que momento se deben realizar órdenes de compra, cuando las materias primas no se encuentran en existencia. En el Plan Maestro de Producción también se emiten órdenes de producción referentes a producto terminado y el MRP realiza órdenes de producción para producto semiterminado.

El Plan Maestro de Producción (MPS) y la planeación de los requerimientos de materiales (MRP) están ligadas a la **Planeación de los Requerimientos de la Capacidad (CRP)**, la cual indica la carga de trabajo planeada que está contemplada en

cada centro de trabajo (máquina o algún grupo de personas que intervengan en la elaboración del producto), cuya función principal es visualizar si se tiene contemplado cumplir con todas las órdenes de producción que tienen planeadas fabricar. En caso de que no exista el tiempo suficiente para cumplir con los planes de producción el planeador de la producción será el indicado de balancear la carga de trabajo en los centros de trabajo.

Por último, todos los planes realizados se llevarán a cabo en el **Area de Producción**. Su principal fundamento, es determinar como serán llevadas a cabo cada una de las decisiones tomadas durante la etapa de planeación y así como también comparar los resultados obtenidos contra los planes realizados en la fabricación de sus productos.

A continuación se describirán más detalladamente las principales etapas del modelo de implantación del MRP II a una empresa.

4.1. PRONOSTICO DE VENTAS

El pronóstico de ventas es la estimación de los requerimientos de venta en un futuro para abastecer la demanda que sufrirá el mercado. Puede realizarse una proyección en el futuro utilizando medios matemáticos y basándose en datos históricos.

En productos existentes se realiza un análisis histórico de sus ventas, mientras que en artículos nuevos se realizan estudios de mercado detallados.

El área encargada de generar el pronóstico de ventas deberá tener los criterios necesarios del plazo de terminación del producto, con el propósito de que el requerimiento de ventas realizado en la fecha planeada cumpla con la fecha de terminación del producto (caso ideal). Si el horizonte del pronóstico es más corto, entonces las primeras actividades de producción, así como la realización de órdenes de compra para componentes con tiempo de entrega largo generarán un pronóstico con desviaciones grandes. Por éstas razones, las áreas relacionadas con la producción, necesitan tener un estimado a futuro para planear con el tiempo necesario los requerimientos de las materias primas y así controlar los inventarios en cada una de las áreas de producción.

A continuación se mencionarán dos técnicas para la generación de pronósticos.

4.1.1. REGRESION LINEAL

Se basa en que el conjunto de datos se ajusta a una línea recta.(24)

Dados un conjunto de datos de la forma :

x	y
x ₁	y ₁
x ₂	y ₂
x ₃	y ₃
x _n	y _n

Estos se pueden representar mediante la ecuación de una línea recta :

$$y = a_0 + a_1 x \dots\dots\dots (4.1)$$

Donde:

$$a_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - a_1 \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \right)$$

Donde:

n = número de datos

x_i = x₁ . x₂ . x₃ x_n

y_i = y₁ . y₂ . y₃ y_n

A Tráves de la ecuación 4.1 se puede interpolar para predecir valores de y.

El coeficiente de correlación nos indica el porciento de exactitud que nosotros podemos tener al utilizar esta ecuación. El coeficiente de correlación (r) se puede determinar mediante:

$$r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \dots\dots\dots (4.1a)$$

Donde:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad \bar{y} \text{ es llamada media}$$

La medida que se utiliza para determinar que tan dispersos están los datos del modelo es la desviación estándar (s), y esta se puede calcular de la siguiente manera :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4.1b)$$

4.1.2. REGRESION POLINOMIAL

Se basa en que el conjunto de datos se ajusta a un polinomio de grado m.(24)

Dados un conjunto de datos de la forma :

x	y
x ₁	y ₁
x ₂	y ₂
x ₃	y ₃
x _n	y _n

Estos se pueden representar mediante la ecuación de un polinomio de m-ésimo grado:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_mx^m \dots\dots\dots(4.1.1)$$

Para encontrar a₀, a₁, a₂, ..., a_m es necesario resolver el siguiente sistema de ecuaciones :

$$\begin{aligned} a_0 n + a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^m &= \sum_{i=1}^n y_i \\ a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^3 + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} &= \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a_0 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^4 + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^{m+2} &= \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \\ \vdots & \vdots \\ a_0 \sum_{i=1}^n x_i^m + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^{m+2} + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^{2m} &= \sum_{i=1}^n x_i^m y_i \end{aligned}$$

Las ecuaciones anteriores son un sistema de ecuaciones simultáneas que tienen m + 1 incógnitas: a₀, a₁, ..., a_m.

Una vez resueltas las ecuaciones simultáneas, por medio de la ecuación 4.2 se puede interpolar para predecir los valores de y.

El error en la regresión polinomial se puede cuantificar mediante el error estándar (E), el cual se puede calcular de la siguiente manera:

$$E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2 - \dots - a_m x_i^m)^2}{n - (m + 1)}} \dots\dots\dots (4.1c)$$

El coeficiente de correlación (r) nos indica el porciento de exactitud que nosotros podemos tener al utilizar esta ecuación, y este se puede determinar mediante:

$$r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2 - \dots - a_m x_i^m)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \dots\dots\dots (4.1d)$$

4.2. PLAN MAESTRO DE PRODUCCION

Antes de describir lo que es el plan maestro de producción es necesario conocer acerca de los inventarios, a continuación hablaremos de ellos.

4.2.1. INVENTARIOS, SU MANEJO Y CONTROL

El inventario se compone de los artículos que se hayan en un almacén o en producción para mantener niveles adecuados de artículos a un costo mínimo pudiendo así satisfacer las necesidades tanto del cliente como del área de producción cuando así se requiera.

Lo importante en el almacenaje de materiales es :

- Tener en inventario solamente aquellos artículos de mayor consumo, (materia prima, productos semiterminados y terminados, herramientas, etc.).
- Contar con inventarios mínimos para la reducción de costos.

El principal objetivo de la administración de inventarios es contar con inventarios mínimos para así reducir costos, impuestos, deterioro de artículos, etc.

Los principales puntos a tratar en el manejo de inventarios para el buen control de inventarios son:

1. Formas de producir de las compañías
2. Tipos de producción
3. Servicio al cliente
4. Análisis ABC de inventarios
5. Inventarios de seguridad

4.2.1.1. FORMAS DE PRODUCIR DE LAS COMPAÑIAS (20)

Dependiendo de como realiza su producción , la compañía puede asumir las tres políticas siguientes:

Producir contra inventario.- En esta se mantiene un inventario de producto terminado. Se toma la decisión de producir contra inventario aquellos artículos de mayor consumo con una buena calidad y un precio razonable, debido a que el cliente no está dispuesto a tolerar que el producto se entregue con retraso, la empresa perdería el negocio frente a los competidores.

Producir ensamblados contra pedido.- Se mantiene un inventario de ensamblados, subensamblados y otros tipos de material para el acondicionamiento del producto. En este tipo de producción se ofrece una gran variedad de productos finales contra pedido. Las empresas deben contar con todas las partes necesarias para la terminación del producto. El cliente debe de quedar de acuerdo con la compañía en tener el producto en un corto tiempo de ensamblado.

Fabricación contra pedido.- Puede o no haber un inventario. La producción solo se realiza para la fabricación de artículos especiales.

4.2.1.2. TIPOS DE PRODUCCION

Cada industria presenta su propia manera de producir. Entre los procesos más importantes de producción se encuentran los procesos continuos y los procesos por lotes ó intermitentes.

El proceso continuo se encuentra en aquellas industrias dedicadas a la producción donde el proceso no puede ser interrumpido y tiene que trabajar durante todo el día. La planeación y el control de inventarios es realizada por la velocidad del flujo. La disponibilidad continua de materiales y de partes es fundamental, para que no haya necesidad de parar el proceso, por la existencia de materiales.

El proceso por lotes es un proceso discontinuo para producir un producto, este es empleado por aquellas empresas en las que por un mismo equipo se producen varios

productos. La planeación y el control de inventarios se realiza en base a las necesidades solicitadas por el cliente.

4.2.1.3. SERVICIO AL CLIENTE

El servicio al cliente es el conjunto de actividades interrelacionadas que ofrece un suministrador con el fin de que el cliente obtenga el producto en el momento y lugar adecuados y asegure un uso correcto del mismo.

Existen varias formas de medir el servicio al cliente, las cuales se realizan en mediciones de tipo porcentual, a continuación se citan estas:

- Ordenes de Producción embarcadas de acuerdo al programa
- Artículos de línea embarcados de acuerdo al programa
- Unidades totales de acuerdo al programa
- Valor monetario según las unidades embarcadas
- Días de operación con líneas por artículo con inventario.

Por ejemplo para calcular el servicio al cliente en base a las ordenes de producción teniendo los siguientes datos:

Artículo	Demanda real Anual (unidades)	Costo Unitario (\$)	Demanda Real Anual (\$)	Embarques Planeados Anuales (unidades)	Embarques Planeados Anuales (\$)
x	33 469	5.87	196 463	30 000	176 100

$$\% \text{ Servicio al cliente} = (\text{unidades embarcadas/demanda real}) \times 100$$

$$\% \text{ Servicio al cliente} = (30\ 000 / 33\ 469) \times 100 = 89.63 \%$$

El 89.63 % representa el servicio al cliente en base a los embarques planeados durante el año para el artículo x.

4.2.1.4. ANALISIS ABC DE INVENTARIOS

El análisis ABC es uno de los métodos más utilizados en las decisiones de tener o no inventarios.(21)

En general en este tipo de clasificación de inventarios existen tres tipos de categorías:

- A (Las más importantes)
- B (Importancia intermedia)
- C (Las menos importantes)

Para clasificar los inventarios por ABC se recomienda usar la ley de Pareto (80/20). Esta ley se basa en que el 20% de los materiales impactará en el 80% del costo, a estos materiales se les clasificará como A, mientras que del 20% al 60% de los materiales se les clasificará como B, y por último los materiales C serán los de menos impacto, el 40% restante.

Es importante mencionar que para hacer la clasificación ABC se tomarán dos criterios, el precio y el volumen de cada material. A los materiales que más atención se debe poner y controlar mas adecuadamente son los A, ya que estos son los que impactan el negocio fuertemente.

Procedimiento de un análisis ABC

Dados los siguientes datos en la tabla 4.3., se procederá a ejemplificar un análisis ABC.

Tabla 4.3. CONSUMO MENSUAL (Unidades)

Artículo	Costo Unitario	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1533.7	311	248	123	207	292	266	226	247	225	202	334	237
2	7.98	11118	14347	15994	14818	13723	12871	15479	11813	12121	16914	12842	15724
3	5.87	0	0	0	592	1763	2387	2001	4318	4520	9904	3243	4741
4	10.86	1097	740	1096	515	697	595	670	1577	281	776	445	480
5	5.87	816	835	1237	1103	831	780	1036	1173	798	711	490	662
6	4.51	435	201	422	233	178	285	837	889	311	417	341	256
7	48.32	74	70	95	107	54	25	77	90	226	176	173	159
8	1.43	0	0	1	121	36	90	213	1050	654	166	142	132
9	82.71	0	0	1	2	11	3	3	3	42	89	0	36
10	1.8	2762	2120	4032	4520	3949	3359	2335	5198	2773	4492	4633	2638

Para realizar la clasificación ABC es necesario calcular el costo mensual promedio (CMP) y el costo de consumo mensual (CCM).

El costo mensual promedio (CMP) se calcula de la manera siguiente:

$$\text{CMP} = (\text{consumo anual por artículo}) / (\text{No. de meses con movimiento})$$

El costo de consumo mensual (CCM) se calcula de la siguiente manera:

$$\text{CCM} = \text{Costo unitario} \times \text{CMP}$$

Una vez obtenido el costo de consumo mensual se procede a realizar la suma de este consumo para cada uno de los productos que componen la serie de artículos entre los cuales se está realizando el análisis ABC.

El cociente del costo de consumo mensual individual para cada uno de los artículos y la suma de los consumos mensuales de todos los productos da como resultado el % del costo de consumo mensual de cada artículo (ver tabla 4.4). En base a esto se calculan el porcentaje de costo de consumo mensual acumulado por artículo para determinar de una forma ordenada la clasificación ABC (ver tabla 4.4.).

Tabla 4.4. CLASIFICACION ABC DE LOS ARTICULOS

Art.	Consumo Anual (unidades)	Meses con Movimiento	Consumo Mensual promedio (unidades)	Costo de consumo mensual promedio (\$)	Costo de consumo mensual promedio (%)	Costo de consumo acumulado (%)	Clasificación
1	2918	12	243.17	372954.4	69.68	69.68	A
2	167764	12	13980.33	111563	20.84	90.52	A
3	33469	9	3718.78	21829.2	4.08	94.60	B
4	8969	12	747.42	8116.95	1.52	96.11	C
10	42811	12	3567.58	6421.65	1.20	97.31	C
7	1326	12	110.50	5339.36	1.00	98.31	C
5	10472	12	872.67	5122.55	0.96	99.27	C
6	4805	12	400.42	1805.88	0.34	99.60	C
9	190	9	21.11	1746.10	0.33	99.93	C
8	2605	10	260.50	372.52	0.07	100.00	C

4.2.1.5. INVENTARIO DE SEGURIDAD

El inventario de seguridad es un inventario de reserva de uno o varios materiales existentes en la empresa, para satisfacer desviaciones que se tengan con respecto a la demanda planeada que realiza el pronóstico de ventas.

Se pueden mantener en inventarios de seguridad la materia prima, producto semiterminado, materiales de envase y empaque y de producto terminado.

Calculo del Inventario de Seguridad

El primer paso a seguir es el cálculo de un factor de servicio $F(S)$, el cual se puede calcular de la siguiente manera :

$$F(S) = \frac{Q(1-NS)}{(P) \times (s)} \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

donde :

F(S) = Función de servicio (adimensional)

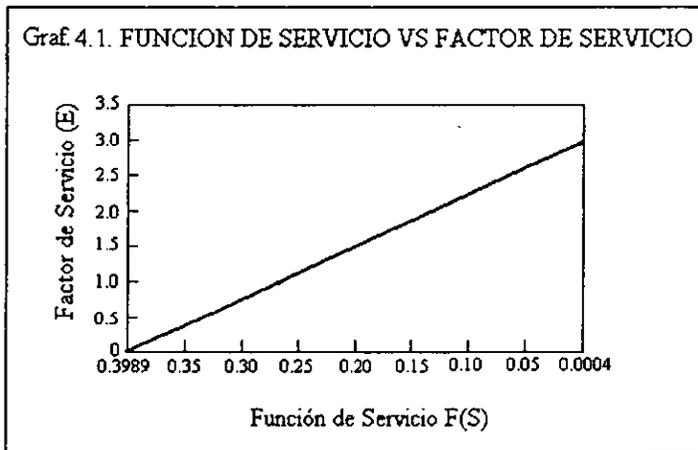
Q = Lote económico de compra o fabricación (unidades)

NS = Nivel de servicio (en forma decimal, de 0 a 1)

s = Puede ser la desviación media absoluta o la desviación estándar (unidades/mes)

El lote económico es el lote más pequeño que se puede producir o comprar en base a los siguientes factores:

1. Nivel de servicio de cliente
2. Tiempo de Proceso
3. Tiempo de Entrega
4. Costo



Obtenido F(S) se calcula en forma gráfica el factor de servicio (E) mediante el uso de la gráfica 4.1. Con el factor de servicio (E) se procede a calcular el inventario de seguridad mediante la siguiente ecuación:

$$IS = (P) \times (s) \times (E) \dots\dots\dots (4.2a)$$

Donde :

- IS = Inventario de seguridad (unidades)
 P = Plazo de resurtido (meses)
 s = Desviación estándar (o también puede ser la desviación absoluta)
 E = Factor de servicio (adimensional)

La gráfica 4.1 muestra una relación entre el factor de servicio **E** y la función de servicio **F(S)**, la cual es válida para calcular inventarios de seguridad.

4.2.2. DEFINICION DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCION

Una vez generado y aprobado el pronóstico de ventas, el departamento de ventas le pasará un informe detallado al departamento de planeación de producción, sobre la cantidad de producto o productos que se venderán, de acuerdo al pronóstico de ventas realizado, para así iniciar el Plan Maestro de Producción (MPS).

El **MPS** representa lo que la compañía planea producir en configuraciones específicas, cantidades y fechas, lo que se convierte en un conjunto de números para planear prioridades.

Para realizar un **MPS** correcto, se necesita tomar en cuenta los siguientes factores:

1. Servicio al cliente.- Nunca se debe permitir que las existencias de inventario proyectadas caigan por debajo del nivel de seguridad ya que si sucede esto, se puede llegar a no satisfacer las ordenes de los clientes y no se le podrá dar un buen servicio. Si hay inventarios de seguridad, tratar de conservarlos.
2. Eficiencia de operaciones.- Se debe llevar a cabo la mejor distribución de la mano de obra, equipo y materiales para optimizar los recursos de la compañía.
3. Capital de trabajo.- El inventario debe de mantenerse en niveles razonables, tanto de producto terminado como de materia prima.

Un buen Plan Maestro de Producción deberá tener las siguientes características:

1. Congruencia con el pronóstico de ventas
2. Manejar el sistema MRP
3. Debe de ser conocido por toda la compañía
4. Considera el inventario de seguridad
5. Considera los posibles imprevistos

6. Validez contra capacidad disponible
7. Sistema formal para medición del desempeño de operaciones

Las salidas que genera el Plan Maestro de Producción son :

1. Requerimientos brutos para MRP
2. Fecha de entrega al cliente
3. Ordenes planeadas en firme, o sea, órdenes ya pedidas al proveedor
4. Políticas para cambios en la planeación
5. Retroalimentación al pronóstico de ventas
6. Datos para fijación de políticas de inventarios de producto terminado en fabricación para almacenamiento.

4.2.3. PASOS A SEGUIR PARA EL PLAN MAESTRO DE PRODUCCION

Las actividades principales para la programación maestra se realizan en tres pasos:

- Diseño del Plan Maestro
- Creación de Plan Maestro
- Control del Plan Maestro

El **Diseño del Plan Maestro** es la base para comenzar con el funcionamiento adecuado de la producción y los puntos que se deben considerar para el diseño son los siguientes:

- 1) Considerar los niveles adecuados que forman la estructura de la hoja de materiales (BOM).

La hoja de materiales BOM es una lista ordenada de materiales o artículos indispensables con las cantidades necesarias para la elaboración del producto terminado. En dicha lista la colocación de los materiales o artículos que componen el producto terminado se colocan en forma de diagrama de bloques con la finalidad de tener una mejor visión de la forma como se encuentra estructurada la hoja de materiales. La estructura de los materiales está formada en diversas etapas llamadas "niveles". La hoja de materiales, esta diseñada en base a una unidad de medida y la mayor parte de las empresas utilizan el tamaño de lote económico como referencia.

- 2) Elegir por grupo de productos hacia los que se va aplicar el Plan Maestro de Producción.

La **Creación del Plan Maestro**, está basado en la recopilación de todos los datos necesarios de los productos que se planean fabricar, tomando en cuenta la capacidad de la planta, los días de horizonte, etc.(20)

Los días de horizonte son el tiempo más largo que el planeador tiene que considerar para tener el producto terminado en la fecha que se requiere y realizar los ajustes necesarios (cancelación de órdenes de producción, adelantar la producción, atrasar la producción , tomar decisiones rápidas con los proveedores, etc.). Los días de horizonte se componen de la suma de los siguientes tiempos :

- Tiempo de adquisición de materias primas con proveedores.
- Tiempo de preparación de materias primas listas para ser procesadas.
- Tiempo utilizado para que las máquinas estén listas para producir.
- Tiempo que duran las materias primas en el proceso.
- Tiempo total de control de calidad.

El **Control del Programa Maestro** compara en base a la información obtenida anteriormente la forma en la que se está produciendo contra lo que había planeado producir y determinar si se está cumpliendo con las cantidades planeadas (pronóstico de ventas) y las promesas de entrega. Si existe una diferencia entre la cantidad disponible existente y el pronóstico de ventas es menor o igual a cero, entonces se lanzará un orden de producción para cubrir con los requerimientos planeados. Se puede describir lo anterior mediante la siguiente ecuación :

$$\text{BALANCE FINAL} = \text{CI} - \text{PP} + \text{OP} \quad \dots\dots\dots (4.2b)$$

Donde :

CI = Cantidad disponible en inventarios (unidades)

PP = pronóstico del producto (unidades)

OP = Orden de producción (unidades)

En la tabla 4.5. se muestra un ejemplo utilizando la ecuación 5.

En base a la tabla 4.5 se podrá observar que la producción se lleva a cabo en múltiplos de lote, esto dependerá de las políticas tomadas por la empresa, pero por lo general la producción se lleva a cabo en lotes. La diferencia entre la cantidad disponible y el pronóstico es de - 450 unidades (1350-1800), el cual nos indica que estamos por abajo del requerimiento de ventas planeado, por lo cual se deberán producir tres lotes (200 unidades) de acuerdo a múltiplos de lote y no producir 450 unidades como sería el caso.

Tabla 4.5. CALCULO DE EL TAMAÑO DE ORDEN DE PRODUCCION EN EL MPS

Cantidad Disponible (unidades)	Pronóstico (unidades)	Tamaño del lote (unidades)	Orden del MPS (unidades)	Balance Final (unidades)
1350	1800	200	600	150
2850	3100	100	300	50

Cuando se tiene presente un inventario de seguridad, se realizarán los mismos cálculos anteriores, solamente contemplando que el balance final sea igual o mayor al inventario de seguridad. Lo anterior se puede describir mediante la ecuación siguiente :

$$\text{BALANCE FINAL CON INV.SEG.} = \text{CI} - \text{PP} + \text{OP} \dots\dots\dots (4.2c)$$

Donde :

CI = Cantidad disponible en inventarios

PP = Pronóstico del producto

OP = Orden de Producción

En la tabla 4.6. se muestra un ejemplo considerando la ecuación anterior, el cual es el mismo que se utilizó en la tabla 4.5, pero ahora tomando en cuenta el inventario de seguridad.

Tabla 4.6. CALCULO DE EL TAMAÑO DE ORDEN DE PRODUCCION GENERADA CONSIDERANDO UN INVENTARIO DE SEGURIDAD

Cantidad Disponible (unidades)	Pronóstico (unidades)	Inventario de Seguridad (unidades)	Tamaño del lote (unidades)	Orden del MPS (unidades)	Balance Final (unidades)
1350	1800	1000	200	1600	1150
2850	3100	2200	100	2500	2250

4.3. PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

La Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP) es un conjunto de técnicas que tiene como función básica transformar requerimientos brutos en requerimientos netos de materiales desfasados a través del tiempo, utilizando para dicha transformación la Hoja de Materiales (BOM), los datos del inventario y el Plan Maestro de Producción .(20)

La Planeación de los Requerimientos de Materiales, nos ayuda a tener un control administrativo directamente ligado con el área productiva, indicando las fechas en las

que se deben emitir órdenes de producción o indicar en que momento se deben realizar ordenes de compra, cuando las materias primas no se encuentran en existencia. En el Plan Maestro de Producción también se emiten órdenes de producción referentes a producto terminado y el **MRP** realiza órdenes de producción para producto semiterminado.

El **MRP** tendrá varias entradas para su buen funcionamiento, estas son : Plan Maestro de Producción, Inventarios, Lista de materiales y Plan de Prioridades.

El **MRP** necesita la siguiente información del **MPS** :

1. Requerimientos brutos
2. Horizonte de planeación
3. Ordenes liberadas, planeadas en firme ó planeadas
4. Fechas requeridas

Existe un proceso muy importante dentro del **MRP** que es la lotificación. Este proceso es utilizado para determinar la cantidad a ordenar a la planta o a un proveedor. Dicho proceso se compone de lo siguiente:

1. Requerimientos netos
2. Cantidad fija
3. Lote por lote
4. Tiempo fijo
5. Requerimiento por periodo
6. Suma de requerimientos de "X" periodos

El **MRP** necesita otros datos tales como:

1. Número de parte de cada material (Código de la materia prima).
2. Cantidad a Ordenar.
3. Fecha de entrega a la planta.

Por medio del **MRP** se puede tener una planeación y control de inventarios debido a que genera información sobre inventarios, mantenimiento de prioridades, desempeño de prioridades, excepciones y anomalías .

4.3.1 DESARROLLO DEL MRP

El **MRP** se desarrolla en cuatro pasos que son :

1. Calcular requerimientos brutos en base a la hoja de materiales.
2. Comparar el material requerido con el material existente para identificar faltantes.
3. Reprogramar órdenes liberadas y/o planear órdenes para eliminar faltantes.
4. Calcular los requerimientos netos y liberar la orden de compra o de producción de los materiales.

4.3.2. DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS NETOS

El requerimiento neto es la cantidad necesaria de material o materiales que son necesarios para completar el material o materiales de inventarios para satisfacer la demanda planeada y/o la demanda planeada en firme de productos terminados.

El calculo de los requerimientos netos se realiza mediante la siguiente ecuación :

$$RN = CI - RB \dots\dots\dots (4.3)$$

Donde :

RN = Requerimiento Neto
 CI = Cantidad disponible en inventario
 RB = Requerimiento bruto

Por ejemplo para producir una pieza de un artículo "A" son necesarias 15 unidades de x , 20 unidades de y , y 30 unidades de z . Si se necesitan producir 200 piezas del artículo A para cubrir el pedido de un cliente y se tienen en inventario 1000 unidades de x , 1000 unidades de y , y 1500 unidades de z . El requerimiento neto de x , y , y z para acompletar los materiales necesarios para poder fabricar las 200 piezas se puede ver en la tabla 4.7.

Tabla 4.7. REQUERIMIENTOS NETOS NECESARIOS PARA PRODUCIR 200 PIEZAS DEL ARTICULO A

Materiales de que se compone el artículo A	Composición del Artículo A (unidades)	Requerimientos Brutos = número de piezas x composición artículo (unidades)	Cantidad Disponible en inventario (unidades)	Requerimientos Netos (unidades)
x (unidades)	15	3000	1000	2000
y (unidades)	20	4000	1000	3000
z (unidades)	30	6000	1500	4500

4.3.3. REPRESENTACION GRAFICA DEL MRP

En general se representa en un cuadro, en donde se nos presenta las cantidades requeridas de material de acuerdo a las cantidades de producto final requerido en cada período, según el pronóstico de ventas. En base al producto final se hace la llamada Explosión de Materiales con las cantidades requeridas en la aparecen los siguientes datos:

- Material
- Cantidad de material requerida
- Unidad de medida
- Período o fecha en que será utilizada
- Inventario de seguridad
- Tamaño de lote
- Tiempo de respuesta de el material (Tiempo necesario para que los materiales se encuentren en el tiempo que se les requiera, depende únicamente de las políticas de proveedores).

A la tabla 4.8. se le conoce la gráfica MRP

Tabla 4.8. EJEMPLO DE GRAFICA MRP

Material :X		Cantidad disponible : 2 662 782				
Tiempo de respuesta : 6 días		Inv. de seguridad : 100 000				
Tipo de orden de producción	Orden de producción	Fecha de inicio	Fecha final	Pronóstico de ventas	Fecha plan. Entrega del producto	Balance Final
				669 768	25-02-96	1 993 014
				669 768	06-03-96	1 323 246
Planeada	200 000	07-07-96	15-03-96	669 768	15-03-96	853 478
Planeada	600 000	14-03-96	24-03-96	669 768	24-03-96	783 709
Planeada	700 000	20-03-96	31-03-96			1 483 709
				668271	01-04-96	815 437
Planeada en firme	400 000	29-03-96	07-04-96			1 215 437
Planeada	700 000	27-03-96	07-04-96			1 915 437
				668 271	08-04-96	1 247 166

Los cálculos para determinar el balance final se realizaron en base a la ecuación 5, mencionada con anterioridad en la sección del Plan Maestro de Producción.

4.3.4. REPORTES QUE GENERA EL MRP

El MRP genera los siguientes reportes:

- Orden de producción
- Requerimientos de compra
- Lista de surtido
- Materiales excesivos y obsoletos
- Estado de existencias
- Partes críticas
- Reclasificación ABC
- Consumo anual de materiales
- Desempeño de planeación y compras

4.4. PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA CAPACIDAD

La Planeación de los Requerimientos de la Capacidad (**CRP**) establece que tanto trabajo y recursos de maquinaria requieren para efectuar las actividades de producción. Las órdenes planeadas en el sistema de planeación de los requerimientos de materiales (**MRP**) a la planeación de los requerimientos de la capacidad son traducidos en horas de trabajo por centro de trabajo por periodo de tiempo (1 semana, 1 mes, 1 año, etc.).

Para estar seguro que se va a satisfacer las demandas en el tiempo requerido es necesario que el **CRP** valide el Plan Maestro de Producción (**MPS**) y el Plan de Requerimientos de Materiales (**MRP**).

4.4.1. VALIDACION DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCION

Para estar seguro que se va a satisfacer las demandas de producto de el cliente en el tiempo requerido es necesario que el **CRP** valide el Plan Maestro de Producción (**MPS**).

Para validar el Plan Maestro de Producción (**MPS**) a través de la Planeación de Requerimientos de la Capacidad se puede seguir el siguiente algoritmo :

Paso 1.- Determinar el periodo laboral .

El periodo laboral es el número de días laborales que se tienen desde que inicia la producción hasta la fecha que se tiene como plazo para entregar el producto.

Paso 2.- Determinar el tiempo disponible

$$TD \text{ (horas)} = \text{horas trabajadas por día} \times \text{periodo laboral}$$

Donde:

TD = Tiempo disponible

Paso 3.- Determinar la capacidad disponible

CD (horas) = tiempo disponible x utilización x eficiencia

Donde :

CD = Capacidad disponible.

Utilización = varía de 0 a 1 . Es una fracción del tiempo real utilizado por la máquina, es decir considera el tiempo perdido debido típicamente a la máquina, a la ausencia del operador, a la herramienta o a la falta de material en el tiempo adecuado.

Eficiencia = horas trabajadas por día / horas trabajadas efectivamente por día

Paso 4.- Determinar el Tiempo Necesario para Producir el Producto (TNPP). Para determinar este tiempo es necesario medir las horas en que se produce el producto .

Paso 5. Si el tiempo necesario para producir el producto es menor o igual a la capacidad disponible pasar al paso 7.

Paso 6. Se tiene que hacer un balanceo para no exceder la capacidad disponible, por lo general se varía el periodo laboral y/o las horas trabajadas por día y se regresa al paso 1.

Paso 7. Como $TNPP \leq CD$ se valida el plan maestro de producción.

Para ver como funciona el algoritmo anterior se verá el siguiente ejemplo:

Se tiene una compañía de papel que produce 1000 cajas de papel Bond por día. Cada caja de papel Bond pesa 3.7 kilogramos y contiene 3000 hojas de papel Bond. Las horas laborales por día son de 16 horas (divididas en 2 turnos de 8 horas), y se trabaja 5 días a la semana, de Lunes a Viernes. Se ha hecho un examen en dicha compañía que nos indica que de las 8 horas laborales por turno, solo 7 horas son trabajadas efectivamente, una es de descanso, y dentro de estas 7 horas trabajadas, en 6.5 horas se realiza la producción de estas 1000 cajas, asimismo se encontró que el porcentaje de utilización de la máquina de papel es del 70%. Dicha compañía acaba de recibir un pedido de 30 000 cajas de papel Bond que tiene que entregar en un plazo no mayor de 30 días hábiles. Los inventarios de seguridad de la compañía son de 8000 cajas. Para cerciorarse que se pueden realizar tal cantidad de cajas en 30 días es necesario llevar una

validación del Plan Maestro de la Compañía . Para llevar a cabo tal validación se usara el algoritmo anterior.

Paso 1. El periodo laboral es de 30 días.

Paso 2.- Determinar el tiempo disponible

$$\begin{aligned} \text{TD (horas)} &= \text{horas trabajados por día} \times \text{periodo laboral} = 8 \text{ horas/día} \times 30 \text{ días} \\ &= 240 \text{ horas} \end{aligned}$$

Paso 3.- Determinar la capacidad disponible

$$\text{CD (horas)} = \text{tiempo disponible} \times \text{utilización} \times \text{eficiencia}$$

$$\text{CD} = 240 \times 0.7 \times 8/6.5 = 206.77 \text{ horas}$$

Paso 4.- Determinar el Tiempo Necesario para Producir el Producto (TNPP).

El tiempo necesario para producir 30 000 cajas se calcula mediante una regla de tres:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo necesario para producir 30 000 cajas} &= (6.5 \text{ horas} / 1000 \text{ cajas}) \times 30 000 \text{ cajas} \\ &= 195 \text{ horas} \end{aligned}$$

Pero como se cuentan con 8 000 cajas de inventario de seguridad equivalentes a 52 horas.

$$\text{Tiempo necesario para producir 8 000 cajas} = (6.5 \text{ horas}/1000 \text{ cajas}) \times 8 000 \text{ cajas} = 52 \text{ horas}$$

El Tiempo Necesario para Producir el Producto (TNPP) será :

$$\text{TNPP} = 195 - 52 = 143 \text{ horas}$$

Paso 5. Como $143 \leq 207.66$ se pasa al paso 7.

Paso 7. Se valida el Plan Maestro de producción, por lo que si es factible realizar 30 000 cajas en un periodo laboral de 30 días.

4.4.2. VALIDACION DEL PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

Para estar seguro que se va a satisfacer las demandas de producto de el cliente en el tiempo requerido es necesario que el **CRP** valide el Plan de Requerimientos de Materiales (**MRP**).

Esta validación del **MRP** es muy semejante a la de el **MPS**.

La validación del **MRP** es muy importante porque en esta validación a diferencia de la anterior, se toman en cuenta todos los tiempos que comprenden la producción del producto.

Para validar el Plan de requerimientos de materiales (**MRP**) a través de la Planeación de Requerimientos de la Capacidad se puede seguir el siguiente algoritmo :

Paso 1. Determinar los Días de Horizonte de la Planeación (DHP)

$$\text{DHP} = \text{Días horizonte de planeación (horas)} = \text{TAM} + \text{TPM} + \text{TUM} + \text{TMM} + \text{TTC}$$

donde:

TAM = Tiempo de adquisición de materias primas con proveedores. (horas)
 TPM = Tiempo de preparación de materias primas listas para ser procesadas. (horas)
 TUM = Tiempo utilizado para que las máquinas estén listas para producir. (horas)
 TMM = Tiempo que duran las materias primas en el proceso. (horas)
 TTC = Tiempo total de control de calidad. (horas)

Paso 2.- Determinar el tiempo disponible

$$\text{TD (horas)} = \text{horas trabajados por día} \times \text{periodo laboral}$$

Donde:

$$\text{TD} = \text{Tiempo disponible}$$

Paso 3.- Determinar la capacidad disponible

$$\text{CD (horas)} = \text{tiempo disponible} \times \text{utilización} \times \text{eficiencia}$$

Donde :

$$\text{CD} = \text{Capacidad disponible.}$$

Utilización = varía de 0 a 1 . Es una fracción del tiempo real utilizado por la máquina, es decir considera el tiempo perdido debido típicamente a la máquina, a la ausencia del operador, a la herramienta o a la falta de material en el tiempo adecuado.

Eficiencia = horas trabajadas por día / horas trabajadas efectivamente por día

Paso 3. Si $DHP \leq CD$ Pasar al Paso 5.

Paso 4. Se tiene que hacer un balanceo para no exceder la capacidad disponible. Regresar al paso 1 y tratar de modificar las variables hasta que $DHP \leq CD$.

Paso 5. Como $DHP \leq CD$ se valida el plan maestro de producción.

4.5. AREA DE PRODUCCION

El Area de producción es la parte donde todos los planes de producción son ejecutados.

Todos los procesos que se realizan en el área de producción, generan información importante, la cual se tiene que reportar a los diferentes departamentos que conforman la empresa, con el propósito de realizar los ajustes necesarios cuando así se requiera. La información reportada debe permitir que la administración tome acciones correctivas y significativas para los programas de producción. Se deberá informar si ocurre una falla de maquinaria, los tiempos de procesos reales no cumplen con los planeados, escasez de materiales en alguna de las líneas de el proceso o acontecimientos similares que amenacen la producción planeada.

En un taller de producción (área de producción) generalmente se requiere la información siguiente :

- Emisión de las órdenes de producción
- Tiempo real de cada una de las operaciones que conforman el proceso
- Movimiento de las órdenes
- Desperdicios (merma) ocasionados durante el proceso

Los archivos importantes de la área de producción son:

- Archivo maestro de artículos o partes
- Archivo de rutas de proceso
- Archivos de centro de trabajo

- Archivo maestro de las órdenes de producción
- Archivo detallado de las órdenes de producción

4.5.1. CONTROL DE ACTIVIDADES DE PRODUCCION

El control de actividades de producción verifica que se este llevando a cabo correctamente la producción de acuerdo a el tiempo disponible, a la cantidad de materias primas y a la cantidad de artículos que hay que producir. Asimismo determina la secuencia que deberán tener una o más ordenes de producción cuando llegan al mismo tiempo.

Un sistema efectivo de control de actividades reduce el inventario en proceso, disminuye el tiempo de entrega y asegura que se cumplan las metas de producción establecidas por el **MPS**. Funciona como base para la retroalimentación a todo el sistema

4.5.1.1. FUNCIONES DEL CONTROL DE ACTIVIDADES

Las funciones principales del control de actividades son :

- Programación detallada de la producción
- Liberación y revisión de las ordenes de producción
- Monitoreo y recopilación de datos del área de producción
- Control de producción
- Retroalimentación a todo el sistema

Los datos requeridos para efectuar el control de actividades son :

- **Plan de Requerimientos de Capacidad.**- Indica la cantidad de productos que se pueden producir en un tiempo estándar.
- **Calendario de Producción.**- Es un calendario anual o mensual que muestra los días laborables en la empresa.
- **Plan de Requerimientos de Materiales.** Muestra los requerimientos de materias primas para llevar a cabo la producción .
- **Lógica de programación.**- Muestra la secuencia de como se producirán los productos en base al diagrama de flujo de proceso.
- **Tiempo estándar .**- Es el tiempo que se tiene desde que el cliente realiza su pedido hasta la fecha que se tiene como plazo para entregar el producto.
- **Reglas de prioridades de las ordenes de producción.**- Determinan la secuencia que deberán tener una o más ordenes de producción cuando llegan al mismo tiempo.

4.5.1.2. TECNICAS DE PROGRAMACION

Las principales técnicas de programación que soportan en control de actividades de producción son :

- Programación hacia atrás/delante
- Programación por operaciones
- Programación por bloques
- Ruta crítica

4.5.1.3. REGLAS PARA PRIORIZAR LAS ORDENES DE PRODUCCION (23)

Las reglas más importantes para priorizar ordenes de producción son :

- Primera orden en llegar, debe ser la primera en ser procesada: Las ordenes procesadas en el orden en que llegan al centro de trabajo.
- Tiempo de operación más corto: La orden con el tiempo de operación más corto (tiempo de preparación + tiempo de corrida) en ese centro de trabajo es la siguiente a ser procesada.
- Fecha de programación más próxima: La orden con el menor tiempo para su cumplimiento es la siguiente en ser procesada.
- Tiempo remanente de procesamiento: La orden con el menor tiempo para su cumplimiento es la siguiente en ser procesada
- Tiempo remanente de procesamiento por operación: El tiempo de procesamiento remanente dividido entre el número de operaciones que faltan y la orden con la razón más pequeña es la siguiente a ser procesada.
- Razón crítica (RC): Se define como el tiempo remanente de procesamiento de la orden entre el tiempo de entrega remanente (donde el tiempo remanente de proceso es la diferencia entre la fecha programada y la fecha actual). La orden con la razón más pequeña es la siguiente que va a ser procesada.

$$RC = (\text{fecha programada} - \text{fecha actual}) / (\text{fecha de entrega remanente})$$

- Fecha de inicio de Operación: Esta regla de prioridad establece la fecha de inicio de operación de acuerdo a la lógica de programación hacia atrás o bien hacia adelante.

Capítulo 5

Higiene y Seguridad

Capítulo 5

5. HIGIENE Y SEGURIDAD

En este capítulo se describe lo que son las comisiones mixtas de higiene y seguridad, así como su funcionamiento dentro de la industria del papel. Se describirán los accidentes más comunes y se dirá como se puede prevenirlos.

5.1 HIGIENE Y SEGURIDAD

La Higiene es parte de la medicina que enseña a conservar la salud y a prevenir las enfermedades. Es necesario tener un control de higiene en el centro de trabajo para evitar enfermedades que puedan ser ocasionadas debido al descuido ó a la falta de aseo.

La Seguridad es la aplicación de ciertos mecanismos que aseguren el buen funcionamiento de un proceso, precaviendo que este llegue a fallar. (2)

Tener un buen control de seguridad en la planta de producción ayuda a disminuir o en muchos casos a evitar desastres y/o accidentes que pueden ser costosos. Mediante la aplicación de los conocimientos de Higiene y seguridad se puede tener un centro de trabajo higiénico, seguro y por tanto más productivo.

México cuenta con un Reglamento General de Seguridad e Higiene Laboral, tanto a nivel Federal como Local. Las actividades de Higiene y Seguridad están a cargo de : Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Dirección General del Trabajo y Previsión Social del D.F., Instituto Mexicano del Seguro Social y la Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública.

5.2. QUE SON LAS COMISIONES MIXTAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD

El artículo 132 de la Ley Federal del Trabajo sobre Seguridad e Higiene hace obligatoria la existencia de Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad en las empresas o centros de trabajo, por lo que es necesario conocer que son dichas comisiones, como se integran y como funcionan.

Las Comisiones Mixtas de Higiene y seguridad son agrupaciones conformadas por representantes del sector obrero y patronal en igual número proporcional con el número total de obreros. Tales comisiones no cuentan con una atribución legal, sino solamente informan de las deficiencias correspondientes de

Higiene y Seguridad existentes en el centro de trabajo, proporcionando un resumen de sus observaciones a los representantes del Sector Obrero y Patronal, así como a la dependencia gubernamental correspondiente, con el propósito de llevar a cabo las medidas necesarias para superar las deficiencias existentes en cuestión de Higiene y Seguridad dentro del trabajo. (25)

5.3. FUNCIONAMIENTO DE LAS COMISIONES MIXTAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD DENTRO DE LA PLANTA DE CELULOSA Y PAPEL

Las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad desempeñan en la Industria del Papel y Celulosa la misma función que en otras industrias, el cual es la realización de visitas periódicas de inspección a centros de trabajo para vigilar el cumplimiento del reglamento para prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales. Las inspecciones realizadas por Las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad no son oficiales, las inspecciones oficiales son realizadas esporádicamente por inspectores federales de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social e inspectores o investigadores del IMSS (Estas inspecciones son generadas por el incremento en los índices de frecuencia, gravedad y siniestros). (25)

Durante los recorridos, las anotaciones de las observaciones deberán realizarse en forma conjunta, no de manera individual, es decir con el consentimiento de todos los integrantes de La Comisión Mixta de Higiene y Seguridad.

Una vez completado el recorrido el acta debe levantarse inmediatamente, durante una junta en la que participan todos los integrantes de la Comisión. En esta junta deberá realizarse una selección de las observaciones anotadas, otorgando prioridad a las que denoten mayor riesgo y señalar las medidas de prevención pertinentes a tomar. Algo primordial que se debe asentar en el acta es el tratamiento que se ha dado a las proposiciones contenidas en las actas anteriores, hasta conseguir su cumplimiento.

Una vez levantada el acta, el siguiente paso es enviar el original y una copia que sirvan como acuse de recibo a la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, y otra copia será entregada al Patrón. Al entregar el acta se deberá dialogar con él para convencerlo de la utilidad de estas peticiones. Otra copia deberá entregarse a cada supervisor, jefe de área o de grupo, marcando lo que se refiere al área bajo su mando y dialogando con él para convencerlo y lograr su cooperación. Por último hay que entregar otra copia del acta a la comisión para que la archive.

Para cumplir con lo dispuesto en el artículo 509 de la Ley Federal del Trabajo las comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad deben realizar por lo menos un recorrido mensual para cumplir con su función.

Dicho recorrido es la visita programada a los edificios, instalaciones y equipos del centro de trabajo, con el propósito de observar que las condiciones de Higiene y Seguridad prevalezcan en los mismos, asimismo como localizar las posibles causas de riesgos, estos recorridos tienen tres propósitos:

- ❶ Observación General.- Se realiza considerando el diagrama de flujo del proceso de producción, observando las instalaciones, locales de servicio, departamento de producción y talleres de mantenimiento.
- ❷ Observación Objetiva Parcial.- Esta se lleva a cabo cuando se señalan o conocen algunas áreas como peligrosas, para que se fije la debida atención a ellas y proponga medidas concretas que puedan ser aplicadas para prevenir cualquier riesgo.
- ❸ Observación Objetiva especial.- Esta se puede hacer a petición de los trabajadores o de la empresa, cuando hayan notado alguna condición insegura en una determinada área de trabajo.

5.3.1. ORGANIZACION INTERNA DE LA COMISION MIXTA DE HIGIENE Y SEGURIDAD

La organización se lleva a cabo comúnmente de la siguiente manera :

- A) Uno o dos miembros deben llevar el programa general de condiciones a revisar y el control de el calendario anual de actividades, y además deben redactar las actas mensuales ordinarias y extraordinarias.
- B) Un miembro es encargado de los recorridos, juntas ordinarias, juntas extraordinarias y tramite de permisos que sean necesarios para que todos los miembros desempeñen las funciones individuales o conjuntas de la comisión.
- C) Un miembro es encargado de apuntar las observaciones realizadas en forma conjunta y con la aprobación de todos, durante el recorrido (esta persona puede ser permanente o temporal).
- D) Uno o dos miembros encargados del manejo y distribución de todos los documentos del archivo de la comisión, así como el envío de cartas a las autoridades.
- E) Dos miembros, representantes de ambas partes para presentar la copia del acta al patrón o a su representante y dialogar con él, así como otorgar copias del acta a los jefes de grupo o supervisores.

No obstante todas las tareas anteriores pueden agruparse o distribuirse de acuerdo con el número de integrantes del cual conste la comisión.

5.3.2. PUNTOS MAS IMPORTANTES POR REVISAR EN UN RECORRIDO A LA PLANTA POR LA CMHS (25)

Los puntos más importantes por revisar en un recorrido son :

- Métodos o técnicas de trabajo respecto a las operaciones que realizan los trabajadores.
- Salidas normales y de emergencia
- Patios, paredes, techos y caminos
- Sistemas de prevención de incendios
- Orden, limpieza y distribución de las instalaciones, la maquinaria, el equipo y los trabajadores
- Agentes dañinos : vibraciones, ruido, polvo, gases y otros.
- Equipo de protección personal por área de trabajo
- Manejo de sustancias químicas
- Métodos que se siguen para aceitar (maquinaria)
- Alumbrado, ventilación y áreas con temperaturas extremas artificiales
- Espacio de trabajo y de los pasillos
- Pisos y plataformas
- Grúas, cabrestantes y en general aparatos para izar
- Estado de mantenimiento preventivo y correctivo
- Protección en los mecanismos de transmisión
- Protecciones en el punto de operación
- Escaleras, andamios y otros
- Estado y uso de herramientas manuales
- Equipo eléctrico (extensiones, conexiones, etc.)
- Ascensores
- Recipientes a presión (calderas, tanque de digestión)
- Peligros de explosión por gases, polvos y otros
- Carros de mano, carretillas montacargas
- Cadenas, cables, cuerdas, aparejos
- Accesos a equipos elevados
- Estado de la tubería de gas y agua

5.3.3. FUNCION DE LA CMHS

La función que les señala la ley a las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad es la de proponer, no la de ordenar o dictar, por lo que las comisiones tienen un carácter asesor o promotor solamente, dicho carácter se debe a que la ley no puede sobreponer internamente en los centros de trabajo otra línea de mando que chocaría con la organización ya existente. Para explicar lo anterior, es necesario considerar que en la mayoría de los centros de trabajo existe una organización formada con líneas de mando o ejecutivas que se componen en forma individual generalmente, por un gerente o en orden descendente por los subjefes de área, los jefes de departamento, supervisores, cuadrilla y los propios obreros o trabajadores, esto es están agrupados en forma piramidal.

Para que se realicen las propuestas de la Comisión se recomienda :

- ① Con el fin de buscar apoyo mutuo se debe sostener la mejor armonía entre representantes obreros y representantes patronales, por medio de un dialogo cordial para persuadir y convencer a los miembros de la comisión y al patrón.
- ② Que los representantes obreros busquen el apoyo sindical para llevar a cabo lo que deseen realizar
- ③ Mediante el acta se busque el apoyo de las autoridades y en caso de inconformidad entre los representantes, enviar un informe aunque sólo una de las partes lo firme.

La Comisión no realiza investigaciones para encontrar culpables ni hace un análisis científico cuando ocurre un accidente. La Comisión solo analiza en los centros de trabajo las causas primarias que lo originaron y busca las causas posibles de riesgos .

5.4. RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA INVESTIGAR CAUSAS DE ACCIDENTE Y PREVENIRLOS

Para investigar las causas de los accidentes y prevenirlos las siguientes recomendaciones prácticas son de gran utilidad :

- Conseguir de ser posible y de inmediato la declaración directamente del trabajador accidentado, sobre las circunstancias en que ocurrió el accidente y su propia opinión o consejo para evitar incidencias
- Conseguir el reporte elaborado por el Patrón del accidente.
- Obtener el informe médico

- Obtener la declaración de los testigos, en su caso
- Realizar un reconocimiento del lugar donde ocurrió el accidente
- Ordenar y registrar los hechos captados en los puntos anteriores
- Comparar semejanzas de los hechos esenciales con los de otros casos para determinar y encontrar situaciones riesgosas que se puedan generalizar
- Estudiar los hechos en conjunto, los esenciales y los secundarios con el fin de precisar los factores que originaron el accidente
- Proponer las medidas de prevención y los caminos apropiados para llevar a cabo a la práctica las acciones pertinentes

5.5. TIPO DE ACCIDENTE Y/O ENFERMEDAD, CON SU PREVENCIÓN EN EL PROCESO QUÍMICO DE FABRICACIÓN DE CELULOSA

A continuación se muestra una tabla que contiene los accidentes y/o enfermedades más comunes que pueden llegar a suceder en la fabricación de celulosa en los procesos químicos, asimismo se muestra las medidas de prevención que se aplican para tratar de evitarlos.

Tabla 5.1. CAUSAS O TIPOS DE ACCIDENTES MAS COMUNES

AREA	CAUSAS O TIPOS DE ACCIDENTES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN
ALMACENAMIENTO DE MADERA ALMACENAMIENTO DE ASTILLAS ALMACEN	INCENDIO, INTOXICACIONES, QUEMADURAS POR GASES DE INCENDIO, GOLPES CONTUSOS, DISTENSIONES MUSCULARES	DISEÑO DE UN BUEN SISTEMA DE HIDRATANTES Y DE LOCALIZACIÓN DE EXTINGUIDORES. USO DE FAJAS, GUANTES Y CASCOS DE SEGURIDAD
DESCORTEZADO	MAGULLONES Y GOLPES CONTUSOS	USO DE CASCOS DE SEGURIDAD, GUANTES DE CUERO Y ESPINILLERAS
ASTILLADO	PROYECCIONES DE ASTILLAS, SORDERA Y ENFERMEDADES RESPIRATORIAS POR POLVOS (NEUMOCONIOSIS), MACHUCONES Y PINCHADURAS CON ASTILLAS	USO DE CASCO DE SEGURIDAD, CARETA DE PLÁSTICO, GUANTES DE CUERO, TAPONES PARA OÍDOS Y OREJAS, PETO Y POLAINAS DE CUERO Y ZAPATOS DE PUNTA DE ACERO. DEBEN EXISTIR EN EL ÁREA EXTINGUIDORES ABC (POLVO) Y EXTRACTORES DE POLVOS.
DIGESTIÓN	QUEMADURAS CON REACTIVOS, QUEMADURAS POR CALOR, NEUMOCONIOSIS, GOLPES EN LA CABEZA, BASURA EN LOS OJOS	USO DE CASCO DE SEGURIDAD, MONOGOGLES, MASCARILLAS CONTRA POLVOS, GUANTES DE HULE, GUANTES DE CUERO, ZAPATOS DE SEGURIDAD ANTIDERRAPANTE, Y BOTAS DE HULE. DEBEN EXISTIR EXTRACTORES DE POLVOS Y REGADERAS DE AGUA DE PRESIÓN.
LAVADO Y DEPURADO	QUEMADURAS CON REACTIVOS	USAR CASCO DE SEGURIDAD, ANTEOJOS DE SEGURIDAD, GUANTES Y BOTAS DE HULE. DEBE EXISTIR EN EL ÁREA REGADERA DE AGUA PRESIÓN, ASÍ COMO LAVAJOS CON AC. BÓRICO AL 3%.
LAMINADO	MACHUCONES AL CAMBIAR FILTROS	USO DE CASCO DE SEGURIDAD Y ZAPATOS CON PUNTA DE ACERO
BLANQUEO	INTOXICACION O ASFICIA POR FUGAS DE CLORO, QUEMADURAS CON CAUSTICOS, RESBALONES.	USAR MONOGOGLES, GUANTES Y BOTAS DE HULE. DEBEN EXISTIR MASCARAS ANTIGAS, REGADERA DE AGUA DE ALTA PRESION, LAVAJOS Y SOL. ACIDO BÓRICO AL 3% EN EL LAVAJOS

Las máscaras de gas utilizadas en la etapa de blanqueo son máscaras de ciclo cerrado para altas concentraciones y máscaras con cartucho para baja concentración.

5.6. TIPO DE ACCIDENTE Y/O ENFERMEDAD CON SU PREVENCIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL

A continuación se muestra una tabla que contiene los accidentes y/o enfermedades más comunes que pueden llegar a suceder en la fabricación del papel, asimismo se muestra las medidas de prevención que se aplican para tratar de evitarlos.

Tabla 5.2. TIPOS DE ACCIDENTES Y/O ENFERMEDADES CON SU PREVENCIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL

AREA	CAUSAS O TIPOS DE ACCIDENTES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN
ALMACENAMIENTO DE CELULOSA	MACHUCONES, CORTADURAS, FRACTURAS, CONTUSIONES, POLVOS EXTRAÑOS EN LOS OJOS, ECT., DISTENSIONES MUSCULARES.	USO DE CASCO DE SEGURIDAD, GUANTES DE CUERO, FAJILLA DE SEGURIDAD Y ZAPATOS CON PUNTERA DE ACERO.
PREPARACION DE PASTA (HIDRAPULPER)	CORTADURAS, FRACTURAS, MACHUCONES Y CAIDAS.	USO DE GUANTES DE CUERO, ZAPATOS DE SEGURIDAD CON PUNTERA DE ACERO, BOTAS DE HULE, INSTALACION DE BARANDAL AL HIDROPULPER.
DESMENUZADO DE LA PASTA	RESBALONES Y MACHUCONES	USO DE CASCO DE SEGURIDAD, GUANTES DE CUERO, ZAPATOS DE SEGURIDAD Y BOTAS DE HULE.
ALMACENAMIENTO DE LA PASTA	RESBALONES (CAIDAS), MACHUCONES	USO DE CASCO DE SEGURIDAD, GUANTES DE CUERO, ZAPATOS DE SEGURIDAD Y BOTAS DE HULE.
TRATAMIENTO DE LA PASTA CON RESINAS, CARGAS, COLORANTES, ECT.	QUEMADURAS POR REACTIVO, INTOXICACION POR GASES, RESBALONES (CAIDAS)	USO DE CASCO DE SEGURIDAD, MONOGOGLES, GUANTES DE HULE, ZAPATOS DE SEGURIDAD, BOTAS DE HULE Y MASCARILLA CONTRA POLVOS Y EN ALGUNOS CASOS CONTRA GASES TOXICOS.
LIMPIEZA DE PASTA		
MAQUINA DE PAPEL	QUEMADURAS POR CALOR, MACHUCONES, FRACTURAS, CAIDAS Y DISTENSIONES MUSCULARES	USO DE GUANTES DE CUERO, ZAPATOS DE SEGURIDAD Y BOTAS DE HULE EN LA ZONA HUMEDA, FAJILLA DE SEGURIDAD
ALMACEN	QUEMADURAS Y INTOXICACION POR INCENDIO, DISTENSIONES MUSCULARES.	COLOCACION DE UN BUEN SISTEMA DE HIDRATANTES Y LOCALIZACION DE EXTINGUIDORES, ZAPATOS Y FAJILLAS DE SEGURIDAD.

Capítulo 6

Marco Económico

Capítulo 6

6. MARCO ECONOMICO

En este capítulo se verá el marco económico y algunos datos estadísticos que encierra la industria del papel y la celulosa, con el fin de darnos una idea de cual ha sido su conducta y cual será su comportamiento en los próximos años.

6.1. LA INDUSTRIA DE LA MADERA, CELULOSA Y EL PAPEL EN MEXICO

En 1996 las importaciones de productos forestales cayeron significativamente ante la recesión interna que padecen las industrias de madera y papel. Así por ejemplo, las compras de pasta de celulosa se contrajeron en 29%.

No obstante, el ajuste cambiario a raíz de la crisis de 1994 y el deterioro del mercado interno impulsó las exportaciones de la industria maderera. Durante este año, la industria de la madera logró un superávit comercial de 59 millones 975 mil dólares sin incluir maquiladoras, 10 veces mayor al registrado en 1995. Este impresionante avance, fue resultado de la caída de 8.18% en sus compras al exterior y a un repunte de 59.09% en sus ventas.

Afectadas por el raquítico poder de compra, las divisiones manufactureras de madera y sus productos, así como la de papel tuvieron que reorientarse al mercado externo, pero aún así presentaron caídas respectivas de 2.05 y 8.04% en su producto interno bruto a precios constantes.

México es actualmente uno de los principales importadores de insumos forestales y el más importante de la celulosa en América Latina, al comprar casi cinco veces más que su competidor más cercano, Venezuela. De 1989 a 1995, las importaciones de productos forestales y sus derivados (productos de madera, celulosa, fibra secundaria y papel) casi se duplicaron, mientras que su valor pasó de 727 a mil 553 millones de dólares.

Como se señala en el programa de política industrial y comercio exterior: " la deficiente capitalización de la actividad forestal se ha traducido en una producción reducida, precios elevados, baja calidad y gran inestabilidad en el aprovechamiento forestal para las industrias usuarias y, por tanto, en una evolución negativa de éstas."

Y realmente esta situación es insólita, considerando que México cuenta con 141.7 millones de hectáreas (mha) de bosques, selvas y otras áreas con vegetación natural, de la cuales 8.1 mha son aptas para el desarrollo de plantaciones comerciales de

rápido crecimiento. De 56.8 mha de superficie arbolada, 53.5% corresponden a bosques, y se estima que el potencial de explotación comercial suma cerca de 31 millones de metros cúbicos de madera.

Si bien las áreas nacionales destinadas a la conservación de recursos naturales en México se han sextuplicado en los últimos 10 años, al pasar de un millón 548 mil hectáreas en 1985 a 10 millones 706 mil, la deforestación no ha podido contenerse y cada año se talan en promedio 370 mil hectáreas. De ahí que la producción forestal maderable haya caído en cerca de 36% en los últimos 10 años afectando a todos los productos, tanto postes, durmientes y celulosa. Este último fenómeno indujo a un cambio de estructura de la producción forestal en favor de la no maderable que creció 66% para el mismo periodo, y se destina en 78% a la industria de la construcción.

El plan sectorial forestal 1996-2000 no parece aportar ninguna solución real al problema, al asignar al sector social de los productores forestales, dueños de 80 por ciento de los bosques, una bolsa de recursos financieros subsidiados que representan apenas 2.2 por ciento de las necesidades reales del sector para desarrollar infraestructura e incorporarse a procesos de industrialización y comercialización de la madera. En contraste, alrededor de cuatro empresas transnacionales productoras de árboles celulósicos recibirán 65% de los subsidios fiscales, además de una tregua en el pago de sus financiamientos durante el tiempo de maduración de las plantaciones, que asciende a más de dos décadas.

Dentro de las limitantes para el desarrollo del sector se encuentran la tala indiscriminada, prácticas desleales de comercio, y la falta de proyectos de reforestación a largo plazo.

6.2. PROBLEMAS QUE ENFRENTA LA INDUSTRIA DEL PAPEL Y LA CELULOSA

Los principales problemas que afectan a la industria del papel y la celulosa son los problemas económicos, técnicos y jurídicos.

6.2.1. PROBLEMAS ECONOMICOS

La gran mayoría de los productos de esta industria han estado sujetos a un control de precios desde febrero de 1982 hasta el presente 1997. A pesar de la crítica situación por la que han pasado varias empresas sujetas al control de precios, el abasto ha sido suficiente y oportuno. Para contrarrestar la contracción económica del mercado interno y con el propósito de mantener el empleo y la planta productiva, el sector papelerero comenzó a incursionar en los mercados de exportación sobre una base

marginal, aliviando parcialmente el déficit de la balanza comercial sectorial ocasionado por la importación de fibras.

PACTOS ECONOMICOS

A finales de 1987 se inicio la modalidad de concertación económica que se continua hasta este año de 1997 por medio de Pactos Económicos ,desde el PSE (Pacto de Seguridad Económica) del 15 de diciembre de 1987 , pasando por el PECE (Pacto de Estabilidad para el Crecimiento Económico), APRE (Alianza Para la Recuperación Económica) y el actual ADE (Alianza para el Desarrollo Económico). Debido a dichos pactos las Industrias de la Celulosa y del Papel han visto comprometida su operación con variables económicas restringidas que le han significado graves deterioros en sus márgenes históricos de utilidad de operación, aunado a la consecuencia que les ha implicado la competencia inequitativa generada por la apertura comercial.

Los Pactos Económicos han tenido gran impacto en el sector de la celulosa y el papel , dichos pactos han afectado de la siguiente manera :

Implicaciones

- Disminuir el impacto de los incrementos en costos (servicios públicos y salarios)
- Alineación de precios
- Aumentos de precios concertados
- Mantenimiento de abasto oportuno y suficiente
- Reducción de precios
- Diluir en la cadena productiva los incrementos en los precios de insumos, sin reflejarlos al consumidor final.

Como afectan estos Pactos Económicos al Sector

- Presión inflacionaria exterior por incrementos del 55% en el costo de las fibras . Las pulpas importadas representan 44% del consumo nacional.
- Incremento de importaciones de papeles por la apertura comercial
- Obligación de abasto suficiente y oportuno con precios concertados.

6.2.2. PROBLEMAS TECNICOS

El principal obstáculo que enfrenta esta industria es el aprovechamiento limitado que se realiza de los recursos forestales, teniendo uno de los niveles de explotación por hectárea más bajo del mundo. Las dos principales causas de este limitado aprovechamiento son :

1. Un sistema inadecuado de organización y explotación de recursos forestales

2. Infraestructura inadecuada.

El que la industria de la celulosa no haya crecido al ritmo de la demanda de papel, aún cuando existen suficientes recursos forestales, es consecuencia de este aprovechamiento limitado, aunado a la legislación de la materia. Hoy en día, México se encuentra muy por debajo de los niveles internacionales de explotación y rendimientos de recursos forestales. en algunos casos se logra extraer madera al nivel de los países nórdicos pero por encima de los costos de E.U.A., Argentina, Brasil, y Chile.

México es actualmente uno de los principales importadores de insumos forestales y el más importante de la celulosa en América Latina, al comprar casi cinco veces más que su competidor más cercano, Venezuela. De 1989 a 1995, las importaciones de productos forestales y sus derivados (productos de madera, celulosa, fibra secundaria y papel) casi se duplicaron, mientras que su valor pasó de 727 a mil 553 millones de dólares.

Como se señala en el programa de política industrial y comercio exterior: " la deficiente capitalización de la actividad forestal se ha traducido en una producción reducida, precios elevados, baja calidad y gran inestabilidad en el aprovechamiento forestales para las industrias usuarias y, por tanto, en una evolución negativa de éstas."

Y realmente esta situación es insólita, considerando que México cuenta con 141.7 millones de hectáreas (mha) de bosques, selvas y otras áreas con vegetación natural, de la cuales 8.1 mha son aptas para el desarrollo de plantaciones comerciales de rápido crecimiento. De 56.8 mha de superficie arbolada, 53.5 por ciento corresponden a bosques, y se estima que el potencial de explotación comercial sume cerca de 31 millones de metros cúbicos de madera. Si bien las áreas nacionales destinadas a la conservación de recursos naturales en México se han sextuplicado en los últimos 10 años, al pasar de un millón 548 mil hectáreas en 1985 a 10 millones 706 mil, la deforestación no ha podido contenerse y cada año se talan en promedio 370 mil hectáreas. De ahí que la producción forestal maderable haya caído en cerca de 36 por ciento en los últimos 10 años afectando a todos los productos, tanto postes, durmientes y celulosa. Este último fenómeno indujo a un cambio de estructura de la producción forestal en favor de la no maderable que creció 66 por ciento para el mismo periodo, y se destina en 78 por ciento a la industria de la construcción.

El plan sectorial forestal 1996-2000 no parece aportar ninguna solución real al problema, al asignar al sector social de los productores forestales, dueños de 80 por ciento de los bosques, una bolsa de recursos financieros subsidiados que representan apenas 2.2 por ciento de las necesidades reales del sector para desarrollar infraestructura e incorporarse a procesos de industrialización y comercialización de la madera. En contraste, alrededor de cuatro empresas transnacionales productoras de árboles celulósicos recibirán 65 por ciento de los subsidios fiscales, además de una tregua en el

pago de sus financiamientos durante el tiempo de maduración de las plantaciones, que asciende a más de dos décadas.

El no tener una buena posición competitiva a nivel mundial en el ramo del papel es debido a que la industria del papel presenta altos niveles de concentración y una baja integración. El mayor nivel de integración y concentración se encuentra en los niveles de escritura e impresión, sanitario y facial, aunque el nivel de autosuficiencia de la industria es bajo.

6.2.3. PROBLEMAS JURIDICOS

Anteriormente el sector forestal y paplero tenía problemas con ciertas regulaciones jurídicas que le impedían ó dificultaban sus actividades; a finales de la década de los ochenta se dieron varios cambios jurídicos que beneficiaron tanto a la industria de la celulosa y el papel como a otras industrias. Los principales cambios fueron : cambios a la constitución, apertura de la economía a la competencia de productores externos, desregulación interna de diversos mercados, nueva Ley de Marcas y Patentes y modificaciones introducidas a la Ley de Sociedades Mercantiles.

A continuación se presentará en forma breve algunas de la modificaciones hechas al artículo 27 constitucional que involucran directamente al sector de la celulosa y papel.

Modificaciones al Artículo 27 Constitucional

Uno de los principales problemas que dañaban al sector, correspondía a la falta de inversión en la fabricas de celulosa originada por la inseguridad en el abasto de madera derivado del sistema juridico que regulaba la tenencia de tierra y la explotación forestal.

Las modificaciones del artículo 27 constitucional y la nueva Ley Agraria configuran el marco general regulador del sector agropecuario. La ley forestal expedida en 1993 define el modelo de aprovechamiento que se busca impulsar en el sector. Esta legislación, al igual que la política en vigor, parte de que la estructura agraria y el tipo de propiedad son las causas básicas del deterioro de los recursos.

Como consecuencia de lo anterior, se realza al mercado como verdadero regulador económico y se alienta un nuevo modelo fincado en el funcionamiento de grandes empresas forestales privadas capaces de integrar las diferentes fase del proceso productivo.

6.3. LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA Y EL TLC

México se suscribió el 7 de diciembre de 1992 a un Tratado de Libre Comercio (TLC) con Canadá y Estados Unidos que entró en vigor el primero de enero de 1994. Gracias a esté, se incrementaron los flujos económicos entre los tres países , asimismo se eliminarán, en forma paulatina, las barreras arancelarias y no arancelarias.

Las barreras arancelarias son los impuestos que se cobran al importar y exportar productos de un país a otro. Las medidas no arancelarias son medidas que restringen las importaciones, como son las cuotas aplicadas que limitan directamente el volumen o valor de las importaciones, las normas sanitarias y fitozoosanitarias.

Con el fin de suprimir las barreras de todo tipo al comercio y a la inversión, los tres países acordaron un conjunto de reglas que definen los plazos y las modalidades para eliminar las barreras y facilitar el libre tránsito de capitales , mercancías y servicios entre las tres naciones.

Considerando la adecuada negociación a la que se llegó en el tratado de Libre Comercio, este tratado comercial no se ha convertido en la causa preponderante de mayores importaciones, ya que el sector de la celulosa y del papel se encontraba previamente abierto al comercio internacional, debido al proceso que se inició desde 1986, año en que se marco el inicio de una disminución en los niveles arancelarios a la importación que en promedio se encontraba en 40%, hasta llegar a los actuales de aproximadamente 10% y la eliminación de requisitos previos a la importación, situaciones ambas que en su momento no fueron determinantes del crecimiento de las importaciones, que mantuvieron una tendencia razonable.

El hecho de un incremento acelerado de las importaciones se advierte a finales de 1990, fecha que coincide con el inicio de la recesión a nivel mundial, para nosotros particularmente de importancia, la que empezó a afectar a nuestro principal socio comercial , Estados Unidos.

En el Tratado de Libre Comercio, existe un punto negociado referente a algunos productos forestales, entre los que se encuentra la celulosa. Dichos productos están protegidos por la desgravación arancelaria de 15 años, debido a que las industrias de celulosa y papel de estos países presentan una gran asimetría con respecto a México. Estados Unidos es el primer productor de celulosa en el mundo, Canadá es el segundo y ambos ocupan los primeros lugares en la producción de papel.

6.4. CAPACIDAD INSTALADA DE LA CELULOSA

En la tabla 6.1. se muestra la capacidad instalada y el porciento de utilización en la producción de la celulosa.

Tabla 6.1. CAPACIDAD INSTALADA Y GRADO DE UTILIZACION
EN LA PRODUCCION DE CELULOSA
(Miles de toneladas)

Año	Capacidad instalada	Producción	% de utilización
1982	1023.0	748.4	73.2
1983	1078.0	759.5	70.5
1984	1068.0	800.7	75.0
1985	1035.0	820.4	79.3
1986	957.0	772.8	80.7
1987	947.0	780.5	82.4
1988	1060.0	809.2	76.3
1989	1029.0	799.0	77.6
1990	1139.0	771.8	67.8
1991	1081.0	705.1	65.2
1992	1072.0	559.8	52.2
1993	1051.0	343.5	32.7
1994	1051.0	427.0	40.6
1995	960.0	335.2	34.8

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel

6.5. CAPACIDAD INSTALADA DEL PAPEL

Tabla 6.2. CAPACIDAD INSTALADA Y GRADO DE UTILIZACION
EN LA PRODUCCION DE PAPEL
(miles de toneladas)

Año	Capacidad Instalada	Producción	% de utilización
1982	2804	1986.5	70.8
1983	2967	2061.8	69.5
1984	3098	2239.7	72.3
1985	3313	2447.8	73.9
1986	3316	2470.2	74.5
1987	3337	2574.6	77.2
1988	3375	2593	76.8
1989	3422	2736.8	80
1990	3611	2870.9	79.5
1991	3815	2895.9	75.9
1992	3935	2825.2	71.8
1993	3815	2763.5	72.4
1994	3970	3156.1	79.4
1995	3700	2708.2	73.1

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel

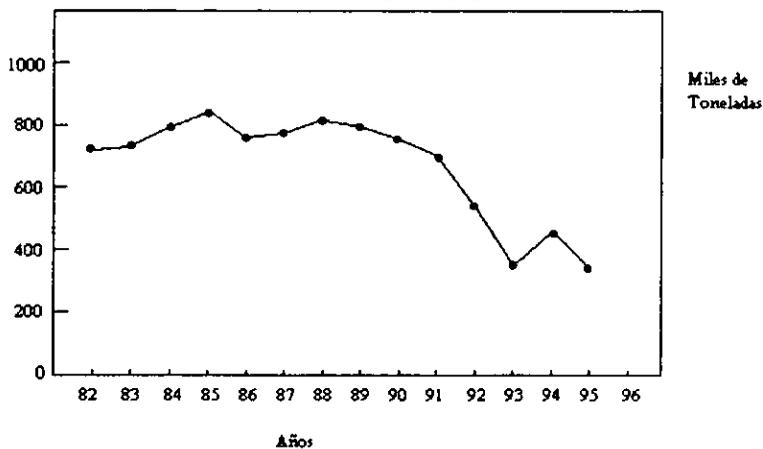
6.6. PRODUCCION DE LA CELULOSA

Tabla 6.3. PRODUCCION TOTAL DE CELULOSA
(miles de toneladas)

Año	Producción	Variación	% de variación
1982	748.4	5.6	0.8
1983	759.5	11.3	1.5
1984	800.7	41.1	5.4
1985	820.4	19.7	2.5
1986	772.8	-47.8	-5.8
1987	780.5	7.9	1.0
1988	809.2	28.6	3.7
1989	799.0	-10.1	-1.3
1990	771.8	-27.1	-3.4
1991	705.1	-66.7	-8.6
1992	559.8	-145.3	-20.4
1993	343.5	-216.2	-38.6
1994	427.0	83.5	24.3
1995	335.2	-92.0	-21.5

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel

Graf.6.1. PRODUCCION TOTAL DE CELULOSA



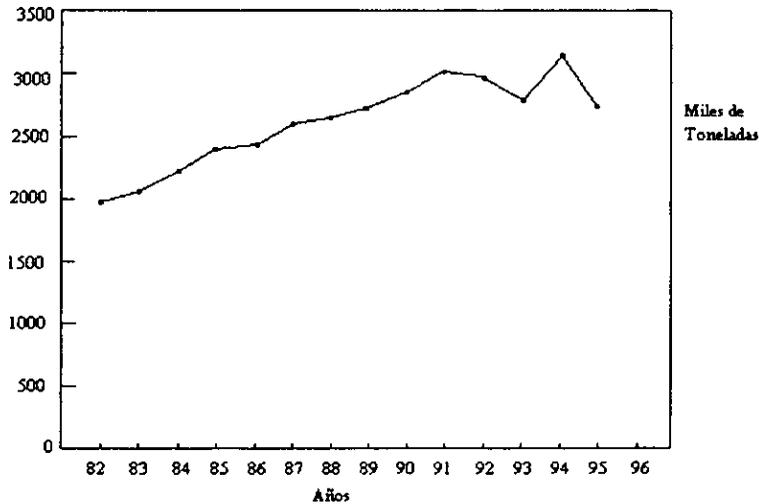
6.7. PRODUCCION DEL PAPEL

Tabla 6.4. PRODUCCION TOTAL DE PAPEL
(miles de toneladas)

Año	Producción	Variación	% variación
1982	1986.5	36.2	1.9
1983	2061.8	75.3	3.8
1984	2239.7	177.8	8.6
1985	2447.8	208.0	9.3
1986	2470.2	22.4	0.9
1987	2574.6	104.3	4.2
1988	2593	18.9	0.7
1989	2736.8	143.2	5.5
1990	2870.9	134.5	4.9
1991	2895.9	24.9	0.9
1992	2825.2	-70.6	-2.4
1993	2763.5	-61.7	-2.2
1994	3156.1	392.7	14.2
1995	2708.2	-447.9	-14.1

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel

Graf. 6.2. PRODUCCION TOTAL DE PAPEL

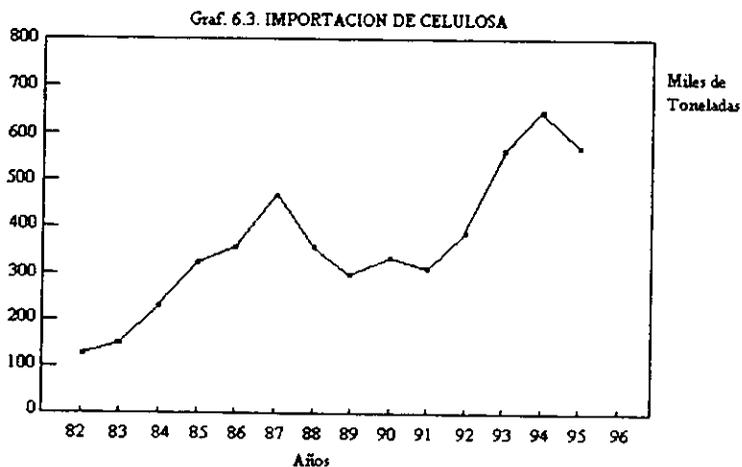


6.8. IMPORTACION DE LA CELULOSA

Tabla 6.5. IMPORTACION DE CELULOSA
(miles de toneladas)

Año	Importación	Variación	% variación
1982	128.5	---	----
1983	162.9	34.4	26.7
1984	228.8	65.9	40.4
1985	310.8	82.0	28.9
1986	345.3	34.6	11.1
1987	470.5	125.1	36.2
1988	356.0	-114.0	-24.2
1989	304.3	51.7	-14.5
1990	335.7	31.4	10.3
1991	320.1	-15.6	-4.6
1992	398.7	78.6	24.5
1993	580.9	182.2	45.7
1994	639.2	58.3	10.0
1995	573.4	61.4	-9.7

Fuente: Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel

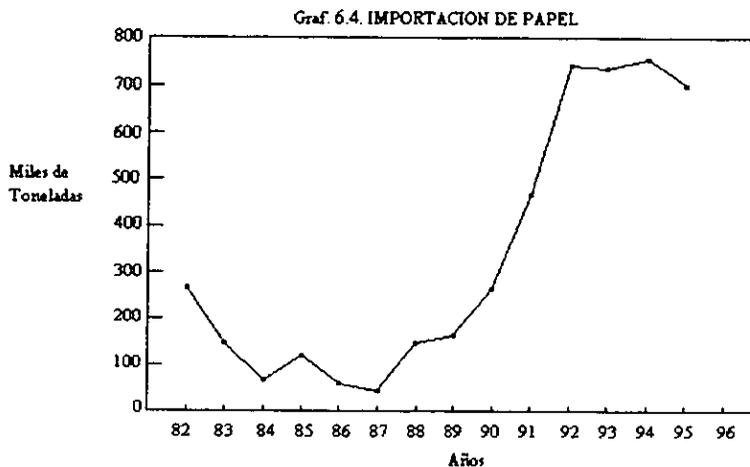


6.9. IMPORTACION DEL PAPEL

Tabla 6.6. IMPORTACION DE PAPEL
(miles de toneladas)

Año	Importación	Variación	% variación
1982	281.4	-----	-----
1983	145.7	-135.7	-48.2
1984	78.0	-67.7	-46.4
1985	105.8	27.8	35.6
1986	70.7	-35.1	-33.1
1987	66.3	-4.4	-6.2
1988	143.2	76.9	115.9
1989	174.3	31.1	21.7
1990	278.9	104.6	60.0
1991	471.6	192.7	69.1
1992	745.2	273.6	58.1
1993	740.8	-4.4	-0.6
1994	763.2	22.4	3.0
1995	693.5	69.7	-9.1

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel.



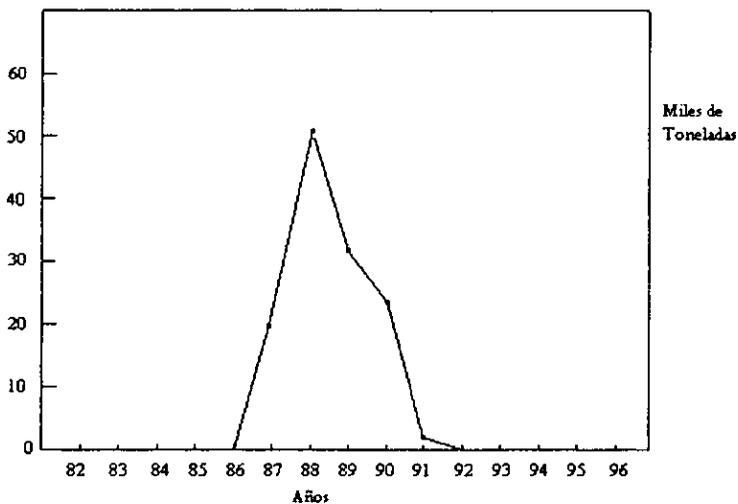
6.10. EXPORTACION DE LA CELULOSA

Tabla 6.7. EXPORTACION DE CELULOSA
(miles de toneladas)

Año	Exportación
1982	----
1983	----
1984	----
1985	----
1986	----
1987	20.3
1988	52.4
1989	31.0
1990	23.3
1991	0.9
1992	----
1993	----
1994	----
1995	----

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la
industria de la Celulosa y Papel

Graf. 6.5. EXPORTACION DE CELULOSA



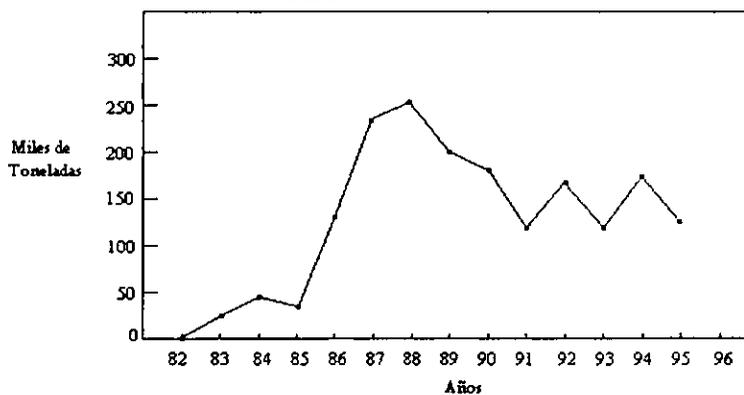
6.11. EXPORTACION DEL PAPEL

Tabla 6.8. EXPORTACION DE PAPEL
(miles de toneladas)

Año	Exportación	Variación	% variación
1982	0.0	-----	----
1983	29.3	29.9	100
1984	48.9	19.6	66.9
1985	38.4	-16.9	-22.9
1986	135.7	97.3	253.4
1987	243.1	107.4	79.1
1988	252.6	9.5	3.8
1989	200.9	-51.7	-20.5
1990	167.8	-33.1	-16.5
1991	120.3	-47.5	-28.3
1992	156.6	36.3	30.2
1993	119.9	-36.7	-23.4
1994	173.1	53.2	44.3
1995	135.4	-37.7	-21.7

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel

Graf. 6.6. EXPORTACION DE PAPEL



6.12. CONSUMO APARENTE DE LA CELULOSA Y EL PAPEL

Tabla 6.9. CONSUMO APARENTE DE CELULOSA
(miles de toneladas)

Año	Producción	Importación	Exportación	C. Aparente
1982	748.4	128.5	----	876.7
1983	759.5	162.9	----	922.4
1984	800.7	228.8	----	1026.7
1985	820.4	310.8	----	1131.3
1986	772.8	345.3	----	1118.0
1987	780.5	470.5	20.3	1230.7
1988	809.2	356.0	52.4	1112.7
1989	799.0	304.3	31.0	1064.2
1990	771.8	335.7	23.3	1084.2
1991	705.1	320.1	0.9	1024.3
1992	559.8	398.7	----	907.8
1993	343.5	580.9	----	924.5
1994	427.0	639.2	----	1066.2
1995	335.2	573.4	----	908.6

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel

Tabla 6.10. CONSUMO APARENTE DE PAPEL
(miles de toneladas)

Año	Producción	Importación	Exportación	C. Aparente
1982	1986.5	281.4	0.0	2267.9
1983	2061.8	145.7	29.3	2178.2
1984	2239.7	78.0	48.9	2268.8
1985	2447.8	105.8	38.4	2515.0
1986	2470.2	70.7	135.7	2405.1
1987	2574.6	66.3	243.1	2397.8
1988	2593	143.2	252.6	2484.1
1989	2736.8	174.3	200.9	2710.2
1990	2870.9	278.9	167.8	2982.0
1991	2895.9	471.6	120.3	3247.1
1992	2825.2	745.2	156.6	3413.8
1993	2763.5	740.8	119.9	3384.3
1994	3156.1	763.2	173.1	3746.2
1995	2708.2	693.5	135.4	3266.3

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel

6.13. BALANZA COMERCIAL DEL PAPEL Y LA CELULOSA

Tabla 6.11. BALANZA COMERCIAL DE CELULOSA
(miles de toneladas)

Año	Exportación	Importación	B.Comercial
1982	----	128.5	-128.50
1983	----	162.9	-162.94
1984	----	228.8	-228.08
1985	----	310.8	-310.88
1986	----	345.3	-345.47
1987	20.3	470.5	-450.25
1988	52.4	356.0	-303.56
1989	31.0	304.3	-273.24
1990	23.3	335.7	-312.38
1991	0.9	320.1	-339.69
1992	----	398.7	-348.02
1993	----	580.9	-580.96
1994	----	639.2	-639.20
1995	----	573.4	-573.40

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel

Tabla 6.12. BALANZA COMERCIAL DEL PAPEL
(miles de toneladas)

Año	Exportación	Importación	B.Comercial
1982	0.0	281.4	-281.40
1983	29.3	145.7	-116.41
1984	48.9	78.0	- 29.10
1985	38.4	105.8	-67.32
1986	135.7	70.7	65.06
1987	243.1	66.3	176.77
1988	252.6	143.2	109.37
1989	200.9	174.3	26.56
1990	167.8	278.9	-111.10
1991	120.3	471.6	-351.21
1992	156.6	745.2	-588.66
1993	119.9	740.8	-620.00
1994	173.1	763.2	-590.10
1995	135.4	693.5	-558.10

Fuente : Memoria Estadística 1995 Cámara Nacional de la industria de la Celulosa y Papel

6.14. ANALISIS DE LOS DATOS ECONOMICOS

El principal problema que enfrenta la industria del papel y la celulosa es en la fabricación de la celulosa.

Actualmente en el país hay un total de 66 plantas productoras de celulosa y papel de las cuales 54 producen papel; 8 celulosa y papel y 4 solamente celulosa.

En los últimos diez años, de 1985 a 1995, la capacidad instalada de la celulosa decreció en un 6.15%, paso de 1023 a 960 mil toneladas. Las principales causas de este decremento son debidas a los problemas técnicos y jurídicos explicados en los puntos 6.2.2 y 6.2.3 de este capítulo. Como no es suficiente la cantidad de celulosa producida a nivel nacional, se tiene la necesidad de importarla. Las importaciones de 1985 a 1995 se incrementaron en un 85%, pasaron de 310.8 a 573.4 mil toneladas. Asimismo por la falta de materia prima como es la celulosa, a partir de 1992 a la fecha no existe exportación alguna de las fabricas que producen papel a partir de fibras primarias. La única rama de esta industria que a logrado exportar en los últimos años es la del cartonaje en la modalidad de empaques (un empaque es un caja de cartón que se utiliza para empaquetar objetos ó artículos para su distribución o transporte) que de 1985 a 1995 incremento su producción en un 32%, paso de 1294.9 a 1709.1 mil toneladas. Cabe mencionar que la principal materia prima para la fabricación de empaques son las fibras secundarias.

Como consecuencia de esta baja producción nacional de celulosa y el aumento en la demanda nacional, la importación del papel se aumentado considerablemente en estos últimos años, paso de 105.8 mil toneladas en el año 1985 a 693.5 mil toneladas en 1995, lo cual representa un incremento de 555%.

No obstante lo anterior, la capacidad instalada y la producción del papel muestran una tendencia ascendente, logrando la capacidad instalada un incremento de un 31.95% de 1985 a 1995, mientras que la producción del papel se incremento un 18.9% en ese mismo periodo, pasando de 2447.7 a 2708.2 mil toneladas.

CONCLUSIONES

De manera general el Ingeniero Químico que desee ingresar en cualquier área laboral de la industria del papel y celulosa debe conocer : 1) como se produce la celulosa y papel ; 2) que es un control de calidad y como se desarrolla ; 3) Como se interrelacionan los diferentes departamentos en una empresa, si no se tiene idea, el MRP II puede dar una forma de visualizar tal interrelación ; 4) Que es la Higiene y la seguridad , quién esta encargada de ella y como se lleva a cabo el control de estas en el centro laboral.

No es un requisito indispensable el tener dichos conocimientos, sin embargo estos pueden marcar la diferencia entre otros aspirantes que deseen laborar en la misma empresa.

Hoy en día es necesario que muchas empresas cuenten con una metodología que les ayude a ser eficientes cuando realizan sus operaciones, tanto productivas como administrativas, ya que muchas veces de ello depende el que continúe existiendo o no la empresa, debido a que hoy en la actualidad hay mucha competencia entre las empresas productivas. Muchas de dichas empresas han tomado como filosofía el método MRP II, y debido a esto, es por lo menos necesario conocer de forma básica su funcionamiento.

A pesar de la difícil situación económica que atraviesa el país en los últimos años, la industria de la celulosa y el papel muestra un crecimiento lento pero ascendente, siendo el principal problema de esta industria el abasto de materia prima, la celulosa, la cual debido a la mala infraestructura no se puede extraer adecuadamente, resultando a veces más económico el tener que importarla. Debido a lo anterior, las grandes empresas de esta industria se han dirigido al reciclaje del papel, lanzando al mercado principalmente un papel higiénico (ó sanitario) que ha tenido gran impacto debido a que su costo es casi la mitad de lo que cuesta un papel higiénico normal. Asimismo las empresas dedicadas al Empaque(cartonaje) han aumentado sus ventas considerablemente, es la única rama de la industria papelera que no muestra cifras negativas en su producción, en dichas empresas se lleva a cabo la recopilación de todo tipo de papel para posteriormente reciclarlo.

Por lo anterior, es necesario que el aspirante a introducirse en la industria del papel y la celulosa tenga asimismo, los conocimientos de como se lleva a cabo el reciclamiento de un papel.

El presente trabajo trata de dar a conocer lo fundamental que necesita un Ingeniero Químico para entrar a laborar en la industria del papel y la celulosa, en particular en las empresas que se dedican al reciclaje de papel, las cuales debido a su crecimiento, seguido solicitan gente para trabajar en estas. Dentro de estas empresas, las que colocan más avisos de solicitud de Ingenieros Químicos tenemos a Kimberly y Clark de México S.A. de C.V., Empaques Corona S.A. de C.V., Empaques Estrella S.A. de C.V. y Empaques la Moderna S.A. de C.V., todas ellas ubicadas en la zona industrial Vallejo.

Para conocer más a fondo los temas que se citan en este trabajo, es necesario consultar la bibliografía mencionada al final de este trabajo.

Apéndice A

PRINCIPALES PROPIEDADES DE UN PAPEL

Abrasividad.- Textura de rayado o cortado de la superficie. Buena en papel de lija pero mala en papel de impresión porque esta causa un indebido desgaste en los caracteres de las maquinas de impresión.

Absorbencia.- Habilidad para absorber líquidos.

Absorción de tinta.- Habilidad para tomar la tinta del impresor

Absorción de agua.- Habilidad para absorber el agua

Acabado.- El termino general para las diferentes texturas o propiedades de superficie de una hoja.

Apariencia.- La manera en que los ojos observan tales propiedades como el color, terminado, pulcritud y formación.

Brillo.- Habilidad de la hoja para reflejar la luz

Calibrador.- Espesor de una hoja usualmente medido en milésimas de pulgada .

Color.- Los diferentes tonos, matices y pigmentaciones de la hoja. Significa buen color cuando se tiene un color blanco y limpio, y pobre color cuando se tiene un color amarillento o un blanco sucio.

Composición.- Indica los constituyentes principales que componen la hoja.

Compresibilidad.- Habilidad de una hoja para tomar o resistir presión, como en la impresión.

Conductividad térmica.- Habilidad para conducir o resistir conducción térmica

Contenido de Humedad.- El porciento de agua en la hoja.

Contenido de aceite.- El porciento de aceite que puede contener una hoja.

Contracción.- Habilidad de la hoja para contraerse con el clima seco o frío, tan distinto de la expansión con humedad y calor.

Densidad aparente.- Resulta de dividir el peso base (basis weight) entre el espesor o calibrador (caliper).

Descarapelado.- Superficie rugosa causada por fibras fijadas fuera de la superficie de la hoja.

Dieléctrica (Conductividad eléctrica).- Habilidad para resistir conductividad eléctrica (generalmente un resultado de la presencia o ausencia de elementos de conductividad ajenos en el papel).

Durabilidad.- Habilidad de mantener sus propiedades originales bajo un uso continuo.

Dureza.- Habilidad para soportar marcaduras hechas por la presión de objetos contra la hoja.

Elasticidad.- Habilidad para regresar a su forma original después de remover la presión deformadora.

Encrespado.- Tendencia de la hoja a ondularse o torcerse en una humedad atmosférica inusual.

Ensanchamiento.- Habilidad de un papel para incrementar su largo bajo fuerza de tensión o pulido; esto es importante en la impresión y envasado.

Expansión .- Ver contracción.

Fragilidad.- Habilidad de resistir rupturas por doblamiento (una vieja pieza de papel puede ser muy frágil).

Humectabilidad.- Habilidad de una superficie para absorber un líquido en particular.

Lustre.- Habilidad de la superficie para reflejar la luz, esto debido al pulimiento de la superficie.

Olor.- El olor que puede tener una hoja.

Opacidad de impresión.- La habilidad de una hoja para impedir la impresión sobre un lado para mostrarlo a través del otro.

Permeabilidad.- Resistencia de una hoja para absorber un líquido o gas.

Permeabilidad del aire .- Habilidad para permitir el paso del aire a través de la hoja

Peso base o Peso de Resma (Basis Weight, Ream Weight).- Es el peso en libras de 500 hojas de papel de un tamaño dado. Por ejemplo, 40 libras de papel pueden ser una resma (lote de pliegos de papel) de 500 hojas cortadas en un tamaño de 25 por 40 pulgadas y pesando 40 libras, ó 40#(25x40), ó 40 lb (25x40-500)..

Pigmentación.- Cantidad de color sobre la superficie de una hoja.

Porosidad.- La estructura de la hoja en términos de la existencia de vacíos de aire conectados, y el tamaño, forma y relación de estos vacíos.

Reflectancia.- La habilidad de una hoja para reflejar la luz.

Suciedad.- Presencia de materia extraña en la hoja que crea un contraste de color.

Transparencia.- Grado en el cual los objetos pueden ser observados y distinguidos a través de la hoja.

Tamaño standard.- El largo y ancho de una hoja, en términos de un acuerdo sobre tamaños que se puedan considerar como generales.

Volumen específico.- El volumen por unidad de masa medido bajo condiciones estándar.

Apéndice B

GRADO O CLASIFICACION DEL PAPEL

Papel Album

Usado principalmente para crear álbums fotográficos . Hecho en colores sólidos , generalmente negro y gris. Los pesos base son: 50, 65, 80# (20x26). Su superficie es suave y libre de impurezas.

Papel Aprestado o Aderezado

Papel que ha sufrido una o varias veces la operación de aprestado (engomado).

Papel Biblia

Papel delgado, muy opaco, resistente, y de alta opacidad, propio para imprimir diccionarios, biblias, etc. . Peso base: de 10.1 a 16.8 # (25x38).

Papel Bicolor

Papel doble, triple o múltiple, con sus dos caras de color diferente.

Papel Bond

Papel acabado y encolado, propio para escritura o impresión, con marcas de agua o sin ellas, buena calidad de terminado, fácil de borrar y limpio de pelusas. Peso base: de 13 a 24#(17x22).

Papel Bristol

Cartulina fina, blanca o de colores, rígida y de alta satinación. Peso base: 22.5x30.25.

Papel Calandriado

Papel que ha sido satinado en la calandria.

Papel Carbón

Papel delgado, tratado con una mezcla de tinta o de carbón parafina, que permite obtener copias del original. Peso base :22x28.

Papel de Construcción

Papel suave, barato de gran tamaño , con un gran rango de colores. Peso base: 40 a 80#(24x36).

Papel Cauché

Papeles cubiertos, barnizados o esmaltados por una o por las dos caras, con una capa de preparación de sustancias que le da un acabado propio para impresión fina.

Papel Crepé

Papel delgado, de superficie rugosa, hecho por procedimientos mecánicos

Papel de Chequeo Difícil

Papel cartón usado para tickets, etiquetas de embarque, etc. Puede tener cubierta por uno o por los dos lados. Su espesor es de 3,4,6, 8, 12, 18, 24 y 30 puntos (un punto es igual a 0.001 in)

Papel China

Papel delgado y suave, de alrededor de 0.0000284 lb/in² (20 g/m²), blanco o de colores, de uso común en envolturas o adornos. Se fabrica con la parte interior de la corteza de caña del bambú.

Papel para Cigarrillo

Papel muy delgado, hecho generalmente con fibras de lino, cáñamo y similares, de fácil combustión. Se utiliza para fabricar cigarrillos.

Papel Engomado

Papel que ha recibido sobre una o sus dos caras, una capa de pegamento.

Papel Higiénico

Papel que se destina para uso sanitario, servilletas, toallas, etc. y de acabado y resistencia y absorberencia según el empleo.

Papel de Impresión

Papeles que por su acabado, son propios para impresión de tipografía.

Papel de Java

Papel hecho de desperdicios de papel.

Papel Kraft

Papeles de mucha resistencia, hechos con celulosa al sulfato. Propios para envoltura, empaques y artículos para envasar.

Papel Ledger

Papel fino de colores. Propio para documentos o libros. Peso base :24 a 36# (17x22).

Papel Lustre

Papel pintado y barnizado de un alto grado de satinación o brillantez por una de sus dos caras, que puede ser grabado, realzado, o jaspeado.

Papel de Lija

Hoja de papel fuerte, con vidrio molido, arena cuarzosa o polvos de esmeril, encolados en una de sus caras.

Papel Listado

Papel que tiene una marca de agua o de fieltro, constituido por estriás paralelas.

Papel Manila

Papel resistente, de color y acabado semejante al ordinariamente fabricado con pasta de Manila, abacá y similares, que se destina por lo común a envases o envolturas.

Papel Metálico

Papel tratado superficialmente con sustancias metálicas, para producir un efecto de un metal, o papeles que se combinan con hojas de metal laminado.

Papel de Mimeógrafo

Papel usado para duplicaciones en serie. Sus cualidades son : buena opacidad, libre de pelusas y buena absorbencia. Peso base de 6 a 24# (17x22)

Papel Ministro

Papel de escribir de buena calidad y encolado que se empleaba anteriormente para oficios en organismos oficiales y que actualmente se destina para impresiones finas.

Papel Música

Papel de superficie tersa, resistente y encolada, propia para impresión de música. Peso base: de 60 a 90# (25x38).

Papel Novela

Papel de tipo corriente, acabado a máquina de mucho espesor, propio para libros, novelas, etc.

Pañuelos de Papel Faciales

Usados para remover cremas, aceites, grasas del cutis y para otros propósitos. Hecha de pulpa de sulfato o sulfito blanqueada, algunas veces contiene un pequeño porcentaje de pulpa mecánica: Las características deseables son : suavidad, resistencia y libre de pelusas. Peso base: 8 a 13#(24x36) después de haber realizado el crespado.

Papel Parafinado

Papel semipermeable al agua, tratado con parafina que se añade a la pasta o que se aplica a la superficie del papel.

Papel Pergamino

Papel sometido a un tratamiento de ácido sulfúrico, o de otros agentes químicos, que posee una textura continua que le permite no disgregarse, bajo la acción del agua aún hirviendo y con permeabilidad baja.

Papel Secante

Papel sin encolar, muy absorbente, propio para secar tintas.

Papel Tabla

Papel corriente y semicorriente, de buena satinación, propio para impresiones con grabados de tipografía. Peso base: de 13 a 24# (24x36). Su espesor oscila entre 0.006 y 0.012 in.

Papel transparente (Glassine)

Papel transparente (pero puede ser opaco) de alta resistencia al aire, grasa y mezcla de vapor. Usualmente calandrado. Peso base: de 12 a 90# (siendo de 15 a 40 usualmente) 24x36. Usado como envoltura, especialmente para productos alimenticios.

Papel con Venturina

Papel que presenta en las superficies fibras de diferentes colores.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Diccionario Ilustrado Aristos, Ed. Ramón Sopena S.A., Barcelona, España, 1972.
- 2.- Nuevo Diccionario Enciclopédico Valle, 4a edición, Editorial del Valle de México, México, D.F., 1986.
- 3.- Calkin B. John, *Modern Pulp and Paper Making*, Ed. Reinhold Publishing Co, N.Y., USA, 1957.
- 4.- Altieri A.M. y Wendell J.W., *In Deinking of waste Paper*, Monografía No.16 , Ed. TAPPI, N.Y., 1956 , pp 45-47.
- 5.- Meléndez Ponce R., *Sistemas de Procesamiento de Fibras Secundarias en alta consistencia*, Revista ATCP, Ed. Asociación Técnica de la Celulosa y Papel, México D.F , Febrero de 1979.
- 6.- Slim Ronald J., *Panorama Internacional de los Materiales Fibrosos*, revista ATCP, Ed. Asociación Técnica de la Celulosa y Papel, México D.F., Enero/febrero de 1982.
- 7.- Mosher O., *Industrial an Speciality Papers*, vol.1, 2a edition, Ed.Chemical Publishing Company, N.Y. USA, 1968
- 8.- Morales Castro J., *Análisis de Competitividad de la Industria de Papel y Celulosa*, Tesis UNAM, 1995.
- 9.- Jamieson M., *Manejo de los alimentos, Volumen 2*, Ed. Pax, México D.F., 1975
- 10.- Referencia Periódística de El Diario *El Universal*, Números : 28 600 - 28917, año LXXXI, Tomos : CCCXVII - CCCXIX, México D.F., Enero - Diciembre de 1996.
- 11.- Casey J., *Pulp and Paper*, 2a Edition, Vol.1, Ed. Interscience Publishers Inc, N.Y. U.S.A ., 1952
- 12.- Chebrit Maurice, *El Procedimiento del Destintado*, Revista ATCP, Vol.22, No.5, Ed. Asociación Técnica de Celulosa y Papel, México D.F., septiembre/octubre de 1982, pag. 210-217.
- 13.- Lopez Serrano E., *Obtención de Pulpa de Kraft a partir de papel y cartones*, Tesis UNAM, 1985
- 14.- E.A.Apps , *Ink Technology for Printers and Students*, vol.1 chap.2 Raw Materials for Inks , Ed.Chemical Publishing , N.Y. USA, 1964.
- 15.- Altieri A.M. and Wendell J.W., *Pulp and Papel Manufacture. vol. 2 chap.3 Deinking*, 2a edition, Ed. Mc Graw Hill, N.Y. USA, 1968, pag. 94-131.
- 16.- Libby C. E., *Ciencia y tecnología sobre la pulpa y el papel, vol. 1*, Ed. Continental, México D.F., 1967.
- 17.- Costa Coll T., *Manual del fabricante de Papel*, 2a edición, Ed. Bosch, Barcelona España, 1953
- 18.- Kreyszig E., *Introducción a la Estadística Matemática*”, 9a edición, Ed. Limusa, México D.F., 1987.
- 19.- Annual Book of ASTM Standars , Sección 15, Vol.15.09, Ed.ASTM, 1989.
- 20.- Torres de Jesús F., *Planeación del MRP II*, Tesis UNAM, 1996.

- 21.- Buffa S. and William H., *Sistemas de Producción e Inventarios*, Ed. Limusa, México D.F., 1981.
- 22.- Possl E. W., *Control y Planeación de la producción*, Ed. Prentice Hall, México D.F., 1989.
- 23.- Carrión Mugica J., *Implementación de un Sistema de Planeación de Recursos de Manufactura (MRP)*, Tesis UNAM, 1994.
- 24.- Chapra C. Steven and Canale P. Raymond, *Métodos Numéricos para Ingenieros*, Ed. Mc Graw Hill, México D.F., 1990.
- 25.- Aranda Navarro R., *La Importancia de las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad dentro de la industria de Celulosa y Papel*, Tesis UNAM, 1984.
- 26.- Periódico *El Financiero*, Sección Análisis Económico, 21 Junio de 1996, pag.3A.
- 27.- Memoria Estadística 1995 de Celulosa y Papel, Ed. Camara Nacional de la Industria de Celulosa y Papel, 1996.
- 28.- ASM Hand Book Nondestructive Evaluation and Quality Control, 2a edition, vol.17, Ed. ASM international , 1992, pag.719-728.