



Universidad Michoacana  
de San Nicolás de Hidalgo.

Facultad de Ingeniería en  
Tecnología de la Madera

ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PAPEL RECICLADO  
EN LA PLANTA, INDUSTRIAS CENTAURO DE DURANGO, DGO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE.  
INGENIERO EN TECNOLOGÍA DE LA MADERA

PRESENTA.  
PAUL BETANZOS CALDERÓN.

DIRECTOR DE TESIS.  
M. C. ROBERTO CALDERÓN MUÑOZ.

MORELIA, MICHOACÁN, JULIO DE 2006





Universidad Michoacana  
de San Nicolás de Hidalgo.

---

Facultad de Ingeniería en  
Tecnología de la Madera



ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PAPEL RECICLADO  
EN LA PLANTA, INDUSTRIAS CENTAURO DE DURANGO, DGO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE.  
INGENIERO EN TECNOLOGÍA DE LA MADERA

PRESENTA.  
PAUL BETANZOS CALDERÓN.

DIRECTOR DE TESIS.  
M. C. ROBERTO CALDERÓN MUÑOZ.

MORELIA, MICHOACÁN, JULIO DE 2006

## DEDICATORIA.

### A Dios

Por ser la razón principal por la que realizado una de mis muchas metas que tengo en la vida y también por haber estado conmigo en los momentos más felices y difíciles de mi vida.

### A mis padres

Celestino Betanzos y Paula Calderón por haber confiado en mí y darme siempre su cariño, comprensión, apoyo moral, económico y educación.

### A mi esposa

Por su preocupación hacía el avance del presente, por el animo que siempre me ha transmitido, por el apoyo incondicional hacia la superación de mi persona, por su amor y cariño.

### A mis hermanos

Por ser un gran apoyo a mi persona, por brindarme su cariño, comprensión y respeto.

### A mis familiares

Por que siempre han creído en mí, me han apoyado y me impulsaron para lograr terminar mi carrera.

Y a todas aquellas personas que han depositado su confianza en mí, así como a quienes tuvieron a bien colaborar conmigo en la realización de este trabajo.

## AGRADECIMIENTOS.

A dios por permitirme terminar mi carrera con bien y satisfacción, por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas.

A mi Director de Tesis M. en C. Roberto Calderón Muñoz que a pesar de ser mi tío siempre me exigió y apoyo en todo momento para poder culminar este trabajo satisfactoriamente ¡Gracias Tío!

A toda mi familia por su apoyo y comprensión en todo momento.

A la Universidad U.M.S.N.H  
Por darme una formación profesional y la oportunidad de poder ser mejor en la vida.

A todos los profesores, administrativos de la F.I.T.E.C.M.A  
Por brindarme todo su apoyo, motivación y sus valiosos conocimientos para poder ser una mejor persona.

A todos mis compañeros de la F.I.T.E.C.M.A  
Por los cuales pase los mejores momentos de mi carrera al lado de ellos.

## ÍNDICE.

1. Introducción -----	14
2. Antecedentes -----	16
2.1. Históricos -----	16
2.2. Bibliográficos -----	23
3. Objetivos -----	24
4. Descripción del proceso -----	25
4.1. Recepción y lotificación de materia prima -----	25
- Objetivo general de la recepción de materia prima -----	25
- Información general -----	25
- Entradas de almacén e inventarios -----	25
- Procedimientos para la descarga de camiones con pacas -----	26
- Distribución y lotificación de la materia prima -----	27
- Reglamento de patio. -----	27
4.2. Muestreo de humedad y contaminantes. -----	28
- Muestreo de evaluación de embarques. -----	28
- Instrucción para el muestreo de la fibra secundaria. -----	28
- Fibras secundarias en furgones y camiones. -----	29
- Muestras para la determinación de la humedad. -----	29
- Determinación de la humedad en la fibra secundaria. -----	29
- Instrucción para la determinación de humedad en la fibra secundaria. ---	29
- Método estándar. -----	30
- Determinación de materiales prohibidos en las fibras secundarias. -----	30
- Determinación de materiales no aptos en fibras secundarias. -----	30
- Instrucción de trabajo para la determinación de materiales no aptos en fibras secundarias. -----	31
- Calculo de descuentos en los embarques por humedad y contaminantes. -	31
4.3. Clasificación de la materia prima. -----	31
- Tipos de materias primas. -----	31
- Papeles para empaques. -----	31
- Papeles para impresión y escritura (blancos). -----	33
- Mezclas y formulaciones para diferentes tipos de papel. -----	33
- Consumo de fibras. -----	34
4.4. Propiedades físico mecánicas de la materia prima. -----	34
- Técnicas de análisis de fibras y pruebas especiales -----	34
- Pila holandesa T 20 om – 89. -----	34
- Procesado de pulpa en el laboratorio (método de batido) T 200 om – 89. -	35
- Formación de hojas para pruebas físicas en pulpas T 200 om – 89. -----	36
- Pruebas físicas para las hojas hechas en el trabajo T 220 om – 88. -----	37
- Longitud de fibra de la pulpa por clasificación T 223 om – 82. -----	41
- Método para la medición del grado de refinación CANADIAN ESTÁNDAR FREENESS (CSF método relativo a TAPPI T-227 e ISO 5267 / 2) -----	44
- Freeness de pulpa (método estándar canadiense) T 227 om – 94. -----	45
4.5. Pulper de tambor, vertical y transportadores de bandas. -----	48

- Transportador de placas -----	48
- Fibreflow tambor (pulper de tambor). Descripción del proceso pulper de tambor. -----	50
- Zona de pulpeo. -----	50
- Zona de cribado. -----	51
- Dimensiones del pulper de tambor. -----	51
- Piezas principales del pulper de tambor. -----	52
- Almacenamiento. -----	54
- Pulper vertical, (pacas y banda transportadora). -----	55
- Materiales y principio de operación del pulper de tambor. -----	55
- Tira trenza. -----	56
4.6. Calidad de la pasta. -----	57
- Humedad. -----	57
- Explosividad (factor MULLEN). -----	57
- Tensión. -----	57
- Rasgado. -----	57
- Freeness. -----	58
4.7. Línea 1. “Trayectoria y limpieza de la pasta”. -----	58
4.7.1 Depuración. -----	58
- Regulador automático de rechazo. (rejectomat). -----	58
- Turbo separador. -----	59
- Depurador cónico centrifugo. -----	60
- Depurador de pasta espesa tipo T – 2 (vertical). -----	61
- Despastillador. -----	62
- Clasificadores vibrantes (Cribas vibratorias). -----	63
- Espesador. -----	65
4.8 Línea 2. “Trayectoria y limpieza de la pasta”. -----	67
4.8.1 Depuración. -----	67
- Depuradores verticales. -----	67
- Moduscreen C6R y C4R -----	67
- Depuradores presurizados. -----	70
✓ TAP – 450. -----	70
✓ TAP – 120. -----	70
✓ TAP – 50. -----	70
- Depuradores ciclónicos. -----	71
- CLEANPAC 250 LWR Hunter. -----	72
- CLEANPAC 700 Satélite. -----	73
- Fibermizer. -----	74
- Depuración fina; depurador multipasos Must 703. -----	74
- Espesador. -----	76
4.8.2 Separador tipo prensa de tornillo. -----	78
- Transportador de tornillo. -----	79
4.8.3 Refinadores tipo; M – 1, M – 2, T y S. -----	79
- Bomba de aire de anillo hidráulico. -----	81
- Bombas centrifugas. -----	81
4.9 Formación de la hoja. -----	83

4.9.1	Máquina de papel. -----	83
	- Proceso de formado y terminado. -----	83
	- Perfil de magnitud de orientación. -----	85
4.9.2	Limpieza de la pasta después de la etapa de refinación con depuradores verticales ciclónicos. -----	86
	- Depuradores verticales. -----	86
	- Depuradores ciclónicos centrífugos. -----	87
4.9.3	Cajas de flujo -----	88
	- Acciones de la caja de flujo -----	88
	- Descripción del chorro -----	88
	- Efectos en la estructura de la hoja. -----	89
	- Calidad del chorro. -----	89
	- Control de reflexión. -----	90
	- Caja de entrada. -----	90
	- Control de nivel. -----	90
	- Labio superior. -----	91
	- Medición de la apertura. -----	91
	- Numero de actuadores. -----	91
	- Movimiento horizontal. -----	91
	- Labio inferior. -----	91
	- Recirculación. -----	92
4.9.4	Caja de nivel constante (base). -----	92
4.9.5	Caja de nivel constante (cobertura). -----	95
4.9.6	Consistencias. -----	96
	- Consistencias para fabricación de corrugado. -----	96
	- Consistencias para fabricación de sacos Kraft. -----	97
	- Especificaciones de las bombas. -----	97
	- Especificaciones de los motores de las bombas. -----	98
	- Bomba abanico. -----	98
4.10	Mesa de Formación. -----	99
	- Rodillo de pecho. -----	99
	- Zona de rodillos de retorno de la tela inferior y superior. -----	99
	- Rodillo couch (succión). -----	99
	- Sistema de vacío. -----	100
	- Fornin Bord. -----	100
	- Hidrofoils. -----	100
	- Cajas de vacío. -----	100
	- Cajas de medio vacío. -----	100
	- Cajas de alto vacío. -----	101
	- Telas de formación. -----	101
	- Drenado. -----	101
	- Soporte. -----	101
	- Transporte. -----	101
	- Permeabilidad del aire. -----	102
	- Dimensiones de las telas en las mesas de formación, (base y cobertura). -----	104

4.11 Prensado. -----	104
- Primera prensa. -----	105
- Segunda prensa. -----	105
- Rodillos de la primera prensa. -----	105
- Rodillo inferior. -----	105
- Sistema Pick – up. -----	105
- Rodillos de succión ó Pick – up. -----	105
- Rodillo Kuster (inferior). -----	105
- Rodillo LUM BREAKER. -----	106
- Rodillo de carga. -----	106
- Rodillo superior de la primera prensa. -----	106
- Rodillo superior de la segunda prensa. -----	106
- Cortadores laterales principales. -----	107
- COUH – PIT -----	107
- PRESS – PIT: -----	107
- Funcionamiento. -----	107
- Fieltro. -----	107
- Tensores del fieltro. -----	107
- Reguladores de marcha del fieltro. -----	108
- Tubos de succión del fieltro. -----	108
- Regaderas. -----	109
4.12 Secado. -----	110
- Fases de secado de un cilindro secador. -----	110
- Rodillo guía de lonas. -----	111
- Tensores reguladores. -----	112
- Sistema de cuerdas. -----	112
- Cortadores de punta. -----	112
- Lonas secadoras. -----	112
4.12.1 Vapor y condensado. -----	113
- Proceso convencional. -----	113
- Proceso tipo cascada. -----	113
- Proceso tipo termo compresor. -----	113
4.13 Control de calidad del producto terminado. -----	114
- Gramaje del papel y cartón de peso base. -----	116
- Porcentaje de humedad en papel y cartón. Perfil de humedad. -----	117
- Calibre – espesor o densidad del papel combinado. -----	118
- Prueba de Mullen. Resistencia a la explosión del papel liner y Cartón. -----	119
- SCOOT – BOND resistencia al desprendimiento -----	120
- RING CRUSH método de soporte rígido en cartón. -----	121
- CMT Prueba de rigidez en el papel para corrugar. -----	122
- Encolado – Prueba de Cobb, absorción de agua del papel y cartón ----	123
- Porosidad Gurley, resistencia al aire del papel -----	124
- Prueba de rasgado, resistencia al desgarro -----	126
- Lisura tipo Bendtsen en papel y cartón -----	127
- Color de papel y cartón (geometría 45° / 0°) -----	128
4.14 Embobinado. -----	130



-	Desenrollador. -----	130
-	Soporte del tambor. -----	130
-	Parte de corte. -----	130
-	Rodillos. -----	131
-	Dispositivo de corte. -----	132
-	Sistema de pasada de la hoja. -----	133
-	Enrollador. -----	133
4.15	Almacenamiento. -----	134
-	Etiquetado y flejado. -----	134
4.16	Comercialización. -----	134
5	Análisis. -----	136
5.1	Tendencias de calidad realizadas en el laboratorio de la fecha de enero 2005 a diciembre 2005 de algunas fibras secundarias. -----	136
-	Interpretación de la curva de batido -----	138
5.2	Pruebas físico mecánicas de algunas fibras. -----	139
6	Conclusiones y recomendaciones -----	143
6.1	Como obtener una mejor optimización de refinados de disco -----	143
A.	Requerimientos hidráulicos. -----	143
B.	Intensidad de refinado. -----	144
C.	Controles y variables de proceso. -----	145
D.	Condiciones mecánicas del refino. -----	145
E.	Diseño de los discos. -----	145
F.	Aleaciones de discos. -----	146
6.2	Estos son algunos defectos en el producto final lo cuales generan rechazos. -----	147
6.3	Problemas de secado. -----	148
7	Bibliografía. -----	152
8	Anexos. -----	154
9	Glosario -----	169

## ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1.- Formulaciones para el papel médium. -----	33
Cuadro 2.- Formulaciones para el papel liner. -----	34
Cuadro 3.- Formulaciones para los papeles blancos. -----	34
Cuadro 4.- Tiempo sugerido para la extracción de muestras. -----	36
Cuadro 5.- Freeness promedio de las materias primas. -----	45
Cuadro 6.- Características del pulper de tambor. -----	51
Cuadro 7.- Dimensiones de la criba. -----	65
Cuadro 8.- Dimensiones y datos técnicos del espesador. -----	67
Cuadro 9.- Dimensiones del depurador 10 o 12. -----	69
Cuadro 10.- Dimensiones del depurador 40/13 y 40/19. -----	69
Cuadro 11.- Dimensiones del fraccionador. -----	71
Cuadro 12.- Datos de diseño del espesador. -----	77
Cuadro 13.- Datos técnicos del espesador. -----	78
Cuadro 14.- Datos de pesos del espesador. -----	78
Cuadro 15.- Valores de las variables del refinador SDM. -----	81
Cuadro 16.- Valores de las variables del refinador 05 SDM. -----	81
Cuadro 17.- Datos técnicos de la bomba centrífuga. -----	82
Cuadro 18.- Características de la caja de flujo primaria. -----	89
Cuadro 19.- Características de la caja de flujo secundaria. -----	90
Cuadro 20.- Datos técnicos primarios (base). -----	94
Cuadro 21.- Datos técnicos secundarios (cobertura). -----	96
Cuadro 22.- Bombas. -----	97
Cuadro 23.- Motores. -----	98
Cuadro 24.- Especificaciones de la bomba abanico. -----	98
Cuadro 25.- Dimensiones de la tela base. -----	102
Cuadro 26.- Dimensiones de la tela de cobertura. -----	103
Cuadro 27.- Especificaciones del rodillo Kuster. -----	106
Cuadro 28.- Primera prensa. -----	106
Cuadro 29.- Segunda prensa. -----	106
Cuadro 30.- Características del fieltro. -----	108
Cuadro 31.- Datos del regulador del fieltro. -----	108
Cuadro 32.- Datos del tubo de succión del fieltro. -----	108
Cuadro 33.- Localización y datos de las regaderas del fieltro. -----	109
Cuadro 34.- Datos técnicos del rodillo sacador. -----	110
Cuadro 35.- Rodillo guía. -----	111
Cuadro 36.- Datos técnicos de los tensores. -----	112
Cuadro 37.- Pruebas importantes para cada tipo de papel. -----	115
Cuadro 38.- Evaluaciones del papel. -----	115
Cuadro 39.- Especificaciones de la bobinadora. -----	129
Cuadro 40.- Datos de etiqueta de bobina. -----	134

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.- Máquina de papel de ROBERT. -----	18
Figura 2.- Máquina de papel perfeccionada (1803). -----	19
Figura 3.- Prensa rotativa estadounidense. -----	20
Figura 4.- Almacén de fibra secundaria, distribución de lotes en el patio de día ----	27
Figura 5.- Almacén de fibra secundaria, distribución de lotes en el patio de mes ---	28
Figura 6.- Numeración de las pacas de los camiones. -----	29
Figura 7.- Papel médium. -----	33
Figura 8.- Papel médium y liner. -----	34
Figura 9.- Pila holandesa -----	34
Figura 10.-Batidora o desintegradora. -----	36
Figura 11.-Formadora de hojas y rodillo estándar. -----	37
Figura 12.-Corte de las hojas. -----	39
Figura 13.-Detalles de corte para rasgado. -----	40
Figura 14.-Máquina para realizar pruebas de fuerza de tensión, resistencia al rasgado y rigidez. -----	41
Figura 15.-Recuperador de fibras o de finos. -----	41
Figura 16.-Probador freeness (modelo nuevo). -----	46
Figura 17.-Probador freeness. -----	47
Figura 18.-Transportador de placas y transportador hacia el pulper. -----	48
Figura 19.-Transportador de placas y transportador hacia el pulper. -----	49
Figura 20.-Cargador fijo para transportador de placas. -----	49
Figura 21.-Diagrama de plano de la banda transportadora de placas. -----	50
Figura 22.-Zona de pulpeo. -----	50
Figura 23.-Perforaciones de la criba y funcionamiento. -----	52
Figura 24.-Zona de cribado, deposito inferior de la pasta. -----	52
Figura 25.-Piezas principales del pulper de tambor. -----	53
Figura 26.-Separadores y elevadores del interior del pulper de tambor. -----	54
Figura 27.-Almacenamiento de la pasta en el tanque DUMP – CHES. -----	54
Figura 28.-Transportador de placas del pulper vertical. -----	55
Figura 29.-Rotación de la pasta en el pulper vertical. -----	56
Figura 30.-Tira trenza. -----	56
Figura 31.-Distribución de fuerzas sobre una lamina de fibra, prueba de MULLEN. -----	57
Figura 32.-Prueba de tensión. -----	57
Figura 33.-Turbo – separador. -----	60
Figura 34.-Depurador cónico centrífugo y dimensiones del mismo. -----	61
Figura 35.-Depurador vertical. -----	62
Figura 36.-Muestra de una criba en el interior de un depurador. -----	62
Figura 37.-Despastillador. -----	63
Figura 38.-Cribas vibratorias. -----	64
Figura 39.-Dimensiones de las cribas -----	64
Figura 40.- Espesador VOITH. -----	65
Figura 41.-Dimensiones del espesador. -----	66
Figura 42.-Depurador vertical tamaño 10 o 12. -----	69

Figura 43.-Depurador vertical tamaño 40/13 o 40/19. -----	69
Figura 44.-Fraccionador tamaño 100 y 200. -----	69
Figura 45.-Limpiadores o depuradores ciclónicos. -----	72
Figura 46.-Dimensiones de los limpiadores o depuradores ciclónicos. -----	73
Figura 47.-Limpiador o depurador ciclónico satélite. -----	73
Figura 48.-Depuradores ciclónicos. -----	74
Figura 49.-Depurador multipasos must 703. -----	76
Figura 50.-Espesador. -----	77
Figura 51.-Tamiz del espesador. -----	78
Figura 52.-Dimensiones del refinador tipo SDM. -----	80
Figura 53.-Dimensiones del refinador tipo 05 SDM. -----	81
Figura 54.-Bomba centrífuga. -----	82
Figura 55.-Dimensiones de la bomba centrífuga. -----	82
Figura 56.-Mesa de formación de base. -----	103
Figura 57.-Mesa de formación de base y cobertura. -----	104
Figura 58.-Fase de secado. -----	111
Figura 59.-Imagen de un termocompresor. -----	114
Figura 60.-Bobinadora. -----	130
Figura 61.-Elementos de corte para obtener diferentes tamaños de bobinas. -----	131
Figura 62.-Cuchilla de corte. -----	132
Figura 63.-Operación de bombeo. -----	147

## ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1.- Tipos de inventarios, entradas de almacén y equipo móvil. -----	154
Anexo 2.- Diagrama de flujo de la recepción de la materia prima y pasos a seguir para su lotificación. -----	156
Anexo 3.- Entrada de agua al hidra pulper de tambor. -----	157
Anexo 4.- Diagrama de la pasta del pulper de tambor. -----	158
Anexo 5.- Diagrama de agua y dilución del pulper de tambo. -----	159
Anexo 6.- Diagrama de pasta del pulper vertical. -----	160
Anexo 7.- Diagrama de agua del pulper vertical. -----	161
Anexo 8.- Diagrama de dilución del pulper vertical. -----	162
Anexo 9.- Diagrama de la mesa de formación: Base y cobertura. -----	163
Anexo 10.-Diagrama de la etapa de prensado. -----	164
Anexo 11.-Secciones de los rodillos de secado. -----	165
Anexo 12.-Línea de vapor de los rodillos secadores. -----	166
Anexo 13.-Diagrama de flujo de la bobinadora. -----	167
Anexo 14.-Corrección de freeness. -----	168

## 1. INTRODUCCIÓN.

La materia prima del papel ha sido principalmente el material fibroso, siendo la celulosa el compuesto químico más abundante, el cual, conformado con otras sustancias de la madera y conservado su estructura elemental, forman lo que se denomina como pasta o pulpa.

Son muchos los tipos de fibra que se han utilizado para la elaboración de papel, sobre todo en los últimos años, por la necesidad cada vez mayor del uso de distintos tipos de papel, estimulando el interés en la investigación y experimentación del uso de nuevas especies maderables y no maderables; así como la obtención y uso de fibras sintéticas.

El uso de la madera como material fibroso tiene poco más de cien años, ya que antes de que se comenzara a utilizar madera como materia prima, se usaba trapo de algodón y lino, pajas, bambú e inicialmente fibras liberianas de morera y de linaza.

La fibra reciclada ha llegado a ser un elemento importante en la industria papelera. Además de ser una fuente de fibra de bajo costo, sirve para preservar y economizar los escasos recursos forestales, minimiza la contaminación medio ambiental y contribuye a la conservación del agua y la energía. A nivel mundial más de 1/3 del papel producido se hace a partir de fibras recicladas.

Durante los últimos 30 años se ha estudiado intensamente lo que se ha denominado “*el efecto general del reciclado*”, es decir cómo son afectadas las propiedades de las fibras en los procedimientos de reciclado y los efectos resultantes en el papel que se fabrica a partir de ellas.

Se sabe, que a medida que aumenta el número de ciclos de utilización de pastas químicas, paralelamente disminuye la capacidad del grado de unión entre las fibras, reflejándose esto en pérdidas significativas en las propiedades de resistencias. Esta pérdida de unión podría ser función de dos parámetros: flexibilización de la fibra, conformabilidad en húmedo y condición superficial, es decir, cambios que ocurren en la superficie de las fibras.

Con la finalidad de fomentar el aprovechamiento industrial de productos reciclados y contribuir al conocimiento de la producción de papel se plantea el presente trabajo.

La gestión y recuperación del papel y cartón constituye un tema de especial relevancia ya que actualmente más de un 40% de las materias primas usadas en el sector provienen de material reciclado. El principal destinatario de éste es la industria del embalaje, si bien este papel reciclado es profusamente utilizado también en los segmentos sanitario, doméstico y en la prensa escrita. Los niveles de recuperación de los residuos de papel y cartón aumentan en todo el país, aunque por encima de las cifras es conveniente subrayar que el reciclado de todo este papel ha evitado la tala de una enorme cantidad de árboles, ha ahorrado millones de litros de agua y ha generado una reducción significativa del gasto energético.

Con el presente trabajo se pretende analizar y hacer una descripción lo mas detallada posible del proceso de fabricación de papel reciclado, desde la entrada de la materia prima, pruebas

físico – mecánicas; tanto a la materia prima como en el avance del proceso, etapas de cada una de las líneas de transportación de la pasta así como a la maquinaria utilizada en el mismo, mesas de formación y sus etapas hasta obtener el producto terminado. También se hablará del almacenamiento y mercado del producto obtenido del proceso de papel reciclado.

Al término de la descripción del proceso se procederá a hacer un análisis del rendimiento de la planta CENTAURO Durango, Dgo., así como presentar y dar a conocer problemas captados en el proceso completo y poder presentar algunas alternativas de solución o conclusiones finales.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 HISTÓRICOS.

Los chinos inventaron el papel, los historiadores coinciden que fue el año 105 a.C. en que Ts'ai Lun, a quien se la atribuye el invento del papel, informó de tal acontecimiento al emperador. Los primeros papeles se elaboraron a partir de la corteza interna de la "Morera" y posteriormente a mayor escala de bambú. Se elaboraba en moldes o marcos, hechos con tiras de bambú, los cuales evolucionaron a moldes metálicos con tejido de alambre, confinando su fabricación a hojas de papel de dimensiones limitadas.

Los árabes fueron los primeros herederos del arte de hacer papel, quienes aprendieron de los chinos después de haber invadido la ciudad de Samarcanda (701 D. C), en donde se fabricaba papel. Posteriormente establecieron una fábrica en la ciudad de Bagdad, por el año 795 D. C, la cual inicialmente fue operada por obreros chinos llevados por los árabes, guardándose celosamente el secreto de hacer papel por cerca de cinco siglos.

Se cree que a través de los cruzados, el arte de hacer papel fue introducido a Europa; sin embargo los moros, quienes invadieron España, fueron los que elaboraron el primer papel hecho en Europa instalando una fábrica en la ciudad de Toledo por el año 1085, y posteriormente instalaron otra, en la ciudad de Valencia. Es en esta época cuando se hace mejoras importantes, como la del uso del molino de agua en lugar de energía manual para la trituración de la materia prima y el uso de alambre en lugar de las tiras de carrizo en los moldes.

De España se difundió el arte por toda Europa y es en Francia e Inglaterra, donde se realizaron avances trascendentales con el invento de una máquina que hacía papel de 12 a 15 metros de longitud construida por el francés Louis Robert, por el año de 1798, y finalmente los ingleses Henry y Sealy Fourdrinier, se lanzaron con la empresa de construir una máquina que hiciera papel sin limitaciones de longitud y es en 1804 cuando se logró tal empresa.

En Estados Unidos de América se inició a elaborar papel en el año de 1690, estableciéndose la primera fábrica en Whissahickon Creek Filadelfia, bajo la iniciativa de un holandés fabricante de papel, quien se asoció con un impresor de Filadelfia. Reportándose otra más, en Germantown, Pensilvania; establecida por Rithenhouse en el mismo año.

De los avances más notables después de la máquina fourdrinier, es la máquina de cilindros que en el año de 1809 fue construida por ingleses.

En México, con la llegada de los españoles a América, se presenta la necesidad de papel, siendo los frailes dedicados a la evangelización de los indios, quienes fueron los primeros en sentir la escasez del papel, además de la estructura colonial para el intercambio de la comunicación y documentación legal y oficial.



Corresponde a Fray Juan de Zumárraga, el primero en solicitar al consejo de indias en España, entre 1532 y 1539, permiso para instalar imprenta y molino de papel, aunque en el caso del molino de papel no se tiene conocimiento de su construcción.

Sin embargo, existen evidencias de que aún antes de 1580, existió por lo menos un molino de papel en México, según la relación del pueblo de Culhuacán de Nueva España, de fecha 17 de enero de dicho año, que dice: “en el Monasterio de dicho pueblo una fuente (manantial) que hace un estanque grande y junto al dicho pueblo otra fuente que le llaman de la estrella, el agua, de la cual se lleva a México por que es de la mejor que hay en todo este reino, hay en dicho pueblo un molino y batán en que hace papel”. No se tienen mejores datos respecto del año en que se inició, ni cuando dejó de hacerlo, pero según la fecha de la relación, es seguro que empezó a trabajar antes de 1580, pudiéndose afirmar que fue el primer molino de papel de todo el Continente Americano y antecede en más de 100 años al primero que operó en Estados Unidos, que inició en el año de 1690.

Hay noticias vagas de otro molino de papel que existió en 1618 o antes, cerca del pueblo de la Magdalena, al sur de la ciudad de México; mas no ha sido posible determinar el tiempo durante el cual estuvo en operación.

Uno de los molinos de papel de mayor importancia por su duración, es el de “Miraflores” que a partir de 1759, se llamó de “Loreto”, prevaleciendo aún después de la independencia.

No obstante estos antecedentes, hay algunos autores, que escribieron sobre la Nueva España y en su escrito indican la ausencia de este tipo de manufactura, posiblemente por el estado que existía sobre su escasez y uso de papel sellado y la importación de dicho producto. Además el rey Felipe IV, en una cédula real emitida en 1640 limitaba el mercado, uso y fabricación de papel; consecuencia de ello, en más de una ocasión se emitieron ordenanzas virreinales de reducir y limitar a extremos el uso de papel sellado para papelería oficial.

En el tiempo de la colonia la industria de papel en México fue de muy poca importancia; los contados molinos que llegaron a operar no prosperaron como requería la creciente demanda.

En la actualidad la tecnología de fabricación de papel ha evolucionado, integrándose a ella, los avances de la electrónica y la cibernética.

Es importante resaltar que las pulpas de madera de los procesos químicos desplazaron rápidamente a la paja en algunos tipos de papel, como el de periódico. No obstante, la producción de pulpa de paja continuó en expansión durante muchos años debido a su utilidad para fabricar cartón, pero empezó a declinar después de la segunda guerra mundial, con lo que la madera desplazó a las plantas fibrosas en los países con amplios recursos forestales.

En el presente siglo se han hecho numerosos refinamientos a los procesos al sulfito y kraft, lo que llevó al rápido crecimiento y adaptación del papel no sólo para escritura e impresión, sino también para envoltura, embalaje y una gran variedad de productos.

Hasta finales del siglo XVIII la fabricación de papel no pasó de ser una labor artesanal, siguiendo la técnica de los chinos de formar las hojas en bastidores.

Con la Revolución industrial hubo verdaderos avances en la fabricación del papel, pero aún no se podía satisfacer la demanda, por lo que seguían investigándose nuevas materias primas fibrosas. En la siguiente cronología se resume el gran avance tecnológico que se logró en la fabricación de papel.

1750. Invención, en Holanda, del molino triturador holandés. Este proceso significó un importante progreso en la industria papelera, pues facilitó la producción de pulpa. La invención holandesa consistía en unas pilas metálicas en las cuales rodaban cilindros cubiertos con cuchillas de acero.

1756. Jacob Christian Schaffer publica en Alemania un tratado de fibras vegetales para papeleros. En esta obra se propone la obtención de pulpa mediante tratamiento mecánico de aserrín y/o recortes de madera.

1774. Karl Wilhelm Scheele descubre el cloro, que es aplicado con cal para blanquear papel.

1799 El francés Nicolás Louis Robert inventa una máquina continua para hacer papel (figura 1), y patenta la disposición horizontal plena del tamiz, que es sacudido fuertemente para dotar al papel de gran resistencia. Esta innovación propició en forma inmediata la fabricación de papel a nivel industrial, prefigurando sus características modernas.

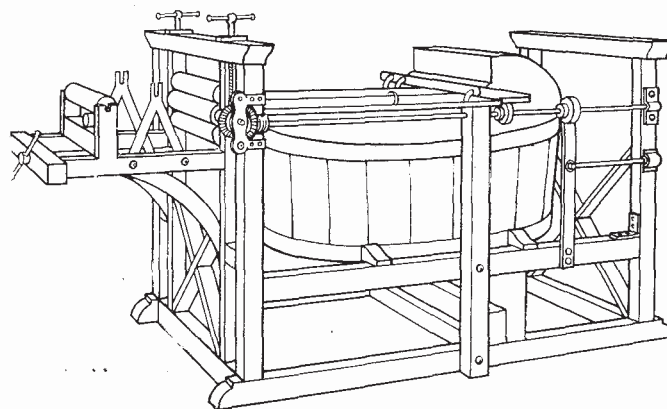


Figura 1. Máquina de papel de Robert

1800. Ante la escasez de materia prima para fabricar papel, Mathias Koops registra la patente para el proceso de pulpa usando paja y papel desperdicio, que fue precursor de los sistemas modernos de recuperación reciclado. Illing inventa el encolado de resma. Los resultados se publicaron siete años después.

1803. Los hermanos Fourdrinier, ingleses, adquirieron la patente de Louis Robert y perfeccionaron la máquina. Desde entonces, esta invención ha sido mejorada. Fundamentalmente consiste en una malla sin fin hecha de fina tela de alambre de bronce,

atirantada en derredor de un rodillo frontal en el extremo de alimentación. y de un rodillo impulsor a unos 15 metros de distancia (figura 2). La malla se mantiene plana porque corre sobre pequeños rodillos que forman una mesa, así como sobre una serie de cajas aspiradoras. La máquina de Fourdrinier vino a solucionar el problema de insuficiencia de papel, pero al mismo tiempo hizo que el trapo fuera insuficiente como materia prima.

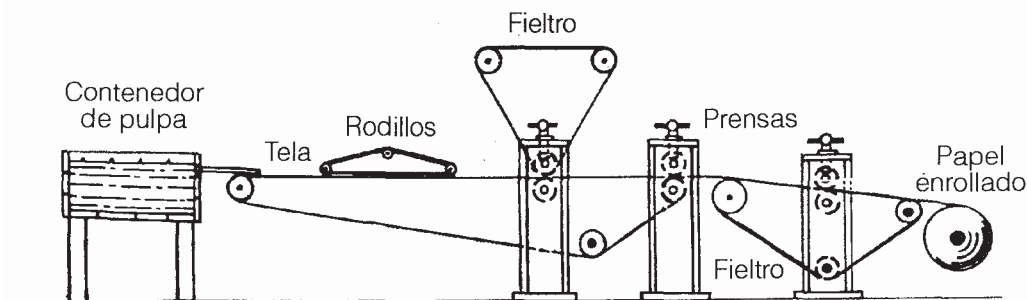


Figura 2. Máquina de papel perfeccionada (1803).

1805. Joseph Bramah crea la tina o máquina de cilindro, pero se le da el crédito a John Dickinson, quien patentó la idea en 1809.

1817. Thomas Gilpin instala la primera máquina de cilindro en América. Se instaló en Bradywine River, cerca de Wilmington, Delaware, Estados Unidos. T. B. Compton, en Inglaterra, recibe la patente por el secado de papel en la máquina. También usa tela para protección y obtener mejor apariencia.

1824. Se instala la primera fábrica de papel del México independiente en las márgenes del río Magdalena, en San Sebastián Chimalistac, siendo el “iniciador efectivo” de la industria el licenciado José Manuel Zozaya y Bermúdez, quien trajo de Estados Unidos la maquinaria y los técnicos que instalaron el equipo y enseñaron su manejo. De esta fábrica salió el papel de la segunda edición de la Constitución Política de 1824.

1826. Se emplean los cilindros de vapor para el secado del papel.

1827. Se instala la primera máquina Fourdrinier en América, en Saugerties, Nueva York, Estados Unidos. Debido a la gran demanda de materia prima para fabricar papel, William Shyroch y William Magaw de la fábrica Hollywell (en Pensilvania, Estados Unidos), comienzan el pulpeo de paja a nivel industrial, con lo que se extendió su uso en muchos tipos de papel y cartón. Sin embargo, la paja no podía satisfacer la creciente demanda de materia prima para la fabricación de papel. Obry usa alumbre y resma para el encolado del papel.

1838. Primer proceso para fabricar papel a partir de bagazo de caña de azúcar.

1839. El químico francés Anselme Payen trata la madera con ácido nítrico concentrado, con lo que se logra aislar un material fibroso al que llamó celulosa.

1840. Se intensifican los experimentos con madera. Fue en esta época cuando la madera se convirtió en la materia prima por excelencia para la fabricación de papel. Entre las razones para usarla se tenían la relativa disponibilidad, bajo costo, conveniencia en el manejo y almacenamiento, obtención de pulpa de buena calidad y la versatilidad de las propiedades de la fibra de las diferentes especies de madera. Pese a la ausencia de perspectivas alentadoras para el espíritu empresarial en México, existen cuatro fábricas de papel en el Distrito Federal: Belén. Loreto. Santa Teresa y Peña Pobre: dos en Jalisco: Atemajac y Tapalpa; una en Orizaba: Cocolapan, y dos en Puebla. Se producía principalmente papel para envoltura e imprenta.

1847. Friedrich Keller en Alemania, y Charles Fenerty en Nueva Escocia, desarrollan formas de procesar pulpa por molienda. Nuevo tipo de rotativa en los Estados Unidos (figura 3).

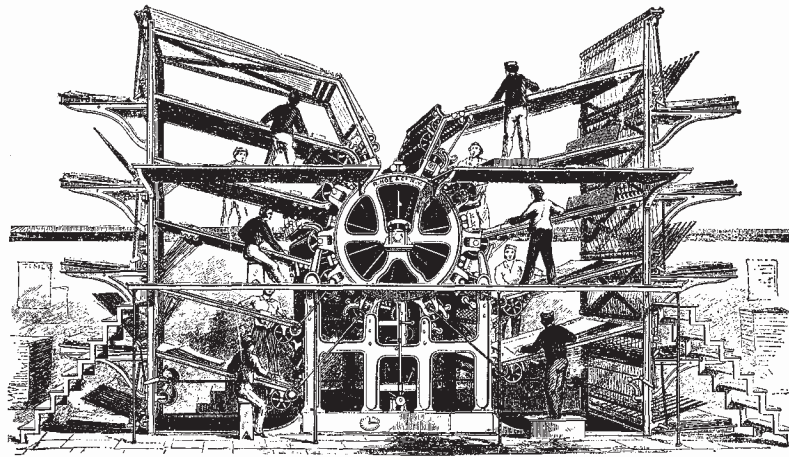


Figura 3. Prensa rotativa estadounidense.

1852. En Inglaterra, Charles Watt y Hugh Burgess patentan el primer proceso químico para la obtención de pulpa a partir de madera descortezada: el *proceso a la sosa*. Los inventores observaron que las astillas de abedul se podían reducir a pulpa hirviéndolas en una solución de hidróxido de sodio.

1854. Hugh Burgess viaja a Estados Unidos y establece un taller en el que cuece álamo con sosa, con lo que se obtiene por primera vez pulpa de madera a escala comercial. Actualmente el proceso a la sosa se utiliza muy poco y, por lo general, no aparece en las estadísticas de la industria.

1855. En México, el alto precio y la escasez de papel para publicaciones afecta gravemente la actividad editorial, que sostiene a la industria papelera nacional, por lo que es necesario promover su crecimiento.

1856. Henry Lowe en Baltimore, Estados Unidos, produce papel periódico con pulpa de bagazo de caña que se utiliza para imprimir el *Baltimore Advocate*.

1867. En Estados Unidos, Benjamin C. Tilghman obtiene una patente para cocer sustancias vegetales con ácido sulfuroso, con lo que nace el *proceso al sulfito*. En aquella época el equipo

no podía resistir las condiciones altamente corrosivas del proceso, por lo que se hicieron investigaciones para perfeccionarlo.

1870. Primera utilización comercial de la pulpa mecánica.

1874. Primera utilización comercial de la pulpa al sulfito, lograda por Karl Ekman en Suecia y Alexander Mitscherlich en Alemania. El proceso se perfeccionó con el empleo de bases como calcio, sodio, magnesio y amonio. Con la aparición de equipo cada vez más resistente a la corrosión, el proceso al sulfito fue ganando importancia, por lo que tuvo un papel importante en la producción de pulpas químicas por cerca de cien años. En la actualidad casi el 10% de la pulpa química se obtiene con este proceso.

1875. En México se suscita una interesante controversia: diversas empresas editoras de periódicos de la capital insistieron ante las autoridades para que fuera declarado libre de derechos de importación el papel periódico, dada la escasez y el alto precio en que se obtenía el nacional. Se afirmaba que “no se fabrica el necesario ni su clase corresponde a los adelantos de la época”.

1878. En México hay siete grandes fábricas de papel: las de Guadalajara, Tapalpa, la de Orizaba, y en la capital del país, las de Santa Teresa, Loreto y Peña Pobre y Belén.

1883. El químico alemán Karl Dahi inventa el proceso al *sulfato* o *kraft*, resultado de la evolución del proceso a la sosa, cuyo licor de cocción consiste en una solución acuosa de  $\text{Na}_2\text{S}$  y  $\text{NaOH}$ . Posteriormente se instrumentó un sistema de recuperación de reactivos, con lo que el proceso *kraft* se convirtió en el más importante del mundo para la obtención de pulpa, lugar que conserva hasta nuestros días.

1890. A finales del siglo XIX y principios del XX las principales materias primas para la obtención de pulpa eran los trapos de lino, cáñamo y algodón. En este año de 1890 se inicia en México la era de la madera como materia prima celulósica al edificarse la fábrica de San Rafael.

1909. Se instala la primera fábrica de proceso kraft de América en Roanoke Rapids, Carolina del Norte, Estados Unidos.

1917. Los hermanos Guevara adquieren maquinaria de medio uso para fabricar cartón laminado, con lo que se origina la Fábrica de Papel Monterrey, S. A.

1920. Primera instrumentación comercial del bagazo de caña para fabricar papel en Marrero, Luisiana, realizada por Celotex Corporation.

1925. Se desarrolla un proceso semiquímico (parte químico y parte mecánico) basado en el proceso al sulfito neutro; este proceso se denomina NSSC (siglas de *Neutral Sulfite Semichemical*). El holandés Pierre J. Pieck establece en Coyoacán, México, una pequeña fábrica de cartón, a la que denominó Mercedes y que posteriormente sería la Fábrica de Papel Coyoacán.

1930. Se inicia la aplicación a nivel industrial del cloro como agente de blanqueo para pulpa.
1940. Introducción del peróxido de hidrógeno como agente de blanqueo. Se funda la Papelera de Chihuahua, en el estado de Chihuahua, México.
1946. Primera aplicación industrial del dióxido de cloro en la etapa de blanqueo. El 31 de octubre se inaugura en Jalisco, México, la planta de la Compañía Industrial de Atenquique, S. A., que contaba con dos digestores y una máquina de papel.
1951. Sandro Cusi establece una pequeña planta de pulpa de bagazo en las afueras de la ciudad de México (San Cristóbal), con una capacidad de 20 toneladas al día.
1968. Se instala el primer módulo de Kimberly-Clark en Orizaba, con una capacidad inicial de 28 000 toneladas al año. Fue la primera planta en México en trabajar a base de bagazo de caña con un sistema de recuperación de reactivos.
1970. Inicia sus operaciones la primera instalación industrial para blanqueo con oxígeno.
1977. Se crea el Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, México, bajo la dirección del ingeniero Karl Augustin Grellmann. Este centro de investigación cuenta con programas académicos de maestría y doctorado.
1984. En Estados Unidos el proceso *organosolv* con etanol alcanza la etapa de planta piloto. Se inician las investigaciones del proceso al sulfito alcalino con antraquinona y metanol (ASAM, *Alkaline Sulfite Anthraquinone Methanol*).
1991. En la planta Union Camp ubicada en Virginia, Estados Unidos, se instrumentó el primer blanqueo a nivel industrial basado en la aplicación de ozono en fase gaseosa. El proceso ASAM alcanza el nivel de planta piloto en Alemania.
1994. Debido a la necesidad de cuidar el ambiente, cobran auge los procesos de blanqueo totalmente libres de cloro (conocidos como TCF, siglas de *Totally Chlorine Free*) y libres de cloro elemental (*ECF, Elementary Chlorine Free*).
1995. En Estados Unidos se legisla la utilización de papel desperdicio (reciclado) en la producción de papel.
1996. En México toma fuerza la idea de producir bosques técnicos para abastecer a la industria nacional de celulosa y papel.

## 2.2 BIBLIOGRÁFICOS.

Casey P. James (1990) menciona que la producción de pulpa con fibras secundarias implica la necesidad de volver a producir pulpa con base en papeles y cartones de desperdicio. Los métodos aplicados son básicamente diferentes: 1) un sistema puramente mecánico, en el que interviene el empleo de desbaratadores, cernidores y separadores centrífugos, y 2) una combinación de sistemas químicos y mecánicos. También menciona los grados de papel de desperdicio, cartón en cilindro multicapa, sistemas de producción de pulpa con fibras secundarias y el destintado de los papeles viejos.

Chavez F. Juan (1991) en su trabajo nos describe como es la elaboración de hojas de la pulpa obtenida para determinar las pruebas físico – mecánicas, tales como: Determinación de humedad, gramaje y calibre, porosidad, pruebas de resistencia (tensión, explosión, rasgado, doblez, rigidez, etc.).

Sanjuán D. Rubén (1997) habla del objetivo de la depuración, los diferentes tipos de depuradores como los abiertos o vibratorios y los cerrados o presurizados. Nos dice del por que del refinamiento de la pasta, así como de la maquinaria utilizada para la obtención del desfibrado y la desfibrilación. Describe el “Proceso de obtención de pulpa a partir de la fibra secundaria” esto lo realiza detallando las siguientes etapas: recolección, recepción y almacenamiento de papel desperdicio, repulpeo, limpieza de la pulpa, destintado, recirculación múltiple del papel desperdicio y la maquinaria utilizada en el proceso de obtención de pasta.

Loeza A. Antonio (1995) nos describe ampliamente lo que es una industria de papel de fibra secundaria, en su trabajo aborda temas tales como: Procesos de obtención de celulosa, procesos de selección y empacado (prensado), descripción de materiales y propiedades, base de formula fibrosa para cartoncillo recubierto a base de fibras secundarias; además de aspectos económicos tales como, precios de fibras, costos de producción por tonelada de cartoncillo fabricado con fibras secundarias vs fibras vírgenes y la recolección de fibras secundarias.

Centauro Durango, Dgo. (2000) dentro de la industria se encuentran los manuales que describen el proceso de producción de pulpa reciclada así como el principio de operación del equipo, mantenimiento, puesta en marcha, funcionamiento, etc.

González G. Héctor G (2001), nos habla sobre la depuración y limpieza de la pulpa así como: Tipos de bombas utilizadas en la industria de la pulpa, espesado, mezcladores SM de pulpa, diferentes tipos de agitadores de pecho y diferentes capacidades (Maquinaria Alhstrom).

Michelotti Cesar y Prando Raul (2001) nos hablan de las características de los desechos del papel, el destintado del papel, el mercado que tiene el papel reciclado, su recolección y sus estudios experimentales realizados a la fibra secundaria.

### **3. OBJETIVOS.**

- ☛ Contribuir al conocimiento del proceso de fabricación de papel reciclado industrial en la planta CENTAURO de Durango, Dgo.
- ☛ Proporcionar una referencia de consulta a los alumnos de la FITECMA con respecto al equipo empleado en la fabricación de papel reciclado así como el principio y funcionamiento del mismo.
- ☛ Realizar un análisis del proceso de papel reciclado que permita proponer algunas recomendaciones.



## **4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.**

### **4.1 RECEPCIÓN Y LOTIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.**

#### **Objetivo general de la recepción de materia prima.**

Su objetivo es estandarizar las políticas y los procedimientos entre los proveedores y las industrias, en cuanto a la evaluación de calidad, logística y administración que aseguren el abasto de fibras en forma suficiente, oportuna, con calidad y al menor costo posible, logrando así sostener la rentabilidad de las industrias, y a su vez mantener una relación sólida y permanente con todos sus proveedores y prestadores de servicio.

#### **Información general.**

La materia prima que se consume es fibra secundaria la cual es clasificada en:

- ☞ Nacional (Materia prima que se compra dentro del país).
- ☞ Americana (Materia prima que se importa de otro país, principalmente EE. UU.).
- ☞ Frontera (Materia prima del límite fronterizo mezcla de nacional y americana).

El transporte de la materia prima se realiza por medio de:

- ☞ Furgones.
- ☞ Camiones.

#### **Entradas del almacén e inventarios.**

1. Al entrar la materia prima a la industria es pesado el camión, se lleva un formato el cual contiene; el peso de camión con todo y carga, procedencia, destino, placas, chofer, folio, autorización del basculista.
2. El camión entra al patio de almacenamiento y es revisado por el analista de fibra, este realiza las pruebas pertinentes para aceptar el embarque o retenerlo.
3. Los datos son concentrados por el almacenista del patio para que este realice el inventario de un día anterior con el actual, para saber qué cantidad de materia prima se tiene para ser utilizada.
4. De acuerdo al porcentaje, se obtiene la formulación de la materia prima que se está utilizando para el tipo de papel requerido. En el cual se realiza otro inventario por día para determinar la cantidad de materia prima que se aprovechó y saber cuanta queda en el lote o patio de almacenamiento.
5. La materia prima se clasifica por su tipo de fibra en CAPLE, OCC, MIXTURA, DKL, HWS, SOP, CGS, ONP, MAGAZINE, SWL, FLS. esto se realiza para obtener la cantidad de toneladas de cada uno de estos existentes en el patio de almacenamiento.
6. Todos los datos son concentrados por el almacenista para llevar el control del patio de almacenamiento, se llevan inventarios como control de gasto de materia prima, por su clasificación, etc.
7. Toda la información es concentrada en la computadora para después imprimirlas en formatos ya establecidos para que se tenga conocimiento en otras áreas del contenido

de materia prima que hay existente en el patio de almacenamiento y pueda ser aprovechada.

8. En el anexo 1 se muestran algunos tipos de inventarios, entradas de almacén y equipo móvil.

### **Procedimiento para la descarga de camiones con pacas.**

1. Operador camiones foráneos.  
Cuando llega el camión a la planta es registrado en vigilancia y espera su turno para poder entrar a descargar.
2. Supervisor de almacén de fibra.  
Autoriza la entrada de los camiones a la planta para ser descargados.

#### Vigilancia

3. Operador camiones foráneos  
Pasa a la báscula para pesar su unidad
4. Operador camiones foráneos  
Desenlona la unidad a un costado de la báscula, antes de entrar a los patios
5. Operador camiones foráneos  
Retira los amarres o bandas que sujetan las pacas en el lugar donde se van a descargar las mismas.
6. Supervisor de almacén de fibra  
Indica al operador de camiones foráneos el lugar donde se realizará la descarga del material
7. Supervisor de almacén de fibra  
Se asegura que los operadores de camiones foráneos no retiren las amarras hasta que se encuentren en el lugar donde se descargará el material
8. Supervisor de almacén de fibra  
Indica al operador de equipo móvil el lugar donde deberá descargarse el material
9. Operador de equipo móvil  
Se asegura que el equipo móvil se encuentre en buenas condiciones de operación y deberá reportar al supervisor en caso contrario
10. Supervisor de almacén de fibra  
Elabora órdenes de trabajo para corregir fallas en el equipo
11. Operador de equipo móvil  
Comienza a descargar el material hasta que el operador de camión foráneo termina de quitar los amarres y se encuentre dentro de la cabina del camión
12. Operador de equipo móvil  
Se asegura de que no se encuentre personal cerca de donde se realice la descarga y pueda correr algún riesgo
13. Operador de equipo móvil  
Suspende la descarga si el operador del camión no se encuentra dentro de la cabina o se salga de la misma, así mismo si hay personal cerca del lugar.
14. Operador de equipo móvil  
La descarga de pacas deberá realizarse en forma ordenada tratando en lo posible no reventar el embalaje y evitar generar cartón suelto.

15. Operador de equipo móvil

La lotificación de pacas deberá realizarse comenzando con dos hileras de 4 pacas de altura terminarlas hasta el límite frontal del lote y comenzar otras dos hileras, así hasta terminar el lote.

**Distribución y lotificación de la materia prima.**

Dentro de esta empresa se cuenta con dos zonas de almacenamiento una llamada patio de día en el cual se descarga parte de la materia prima que entra a la industria ya que este patio cuenta con un almacenamiento de cerca de 10 000 Ton. El otro es llamado patio de mes y en este se cuenta con reservas para algún problema de abastecimiento este tiene una capacidad de cerca de 40 000 Ton. Los patios cuentan con un reglamento.

**Reglamento de patios.**

- ☞ Estrictamente prohibido fumar.
- ☞ Velocidad máxima de 10 Km/hr
- ☞ Altura máxima a estibar: cuatro pacas.
- ☞ El uso del equipo de seguridad.
- ☞ Respetar el límite de los lotes.
- ☞ No obstruir hidrantes.

También en los patios se cuenta con medidas de seguridad en el patio de día se cuenta con 33 hidrantes distribuidos estratégicamente. Los cuales serán usados en caso de incendio ya que dicha manguera tiene 30 m de longitud y a su vez, el chorro que logra alcanzar con la presión de agua abarcara un diámetro de cerca de 110 m. En el patio de mes se cuenta con solo 22 hidrantes con las mismas especificaciones que los anteriores. A continuación se muestran los croquis de cada patio en las figuras 4 y 5.

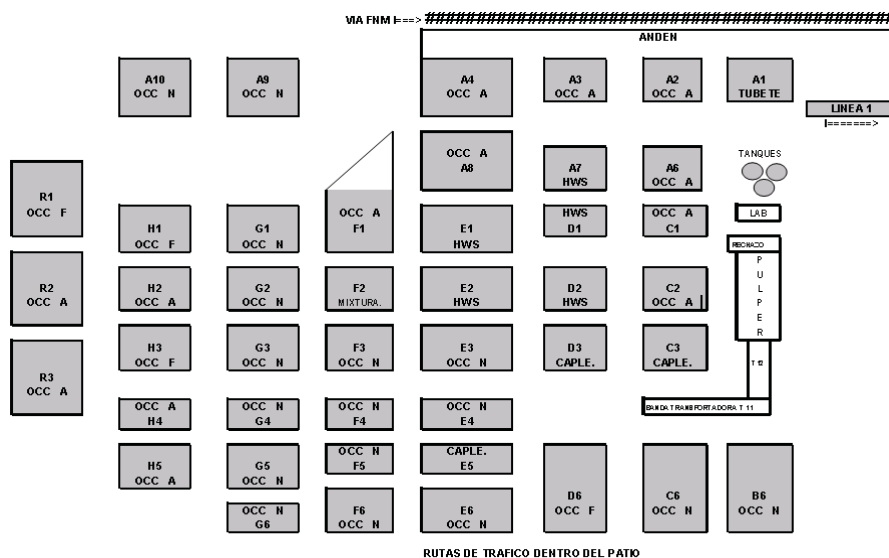


Figura 4- Almacén de fibra secundaria; distribución de lotes en el patio de día.

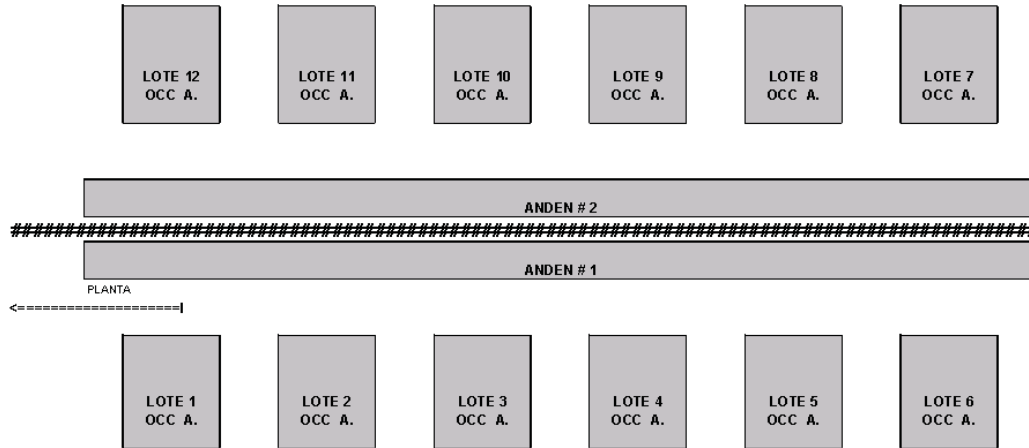


Figura 5.- Almacén de fibra secundaria; distribución de lotes en el patio de mes.

#### 4.2 MUESTREO DE HUMEDAD Y CONTAMINANTES.

Responsables.

- ☞ ANA FIB: Analista de fibra secundaria.
- ☞ OP GRAL: Operador general.

Autoridad.

- ☞ CAL: Jefe de aseguramiento de calidad.
- ☞ SUP FIB: Supervisor de fibra secundaria.

#### Muestreo de evaluación de embarques.

El propósito del muestreo es establecer los métodos para realizar muestreos de la fibra secundaria.

#### Instrucción para el muestreo de la fibra secundaria.

Todos los embarques son inspeccionados visualmente, verificando que el material sea de la calidad marcada en la remisión, que no contenga otros materiales diferentes a lo especificado.

- ☞ La humedad y los materiales no aptos serán determinados por el ANA FIB.
- ☞ Los embarques son sujetos a un muestreo de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### *Fibras secundarias a granel;*

El muestreo se realiza tomando tres muestras de la traila (canasta de metal), uno del lado de atrás, uno del centro y otro del lado de enfrente.

### Fibras secundarias en furgones y camiones.

El muestreo se realiza aleatoriamente, éste es tomado como base de la tabla 105D Military Standard, la cual nos menciona que se seleccionan 3 pacas para la determinación de humedad y de éstas seleccionan dos para determinar los materiales no aptos y los prohibidos.

#### *Camiones;*

Se enumeran las pacas del embarque como se muestra en la figura 6:

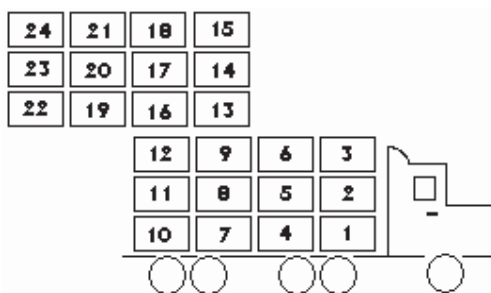


Figura 6.- Numeración de las pacas en los camiones.

Las pacas se seleccionan utilizando un recipiente con canicas numeradas.

#### *Furgones;*

Se utiliza el mismo procedimiento que el de selección de pacas, la diferencia es que como van saliendo las pacas del furgón así se van enumerando.

Se separan las pacas a un lugar apropiado para su análisis (En el anexo 2 se muestra el diagrama de flujo de como es que se recibe la materia prima y los pasos a seguir para su notificación).

### Muestras para la determinación de la humedad.

Para poder determinar la humedad en el laboratorio se toman tres muestras de la paca, una al centro y las otras dos a los extremos, se cortan estas muestras en secciones de la caja sin impresión, se colectan aproximadamente 100 gr de muestra y se colocan en una bolsa de polietileno.

#### **Determinación de la humedad en la fibra secundaria.**

##### **Instrucción para la determinación de humedad en la fibra secundaria.**

#### *Determinación de la humedad:*

Se realiza por medio de una herramienta de medición llamada espada, que detecta mediciones entre un nivel de 8 a 20%, la humedad mayor se determina por el método estándar (el más común de laboratorio), todas las determinaciones de humedad son realizadas en esta planta con una lámpara llamada IR infrarroja, la cantidad de muestra medida es de 10 gramos. Para la medición de la humedad con la espada se abren las pacas y se mide la humedad en cuatro puntos, se toman las lecturas y se promedia.

### Método estándar;

1. Se obtiene una muestra de acuerdo al procedimiento de muestreo.
2. Se lleva la muestra al laboratorio.
3. Se debe mantener limpio y seco el lugar de manejo y pesado de la muestra.
4. Se pesa la muestra de aproximadamente de 100 gr lo mas rápido posible con una precisión de 0.1 gr, se coloca la muestra en el interior de la estufa para su periodo de secado a una temperatura de  $105 \pm 2^\circ \text{C}$  hasta obtener un peso constante.
5. Se saca la muestra de la estufa y se pesa con una precisión de 0.1 gr.

### Cálculos para la determinación de la humedad:

$$\% \text{Humedad} = \left( \frac{W_1 - W_2}{W_1} \right) \times 100$$

Donde:

$W_1$  = Peso inicial.

$W_2$  = Peso seco.

- ☛ Equipo necesario.
  - Balanza con precisión de 0.1 gr.
  - Bolsas de polietileno.
  - Estufa de tiro forzado de  $105 \pm 2^\circ \text{C}$ .

### Determinación de materiales prohibidos en fibras secundarias.

- ☛ Son seleccionadas algunas pacas de acuerdo al muestreo, son cortados los flejes y se comienza a separar manualmente los materiales prohibidos especificados para cada tipo de fibra secundaria colocándolos en un contenedor.
- ☛ Una vez separados los materiales prohibidos son pesados y registrados todos los datos obtenidos.
- ☛ Se pesa la paca muestreada y en base a este peso se determina el por ciento (%) de materiales prohibidos.
- ☛ Formula para determinar el por ciento de materiales prohibidos:

$$\% \text{Humedad} = \left( \frac{W_p}{W_{prom.}} \right) \times 100$$

Donde:

$W_p$  = Materiales prohibidos en kilogramos.

$W_{prom.}$  = Paca analizada en kilogramos.

### Determinación de materiales no aptos en fibras secundarias.

Al ser seleccionadas las pacas de acuerdo a la instrucción de trabajo de muestreo son cortados los flejes de las pacas y se procede a separar manualmente los materiales no aptos especificados para cada tipo de fibra secundaria colocándolos en un contenedor.

### Instrucción de trabajo para la determinación de materiales no aptos en fibras secundarias.

- ☞ Una vez separados los materiales no aptos se pesan en una báscula y se anota su peso.
- ☞ Se pesa la paca muestreada y en base a este peso se determina el porcentaje de materiales no aptos, como sigue:

$$\% \text{ de materiales no aptos} = \left( \frac{WNA}{W_{prom.}} \right) \times 100$$

Donde:

WNA: Peso en kilogramos de materiales no aptos.

Wprom: Peso en kilogramos de la paca analizada.

Al obtener el resultado de la formula, se reporta en un formato de calidad de fibra secundaria para los materiales no aptos.

### Cálculo de descuentos en los embarques por humedad y contaminantes.

- ☞ Por humedad:

$$\text{Desc. por humedad} = \left[ (\text{peso } A) \times \left( \frac{100 - \% \text{ de Humedad Re al.}}{100 - \% \text{ de Humedad Permitida.}} \right) - \text{Peso } A \right]$$

- ☞ Por materiales no aptos:

$$\text{Desc. por Mat. no Aptos} = \left[ (\text{peso } A) \times \left( \frac{100 - \% \text{ de Mat. no Aptos Re al}}{100 - \% \text{ de Mat. no Aptos Permitidos.}} \right) - \text{Peso } A \right]$$

- ☞ Materiales prohibidos:

$$\text{Desc. por Mat. Pr ohibidos} = \left[ (\text{peso } A) \times \left( \frac{100 - \% \text{ de Mat. Mat. Pr ohibidos Re al}}{100 - \% \text{ de Mat. Pr ohibidos Permitidos.}} \right) - \text{Peso } A \right]$$

Donde:

Peso A = Peso del embarque.

### 4.3 CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

#### Tipos de materia prima.

#### Papeles para empaques (café).

1. OCC (Americano).

Pacas de cajas de cartón fabricadas con papeles liners y médium (100% americano, sin cartón amarillo "ASIÁTICO").

2. OCC (Frontera "A")

Pacas de cartón fabricadas con papeles liners y médium (Con contenido máximo de OCC N de 10% y 90% del OCC A).

3. *OCC (Frontera "M")*  
Pacas de cajas de cartón fabricadas con papeles liners y médium (Con contenido máximo de OCC N del 20% y 80% mínimo de OCC A (sin pintura o suciedad). Este grado de OCC es un sustituto del DKL).
4. *OCC (Frontera "N")*.  
Pacas de cajas de cartón fabricadas con papeles liners y médium (Con contenido de OCC N del 50% y 50% de OCC A).
5. *OCC ("Mixto")*.  
Pacas de cajas de cartón fabricadas con papeles liners y médium (Con contenido mínimo de OCC A del 50%, 30% máximo de cartón amarillo y 20% de OCC N).
6. *Fibra corta*.  
Mezclas de uno o más de los siguientes materiales: cartón amarillo, micro corrugado, capple, micro capple, sacos y núcleos de cartón.
7. *OCC (Nacional)*.  
Pacas de cajas de cartón fabricadas con papeles liners y médium de origen nacional, recolectado en el país con excepción de la franja fronteriza (no se considera el cartón asiático).
8. *DKL (Nacional)*.  
Pacas de recorte de cajas nuevas de cartón (preconsumo), corrugado fabricado con papeles liner y médium.
9. *DKL (Americano)*.  
Pacas de recortes de cajas nuevas de cartón (reconsumo), corrugado fabricadas con papeles liner y médium tratados con adhesivos insolubles, hojas de papel médium no son aceptables en este grado.
10. *HWS (Americano)*.  
Pacas de recortes de papel bond, y hojas sin impresión y sin tratar libres de papeles con pasta mecánica.
11. *HWS (Nacional)*.  
Pacas de recortes de papel bond y hojas sin impresión y sin tratar libre de papeles con pasta mecánica.
12. *Mixtura Café (Nacional)*.  
Pacas de una mezcla proporcionada de varias calidades de papel, con predominio de papeles cafés, de origen nacional.
13. *Mixtura café (Americano)*  
Pacas de una mezcla proporcionada de varias calidades de papel, con predominio de papeles cafés, de origen americano.
14. *Capple (Nacional)*.  
Pacas de cartoncillo gris, con o sin recubrimiento, de origen nacional.
15. *Capple (Americano)*.  
Pacas de cartoncillo gris, con o sin recubrimiento, de origen americano.
16. *Sacos*.  
Pacas de recortes de sacos de papel nuevos o usados fabricados con fibra larga



## Papeles para impresión y escritura (Blancos).

### 1 *Mixtura 70/30.*

Pacas de una mezcla con 70% de papel bond blancos con impresión en tintas negras o a colores ligeras y 30% de varias calidades de papel bond y pasta de madera de color o con impresión de colores intensos.

### 2 *SOP.*

Pacas de papel blanco o con colores tenues generado en oficinas estando libre de papel base pasta mecánica, y debe estar libre de fibras no blanqueadas. Puede incluir un pequeño porcentaje de papel de impresora base pasta madera y papel fax.

### 3 *CGS.*

Pacas de papel pasta mecánica, impreso y recubierto cuyo embalaje puede consistir de hojas, secciones, tirillas o libros recortados. Este grado no incluye papel periódico.

### 4 *ONP.*

Pacas de papel periódico de origen nacional (ONPN) o importado (ONPA) en estado, de consumo o post – consumo.

### 5 *Magazine “A”.*

Material de origen nacional, consistente en hojas o recortes de revistas con recubrimiento, estando libre de gomas y un 2% de máximo de barniz.

### 6 *Magazine “B”.*

Material de origen nacional, consistente en revistas completas, trituradas o sin triturar que debido a su naturaleza, puede contener gomas y barniz en una cantidad tal que no exceda la cantidad indicada en la hoja técnica para materiales contaminantes.

### 7 *SWL.*

Pacas de hojas con recortes o secciones de libros sin recubrimientos impresos o sin impresión, cuyo origen esté libre de pasta mecánica, pudiendo contener papel bond, papel de escritura o cualquier otro tipo de fibras similares que contengan cargas minerales.

### 8 *FLS.*

Pacas de recortes de revistas, catálogos y papeles impresos similares. Puede contener cubiertas con colores tenues e insertos con un máximo del 10% de colores oscuros.

## Mezclas y formulaciones para diferentes tipos de papel.

Cuadro 1.- Formulaciones para el papel médium (figura 7).

PAPEL MÉDIUM.		
gr/m <sup>2</sup>	OCC Nacional.	OCC Americano.
120	100%	
127	90%	10%
140	90%	10%
160	85%	15%
170	80%	20%



Figura 7.- Papel médium.

Cuadro 2.- Formulaciones para papel liner (figura 8).

PAPEL LINER.		
gr/m <sup>2</sup>	OCC Nacional.	OCC Americano.
130	40%	60%
135	30%	70%
150		100%
175		100%
190		100%
220		100%



Figura 8.- Papel médium y liner.

Cuadro 3.- Formulaciones para papeles blancos.

PAPEL BLANCO.			
gr/m <sup>2</sup>	OCC Nacional.	OCC Americano.	HWS
150	10%	40%	50%
200	10%	45%	45%
230	10%	50%	40%

### Consumo de fibras.

El consumo de fibras depende de la cantidad de materia prima que utilice o necesite la máquina de acuerdo al papel a fabricar. En esta parte la máquina le dice a los del área de pasta que papel se requiere para que estos a su vez vean la formulación que se requiere para obtener el papel solicitado.

En los inventarios del día al obtener un 87% o más, esto nos representa que nuestro sistema esta trabajando normalmente pero si es menor del porcentaje indicado; se considera que hay rezagos, ya sea de la materia prima o problemas en el proceso.

## 4.4. PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA MATERIA PRIMA.

### 4.4.1. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE FIBRAS Y PRUEBAS ESPECIALES.

#### Pila holandesa.

Este proceso de estandarización está diseñado para realizar un batido constante durante el proceso de elaboración de hojas a un determinado grado de batido, con un rango mínimo de tiempos de batido (figura 9).

Este procedimiento de calibración debe aplicarse cuando se detecte una desalineación con la prueba de papel carbón entre las cuchillas y el rodillo de la batidora cuando se haya instalado una nueva placa de la cama, algún diafragma de plástico, el rodillo o bien engranes del rodillo.



Figuras 9.- Pila holandesa.

### **Procesado de pulpa en el laboratorio (método de batido)**

Este procedimiento es utilizado para determinar la calidad de la pulpa para la fabricación de papel, sometiéndolo a un tratamiento mecánico controlado en una batidora experimental.

El proceso de batido se puede usar con cualquier pulpa, pero el método pudiera no dar resultados satisfactorios con ciertas pulpas de fibra extremadamente largas, tales como las fibras de algodón.

Se refina una cantidad medida de pulpa de una muestra de concentración específica, entre un rodillo y una placa de un refinador (pila holandesa). Las muestras se extraen a intervalos regulares durante el tratamiento, para determinar su grado de refinado y para elaborar hojas para su evaluación en el laboratorio. Una curva de batido normal debe consistir de un punto cero o punto sin refinar y una serie de cinco puntos, tomados a intervalos de freeness aproximadamente iguales durante la corrida. A causa de la amplia variación de la relación tiempo de refinado o tiempo máximo de resistencia, se puede esperar que el horario de muestreo varíe para pulpas diferentes.

El uso del Canadian Estándar Freeness como un índice de batido proporciona una base para comparar el comportamiento del refinado, teniendo en cuenta que se usa el mismo tipo de aparato de refinación para todas las pruebas. La relación Freeness - resistencia puede no ser la misma para diferentes tipos de refinadores de laboratorio.

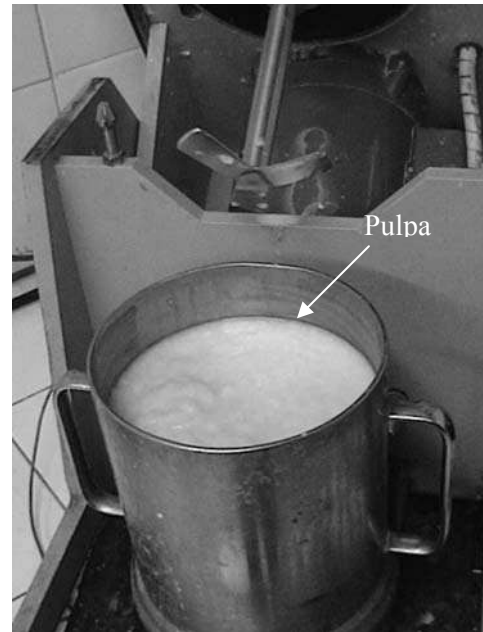
Los datos de resistencia se pueden representar en papel para gráfica (milimétrico), contra Freeness o tiempo de batido. Para comparar el comportamiento de la pulpa, se usan comúnmente las propiedades de resistencia a 300 ml. Muchas pulpas muestran un desarrollo máximo de resistencia a este valor de Freeness. Las pruebas a 500 ml de Freeness se pueden considerar más adecuadas para evaluar la respuesta de una pulpa a un proceso de fabricación o preparación de muestras para tratamientos; en el cuadro N° 4 se muestran algunos tiempos de extracción de muestras.

Equipos:

- ☞ Desintegrador (figura 10)
- ☞ Pila holandesa, con control para el refinado.

Cuadro N° 4.- Tiempo sugerido para extracción de muestras.

	Tiempo en minutos				
Pulpas alcalinas de coníferas ligeramente blanqueadas al sulfito.	5	10	15	20	30
Pulpas alcalinas de coníferas blanqueadas o coníferas sin blanquear al sulfito.	5	15	30	45	60
Pulpas alcalinas fuertes de coníferas sin blanquear y otras pulpas muy fuertes	5	15	30	60	90

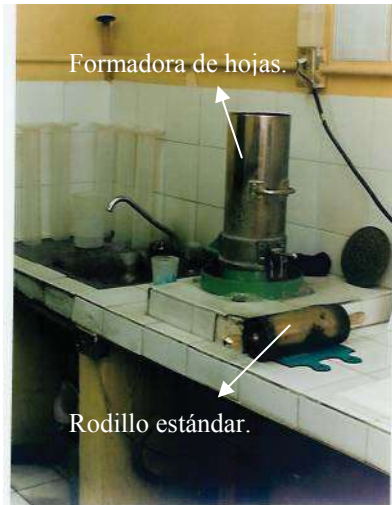


Figuras 10.- Batidora o desintegradora.

**Formación de hojas para pruebas físicas en pulpas.**

Muestreo: Se toman algunas muestras para obtener la pulpa, esto se logra tomando una porción de al menos 24 gr las cuales son tomadas de cada paca para realizar un análisis sencillo de pulpa sin batir y entre 8-12 gr de pulpa batida (base seca).

Almacenamiento de las muestras: Para prevenir que las muestras se humedezcan durante el periodo de almacenamiento antes de realizar las pruebas, se pueden sumergir en agua o sellarlas en una bolsa de plástico junto con unas gotas de formaldehído y mantenerlas en un lugar fresco lejos de la luz solar directa. Se almacenan las muestras de pulpa seca en un paquete o contenedor lejos del calor y la luz.



Figuras 11.- Formadora de hojas y rodillo estándar

#### Aparatos:

- ☞ Desintegrador.
- ☞ Formador de hojas estándar (figura 11) 159 mm diámetro, con agitador.
- ☞ Rodillo estándar (figura 11).
- ☞ Escandillon, para centrar las hojas y los platos en la prensa.
- ☞ Discos de secado, discos pulido-espejo de 160 mm de diámetro.
- ☞ Anillos de secado, con asientos de plástico para sostener las hojas a los discos pulidos durante el secado.
- ☞ Papel secante, una cantidad considerable, de 200 mm<sup>2</sup> y peso de 250 g/m<sup>2</sup> secado en la estufa 0.495 – 0.521 mm de calibre. El papel deberá estar hecho con pulpa química completamente blanqueada y libre de aditivos. Las hojas deberán estar planas y libres de arrugas.
- ☞ Cubeta con marca de 16 litros.
- ☞ Cilindro graduado de 1000 ml.

#### **Pruebas físicas para las hojas de pulpa hechas en el laboratorio.**

Las propiedades físicas importantes a determinar a las hojas de pulpa son: masa por unidad de área (gramaje), calibre, volumen específico, densidad aparente, fuerza de tensión, absorción de la energía de tensión, resistencia al rasgado, resistencia a la explosión y rigidez.

Se utilizan cinco hojas para las determinaciones respectivas. Cuando se requiere hacer pruebas con pulpas mecánicas, se deben utilizar diez, con la finalidad de realizar cuatro pruebas de rasgado de diez tiras cada uno. Se utilizan cinco hojas para obtener la resistencia al rasgado y otras cinco hojas para las pruebas restantes de resistencia. No se pueden realizar diez muestras cuando la pulpa para la prueba usada no es suficiente para la cantidad de modelos requeridos y tomando una muestra mayor, cambia la cantidad de pulpa en el batido y por lo tanto cambia el tiempo de su batido.

Los resultados son reportados en unidades del sistema internacional y los índices se calculan sobre el peso acondicionado.

Se inspeccionan las hojas y se descarta cualquiera que esté defectuosa. Se acondiciona en una atmósfera acorde a la necesidad requerida, y se prueban las hojas para cada característica de interés de acuerdo al método TAPPI apropiado para el papel, pero con modificaciones como se especifica a continuación:

#### Masa por unidad de área.

Para determinar el porcentaje de masa por unidad de área de cinco hojas acondicionadas se realiza lo siguiente; se pesan las muestras juntas en una balanza sensible a 0.01 g. El área de cada hoja es aproximada a 20 cm<sup>2</sup>. El gramaje es diez veces el peso de las cinco hojas.

#### Calibre:

Equipo utilizado:

- Micrómetro.

Antes de cortar las hojas, se obtiene un promedio colocando las cinco hojas en una pila o fila con sus superficies rugosas en una misma dirección, Utilizando un micrómetro de motor como especifica la norma T-411, se mide el calibre de la pila de las hojas en diez puntos seleccionados en toda el área, registrando el calibre en cada punto lo mas exacto en 2 micrómetros (0.0001in).

Si entre las lecturas existe una diferencia mayor al 5% se realiza una medición en un punto adyacente, pudiendo ser la lectura producto de un rechazo, siendo el caso, se descarta la lectura mayor.

#### Corte de las hojas para las pruebas restantes.

Equipo a utilizar:

- Doble cuchilla de 15 mm, cutter ancho o una guillotina equipada con una guía para dar una tira de 15 mm de ancho.

Se colocan cinco hojas en el soporte del cortador, con el diámetro de la pila exactamente situado a lo largo del borde del soporte. Se cortan las hojas como se muestra en la figura 12.

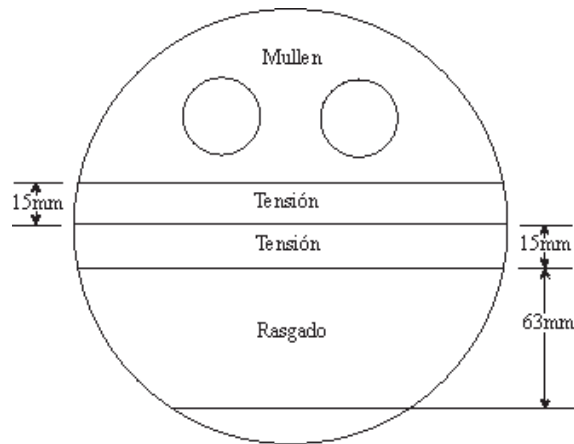


Figura 12- Corte de las hojas.

Tensión: Elongación y Absorción de la energía de tensión.

Equipo a utilizar:

- ☛ Aparato para medir tensión.

Procedimiento:

Se utiliza una tira de cada una de las hojas muestreadas para la prueba, se corta cada tira de 15 mm de ancho colocando las mordazas del aparato a 100 mm de separación. Se determina la fuerza de tensión, elongación y la absorción de energía de tensión simultáneamente de acuerdo con la norma T-494, excepto por el tamaño de la muestra.

Resistencia a la explosión:

Equipo:

- ☛ Aparato para la explosión.

Para determinar la resistencia a la explosión, se utilizan al menos diez pruebas, una a la vez, en los fragmentos de las cinco hojas, el lado rugoso de cada hoja será fijada hacia el diafragma, o de otra forma de acuerdo al equipo a utilizar.

Resistencia al rasgado:

Equipo:

- ☛ Aparato para rasgado Elmendorf.

Para determinar la resistencia al rasgado con las modificaciones indicadas en la figura 13, se sujetan las hojas, tal que sus lados lisos estén hacia el eje del instrumento, y la mayor parte de la muestra quede sostenida en la mordaza fija, no en la móvil.

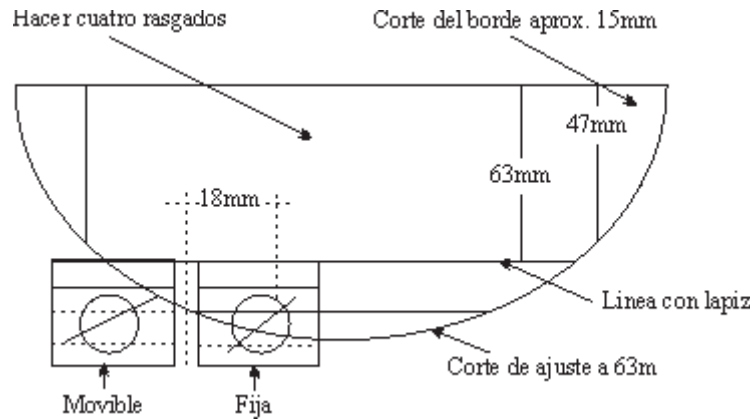


Figura 13.- Detalles de corte para rasgado.

Para pulpas químicas, se dividen porciones de cinco hojas como se muestra en la figura 13, y se prueban las cinco porciones juntas, haciendo cuatro rasgados, estando cada uno a través de una distancia total de rasgado de 225 mm. Si la escala del aparato para rasgado es en gramos, se multiplica el promedio de las lecturas en el aparato por 3.2 para obtener la fuerza requerida en gramos, para rasgar una hoja sencilla. Si la muestra fuera de tal forma que las cinco hojas juntas, diera una lectura arriba de 60, se reduce el número de muestras a rasgar juntas a dos y se multiplica por 8 para dar la fuerza en gramos para rasgar una hoja sencilla. Si la escala del instrumento está en milinewtons, se divide la lectura por el número de hojas rasgadas.

Para pulpas mecánicas, se utilizan diez hojas y se multiplica el promedio de las lecturas por 1.6 para obtener la fuerza requerida en gramos para rasgar una hoja sencilla.

#### Otras pruebas:

Si se desea alguna otra prueba como porosidad (presión de aire aplicada al lado rugoso de las hojas), rigidez, etc., estas pueden ser hechas de acuerdo a los procedimientos aceptados. En la figura 14 se muestra la máquina utilizada para realizar las pruebas mencionadas.

#### Reporte:

Los resultados derivados de la prueba son expresados con tres cifras significativas. Si se reportan directamente las lecturas de los instrumentos, ya sea en el sistema métrico, ingles o S.I. las unidades deben ser usadas como práctica común, estando establecidas las unidades para cada caso. Para unidades derivadas, tales como algunos índices de resistencia, solamente las unidades de S.I. son aceptables.





Figura 14.- Equipo para realizar las pruebas de fuerza de tensión, Absorción de la energía de tensión, resistencia al rasgado y rigidez.

### Longitud de fibra de la pulpa por clasificación

Este método está diseñado para medir el promedio en peso de la longitud de fibra de una pulpa. Si una fibra es 1 mm de longitud y pesa  $W$  mg, entonces para una pulpa dada, la longitud promedio pesada ( $L$ ) es: 
$$L = \frac{\sum (W_i)}{\sum W}$$

El uso del clasificador (figura 15), ya sea tipo Clark ó tipo Bauer-McNett producirá resultados idénticos dentro de la precisión establecida.



Figura 15.- Recuperador de fibras ó finos.

La longitud de la fibra es una propiedad fundamental de la pulpa, hay indicaciones en las cuales las dimensiones de las fibras permanecen constantes, la resistencia a la tensión de una hoja hecha de pulpa relativamente sin batir, (siendo los mismos otros factores) variará como  $L^{1/2}$ , el mullen variará como  $L$ , el dobléz como  $L^5$  y el rasgado como  $L^{3/2}$ . Estas relaciones, serán verdaderas independientes de la uniformidad de la longitud de las fibras, ya sea que sea una mezcla de varias longitudes ó todas de una longitud, pero los valores numéricos de los

exponentes decrecerán, conforme la pulpa sea batida. La densidad de la hoja será apreciablemente afectada por L si las fibras son de las mismas dimensiones.

El promedio numérico de la longitud de la fibra es de menos importancia. Si las fibras son de longitudes mezcladas, ésta es una medición arbitraria, completamente influenciada por el límite inferior adoptado, debajo del cual, una partícula no es considerada más como una fibra. El promedio de longitud de fibra pesado de una pulpa, puede exceder, el promedio numérico de longitud varias veces, si las partículas caen a una longitud de 0.01 mm., son incluidas en un estimado de los promedios numéricos.

Idealmente, sería deseable clasificar una muestra de pulpa en un gran número de fracciones y pesar y medir la longitud de cada una en relación a determinar el promedio de longitud pesado. En la práctica, como siempre, se pueden obtener resultados satisfactorios, de los pesos y longitudes de cinco fracciones graduadas, las cuales son proporcionadas por un clasificador de cuatro mallas.

#### Equipo a utilizar.

Clasificador de fibras.- Cualquier buen clasificador con cuatro ó más mallas es adecuado y cualquiera de los dos tipos descritos dará resultados idénticos si son usados correctamente. Es preferible que las series de mallas usadas para una muestra dada, sean seleccionadas de tal forma que no más de un cuarto de la muestra quede en la malla de mayor abertura.

La serie de mallas usadas en el clasificador no es relevante si el promedio de la longitud de fibra pesada es calculado, esto para determinar la malla a utilizar antes de un compartimiento, lo cual nos daría como resultado que la fibra de mayor longitud sería la cantidad de la fracción retenida y la menor sería su longitud promedio.

Las aberturas recomendadas en las series de mallas usadas para la clasificación de pulpa son las siguientes:

- ☞ Para pulpas de fibras largas: Mallas Tayler 14(1.68 mm), 14(1.19 mm), 28(0.595 mm) y 48(0.297 mm).
- ☞ Para pulpas con fibra mediana: Mayas Tayler 14(1.68 mm). 28(0.595 mm). 48(0.297mm) y 100(0.149mm).
- ☞ Para pulpas de fibras cortas: Mallas Tayler 28(0.595 mm), 48(0.297 mm), 100(0.149 mm), 150(0.105 mm) ó 200(0.074 mm).

Procedimiento de utilización del Clasificador Bauer McNett:

- ☞ Se cepillan y se lavan las mallas para asegurar que estén libres de fibras.
- ☞ Se le abre al agua de tal forma que el tanque de nivel constante tenga sobre flujo. El agua alimentada a los compartimientos deberá entonces fluir en un rango de 11.355 l/min Cuando el tanque esté lleno de agua, se enciende el motor. Exactamente al inicio de un periodo de 20 mm, se suspende el flujo de agua y se agregan los 3333 ml de muestra uniformemente en el primer compartimiento tardando en adicionarlos 18 seg (en un rango de 11.35 l/seg), entonces se continua con el flujo activo nuevamente.

- ☞ Cuando las condiciones de flujo estén estables, se comienza el conteo del tiempo, con el timer para que éste suene a los 20 min ± 10 seg. Con un poco de agua, se enjuagan todas las fibras del contenedor en el primer compartimiento.
- ☞ Cuando la clasificación está en proceso, se limpian los conos de drenado y se asegura en un papel filtro tarado.
- ☞ Después del periodo de 20 min, se suspende el agua, y tan pronto como el sobre flujo del último compartimiento apenas haya cesado, se detiene el motor y se retiran los tapones del drenado de cada tanque para permitir que el contenido se drene en los conos.
- ☞ Después que los tanques han sido drenados, se lavan cuidadosamente las mallas y los tanques con una manguera. Cuando estén vacíos se dreña el agua de los conos, eliminando el exceso de agua del papel filtro con pulpa.
- ☞ Se retira cada filtro y con un dedo se limpia toda la pulpa adherida en el interior del cono.
- ☞ Se dobla el papel filtro con la pulpa en un semi-círculo, se presiona el papel filtro entre las manos ó se pasa por un rodillo, empleando papel secante, para remover la mayor cantidad de agua que sea posible. Se marca cada filtro con tinta indeleble para identificarlas.
- ☞ Se secan los filtros en una estufa a 105 ± 3° C hasta peso constante y se pesa cada una con una exactitud de 0.01 g. El peso del papel filtro permanece constante y éstos pueden ser identificados con su número y peso.

Cálculos.

Si W es el peso de la muestra adicionada al clasificador, W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub> y W<sub>4</sub> son los pesos de los filtros con pulpa libre de humedad, de los cuatro compartimientos respectivamente, y W<sub>5</sub> es el peso seco de la pulpa perdida a través de la malla más fina, entonces:

$$W_s = W \times (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)$$

Si la longitud promedio de la fracción en el compartimiento es desconocida, se determina según como se describe en T 232, la cual nos dice que puede ser tomada de una pequeña muestra del papel filtro antes de ser secada cada una. Se determina también la longitud promedio de la fibra que pasa por la última malla, esto se realiza tomando una muestra durante la operación del clasificador. Para los trabajos ordinarios, esto tiene poco efecto en los resultados, la longitud promedio de la fracción fina, puede suponerse que sea de 0.2 mm si el último tamiz es de 38 mallas, y 0.1 mm si es de 48 mallas.

Si l<sub>1</sub>, l<sub>2</sub>, l<sub>3</sub>, l<sub>4</sub> y l<sub>5</sub> son las longitudes promedio en milímetros de las fibras en cada fracción y L es la longitud promedio de las fibras pesada de la muestra de pulpa, entonces:

$$L = \frac{w_1 l_1 + w_2 l_2 + w_3 l_3 + w_4 l_4 + w_5 l_5}{W}$$

Se reporta la longitud promedio de la fibra pesada de la muestra en milímetros, lo más exacto a 0.05 mm. Si se desea reporte también el porcentaje en peso de las fibras retenidas en cada una de las mallas usadas, dando esta abertura en milímetros. En éste caso, se reporta también la marca del clasificador empleado, peso de la muestra, tiempo de procesado, flujo de agua y cualquier detalle que sea pertinente.

## **Método para la medición del grado de refinación CANADIAN STANDAR FREENESS**

Durante la refinación o batido suceden numerosos y diversos efectos en las fibras, entre los que se pueden mencionar la reducción en la longitud de las fibras, incremento de la superficie o área específica de la fibra y el incremento de la flexibilidad debida a la fibrilación interna y externa, que parecen ser las más importantes en la mayoría de los casos.

Para la medición en conjunto de todos estos efectos, se han implementado métodos simples con los cuales se han hecho posibles a través de los años efectuar esta medición. Estos son los denominados como, “Freeness” (CSF). “Wetness” o Shopper Riegler (SR) siendo en la mayoría de los casos los únicos ensayos practicados mundialmente.

En principio este método es aplicable a toda clase de pulpas en suspensión, sin embargo para las pulpas con tratamiento de refinaciones severas en los cuales se producen una gran proporción de finos no es recomendable, ya que los finos pueden inducir una falsa medición y producir valores por debajo de 100 ml. de CSF. Una pulpa de pino sin refinar puede producir un Freeness de 800 ml; mientras que en una pulpa refinada de pino se puede obtener un Freeness entre 200 ml y 300 ml. Para el caso de la pasta mecánica esta puede obtener un Freeness entre 100 y 150 ml.

### Procedimiento:

Se diluye la pulpa a 0.3% de consistencia (3.0 gr en 1000 ml de agua y se ajusta la temperatura a 20° C), luego se limpia el equipo con agua destilada a 20° C. Se cierra la tapa del sello inferior del recipiente y se agrega 1000 ml de la suspensión al 0.3% de consistencia. Después de esto se cierra la tapa de sello superior, chequeando que la válvula de aire colocada en la misma tapa este en posición de cerrado.

Estando cerradas las dos tapas de sello inferior y superior se procede a abrir la tapa inferior, y posteriormente tan rápido como sea posible se abre la válvula de aire, colocada en la parte superior de la tapa para permitir que se rompa el vacío y por gravedad drene el agua de la suspensión a través de la placa con orificios, y de ahí al embudo separador con dos salidas. El agua se colecta en dos probetas, tomando la medición en la probeta con salida lateral del equipo. El volumen de agua colectado se mide en mililitros (Freeness), lo cual indica el drenado del agua través de la pulpa retenida en el tamiz.

Para la corrección de los mililitros medidos en la probeta, se toma la temperatura en la suspensión y se recoge el colchón de fibras formado sobre la placa de orificios del equipo para secarlas en una estufa o plancha. La pulpa, después de secarla se pesa y se anota el dato.

Una vez teniendo el peso de la pulpa seca y la temperatura de la suspensión, se corrige en las tablas de temperatura y consistencia, sumando o restando los mililitros Freeness de acuerdo a los valores obtenidos en dichas tablas. En cada caso, al corregir el valor mililitros Freeness por temperatura y consistencia en las tablas; si los valores son inferiores a 20° C, se adicionan mililitros al Freeness leído en la probeta, por el contrario si la temperatura es mayor, a estos mililitros se restan, de acuerdo a la tabla respectiva. En la tabla de consistencia es inverso a este criterio. En el cuadro N° 5 se muestra el freeness de algunas materias primas.

### Chequeo y Mantenimiento del Equipo.

- ☞ El equipo debe montarse en un lugar libre de vibraciones.
- ☞ Se debe mantener limpio el equipo antes y después de cada ensayo.
- ☞ Para lavar el equipo se deben usar solventes orgánicos o detergentes suaves.
- ☞ El orificio del fondo del embudo separador debe revisarse periódicamente de que no está incrustado, de ser así no utilizar para su limpieza ningún objeto de metal que pudiera dañar la abertura.
- ☞ Se checa que las tapas inferior y superior sellen correctamente.
- ☞ Se realiza una prueba de gasto en blanco antes de iniciar las pruebas, el cual deberá fluctuar entre 880–890 ml.
- ☞ Si hay fuga de agua en la tapa inferior que no sea más de 5ml.

Cuadro N° 5 - Freeness promedio de las materias primas.

Materias Primas	Freeness(ml)
OCC (americano). old corrugated container	550
OCC (nacional).old corrugated container	400
DKL (americano). double liner Kraft	380
OCC (frontera).old corrugated container	500
HWS (americano). hard white shavings	400
Mixtura Café (Nacional).	300
Fibra corta.	250

### **Freeness de pulpa (método estándar canadiense)**

El freeness está diseñado para dar una medida de la velocidad a que puede drenarse una suspensión diluida de pulpa (3 g en 1 l de agua); se ha demostrado que el freeness, o velocidad de drenado, se relaciona con las condiciones de la superficie e hinchamiento de las fibras. Junto a estos factores, el resultado depende también de las condiciones bajo las cuales se lleve a cabo la prueba, tales como la preparación de la pulpa, la temperatura y calidad del agua.

El procedimiento fue diseñado originalmente para dar un valor de prueba conveniente en el control de la producción de pulpa mecánica, aunque también se ha usado mucho para seguir los cambios en la velocidad de drenado de varias pulpas químicas, durante el batido y la refinación. Los tratamientos que producen una gran cantidad de finos pueden algunas veces ocasionar un aumento anormal del freeness (freeness falso), por lo regular a niveles inferiores de 100 ml

Los valores de freeness no necesariamente se correlacionan con el comportamiento del drenado de la pulpa, sobre una máquina de papel comercial.

Equipo:

*Probador freeness*, consistente de una cámara de drenado y un embudo para medir la velocidad, montado en un soporte adecuado (figura 16). El aparato está fabricado según dibujos y especificaciones, y cada instrumento se inspecciona y calibra antes de entregarse. Algunos probadores pueden tener una cubierta de barniz marino sobre la superficie.

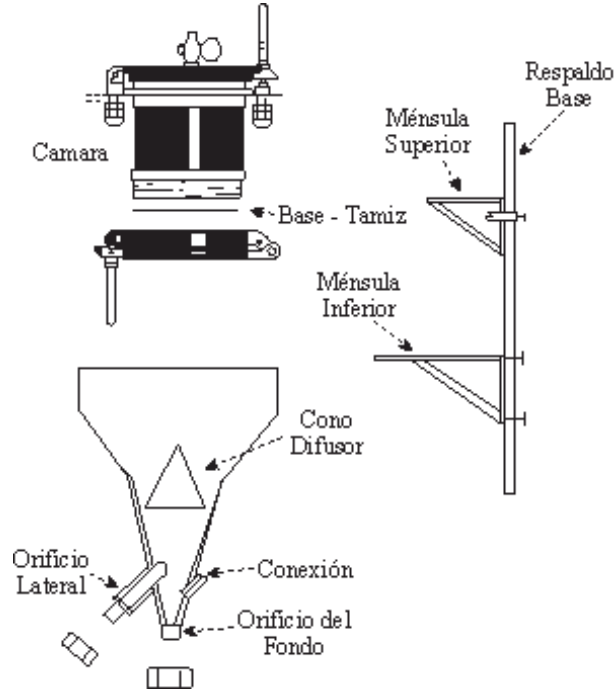


Figura 16.- Probador Freeness (modelo nuevo).

Procedimiento

- ☞ Se limpia completamente y se humedece el probador freeness con agua destilada o desionizada a la temperatura de la pulpa que se este probando.
- ☞ Se coloca la cámara de drenado en la ménsula superior con la tapa inferior cerrada y la superior y la llave de escape de aire abiertos.
- ☞ Se coloca la probeta graduada en posición para recibir la descarga del orificio lateral, y un recipiente para coleccionar la descarga del orificio inferior.
- ☞ Se agita completamente la pulpa en la cubeta para asegurar un mezclado homogéneo y medir con exactitud 1000 ml en una probeta limpia de 1 l. Se toma la temperatura de la mezcla con aproximación de 0.5° C.
- ☞ Se mezcla la muestra en la probeta graduada cerrando la parte superior de la misma con la mano, e invirtiendo ligeramente la probeta (180°) tres veces.
- ☞ Se vierte la pulpa en la cámara, suavemente pero tan rápido como sea posible. Es importante que al terminar esta operación, la pulpa esté casi inmóvil en la cámara. Este paso es crítico.
- ☞ Se cierra la tapa superior y la llave de escape de aire, se abre la tapa inferior. Después de un intervalo de 5 seg a partir de que se completó la adición de la pulpa, se abre completamente, de un sólo movimiento la llave de escape de aire.

- ☞ Cuando haya cesado la descarga, se registra el volumen acumulado en el orificio lateral, en ml y con la máxima precisión posible dependiendo de la probeta usada.
- ☞ En la figura 17 se muestra una foto del probador freeness que se encuentra en la industria CENTAURO Durango, Dgo.
- ☞ En el anexo 14 se muestra la tabla de corrección de frenes.



Figura 17.- Probador freeness.

### Consistencia

Para determinar la consistencia, se junta la pulpa de la cámara con las descargas de los orificios lateral e inferior; se drena la suspensión de la cámara en un papel filtro tarado colocado en un embudo Büchner o en una máquina formadora de hojas cuadradas.

Se seca en un horno y se determina el peso de la torta. Se resta el peso de la tara del papel filtro para obtener el peso de la pulpa. Cuando sea necesario, se corrige el volumen a la consistencia estándar de 0.3% y la temperatura de 20° C, usando las tablas de corrección 1 y 2 que se proporcionan en este método.

Es necesario hacer al menos dos determinaciones en porciones separadas del mismo espécimen, y hacer pruebas adicionales si difieren en más del 2%.

Se reportan las lecturas de *freeness* individuales y los promedios corregidos a 0.3% de consistencia y 20° C, con aproximación de 1 ml, en lecturas menores a 100 ml, de 2 ml en lecturas de 100 a 250 ml, y con aproximación de 5 ml en lecturas mayores a 250 ml.

A menos que la muestra esté en forma dispersa, establecer el procedimiento y el tiempo empleado en desfibrar la pulpa.

#### Precisión.

La precisión de una prueba de *freeness* depende del nivel de la misma y del tipo de pulpa que se vaya a evaluar. La pulpa de fibra larga, como las químicas de maderas blandas, mostrarán más variación que la pulpa de madera dura o mecánica. Los resultados entre 300 y 500 ml mostrarán más variación que las pruebas mayores o menores a ésta.

#### Repetibilidad.

Los cálculos son basados en 486 pruebas de *freeness* hechas en un laboratorio sobre 53 muestras de pulpa, estos indican que la repetibilidad es una de las mejores formas de realizar análisis con mayor credibilidad.

#### Reproducibilidad.

Los cálculos están basados en 161 pruebas hechas en 11 laboratorios de una compañía, las cuales indican que la pulpa química de madera blanda batida a un *freeness* de 531 ml tendrá una reproducibilidad, de 25 ml para el promedio de dos mediciones. No hay datos disponibles para otras pulpas u otros niveles de *freeness*.

### **4.5 PULPER DE TAMBOR, VERTICAL Y TRANSPORTADORES DE BANDAS.**

#### **TRANSPORTADOR DE PLACAS.**

Los transportadores de placas son usados como transportadores alimentadores como se muestra en las figuras 18 y 19. Los papeles son llevados a la parte horizontal del transportador de placas con un cargador sobre ruedas u otro equipo similar. El transportador eleva los papeles al embudo de caída, a través del cual los papeles caen al siguiente transportador.



Figura 18.- Transportador de placas.





Figura 19.- Transportador de placas hacia el pulper.

Carga:

Los transportadores se cargan principalmente con un cargador sobre ruedas o fijo como se muestra en la figura 20. La superficie plana del transportador ha sido diseñada de tal manera que resistan el peso del cargador sobre ruedas. Los papeles se vierten de un volquete o se arrastran por el piso al transportador. La altura de la carga máxima para el transportador es el nivel del suelo. Si bien el transportador se encuentra a una profundidad de un metro con relación al nivel del suelo, se recomienda acomodar capas de papel de una altura de 0.8 m como máximo.



Figura 20.- Cargador fijo para el transportador de placas.

Limpieza, mantenimiento y reparación:

Todas las actividades de limpieza, mantenimiento y reparaciones se realizan cuando el transportador está detenido. Si el punto de limpieza, mantenimiento o reparación se encuentran en un lugar tal al que no se pueda llegar con las manos desde el piso, es imprescindible hacer uso de aparatos adecuados, como elevadores para personas. En la figura 21 se muestra el diagrama utilizado en el plano del proceso de la industria centauro.

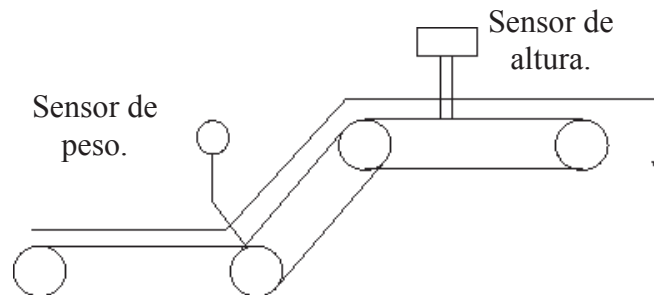


Figura 21.- Diagrama de plano de la banda transportadora de placas.

### **FIBREFLOW TAMBOR (PULPER DE TAMBOR).**

#### **Descripción del proceso Pulper de Tambor.**

Normalmente el sistema de alimentación del pulper de tambor FibreFlow consiste de un transportador de almacenaje y un transportador de alimentación con regulación de velocidad. Equipado con un sistema de pesaje. Esta báscula controla la velocidad de materia prima uniforme y constante en el tambor FibreFlow. La báscula proporciona también datos sobre la adición del agua de dilución y productos químicos en el tambor.

#### **Zona de Pulpeo.**

La primera parte del tambor es la zona de pasteado, figura 22. En esta parte, el papel entrante es humedecido y golpeado repetidamente hasta su desfibrado. El tambor está ligeramente inclinado en dirección axial. Debido a esto, el material se mueve hacia la zona de tamizado y lavado que está perforada.



Figura 22.- Zona de pulpeo.

#### **Zona de Cribado.**

En esta zona, el material se diluye a una consistencia inferior y el material desfibrado es arrastrado por el agua de lavado a través de las perforaciones de la criba, figura 23 y 24, a un depósito inferior del tambor. Todo el material de rechazo es demasiado resistente al agua para desintegrarse o demasiado grande para pasar a través de las perforaciones por lo cual continúa su camino hacia el exterior del tambor por una banda de rechazos.

### Dimensiones del Pulper de tambor

Cuadro 6.- Características del pulper de tambor

Dimensiones.	Unidades	Durango Méx. F425E
Diámetro.	m	4.25
Longitud Total.	m	35.2
Sección de pasteado.	m	23
Sección de lavado.	m	12.2
Espesor del material.	mm	8–50
Peso Total vacío (parte rotativa).	t	Aprox. 150
Peso Total lleno (parte rotativa).	t	Aprox. 250
Número de elevadores.	#	20
Número de separadores.	#	15
Agujeros sección lavado.	mm	9/10–9
Área abierta.	%	38.3-51
Agujeros Tubería rociadora.	#	550
Diámetro.	mm	10/276u–8/274u.
Volumen depósito de la base.	m <sup>3</sup>	Aprox. 150
Consistencia.	%	3
Tiempo de retención (lleno).	min	A 5 min.
Accionamiento Principal.	Hp	1750/1200rpm.
Velocidad de Rotación.	Rpm	11

En el anexo 3 se muestra la entrada de agua al hidrapulper de tambor.

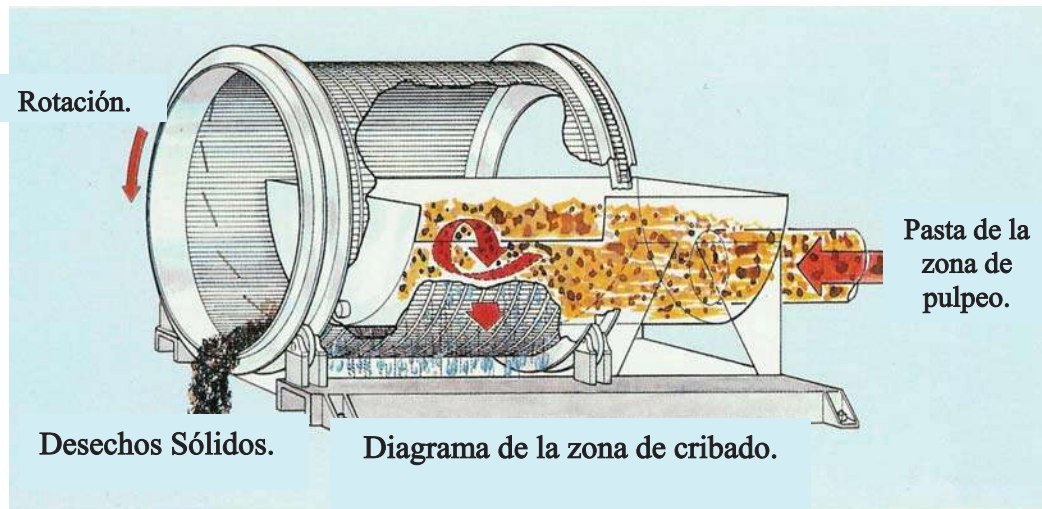


Figura 23- Perforaciones de la criba y funcionamiento.

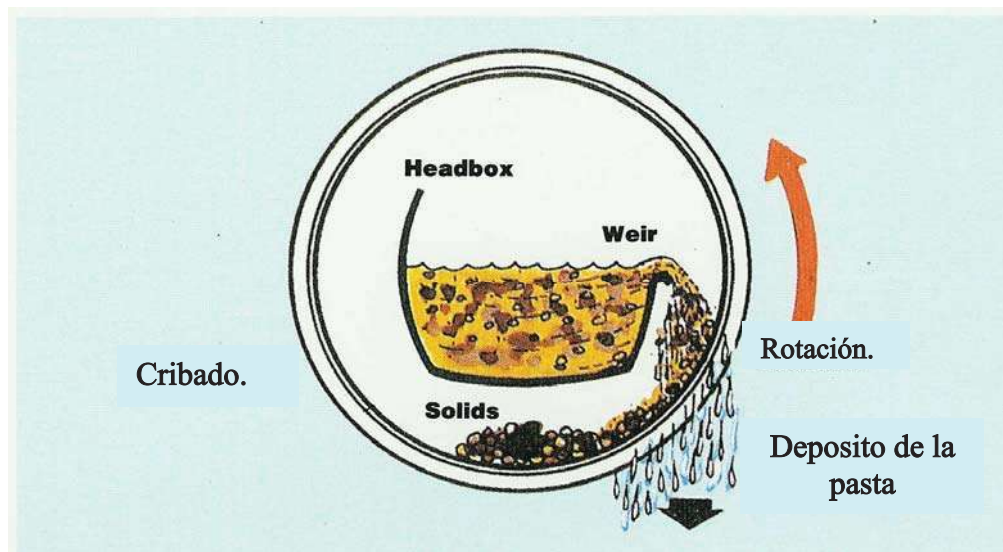


Figura 24- Zona de cribado, deposito inferior de la pasta.

### Piezas Principales del pulper de tambor (figura 25).

1. Colector de entrada.
2. Colector agua de pasteado / aditivos (líneas de tuberías).
3. Empaquetadura de sellado.
4. Recogeaguas.
5. Sección de pasteado.
  - 5.1. Elevadores.
  - 5.2. Separadores.

6. Sección de depuración con elevadores y separadores.
7. Campana.
8. Tubería rociadora.
9. Extremo de rechazos.
10. Bomba depósito de base.
11. Agitador(es).
12. Aros de soporte.
13. Rodillos de soporte.
14. Rodillos axiales.
15. Accionamiento motor eléctrico.
  - ☞ Acoplamiento hidráulico.
  - ☞ Reductor.
  - ☞ Rodillo piñón.
  - ☞ Corona.
  - ☞ Accionamiento lento (opción).
16. Interruptor de proximidad.
  - ☞ Unidad de lubricación.
  - ☞ Plataformas de servicio.
  - ☞ Fundaciones.

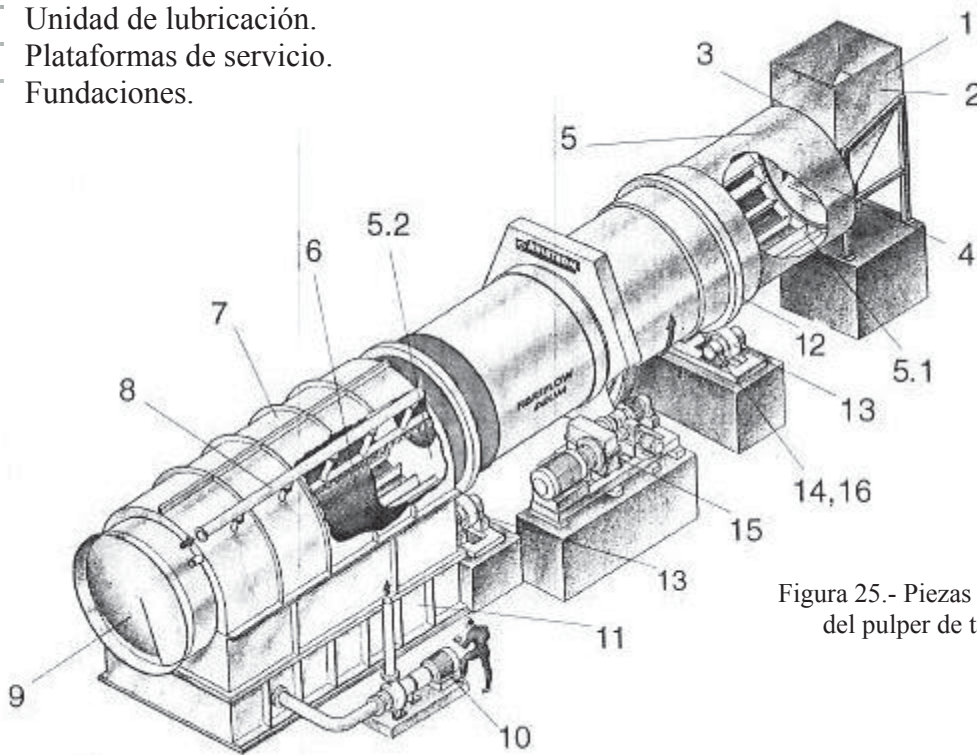


Figura 25.- Piezas principales del pulper de tambor.

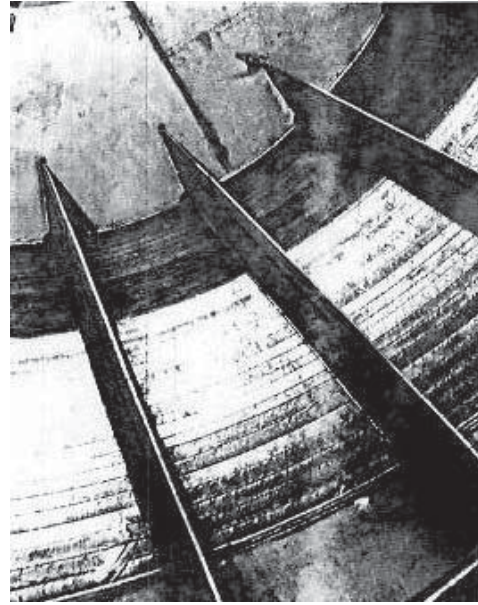
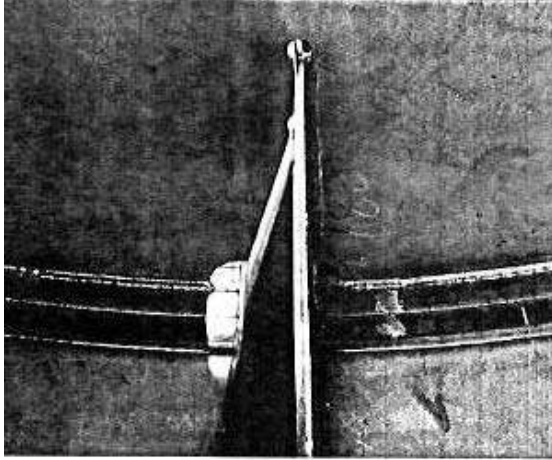


Figura 26.- Detalle de separadores y elevadores del interior del pulper de tambor.

### Almacenamiento.

La pasta aceptada después del proceso de pulpeo y cribado va al tanque del pulper. Con los agitadores del depósito de la base se mezcla la pasta aceptada, y se bombea con la B-10 hacia el tanque DUMP – CHES, figura 27, para su almacenamiento. Con las bombas B-11 y B-10B se bombea a la siguiente fase del proceso.



Figura 27.- Almacenamiento de la pasta en el tanque DUMP – CHES.

### **PULPER VERTICAL (Pacas y banda transportadora).**

Para que las pacas de papel reciclado sean útiles se requiere que sean convertidas de nuevo en pulpa y está se transporte fácilmente por tubos; para este efecto se utiliza el pulper vertical. Antes de cargar las pacas al transportador que las llevará al pulper se deben de cortar los alambres que las mantienen apretadas (figura 28). Si se deja que los alambres entren al pulper, éste se tiene que parar rutinariamente para sacar los alambres y demás materiales.



**Banda transportadora al pulper vertical.**

Figura 28.- Transportador de placas del pulper vertical.

### **Materiales y principio de operación del Pulper Vertical.**

El pulper es un tanque o una cuba de hierro fundido, acero, concreto u otro material soportado por pedestales; este recipiente cuenta con mamparas u otros medios para interrumpir el flujo de la pasta. En una de las paredes de la cuba y al centro se encuentra un pesado rotor de acero provisto de aspas. El rotor es impulsado desde un costado por medio de un reductor de engranes conectado a un motor (figura 29). Con este sistema el papel reciclado y el agua que se añade se agitan vigorosamente para dispersar las fibras.

La cámara de extracción que se encuentra alrededor de la periferia está cubierta con una placa con perforaciones de tamaño apropiado (de un cuarto a media pulgada de diámetro) para el tipo de desfibración deseada. El pulper está provisto de un ducto a través del cual el material pesado cae hacia un recipiente cilíndrico, de donde después se elimina. También está provisto de un tira trenza para la limpieza del interior del pulper.

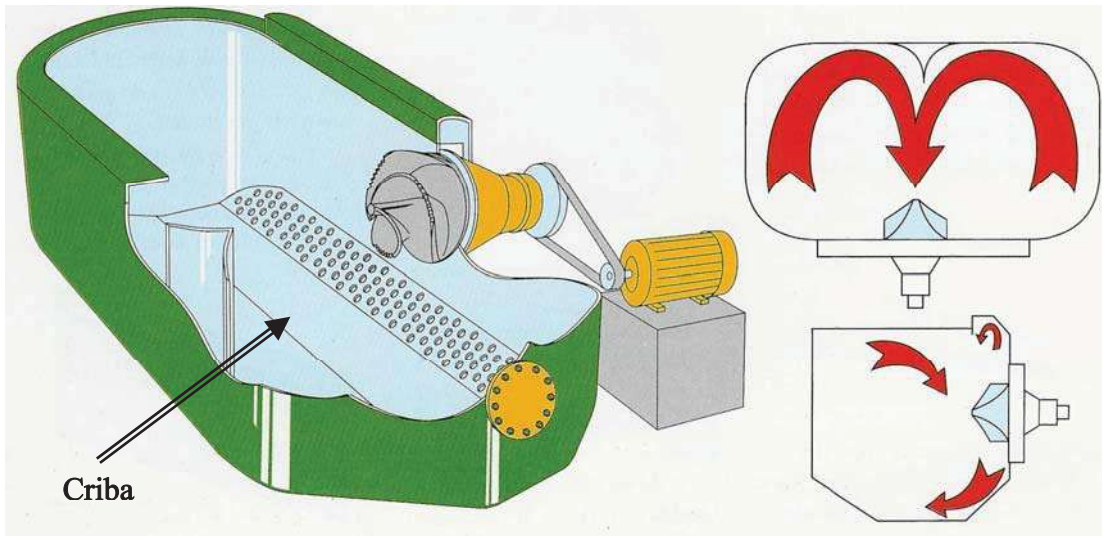


Figura 29.- Rotación de la pasta en el pulper vertical

### Tira trenza.

La función del tira trenza es la de remover los alambres, hilos y plásticos que están en la tina del pulper. Se introduce una sogá adentro del tanque del pulper. Los plásticos, alambres e hilos grandes o suficientemente largos forman una trenza. La trenza crece cuando la cola de la sogá se mueve a través del flujo de la pasta.

La trenza que está sacándose del pulper se corta por medio de un cortador de cola, en la figura 30 se muestra la imagen de un tira trenza. A consistencias menores del 5%, no hay formación de la trenza o es muy pobre y a mayor consistencia la rotación de la sogá es más lento que la pasta y la formación de la trenza es mala.

Se encuentra una bifurcación en la línea de agua de dilución al pulper con una válvula manual. Con esta válvula se regresa al pulper algo de la fibra que se adhiera a la cuerda. Debe tenerse cuidado de no regresar los plásticos, solo la fibra. La operación del tira trenza puede ser manual o automática.

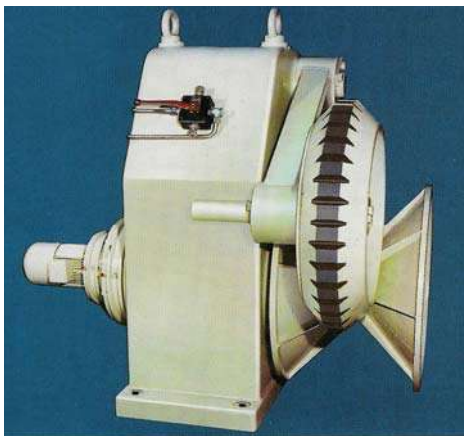


Figura 30.- Tira trenza.



#### 4.6 CALIDAD DE LA PASTA.

##### **Humedad.**

Para determinar cuanta agua hay contenida en una determinada cantidad de fibra secundaria, se utiliza una estufa de secado a nivel laboratorio, la medición es en %, desde 0% donde se trata de una materia prima totalmente seca hasta un 100% donde le corresponde a la humedad de saturación de la fibra.

##### **Explosividad (Factor Mullen).**

Esta prueba nos sirve para determinar la resistencia a la separación del entrelazado de fibras de que está compuesto el material, cuando se incide una fuerza horizontal a un centro receptor el cual resulta de una derivación de fuerzas múltiples en todas direcciones y todos partiendo del punto original, figura 31.

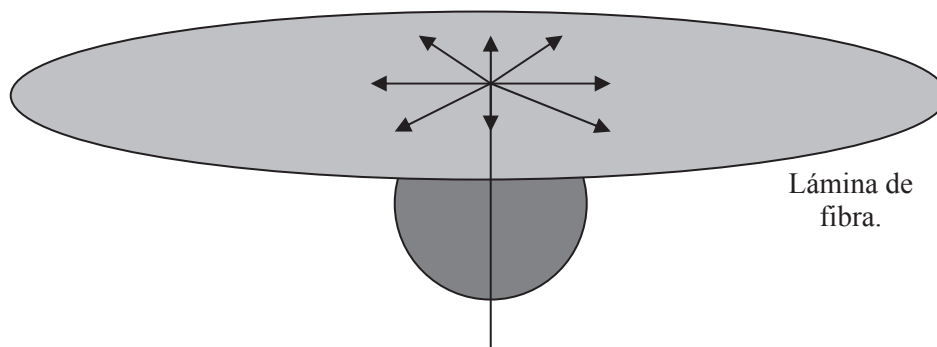


Figura 31.- Distribución de fuerzas sobre una lámina de fibra, prueba de Mullen.

##### **Tensión.**

La prueba nos indica la resistencia que existe en la separación del entrelazado de fibras de que esta compuesto el material cuando inciden solo dos vectores de fuerza que parten de un mismo punto y en sentido contrario como se muestra en la figura 32.

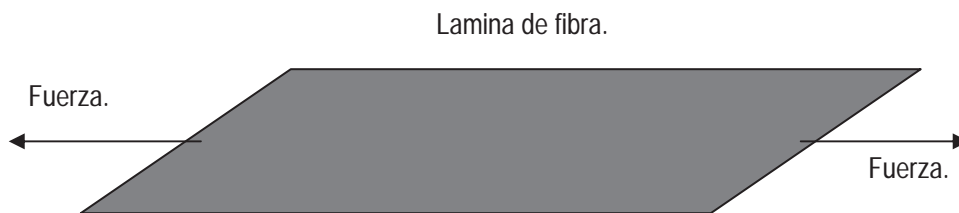


Figura 32.- Prueba de tensión.

##### **Rasgado.**

Es la resistencia a la separación del entrelazado de fibras del que está compuesto el material cuando se aplican dos fuerzas en dirección contraria pero aplicada perpendicularmente sobre una lámina de fibra.

### **Freeness (ml).**

Esta prueba es utilizada para determinar la cantidad de agua que es capaz de retener una fibra determinada. A mayor longitud de fibra mayor será el Freeness, esto se debe a que las características de una fibra relativamente larga retendrá menos agua, entonces al disminuir el tamaño de la fibra o bien a mayor refinación, aumenta la capilaridad en el entrelazado de fibras y por ende, se retendrá más agua.

## **4.7 LÍNEA 1 (TRAYECTORIA Y LIMPIEZA DE LA PASTA).**

### **4.7.1 DEPURACIÓN.**

#### **Regulador automático de rechazo (rejectomat).**

El rejectomat (Regulador automático de rechazos), es utilizado para la evacuación periódica de partes integrantes de la suspensión sedimentable, que son separadas por un hidrociclón.

La ventaja principal en comparación con toberas de separación continua o equipos de recuperación de fibras. En la misma cantidad de impurezas con una pérdida de fibras reducida a una quinta parte hasta una décima parte.

El sedimento puede existir en forma de caolín no desintegrado como: partículas de color, arena, ceniza volátil, cascotes de vidrio, estaño, astillas de madera, partículas de corteza, gomas y grapas.

Un equipo de lavado para la recuperación de fibras se encarga de que el sedimento contenga la menor cantidad posible de fibras. El equipo fundamental puede montarse directamente o por medio de piezas intermedias en cada tipo de hidrociclón.

El hidrociclón debe tener en el punto de empalme, tratándose de pasta de baja concentración como mínimo de 30mm. de luz, para papeles reciclables de 45mm. A este concepto pertenecen, en la zona de pasta de baja concentración, los eliminadores centrífugos de arena, depuradores cónicos centrífugos y los depuradores tubulares centrífugos. En la zona de pasta de alta concentración se debe instalar por encima de esta unidad base, otro órgano de cierre.

La evacuación de las impurezas se efectúa por medio de una válvula-compuerta, cuyos intervalos de apertura y duración son gobernados cada uno por un relee ajustable. Al abrir la válvula compuerta, la presión en la salida del hidrociclón disminuye en 2-3 m.

#### **Estructura y modo de funcionamiento.**

Las impurezas impulsadas por un hidrociclón por la fuerza centrífuga hacia la pared del recinto del depurador centrífugo son transportadas junto con las partes integrantes utilizables de la suspensión hacia la punta del cono.

La mezcla concentrada de suciedades y de pasta, pasa abajo de la rotación continua a un depósito de suciedades y de pasta; esta pasa por debajo de la rotación continua a un recinto de

dilución, en el cual se introduce tangencialmente agua de dilución a través de una válvula manual. En la suspensión, fuertemente diluida, se separan las impurezas por la fuerza centrífuga en las partes integrantes utilizables de la suspensión, que siguen más la resistencia hidráulica. Mientras que las primeras descienden por la gravedad, las últimas son reenviadas a lo largo del eje de rotación de la corriente del torbellino al ciclón.

Las impurezas caen en una ligera corriente de rotación a través de una abertura a un depósito colector dispuesto a continuación del recinto de dilución.

### **Turbo separador.**

El turbo separador (figura 33) se emplea como unidad de depuración de gran eficiencia para elaborar papeles sin clasificar en unión con un desintegrador de pasta de papel.

Con esta combinación de máquinas es posible un servicio continuo libre de perturbaciones durante un tiempo ilimitado.

#### *Estructura y modo de funcionamiento.*

En el proceso de desintegración de dos etapas, el papel abandona el desintegrador de pasta de papel en forma desintegrada previamente a través de un tamiz de perforación gruesa. Todas las impurezas flotantes, que no son apropiadas a causa de su forma para hilarse en la prensa y una parte de las impurezas pesadas son arrastradas por la corriente de pasta y expulsadas, separadas en impurezas ligeras y en impurezas pesadas, en el turbo separador dispuesto a continuación del desintegrador de pasta. Al mismo tiempo el turbo separador sigue tratando la pasta aceptada de tal modo que puede ser bombeada a través de una tina sin otra clasificación intermedia a los depuradores de pasta espesa y a los despastilladores finales. Las impurezas ligeras son evacuadas del turbo separador en intervalos periódicos y separados en un clasificador vibrante de pasta espesa de fibras utilizables, que son reenviados de nuevo al desintegrador de pasta de papel.

La pasta desintegrada gravemente entra tangencialmente por la boca de entrada, es desviada allí y aspirada por el disco desintegrador. Esta entrada produce en unión con el turbo separador un fuerte movimiento rotativo de este modo son centrifugadas las partículas pesadas hacia la pared del depósito y separadas en el recipiente de evacuación de suciedades. Dos válvulas compuertas neumáticas y con conexión eléctrica a intervalos evacúan las impurezas pesadas.

Siguiendo el principio centrífugo todas las materias ligeras y flotantes se concentran en el centro del torbellino del separador. Directamente en el apoyo del torbellino, o hasta 1.5 m de máximo de distancia del mismo, se encuentra una válvula-compuerta neumática con mando eléctrico de tiempo. En dirección del flujo, directamente detrás del mismo debe proveerse la conexión de agua de dilución. Esta se abre periódicamente y por la presión interior del turbo separador son evacuadas las suciedades ligeras juntamente con una cierta proporción de pastillas y fibras utilizables. El tiempo de apertura de la válvula-compuerta de suciedades ligeras es diferente según sea la producción y la clase de pasta.

Las pastillas de la pasta de fibras siguen siendo despastilladas entre las aletas del turbo separador de alta velocidad y los campos de los agujeros del tamiz clasificador son evacuados a través de la caja-tamiz. La pasta aceptada es depurada y preparada de este modo hasta el tanque que ya no requiere ninguna otra depuración hasta la clasificación en la parte constante.



Figuras 33.- Turbo separador utilizado en la industria CENTAURO.

### **Depurador cónico centrífugo.**

Son utilizados para la depuración continua de impurezas pesadas a una densidad de pasta aproximadamente el 2%. Los mismos se aplican frecuentemente en turbo separadores y son apropiados para impurezas gruesas tales como astilla de vidrio, piedras, trozos de chapa y alambres inferiores a 80 mm.

Son hidrociclones y cada uno consiste en una parte superior con boca de salida y de entrada, un cono de separación con parte inferior cilíndrica, mira de observación y una trampa para evacuar impurezas automáticamente.

La suspensión a depurar se introduce tangencialmente en la parte superior. La densidad de pasta se ajusta mediante la alimentación de agua de dilución a aproximadamente el 2% o a un valor inferior de modo que puedan bajar al depósito de impurezas también las pequeñas partículas pesadas (de hasta aproximadamente de 2 mm). El depósito de impurezas se evacua automáticamente a intervalos ajustables y sin interrupción de la separación de impurezas. Este depurador se encuentra a un costado del tubo separador (fig. 34).

La cantidad de paso debe corresponder a aproximadamente el 15% en peso de la producción de la máquina intercalada delante del mismo (por ejemplo en turbo separador).

En el depósito de impurezas hay un empalme para la recuperación de fibras utilizables. Los conos de separación son con revestimiento de Refrax tienen un empalme de agua de dilución a fin de mejorar la separación entre el material de fibras y las impurezas.

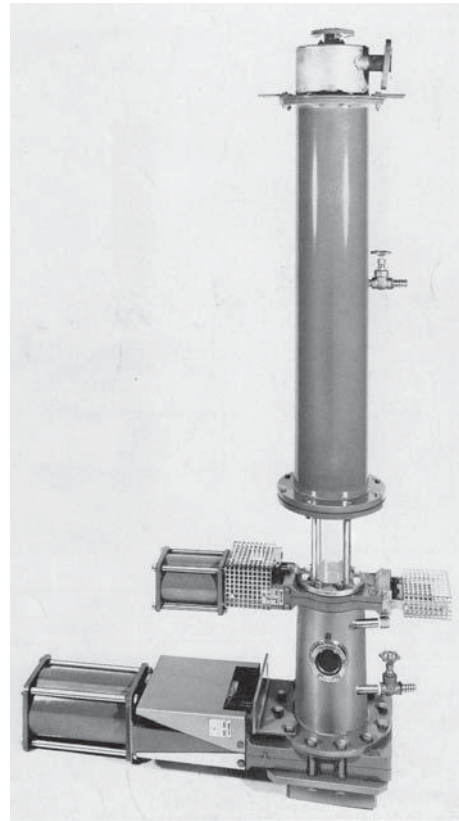
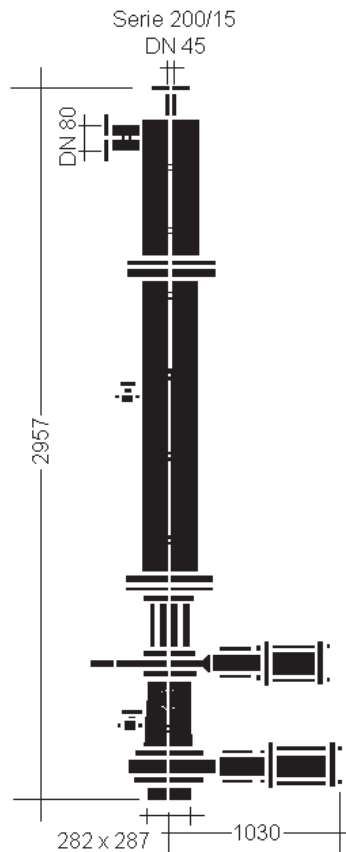


Figura 34.- Depurador cónico centrífugo y dimensiones del mismo.

### **Depurador de pasta espesa tipo T-2 (Vertical).**

El depurador (figura 35), puede emplearse para la depuración de todas las suspensiones de celulosa y pasta de papel. Elimina la suspensión por medio de la densidad de la pasta, media y alta en el servicio continuo y cuerpos extraños más gruesos que son específicamente mas pesados que la suspensión misma, por ejemplo; tornillos, tuercas, clavos, piedras, etc. Instalado en un sitio apropiado. El depurador de pastas espesas es también apropiado para las suspensiones que contienen impurezas gruesas. (Por ejemplo: trozos de papel, alambre, etc.)

#### Estructura y modo de funcionamiento.

La pasta que entre tangencialmente fluye por el rotor (figura 35), bajo la influencia de la aceleración a centrífuga resultante en este caso, las impurezas se acumulan en la zona de la pared cayendo al recipiente de suciedades.

A través de un mecanismo de sierre es introducida y regulada el agua de lavado. Esto evita la sedimentación de fibras en el recipiente de suciedades. El recipiente de suciedades puede vaciarse durante el servicio. La pasta depurada sale en la parte central a través de la boca de salida, en la figura 36, se muestra la criba interior del depurador.

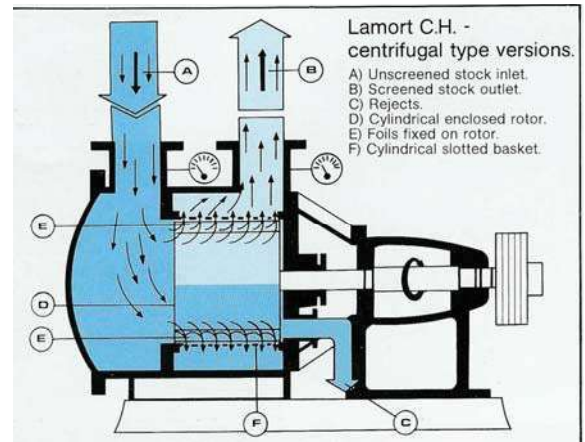
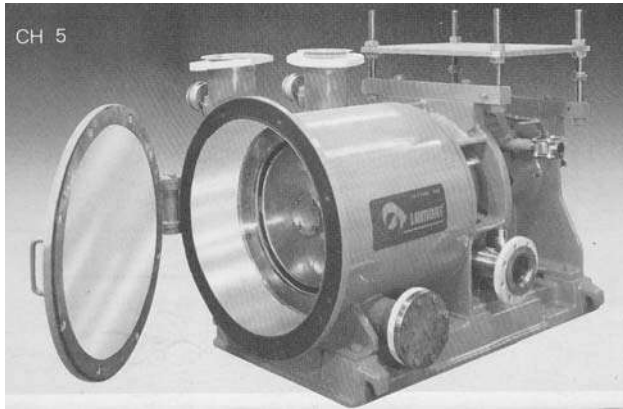


Figura 35.- Depurador vertical.



Figura 36.- Criba del depurador.

### Despastillador.

Este equipo se utiliza para despastillar toda la clase de pastas, protegiendo a la vez a las fibras. Se utilizan en la preparación de papeles mezclados sin clasificar.

#### Estructura y modo de funcionamiento.

Es una caja cerrada, la cual se encuentra en rotación entre dos discos fijos, que están dotados por varias filas de agujeros con una pequeña distancia en ambos lados con alta velocidad periférica y otro disco perforado de ejecución parecida.

La distancia de los discos no puede variarse durante el servicio.

La pasta que contiene pastilla es conducida centralmente a la caja y el disco perforado rotativo, siendo distribuida uniformemente a través de los agujeros del mismo sobre las dos caras del disco. De este modo la pasta es obligada a pasar alternativamente y varias veces entre los agujeros del disco rotativo y a aquellos de los discos fijos. En este caso llega continuamente a los bordes de los agujeros produciéndose con tal motivo, en unión con la fuerte turbulencia y el rozamiento de la pasta, el despastillado.

La pasta sale por el exterior del disco y abandona la máquina a través de la boca de impulsión, en la figura 37 se muestra un tipo de despastillador utiliza en la industria CENTAURO.

Por este tratamiento la pasta es despastillada sin castigar las fibras y sin un aumento notable del grado de refinación.

El efecto de despastillado depende de:

- A. Clase de pasta.
- B. Cantidad de paso.
- C. Guarnición de despastillado instalada.
- D. Distancia ajustada de los discos.
- E. Densidad de la pasta.

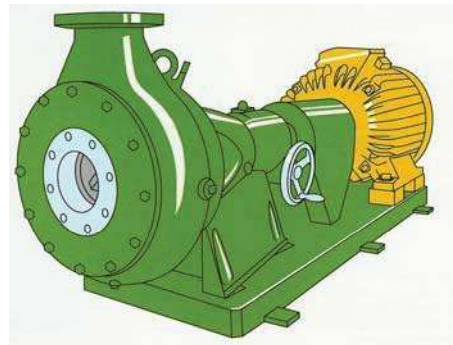


Figura 37.- Despastillador.

### **Clasificadores vibrantes (cribas vibratorias).**

El clasificador es utilizado para la clasificación de toda clase de pastas de fibras, especialmente de pastas que contienen impurezas que tienden a hilarse (papel sin clasificar).

Como clasificador de pastas espesa, elimina grandes impurezas tales como láminas, materia sintética, pastillas resistentes en húmedo, partículas de madera y metal.

Como clasificador de pasta de baja concentración es apropiado para fábricas de celulosa, instalaciones de pasta mecánica, instalaciones de destintado y para la clasificación adicional en la preparación de pastas y en la parte constante de fábricas de papel.

#### Estructura y modo de funcionamiento.

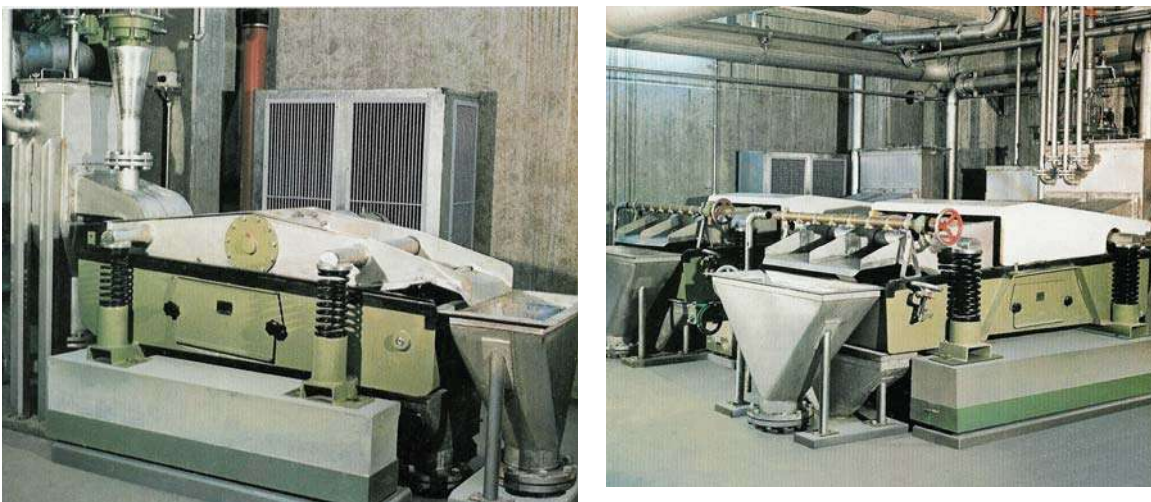
El tambor de chapa perforada está apoyado por medio de travesaños y vibra por medio de un motor. La pasta sin clasificar debe de entrar uniformemente a través del cono de entrada, si es posible a todo el ancho del tamiz, en el clasificador vibratorio. La chapa plana perforada del tambor no queda sumergida en la pasta.

Para que el clasificador vibrante (figuras 38 y 39) trabaje adecuadamente, debe poder formarse por de bajo de la chapa perforada un colchón de aire. Para este fin debe regularse el nivel de

pasta en el tamiz de la criba y el nivel de pasta aceptada a una distancia de 15 mm como mínimo. La pasta aceptada se puede regular por medio de la compuerta de retención.

Para evitar fugas de aire, está dispuesto por debajo de la superficie del tamiz un marco que debe sumergirse durante el servicio de la pasta aceptada. El aire ocluido por debajo del tamiz puede escapar entonces solo a través de los agujeros del tamiz, separando con tal motivo periódicamente las impurezas que se depositan sobre la superficie del tamiz y que son transportadas automáticamente hacia el sistema de expulsión.

Para evitar una expulsión de fibras utilizables, se encuentra delante de la expulsión de la pasta gruesa un tubo rociador, en el cuadro N° 7 se muestra las dimensiones de la criba vibratoria.



Figuras 38.- Cribas vibratorias.

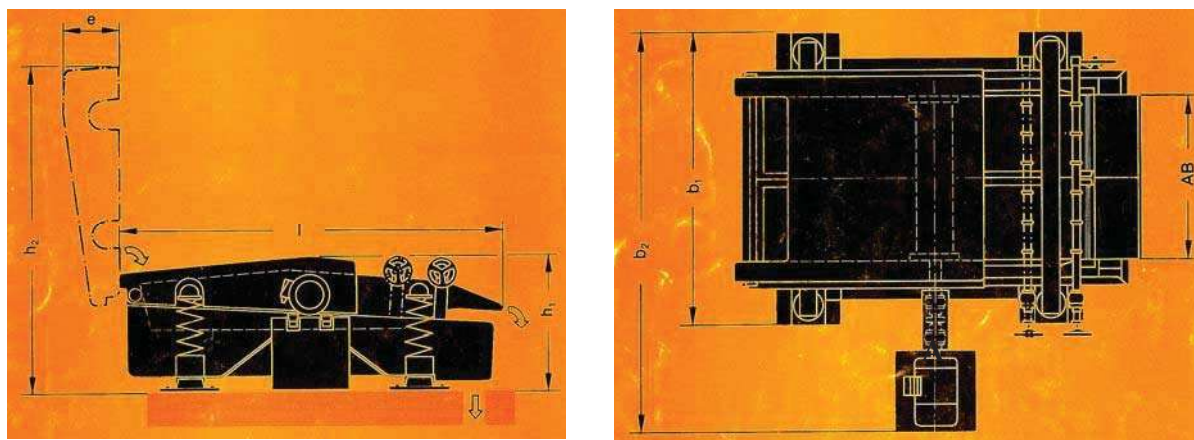


Figura 39.- Dimensiones de la criba vibratoria.



Cuadro N° 7.

Dimensiones de las figuras 51 y 52 (mm)		
AB	~ 500	~ 1, 000
b <sub>1</sub>	1, 040	1, 800
b <sub>2</sub>	~ 1, 510	~ 2, 450
E	~ 290	~ 405
h <sub>1</sub>	~ 710	~ 910
h <sub>2</sub>	~ 1, 480	~ 2, 530
L	~ 1, 760	~ 2, 510

### Espesador.

Los espesadores tipo VOITH (figura 40) son empleados para el espesado de celulosa, de papel y rechazo con consistencia de entrada de 0.5 a 2.5% absolutamente seco.

Se pueden obtener consistencias de salida del 4 al 8% absolutamente seco dependiendo de las condiciones de servicio y del tipo de espesador empleado.

Dependiendo de su empleo el espesador es construido con o sin rodillo de presión, con este último, es posible obtener consistencias más elevadas en la salida, siendo su empleo particularmente ventajoso, para el trabajo con pastas.

Con la utilización de un labio inyector de pasta, se aumenta la producción en aproximadamente un 40%. En el cuadro N° 8 se muestran las dimensiones de los espesadores y en la figura 41 se muestran las dimensiones referidas en el cuadro.

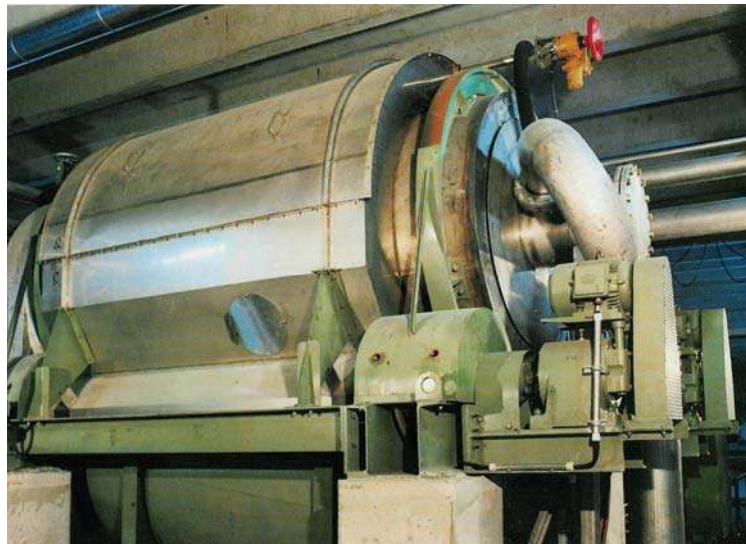


Figura 40.- Espesador VOITH

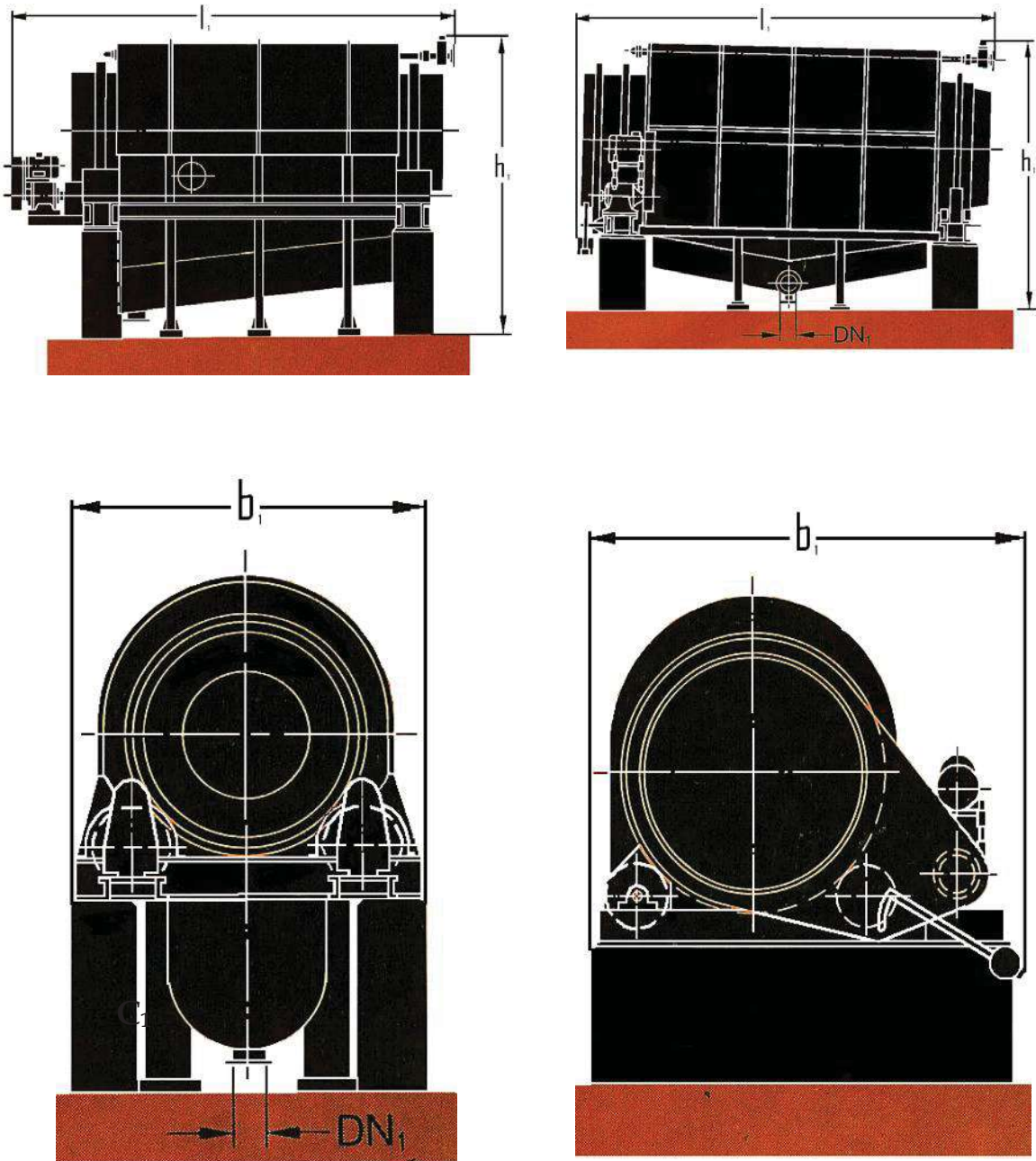


Figura 41.- Dimensiones del espesador en diferentes vistas.

Cuadro N° 8 Dimensiones y datos técnicos del espesador.

<b>Datos Técnicos.</b>						
Tamaño espesador	4	8	12	18	24	32
Díámetro (mm).	1,600	1,600	1,600	2,240	2,240	2,240
Largo (mm).	3,200	5,000	7,100	6,740	8,040	10,540
Perforación del plato de la criba (mm).	Depende del tipo de fibra y de la consistencia.					
Velocidad del espesador ( $\text{min}^{-1}$ )	17	17	17	12	12	12
Velocidad del motor ( $\text{min}^{-1}$ )	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
(KW).	11	22	30	30	37	45
Consistencia de entrada (%B.D.)	4-4.5	4-4.5	4-4.5	4-4.5	4-4.5	4-4.5
<b>Dimensiones.</b>						
$l_1$	4,530	6,020	7,620	6,930	8,230	10,750
$h_1$	4,080	4,056	4,028	3,802	4,818	4,952
$b_1$	2,800	2,800	2,800	4,105	4,105	4,105
$DN_1$	250	250	300	300	300	300

## 4.8 LINEA 2 (TRAYECTORIA Y LIMPIEZA DE LA PASTA).

### 4.8.1 DEPURACIÓN.

#### Depúradores verticales. Moduscreen C6R y C4R.

##### Teoría general de cribado:

La mayoría de las cribas presurizadas operan de acuerdo con el principio de la salida flujo. Las fibras pasan a través de las aberturas de la canasta cilíndrica estática con ayuda de la caída de presión y el diseño de la superficie de rotor. La canasta puede estar hecha de placas de acero inoxidable perforado o ranurado o de malla de alambre. El perfil de las canastas está diseñado para facilitar el paso de las fibras. La fracción de las fibras aceptadas pasan por la canasta y la fracción de rechazos se queda fuera del cilindro. La fracción de rechazos es descargada desde la salida de rechazos.

Las aberturas de la canasta pueden ser agujeros redondos o ranuras. Las ranuras son hechas cortando la placa superior o la canasta puede ser hecha de maya de alambre. Las canastas perforadas son usadas al inicio del proceso, usualmente en el cribado grueso y las canastas ranuradas en el cribado fino. En las figuras 42 y 43 se muestran los depuradores en el cuadro 9 y 10 se muestran algunas dimensiones de los depuradores verticales así como los valores de sus incógnitas.

MODUScreen C6R y C4R:

Estas cribas difieren de las ordinarias por lo siguiente:

- ☞ CR es una criba del tipo de flujo de entrada.
- ☞ La canasta cilíndrica de cribado es giratoria.
- ☞ CR tiene ambas salidas para rechazos pesados y ligeros.
- ☞ La criba rotatoria tiene sello dinámico que no necesita mantenimiento.

*Beneficios del MODUScreen CR:*

En el lado de los aceptados están instaladas láminas fijas que no rotan y que no rompen los contaminantes y tampoco los forzan a pasar a través de la criba.

El cilindro de la criba crea una fuerza centrífuga, la cual mantiene las partículas pesadas en los rechazos.

Generalmente la fuerza centrífuga implica una mayor eficiencia de limpieza que en los equipos tradicionales separados pero trabajando en conjunto, como el limpiador HD de alta densidad y la criba gruesa.

- ☞ Las láminas fijas dentro de la criba aseguran un desgaste menor de la fibra.
- ☞ Ranuras en diagonal en el cilindro de la criba guían los rechazos hacia abajo.
- ☞ Los rechazos ligeros son descargados desde la parte superior de la criba.
- ☞ Los rechazos pesados son removidos desde la trampa de desechos intermitentemente, lo que minimiza la pérdida de fibra.
- ☞ La velocidad de paso de la pasta a través de las perforaciones es relativamente baja.

*Principio de operación del colector de rechazos:*

- A. **Depuración:** La válvula inferior mantiene la presión de proceso. El lavado con agua en contra corriente envía las fibras de nuevo al cuerpo del depurador, permite la sedimentación de los rechazos en la compuerta de la válvula inferior.
- B. **Drenaje:** La compuerta de la válvula superior mantiene la presión de proceso. Los rechazos se eliminan abriendo la compuerta de la válvula de la placa inferior.
- C. **Lavado:** El colector de rechazos se lava con agua.
- D. **Llenado:** Se cierran las compuertas de las dos válvulas, y el colector de rechazos se llena con agua. La válvula de desaereación se abre para reducir la presión. Antes de que la secuencia vuelva a depuración, la válvula de desaereación y la válvula del agua de lavado se cierran, y se abre la válvula para la limpieza con agua.

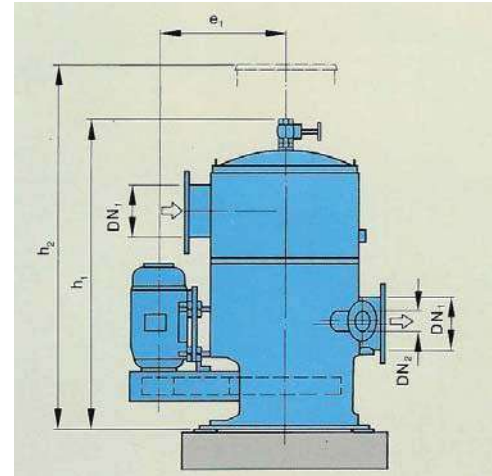


Figura 42.- Dimensiones del depurador vertical, tamaño 10 ó 12.

Cuadro 9.- Dimensiones del depurador, tamaño 10 ó 12.

Dimensiones.					
Tamaño	$h_1$	$h_2$	$e_1$	$DN_1$	$DN_2$
10, 11 y 12.	1,520	~1,790	~650±30	250	80

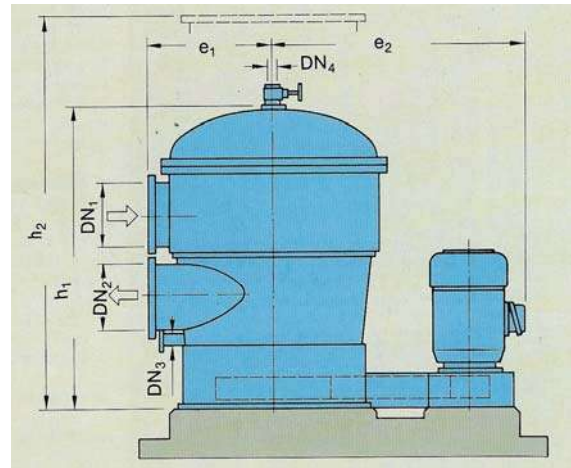


Figura 43.- Dimensiones del depurador vertical, tamaño 40/13 ó 40/19.

Cuadro 10.- Dimensiones del depurador, tamaño 40 / 13 ó 40 / 19.

Dimensiones.								
Tamaño	$h_1$	$h_2$	$e_1$	$e_2$	$DN_1$	$DN_2$	$DN_3$	$DN_4$
40/13	3,500	~ 4,800	1,400	~ 2,740	800	800	150	100
40/16	3,500	~ 4,800	1,400	~ 2,740	800	800	150	100
40/19	3,500	~ 4,800	1,400	~ 2,740	800	800	150	100

## **Depuradores presurizados**

### **Depuradores TAP-450, TAP-120 Y TAP-50.**

#### Propósito del uso:

Los depuradores presurizados Valmer son utilizados para la depuración de pasta en la industria del papel y para fraccionación. Los depuradores presurizados son operados en forma continua con canasta en posición vertical u horizontal, en donde la depuración se efectúa bajo presión en un espacio completamente cerrado. La presión de entrada de la pasta es de 1 a 5 bar. Para ahorrar energía de bombeo es más ventajoso a niveles de presión baja, tan baja como sea posible, en la figura 44, se muestra una imagen de un depurador.

Algunos tamaños de depuradores presurizados están equipados con un predepurador. El predepurador consta de una platina en una etapa anterior a la platina cilíndrica del presurizador. El predepurado se hace para la remoción de partículas grandes y asegurar el depurado posterior. El predepurado protege la platina cilíndrica, en la figura 44 se muestran algunas dimensiones del depurador y en el cuadro 11, los valores de las variables.

#### Propósito del depurador:

El depurado remueve las impurezas de la pasta que se usa para la fabricación de papel y cartoncillo para manejarla fuera del proceso, volviéndolas a depurar o para disponer de ellas, en la figura 44 se muestra la imagen de un depurador presurizado ó fraccionador.

#### Depuración mecánica de pulpa:

En la depuración mecánica de la pulpa el propósito es remover la fracción de pasta indeseable dentro del rechazo. Dependiendo de los requerimientos del papel y las propiedades de la pulpa, el depurado puede hacerse en varias etapas sucesivas dependiendo de la calidad del producto final.

#### Fibra reciclada y otras pastas:

El propósito del depurado es remover las impurezas que vienen en la pasta, fuera del proceso o los haces fibrosos no degradados, por ejemplo. Para desfibrarlos o repulpearlos. Para minimizar la pérdida de fibra son necesarias varias etapas de depurado.

#### Depurado de merma:

En el depurado de la merma de las máquinas de papel o cartoncillo el propósito es limpiar la fibra al nivel de otros componentes de la pasta. Las impurezas (basuras, plásticos, haces fibrosos, etc.) que pueden causar rupturas de hojas u otros problemas en la manufactura del papel deben ser removidos. En este tipo de depurado normalmente se emplean varias etapas sucesivas de limpieza para remover solo el material indeseable y evitar la pérdida de fibra.

#### Componentes principales:

El componente más grande del depurador consiste en un cuerpo a prueba de presión, nombrado cuerpo de presión. En el cuerpo de presión, existen conexiones para entrada, aceptar, rechazar y agua para dilución.

Construcción:

El depurador presurizado tiene una construcción realizada en soldadura. Los componentes estándares son de acero resistentes al ácido o materiales similares. El depurador viene con una tapa abatible para el acceso.

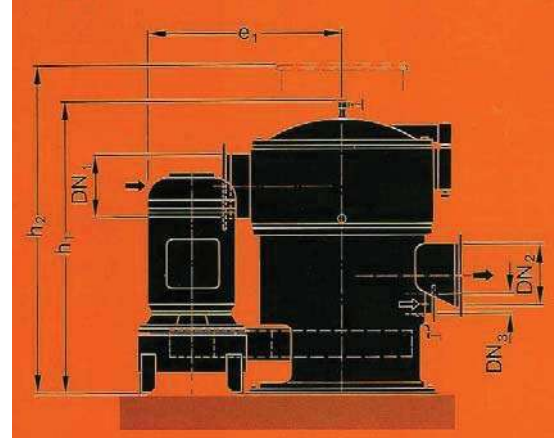


Figura 44.- Dimensiones del fraccionador tamaño 100 y 200.

Cuadro 11.- Dimensiones del fraccionador.

Dimensiones (mm).						
Tamaño	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	e <sub>1</sub>	DN <sub>1</sub>	DN <sub>2</sub>	DN <sub>3</sub>
100	1525	1790	~ 825	250	250	80
103	1525	1790	~ 1190	250	250	80
200	1920	2430	~ 1020	400	400	125
203	1920	2430	~ 1650	400	400	125

**Depuradores ciclónicos.**

El depurador puede instalarse a un determinado nivel con respecto al nivel del agua colada, aunque con un nivel mínimo determinado por la contrapresión máxima de rechazo. Este parámetro varía según el tipo de hidrociclón y se indica en las instrucciones de montaje de cada tipo de hidrociclón. Si la etapa final está equipada con un fibermizer, este debe de colocarse por encima del nivel del agua colada, debido a que su pasta depurada se vacía en un tubo desaerado abierto.

Las etapas finales del fibermizer pueden colocarse a un nivel optativo. El hidrociclón no debe colocarse en el sistema de forma que la contrapresión sobrepase la presión recomendada de la pasta depurada, debido a los equipos subsiguientes: cribas, válvulas, cámara de entrada y diferencias de altura estática.

El depurador debe funcionar con caudal constante porque trabaja con más eficacia si no hay oscilaciones de presión ni variaciones de la presión de alimentación. Si el caudal varía puede

compensarse cerrando partes del depurador o recirculando una parte del caudal de pasta depurada hacia la bomba de inyección.

### **CLEANPAC 250 LWR Hunter.**

*(Primera etapa)* Se ha diseñado para eliminar los rechazos ligeros de la mayoría de pastas blanqueadas y sin blanquear

Se suministra con un tapón, situado en el extremo superior, que soporta el colector de entrada y dos entradas tangenciales. La separación del rechazo ligero y del aire de la pasta se consigue mediante la fuerza centrífuga creada por las entradas tangenciales. El rechazo ligero y el aire se concentran en el centro del cono de donde se extraen a través de la tubería estrecha, esto es de la conexión de salida de rechazos, que se encuentra en el fondo y en el centro. Esta tubería está equipada con una manguera transparente que se conecta a la tubería colectora de rechazos. La manguera es transparente para poder observar el flujo de rechazo. En la figura 48, se muestran algunas dimensiones de los depuradores ciclónicos.

La salida más grande del fondo permite eliminar el caudal de aceptación. Esta conexión está unida en la tubería colectora de aceptación y se hace estanca con una junta tórica. Así mismo, el depurador se conecta por su extremo superior a la tubería colectora de inyección. Esta conexión también se hace estanca con una junta tórica.

Los depuradores se han diseñado para formar una pila de 2 a 80 unidades montadas en vertical sobre las tuberías colectoras horizontales, como se muestra en la figura 45 y en la 46 se muestran las dimensiones de un depurador.

Los depuradores de rechazos pesados utilizan una consistencia entre 0.4 y 1%, la primera etapa consta de varias unidades depuradoras que funcionan unas junto a otras, en una o mas pilas. Para minimizar las pérdidas de fibra, el rechazo se procesa en una o varias etapas de recuperación de fibra.

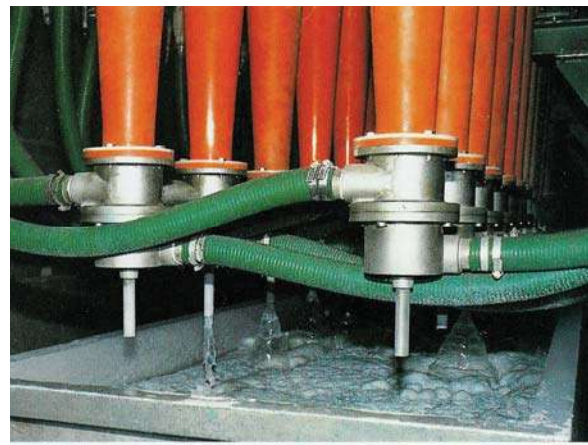


Figura 45.- Limpiadores o depuradores ciclónicos y detalle del depurador ciclónico.



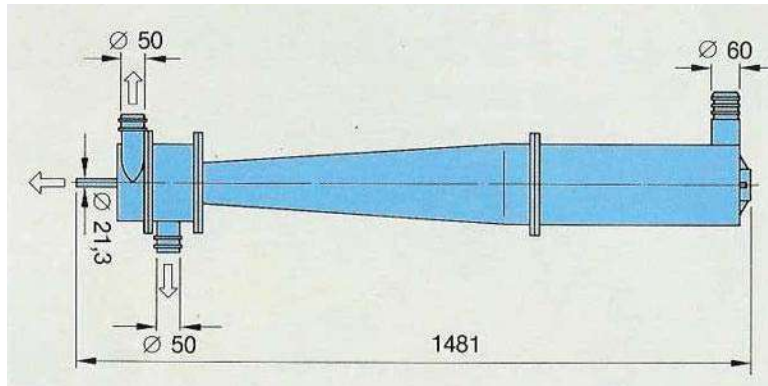


Figura 46.- Dimensiones de los Limpiadores o depuradores ciclónicos.

### CLEANPAC 700 Satellite.

**(Segunda etapa).** Los depuradores se conectan a presión contra las tuberías de alimentación y aceptación mediante una placa de presión y una tuerca de palanca. El área de conexión entre el depurador y las tuberías de alimentación de aceptación se sella con juntas tóricas.

El extremo de rechazo de los depuradores está equipado con cámaras de rechazo transparentes, por donde puede observarse el caudal de rechazo. Las cámaras de rechazo están conectadas a las tuberías de rechazos con manguitos y abrazaderas.

El sistema Satélite se construye con unidades Satélite de tres medidas principales: S-8, S-4 y S-2. Las unidades Satélite pueden utilizarse por separado o conectadas a una unidad madre. Las dimensiones de las conexiones de las unidades Satélite siempre permanecen constantes con respecto a las distintas medidas principales, con el fin de garantizar la posibilidad de intercambiarlas (figuras 47). Las conexiones se han diseñado con bridas para hacer posible la inserción de válvulas de la unidad Satélite y la unidad madre.



Figuras 47.- Limpiador o depurador ciclónico satélite

## **Fibermizer.**

La salida de aceptación, procedente del depurador, tiene una válvula que permite ajustar la contrapresión de aceptación, con ello, el ajuste del caudal final de rechazo. El fibermizer se monta en un soporte que puede instalarse fácilmente al equipo existente.

Todas las piezas en contacto con líquidos están hechas de material resistente a los ácidos. El depurador, el difusor y la boquilla son de plástico.

El modelo de una etapa se encuentra disponible como unidad independiente, o también, incorporado a un banco (figura 48).

El depurador del modelo fibermizer de una etapa está equipado con un eyector especialmente diseñado. El eyector consta de una boquilla y un difusor montados en el tubo eyector.

Este tipo de unidad ha sido diseñado para montarlo directamente en el tubo de rechazo de la etapa previa. También se pueden añadir la unidad a etapas existentes como una nueva etapa final.

Como depurador del fibermizer está equipado con un inyector especialmente diseñado, que consiste en una boquilla y un difusor montado en el tubo inyector.

Las aceptaciones procedentes de los depuradores pueden regularse mediante una válvula de compuerta de cuchilla. La unidad tiene su propia base y se puede fijar fácilmente en el suelo.



Figura 48.- Depuradores ciclónicos.

## **Depuración fina - depurador multipasos Must-703.**

### *Diseño y principio de operación:*

El depurador presurizado Valmet MUST es utilizado para la depuración de la pasta en la industria del papel. Los depuradores presurizados son de operación continua con cribas

verticales. En las cuales la depuración se realiza bajo presión en un espacio completamente cerrado. La presión de entrada de la pasta es de 1 a 5bar. Para ahorrar energía de bombeo es recomendable trabajar en niveles de baja presión, tanto como sea posible.

Los depuradores presurizados MUST pueden ser equipados con un predepurador. El predepurado consiste en una criba plana localizada antes de la criba cilíndrica. El predepurado se usa para la remoción de partículas grandes y para proteger el depurador principal de daños mecánicos, en la figura 49 se muestra la imagen de un Must-703.

#### Propósito del depurado:

El depurado remueve las impurezas de la pasta que se usa para la fabricación de papel y cartoncillo para manejarlo fuera del proceso, volviéndolos a depurar o para disponer de ellos.

#### Depuración mecánica de pulpa:

En la depuración mecánica de la pulpa el propósito es remover la fracción de pasta indeseable dentro del rechazo. Dependiendo de los requerimientos del papel y las propiedades de la pulpa, el depurado puede hacerse en varias etapas sucesivas dependiendo de la calidad del producto final.

#### Fibra reciclada y otras pastas:

El propósito del depurado es remover las impurezas que vienen de la pasta, fuera del proceso o los haces fibrosos no degradados como por ejemplo, para desfibrarlos o repulpearlos. Para minimizar la pérdida de fibra son necesarias varias etapas de depurado.

#### Depurado de merma:

En el depurado de la merma de la máquina de papel o cartoncillo, el propósito es limpiar la fibra al nivel de otros componentes de la pasta. Las impurezas que pueden causar roturas de hojas u otros problemas en la manufactura del papel deben ser removidas. En este tipo de depurado normalmente se emplean varias etapas sucesivas de limpieza para remover solo el material indeseable y evitar la pérdida de fibra.

#### Construcción:

El depurador presurizado es de construcción soldada. Los componentes estándares son de acero resistentes al ácido o materiales similares. El depurador viene con una tapa abatible para el acceso.

#### Componentes principales:

El componente más grande del depurador consiste en un cuerpo a prueba de presión, nombrado cuerpo de presión. En el cuerpo de presión, existen conexiones para entrada, aceptar, rechazar y agua para dilución.



Figura 49.- Depurador multipasos Must-703

## Espesador.

### Principios de funcionamiento:

El filtro se construye con un cierto número de discos verticales de filtrado (A) que cuentan con un orificio central. Cada filtro consta de 14 segmentos. Cada segmento se conecta al canal horizontal (B), el cual conduce el filtrado hacia la cámara de succión (C), que está situada en un extremo del canal. La cámara de succión del extremo del canal se abre y se cierra para producir vacío en los segmentos del filtro.

El vacío se produce mediante los aguilones pendulares barométricos (D). Los discos de filtrado junto con el sistema del canal forman el rotor, el cual se sujeta por uno de sus extremos, mediante una extensión del eje. En el otro extremo del rotor, sobre los canales horizontales, hay un cojinete anular. El cojinete anular se soporta mediante dos cojinetes planos. El tanque de salida de la pasta está situado en la cavidad formada en el centro del rotor (E).

Los discos de filtrado se sumergen en la suspensión de la fibra que se va a filtrar. La suspensión de fibra se filtra a medida que un segmento se sumerge en ella y la pasta se recoge en el tamiz del filtro del segmento. Esto se produce a medida que el filtrado (liquido) fluye hacia el segmento. Este proceso se produce durante la primera etapa de filtrado, debido a que el segmento, al sumergirse en la suspensión está sometido a presión estática.

Durante esta parte del ciclo, conocida como zona hidropática, se forma el revestimiento poroso de fibra que actúa como medio de filtrado durante el resto del ciclo. Cuando el segmento del filtro y el sistema del canal se llena de filtrado, el disco de filtro se mueve hacia la zona de vacío, donde el vacío que se produce sobre el segmento del filtro se añade a la presión estática, contribuyendo al aumento de la velocidad del caudal de entrada de filtrado en el segmento del filtro y en el sistema del canal.

La parte del filtrado previo que fluye hacia la cámara de succión se denomina filtrado turbio, este filtrado contiene más material de fibra que la parte de filtrado clara que se filtra a través de la torta de fibra, en una etapa posterior. El filtrado turbio se elimina del filtro por separado. En la cámara de succión hay una válvula de desvío que se utiliza para ajustar la proporción del filtrado turbio y claro.

Cuando se saca de la suspensión el segmento de filtrado, tanto éste como el sistema del canal comienzan a drenarse. Durante el drenado, se produce una succión de aire a través de la torta de pasta, con lo que se aumenta su contenido de materia seca. Cuando el segmento se ha vaciado, se separa de la zona de vacío en su posición más elevada, la torta de pasta se rocía mediante unas toberas de agua (F) y se deja caer en el tanque de salida colocado en el centro.

El tamiz del filtro de segmento se lava con agua G (figura 51) antes de volver a sumergirse en la suspensión, lo cual constituye el inicio de un nuevo ciclo de filtrado (ver figura 50 para conocer las partes del espesador).

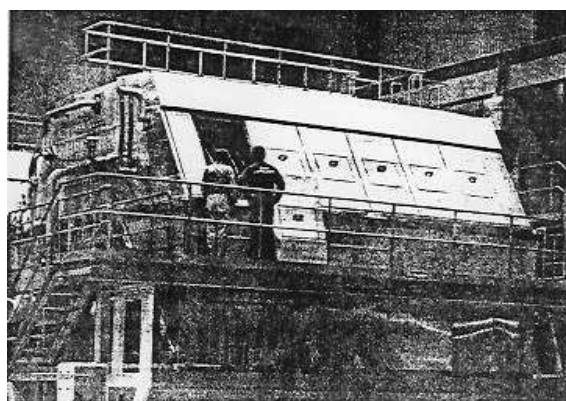
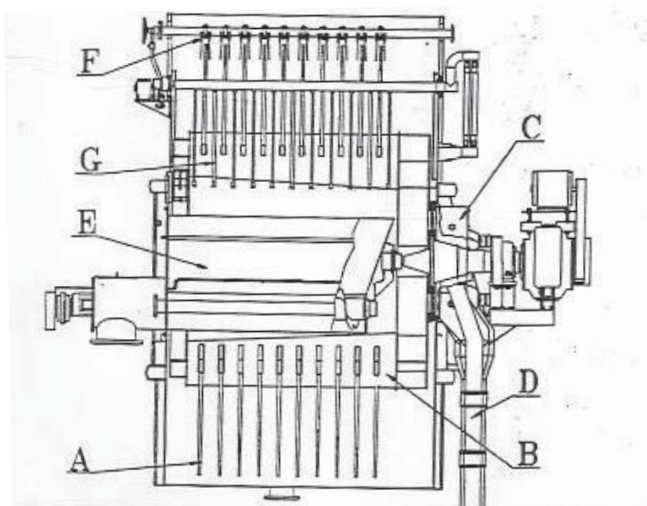


Figura 50.- Espesador.

Cuadro 12, 13 y 14.- Datos de funcionamiento del espesador.

Datos de diseño.	
Tipo de materia prima.	A-OCC, L-OCC
Producción máxima.	1,200 TPD
Grado de pulsación.	≥ 350 CSF
Consistencia de entrada.	1.2%
Consistencia de salida.	≥ 9%
Temperatura.	40° C
P.H.	5-7

Datos técnicos.	
Diámetro del disco, mm.	5,500
Nº de discos montados/máximo.	22/22
Nº de segmentos por disco.	14
Separación entre discos, mm.	325
Superficie del disco, m <sup>2</sup> .	700
Material de las piezas húmedas.	SS2343
Nº de salidas del filtrado.	2
Régimen de los discos, rpm.	0.3-0.2
Régimen del transportador, rpm.	90

Pesos.	
Filtro sin pasta, toneladas.	49.4
Filtro en funcionamiento, toneladas.	202
Pieza más pesada (rotor), toneladas.	11



Figura 51.- Tamiz del espesador.

#### 4.8.2 SEPARADOR TIPO PRENSA DE TORNILLO.

Es una innovación reciente del proceso tradicional de una prensa de tornillo que exprime los líquidos de las lecheras. No como las prensas tradicionales de tornillo, este tipo de prensa es sencilla, pequeña y con características patentadas. La barrena de la prensa es de un diámetro uniforme a través de su largo total y se localiza adentro del cilindro de la platina. Este acoplamiento es preciso. El espacio entre los bordes exteriores de la barrena y la superficie interior de la platina debería mantenerse con los ajustes originales para una operación óptima.

El vibrador efectúa una acción ondulada en la recámara de la entrada para minimizar los efectos de la viscosidad y mantener los sólidos en suspensión mientras que ellos entran a la zona de separación de la platina. El agua libre es eliminada primeramente al principio del área de la platina. El agua capilar es exprimida en la sección del extremo en donde se forma un tapón firme de los sólidos y es empujado hacia fuera lentamente por los sólidos que vienen del proceso; si no hay sólidos en el líquido alimentador, no hay movimiento del tapón. Tanto más uniforme sea la concentración de sólidos en la alimentación, será más uniforme el movimiento del tapón.

### **Transportador de tornillo.**

Las partes que forman a los transportadores pueden variar en apariencia debido a que todos los transportadores que se construyen del tipo espiral son de acuerdo a las necesidades del cliente.

El material se alimenta a través de una o varias entradas y se expulsa también a través de una o más salidas. Estas pueden llevar las válvulas o cubiertas que sean necesarias para su control. Las entradas y salidas pueden montarse en cualquier dirección.

El transportador mueve el material por medio de la rotación de un espiral construido de acero. La inclinación del espiral y su diámetro son importantes y dependen del tipo de material que se va a transportar.

El espiral de acero es una hélice sin flecha central y tiene solamente un balero en el extremo de transmisión. Esto le da al transportador mayor espacio y menos sensibilidad hacia el material que se va a transportar.

La unidad de transmisión puede jalar o empujar, la transmisión para empujar permite al transportador trabajar con materiales que tienden a atorarse.

Debido a que el espiral no tiene flecha central, éste está siempre en contacto con la batea cuando está girando. La batea está protegida por una cubierta reemplazable. La cubierta está disponible en diferentes materiales (plástico, acero, etc.) estos dependen del material a ser transportado. Para reducir el desgaste debe de operarse el transportador también como sea posible.

El transportador puede ser suministrado con una sección para drenado, la cual facilita la separación del material sólido del líquido.

### **4.8.3 REFINADORES TIPO: M-1, M-2, T Y S.**

El refinado de doble disco se emplea para la refinación de celulosa, pasta semiquímica, pasta de paja, pasta para placas duras, recortes, papel viejo debidamente desintegrado, etc.

El refinador se compone de una carcasa, que tiene una tapa basculante atornillada en el lado de mando. En esta etapa está montada una tapa de presión desplazable, e incluso con un dispositivo de ajustes de los discos. Este dispositivo se compone de un reductor doble de

tornillo sin fin, accionado por un motor reversible de doble rotación, se desplaza la tapa de presión en sentido axial mediante el husillo de regulación, en la figura 52 se muestra un refinador tipo SDM y en la figura 53 un 05-SDM.

El eje gira en cojinetes antifricción lubricados a grasa y posee un rotor flotante que se desplaza axialmente en dos sentidos, entre los discos estatores, a través del gorrón ranurado.

Tanto el eje como el rotor son estriados, para transmitir la rotación y el respectivo desplazamiento axial del rotor, eliminando de este modo las fuerzas axiales de los cojinetes.

Con el ajuste de los discos, que se realiza mediante el dispositivo de avance correspondiente, se establece más o menos presión entre los discos, refinando, de esta manera para más o menos la pasta que se desplace al rotor para una posición intermedia entre los discos estatores, lo que resulta en juegos iguales entre los discos estatores y los discos rotores.

*Con producciones pequeñas* el refinador es alimentado a penas por un tubo de entrada de pasta, como es el caso del refino de doble disco.

*Con producciones mayores* el refinador es alimentado por los dos tubos de entrada de pasta.

El rotor dispone de aberturas de paso de pasta, ubicadas cerca de su cuerpo (cubo), lo que garantiza a los discos una distribución uniforme de pasta, proporcionando aun una compensación de presión, en caso de que la alimentación de pasta de las dos entradas no sea igual, en la figura 52 se muestra el dimensionamiento del refinador SDM y en el cuadro 15 los valores de las variables, en la figura 53, se muestra el dimensionamiento del refinador 05-SDM y en el cuadro 16 los valores de las variables..

Después de pasar por los discos refinadores, la pasta fluye al pasaje de salida, ubicado luego arriba, en la carcasa del refinador, entre las dos bocas de entrada de pasta, de donde es dirigida a la respectiva tubería receptora de pasta ya refinada.

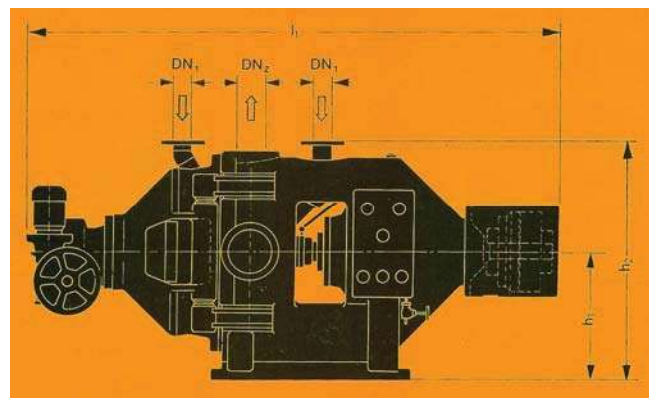


Figura 52.- Dimensiones del refinador tipo SDM.



Cuadro 15.- Valores de las variables del refinador SDM.

Dimensiones	0 SDM (mm)	1SDM (mm)	2SDM (mm)	3SDM (mm)
$l_1$	2314	2717	2966	3666
$h_1$	550	650	650	800
$h_2$	1030	1250	1250	1550
$DN_1$	80	100	125	150
$DN_2$	125	150	200	200

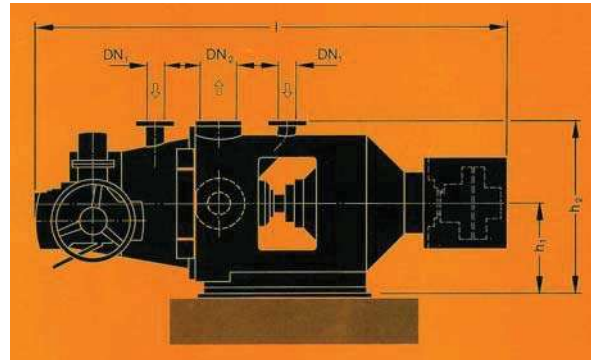


Figura 53.- Dimensiones del refinador tipo 05-SDM.

Cuadro 16.- Valores de las variables del refinador 05-SDM.

Dimensiones (mm).				
l	$h_1$	$h_2$	$DN_1$	$DN_2$
2050	400	762	65	100

### Bomba de aire de anillo hidráulico.

Trabaja económicamente con un vacío de 3 a 8 CA (0.2 a 0.7 atm de absorción).

### Bombas centrífugas.

Transportan con baja y media altura de elevación grandes cantidades de suspensiones de pasta. Es empleada con preferencia como bomba de presión para cajas de entrada de pasta abiertas y cerradas. Como bomba de aumento y de presión para instalaciones de depuradores tubulares centrífugas, cónicos y en instalaciones de pasta mecánica, para el transporte de pasta mecánica y agua de retorno en la figura 54 se muestra la imagen de las bombas y en la figura 55 se muestra el dimensionamiento de estas así como en el cuadro 17 vienen los valores de las variables de las bombas centrífugas.

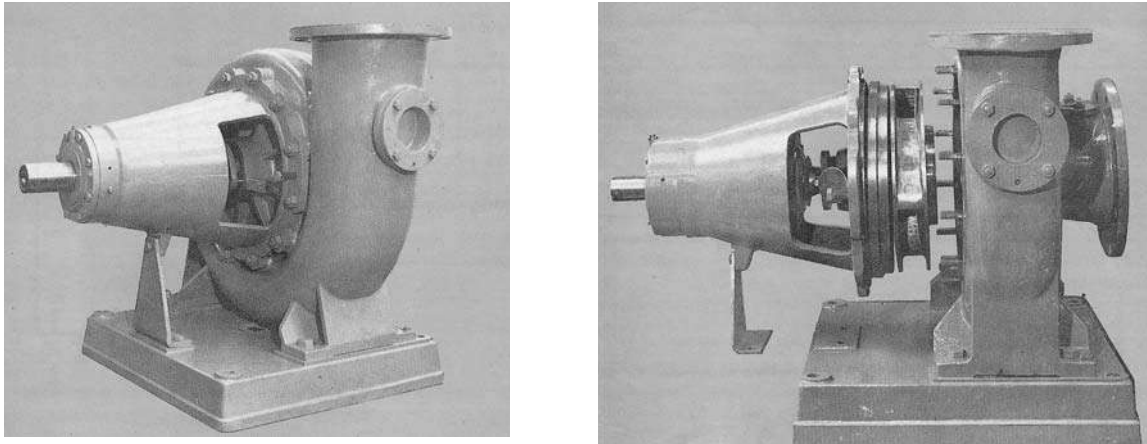


Figura 54.- Bombas centrifugas.

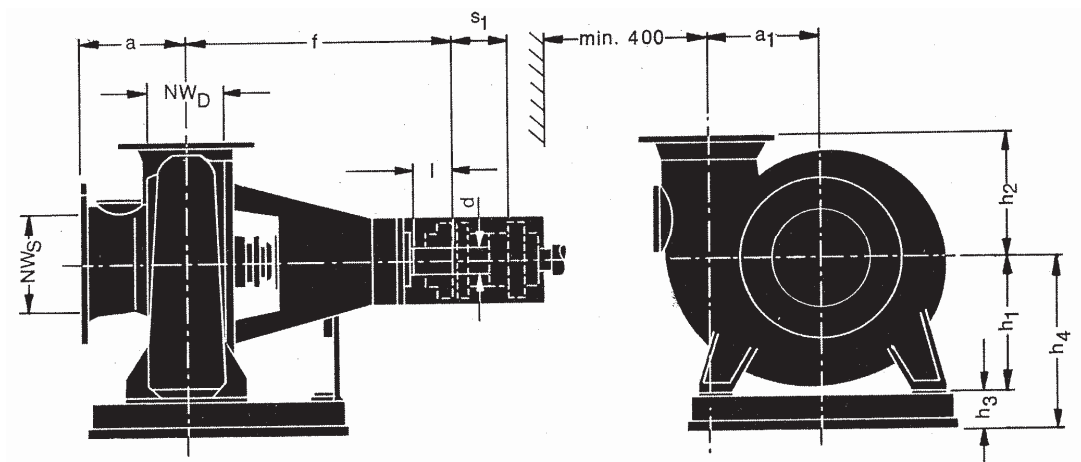


Figura 55.-Dimensiones de la bomba centrifuga.

Cuadro 17.-Datos Técnicos de la bomba centrifuga.

Dimensiones (mm).

Tamaño	NW <sub>D</sub>	NW <sub>s</sub>	a	a <sub>1</sub>	f	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>	S <sub>1</sub>	l	d
10 / 12.5	100	125	150	200	535	240	200	75	315	140	40	70
12.5 / 15	125	150	215	230	550	285	250	80	365	140	45	70
15 / 20	150	200	220	275	590	315	275	90	405	140	50	75
20 / 25	200	250	260	285	650	330	300	100	430	180	60	95
25	250	250	300	375	750	430	300	115	545	180	70	110
30	300	300	320	410	810	500	400	125	625	----	75	115
35	350	350	350	420	790	530	400	125	655	----	75	115

En el anexo 4 se muestra el diagrama de la pasta del pulper de tambor ó línea 2.

En el anexo 5 se muestra el diagrama de agua y dilución del pulper de tambor ó línea 2.

En el anexo 6 se muestra el diagrama de la línea de pasta del pulper vertical ó línea 1.

En el anexo 7 se muestra el diagrama de agua del pulper vertical ó línea 1.

En el anexo 8 se muestra el diagrama de dilución del pulper vertical ó línea 1.

## 4.9 FORMACIÓN DE LA HOJA.

### 4.9.1 MÁQUINA DE PAPEL.

#### Proceso de formado y terminado.

##### Formado.

La orientación de la fibra del papel es un problema de calidad, el cual ha sido más significativo para el proceso de impresión que se ha vuelto más exigente en las propiedades del papel. La orientación de la fibra es también un punto del control de calidad y por consiguiente es importante controlarlo no importando el uso final del papel.

Mientras la orientación de la fibra ha sido el objeto de mucho trabajo de investigación, puesto que, recientemente se ha vuelto un problema en las máquinas; hay varias razones que demuestran su importancia.

Antes de la mitad de 1980 había pocos recursos disponibles para poder controlar la orientación de la fibra, únicamente la relación chorro y el balance por calentamiento de la caja de flujo. Hoy en día los flujos cruzados pueden ser controlados por secciones, el peso base y el ángulo de impacto son controlados independientemente.

El desarrollo de métodos de medición rápidos y confiables fue un factor importante para poder controlar la orientación de la fibra, el motivo que condujo a desarrollar tanto la medición como los métodos de control fueron, sin embargo los requisitos que el papel tenía que cumplir en el mercado, lo cual incrementó su demanda al tener una buena estabilidad dimensional.

El control de la orientación de la fibra es una disciplina relativamente compleja dado que involucra múltiples compromisos; por ejemplo: formación, estabilidad dimensional y junto con el proceso de secado, son afectados por la orientación de la fibra. Además la orientación óptima depende del uso final del papel, el tipo de fibra usada y el diseño de la caja de flujo, cada caso es único y debe ser individualmente perfeccionado.

La orientación de la fibra es un término bastante general que describe la distribución estática de la fibra. Cuando se traza una combinación de estas, actualmente son dos diferentes componentes los que se acomodan, la dirección y magnitud.

La dirección de la fibra, está determinada por el ángulo de colocación, definido como la dirección en la cual las fibras son mayormente orientadas relativamente en dirección máquina

La magnitud de orientación, está definida como la relación de mayor a menor del eje del patrón de la distribución helicoidal que es formada después que un círculo de papel está totalmente seco, por esta definición la orientación magnitud es dada en función al ángulo de colocación, esto se refiere a la turbulencia que existe al caer la pasta de los inyectores a la tela de formación, más no en dirección de la máquina. Hay muchos y diferentes métodos de medición disponibles, cada uno tiene diferentes ventajas de sensibilidad y resolución. Aquí se describen brevemente los cinco métodos más comunes.

### Medición directa de las propiedades físicas del papel.

Puesto que una fibra tiene una gran fuerza a lo largo de su eje, la máquina le proporciona resistencia a la tensión y una buena magnitud de orientación, en este caso, la magnitud de orientación es por definición relativa a la dirección máquina y no relativa al ángulo de alineación.

### Secado.

La definición de orientación de la fibra se basa en los cambios dimensionales de la fibra cuando se seca. Debido a que las fibras se encogen o se contraen más radial que axialmente, la máxima contracción ocurre con un respectivo ángulo de orientación.

Este es un método basado directamente en el cambio de dimensiones de la hoja en secado. El doble doblado de la hoja es un método que tiene una ventaja particular, este es el que solamente dispone de utilizar la estabilidad dimensional, obteniéndola al apilar inclinadamente a cierto ángulo las hojas y tomar como referencia los cambios de éstas.

### Métodos ópticos

Existen dos métodos más comúnmente usados, uno se basa en la reflexión de la luz polarizada; este es un método de laboratorio para estudiar las propiedades de orientación de la superficie del papel, otro método detecta las formas de elipse a partir de la difusión de luz láser emitida a través de la hoja. Este último método tiene una ventaja práctica ya que esta no es de contacto y por lo tanto, es relativamente fácil de instalar en línea así como hacer una determinación de laboratorio. Este también tiene muy pequeña escala de capacidad de resolución.

Estas ventajas crean la posibilidad para automatizar el control de orientación de la fibra. Sin embargo también tiene la desventaja de ser muy sensible a las propiedades de la superficie de la hoja. Las mediciones hechas por ambos lados dan valores algo diferentes por la asimetría del papel. Algunas miden el ángulo de incidencia en dos lados, pueden obtenerse pero no el valor promedio total de las hojas.

La magnitud de orientación medida por este método relaciona únicamente la orientación de las fibras y no los efectos de distorsión creados por la tensión desde secado o sección húmeda.

### Ultrasónicos

Los métodos de laboratorio han llegado a ser un factor estándar en la industria del papel, este se basa en el principio de la medición de la velocidad de ultrasonido en diferentes direcciones. Este método da mediciones de un conjunto de hojas con módulos de sonido que proporcionan propiedades de orientación con menos de dos lados como los métodos por transmisión óptica.

### Análisis de imagen

El estudio de orientación de la fibra se puede realizar mediante el análisis de imágenes de las líneas de fibra individuales en la hoja después de que estas han sido separadas por ruptura con cinta adhesiva.

## **Propiedades de calidad**

Debido a que las fibras tienen propiedades físicas diferentes en sus direcciones radial y axialmente el grado de alineación de la fibra tiene un profundo efecto en las propiedades del papel. Disminuir la magnitud de orientación ocasiona una alta orientación transversal rígida. De igual forma, la estabilidad dimensional es mejor a bajos niveles de orientación aunque también está en función del secado y de las propiedades de la fibra. El proceso de impresión se verá afectado si la estabilidad dimensional es mejor, también la tendencia a pandearse, se reducirá generalmente cuando la estabilidad dimensional es mejor pero se deben considerar los posibles problemas de arrugamiento causados por problemas en pequeña escala en el ángulo de alineación o la magnitud de orientación.

## **Perfil de magnitud de orientación**

El perfil de magnitud de orientación medido por método ultrasónico y método de fuerza de tensión tienen hasta la bobina, siempre un patrón en forma de “U” a través de la máquina. Este fenómeno no es originado por ninguna desigualdad de orientación en la caja de flujo y la transmisión de medición óptica muestra únicamente la orientación de la fibra sin el fenómeno de efecto de encogimiento y no registra esta estructura en “U”. Pocas mejoras pueden ser posibles como hacer ajustes en el proceso de secado. La principal acción puede ser reduciendo el promedio total de nivel de la magnitud de orientación, entonces como el nivel medio de estabilidad dimensional mejora la diferencia de encogimiento entre el centro y los lados.

Sin embargo, cualquier falla que se presente en la alineación del ángulo del chorro podrá generar cruzamiento de chorros en la caja de flujo. El perfil de encogimiento transversal es causado por la posible combinación de drenajes abiertos en secadores y la curva de secado, donde la hoja puede encoger cerca del 7% mientras que el centro únicamente cerca del 2%.

En el orden que se tiene un perfil de peso base uniforme en la bobina, el perfil de peso base debe ser el reflejo del espejo en el recorrido de toda la tela de formación. Las salidas del labio deben arquearse para hacer que la apertura cerca de las orillas sea menor. La no uniformidad de las salidas del labio que guía el flujo por partes a la salida de la boquilla de la caja de flujo puede generar flujos cruzados de la mitad hacia enfrente y de la mitad hacia atrás en direcciones opuestas resultando un perfil en estructura de “S”. Si el perfil de las salidas del labio es plano, el perfil de peso base incrementa cerca de las orillas y resulta un encogimiento pero disminuye el error de desalineación del ángulo del chorro.

Es importante que el labio se mantenga en orden y totalmente plano para prevenir chorros cruzados, ya que puede originar fallas en la alineación del ángulo del chorro. Es posible una afinación correcta y fina de la deflexión de la viga que sostiene el labio por medio del canal de control de temperatura de esta, sin embargo, se han encontrado casos donde la estructura de la deflexión del labio ha sido causada por demasiada diferencia de temperatura del aire entre el lado del frente y el lado transmisión de la máquina de papel.

El cruzamiento de flujos en la caja de entrada puede ocurrir por las siguientes razones:

- a) Si la temperatura ambiente es diferente alrededor de la caja, puede ocurrir una distorsión en la simetría del labio.
- b) Una válvula de recirculación del sistema de calentamiento mal posicionada puede causar disturbios en la uniformidad de la presión de balance entre el lado frente y el lado transmisión.
- c) Cuando hay demasiada fricción en la pared de los extremos de la caja se originan fallas en la velocidad del chorro.
- d) Cualquier falla que pueda causar caída de presión en el perfil en dirección transversal.

Otras razones externas de cruzamiento de flujos en la formación que por sí solas pueden generar errores en la alineación del ángulo del chorro, incluso si las fallas de cruzamiento de flujo no son originadas en la misma caja de entrada, puede deberse a:

- a) Una alineación incorrecta en la sección de la caja de flujo, puede originar desigualdades en el drenado, lo cual puede provocar flujos cruzados.
- b) Un perfil desigual de retención se puede originar en la sección de la caja de flujo, pero puede causar cruzamiento de flujo en la caja de entrada si la compensación del perfil de peso base es hecha automáticamente.
- c) La superficie topográfica de la tela.

La magnitud y señalamiento de fallas en la alineación del ángulo del chorro, depende no únicamente de flujos cruzados en la caja de flujo si no también en la relación chorro tela en el punto donde el drenado ocurre.

El cambio de diseño de una tela puede originar un error significativo en el perfil del chorro al impactarse en la tela. Cuando la tela es instalada puede presentar un perfil que puede llegar a compensar hasta 5°, sin embargo las fallas de cruzamiento de flujos por esta causa se presentan en muy baja escala.

La superficie superior de la tela puede tener unas ligeras pronunciaciones como bordos en el patrón diagonal del tejido, en ocasiones estos son suficientemente fuertes para originar flujos cruzados en la superficie inferior de la hoja. Cuando la tela es nueva la repuesta de los controles de flujo es más lenta, esto claramente es por el cruzamiento de flujos causado por el patrón del tejido de la tela la cual es mas dominante.

#### **4.9.2 LIMPIEZA DE LA PASTA DESPUÉS DE LA ETAPA DE REFINACIÓN CON DEPURADORES VERTICALES Y CICLÓNICOS.**

##### **Depuradores verticales.**

Son utilizados para la depuración de papel, celulosa y pasta mecánica. Son instalados antes de la máquina de papel, o utilizados en la preparación de la pasta. Se presentan en la eliminación de astillas, plásticos, granulado y otras impurezas.

La pasta a ser depurada entra penetrando tangencialmente en el depurador, de ahí pasa a una cesta o tamiz cilíndrico fijo, dentro del cual se halla un rotor con aletas que se deslizan muy

cerca de la superficie interna de la misma. Después de pasar por los agujeros del tamiz la pasta ya depurada deja el depurador por la boca de salida. En consecuencia de la acción del rotor y de la gravedad. Los cuerpos extraños son retenidos y rechazados por el tamiz, estos caen en la parte inferior de las carcasa de entrada, de donde son reaprovechados a través de un clasificador vibratorio.

### **Depuradores ciclónicos centrífugos**

#### Constitución y modo de funcionamiento.

El depurador cónico centrífugo es un hidrociclón. Por medio de alimentación tangencial, se mantiene en el tubo centrífugo cilíndrico cónico un flujo turbulento de alta velocidad de rotación.

En sentido axial, el flujo en el área de la parte del tubo centrífugo está dirigido hacia la punta cónica (extracción de rechazo), mientras que en el área interna se dirige a la salida de la pasta aceptada.

Las impurezas pesadas contenidas en la suspensión de la pasta fibrosa son concentradas y eliminadas en la zona de la pared.

El material fibroso deja el depurador cónico centrífugo justamente con el flujo principal, a través de la salida de la pasta aceptada.

En el tipo “E” las burbujas de gas y las partículas específicas más leves, en virtud de la caída de presión radical, son empujadas hacia adentro, al centro del torbellino y eliminadas sin presión a través del tubo de salida.

#### “Tipo R”

Sirven para la depuración finísima de todas las suspensiones de la pasta fibrosa, como celulosa, semi celulosa, pasta mecánica y pasta de papel.

#### “Tipo E”

Con la misma diferencia de presión que el tipo “R” pero con una presión adicionalmente desgasificada y depurada de las impurezas específicamente muy leves por ejemplo: corcho, espuma de poliestirol y parafina.

Con desgasificación pura, la suspensión que sale del tubo desgasificador puede ser conducida a la canaleta de rechazos de la etapa respectiva, donde el aire puede escapar. Sin embargo, es mejor conducir esta suspensión al agua blanca, a la tina de roturas, o en caso que haya capacidad a un clasificador vibrante.

En caso de desgasificación pura, se recomienda la desgasificación no solo en la primera etapa, sino también en la segunda etapa. Si la suspensión extraída del tubo desgasificador contiene adicionalmente a unas impurezas específicamente leves, para la depuración esta se debe pasar a través de un clasificador vibratorio, de preferencia con tamices de rendijas.

Para los depuradores cónicos centrífugos es común instalar de la 3 a 4 etapas, sin embargo solo la pasta aceptada de la primera etapa alcanza la etapa del tratamiento posterior.

#### **4.9.3 CAJAS DE FLUJO.**

Las cajas de flujo son una de las principales herramientas en el proceso de fabricación de papel para alcanzar una estructura homogénea en la hoja en los cuadros 18 y 19 se muestran las características de la caja de flujo primaria y secundaria.

Un óptimo control de flujo dentro de la caja es el requisito fundamental para obtener los altos requerimientos de la calidad del papel. El concepto hidráulico y las dimensiones geométricas son factores clave para la influencia de la caja de flujo en la uniformidad de la estructura del papel.

A causa del ángulo plano del punto de impacto del chorro con el Fourdrinier, resulta en total diferencia las condiciones del impacto, y estos inician las condiciones de desuniformidad para la formación de la hoja.

En lo que respecta a las características físicas de la hoja, estas son determinadas desde el punto de impacto, por la diferencia entre el chorro y la tela. La uniformidad de las condiciones del punto de impacto determina, la homogeneidad de la distribución de la fibra y la orientación de esta.

#### **Acciones de la caja de flujo.**

Es un distribuidor de pasta que se encarga de la proyección hacia la tela de la mesa y sus funciones son:

- ☞ Mezclar los fluidos del depurador, para asegurar propiedades uniformes de la mezcla de todos los puntos.
- ☞ Distribuir uniformemente los fluidos en todo el ancho de la mesa.
- ☞ Dirigir el flujo de pasta hacia el labio de la caja de entrada libre de flujos transversales que originan condiciones no uniformes de flujo del chorro de salida de pasta.
- ☞ Mantener en todo el sistema una dispersión uniforme de la fibra y otros sólidos, para esto se cuenta con un movimiento adecuado en las partes del sistema para impedir el asentamiento.

#### **Descripción del chorro**

Todas las estructuras de flujo y propiedades de turbulencia saliendo desde la boquilla de la caja de flujo, contribuye al proceso para la formación de la hoja, ya que esta resulta en estructuras topográficas de la superficie del chorro. La estructura topográfica permite una subdivisión rugosa o áspera dentro de las macro y micro estructuras. Las estructuras medianas generadas por micro turbulencia son de tamaño y distribución uniforme dependiendo de la distancia de la boquilla; durante la operación, estas no son visibles a simple vista. La micro turbulencia demasiado grande ( lo ancho de un dedo) genera la distorsión en la



topografía de la hoja, estas estructuras las cuales no son estacionarias en tiempo y lugar dependen del diseño de la caja de flujo y pueden ser visibles especialmente en una máquina Fourdrinier.

### Efectos en la estructura de la hoja

En varios grados de papel las macro estructuras del chorro resultan especialmente en la formación de rayas irregulares en el lado tela de la hoja. Estas rayas irregulares son notorias a ciertos ángulos de incidencia de luz y otras son frecuentemente llamadas rayas de tigre. Las rayas de tigre son causadas por la orientación diversa de la fibra en la superficie de la hoja por flujos cruzados en el punto de impacto inducido por las macro estructuras en el chorro.

En las máquinas de papel que producen papel de muy bajo contenido de relleno y usan fibra larga en una Fourdrinier este fenómeno es muy común. En diferentes grados de papel estas macro estructuras del chorro también resultan en efectos de brillo en la superficie de la hoja llamados marcas de agua o efecto caracol.

La orientación desigual de la fibra, combinada con un proceso de secado que use drenajes abiertos, crea y fija la fuerza diferencial en la hoja. Por cambio de temperatura y/o condiciones de humedad, estas fuerzas de fijación, es decir por efecto de un secado excesivo y en el proceso de formación de la hoja puede llegar a aparentar siempre en la forma de efectos de planicidad en algunas zonas, frecuentemente estos efectos son siempre visibles en la hoja debido a que el rollo es grande y aun después de ser cambiada la bobina.

### Calidad del chorro

Formar un chorro ideal es un requisito para obtener una formación óptima en la caja. Un chorro sin macro turbulencia es definido como micro turbulencia, y este es el objetivo.

Cuadro 18.- Características de la caja de flujo primaria.

PRIMARIA	
Caja de entrada de pasta.	Nº 099/1649
Tamaño.	W1 15500
Ancho libre de la caja.	7500
Velocidad de la máquina.	V = 147 a 650 m/min. V proyecto = 800 m/min.
Producto.	Liner 127.5 a 333 g/m <sup>2</sup> Corrugado medio 130 g/m <sup>2</sup> Kraft para saco 80 g/m <sup>2</sup> 756 ton/2hrs p/333 g/m <sup>2</sup>
Producción.	+ 143g / m <sup>2</sup>

Cuadro 19.- Características de la caja de flujo secundaria.

SECUNDARIA.	
Caja de entrada de pasta.	N° 10/1650
Tamaño.	W1 5500
Ancho libre de la caja.	7500
Velocidad de la máquina.	V = 147 a 450 m/min. V proyecto = 600 m/min.
Producto.	Liner 142.5 a 143g/m <sup>2</sup>

### Control de flexión.

Es un sistema que por medio de un dispositivo mide la flexión de la viga inferior del labio superior. Este sistema incluye un depósito de agua, una bomba, un controlador de diferencias de temperaturas, el controlador de la posición del labio y el calentador eléctrico del agua.

Este control funciona cuando la cabeza sensorial del dispositivo mide la flexión de la viga inferior del labio superior por la presión interna de la caja de entrada. Esta cabeza sensorial es conectada a un amplificador cuya señal de salida es conducida a un controlador que lo compara con un valor teórico igual a cero y como resultado de una variación se modifica la presión y la temperatura del agua de la cámara de compensación de tal manera que la flexión de la viga inferior del labio superior sea más o menos igual a cero.

Cuando la flexión del labio superior es hacia arriba la presión de la cámara de compensación aumenta mientras que la temperatura disminuye y cuando la flexión del labio superior es hacia abajo se eleva la temperatura y la presión disminuye.

### Caja de entrada.

A la caja de entrada le llega la pasta por el ducto de la bomba b-37 y a través de un cabezal de disminución cilíndrico. Que está construido en forma cónica para asegurar que la presión y la velocidad de flujo sea constante a lo largo del cabezal.

### Control de nivel.

Este funciona por medio de aire comprimido y de dos reguladores de rebose colocados en el tubo de rebose, uno a cada lado de la caja de entrada.

Este control de nivel actúa como un colchón de aire comprimido a una presión que es ligeramente superior a la presión interna de la caja de entrada y mantiene un rebose constante. Una variación de la caja de entrada que se desfoga arrastrando pasta por unas mangueras transparentes que la conducen a la fosa de la tela principal.

El rebose de cada lado de la caja de entrada se coloca en el tanque 22 de donde fluye al tanque de agua blanca 22 regulado por un controlador de nivel LIC-709 que actúa sobre una válvula

manual. Este control ayuda a mantener la compresión necesaria para el rebose y para mantener un nivel constante.

### **Labio superior**

Este labio funciona por medio de un ajuste vertical para conformar la abertura de acuerdo a la medida según las necesidades del proceso. Ya que por medio de este movimiento vertical el resultado de los movimientos del labio superior y la placa de desplazamiento son mejores en la calidad del chorro.

El labio superior y la placa de desplazamiento son accionados por un reductor helicoidal acoplado, por medio de un motor o de manera manual.

El dispositivo indicador en el lado de mando muestra el tamaño de la intercepción. En el frente de la caja hay un indicador que muestra la posición correspondiente del borde de salida del labio superior, este parámetro va desde una posición centro o a una hacia adelante de más de 10 mm a otra hacia atrás de -20 mm, esto para conseguir las mejores características de los diferentes papeles que se fabriquen y si es necesario probar los ajustes posibles del labio para encontrar las más favorables.

### **Medición de la apertura.**

Se hace por medio de un dispositivo automático que actúa con un motor que hace que suba o baje el labio superior por medio de la opresión de unos botones de control teniéndose una graduación de 0 a 30 mm de apertura.

### **Numero de actuadores.**

Está compuesta por 54 actuadores que sirven para homogenizar el labio superior al momento de mantener uniforme el chorro ya que permite estabilizarlo. Dentro del labio superior. Cada uno de estos abarca aproximadamente 20 mm de área sobre el labio superior. Estos actuadores funcionan de manera automatizada después de emitir una señal a una caja de mando pasando de ahí a un conmutador donde es monitoreada y controlada para tratar de mantener un espejo uniforme.

### **Movimiento horizontal.**

Este movimiento es realizado por el labio superior. Este corre hacia atrás o hacia adelante con esta relación de 0 hacia adelante de +10 mm o hacia atrás de -20 mm. Esto para conseguir las mejores características de los diferentes papeles que se fabrican, si se hace necesario probar los ajustes posibles del labio para encontrar los más favorables posibles.

### **Labio inferior.**

El labio inferior fijo, no tiene ningún movimiento este sirve de referencia al labio superior para sus respectivos movimientos.

## **Recirculación.**

Se cuenta con un tubo cónico para tener una presión inicial y una presión final. Teniendo al final de este un rebose que pasa por el tanque 22. La caja debe estar rebosando para no tener una variación en la salida del chorro

Al otro costado de la caja tendrá también un rebose que estará pasando también al tanque 22. La recirculación para el agua que se encargara de mantener uniformemente la viga.

La caja de almacenamiento de agua es la responsable de mantener uniforme el rebose y cuenta con una recirculación a los costados de la misma, permitiendo el retorno al tanque de deflexión para su calentamiento continuo.

Hay otra recirculación la cual es la del aire, que al introducirse éste, se mantiene constante el nivel de la caja principal, el cual es corroborado en las mirillas del costado de la caja. Cuando llega a faltar aire, el nivel tiende a subir dado que el aire es el que se encarga de mantenerlo abajo. Cuando sube el nivel de la caja el chorro disminuye y se atrasa el espejo.

### **4.9.4 CAJA DE NIVEL CONSTANTE (Base).**

El sistema de pasta inicia básicamente en los tanques verticales 10, 11, 12 y 13. Los tanques 10 y 11 son los encargados de estar suministrando la “línea de base” de la máquina de papel o mesa de fabricación.

Estos tanques son alimentados por la línea de papel de desperdicio procedente de los refinadores la cual está diseñada para ser introducida solamente en la “línea de base” tanques 10 y 11. Esto permite la mejora en la calidad de ciertos tipos de papel, se utilice un determinado porcentaje de celulosa en la “línea de base”.

El nivel de los tanques 11 y 13 deben mantenerse constantes para que se mantengan estables las presiones en los refinadores y caja de nivel. Dichas variaciones deben ser absorbidas por los tanques 10 y 12.

Para garantizar esta condición, las válvulas manuales instaladas en la línea de descarga de las bombas B-31 y B-21 deben ser ajustadas de manera que aseguren un flujo mayor en la B-31 que en la bomba B-32 y la B-21 mayor que en la B-22.

Con esto se tendrá un rebose constante del tanque 13 al 12 y del 11 al 10. Los tanques están equipados cada uno con un controlador indicador de nivel LIC-1400 y 1407, respectivamente en “línea cobertura” y en la “línea de base” que estarán actuando sobre los controladores de flujo de los refinadores.

Para el suministro normal de pasta es conectado en los tanques 10 o 12 y es bombeada por la B-21 o B-31 hasta el tanque 11 o 13, donde se mantiene a nivel constante.

En el tanque 11 la pasta es diluida de 4% a 3.5% en la succión de las bombas B-22 o B-32 por medio de la dilución de agua procedente de los tanques 18 y 19.

En la línea de salida del tanque 10 se encuentra una válvula manual la cual permite el paso o bloqueo de la pasta. Esta pasta estará siendo diluida por medio de un controlador de consistencia CSRC-1408 A instalado en la línea, el cual actúa en la válvula de control de consistencia. La descarga de la B-31 es suministrada al tanque 11.

En la línea de salida del tanque 11 se encuentra una válvula manual la cual permite el paso o bloqueo de la pasta. Esta pasta se diluye por medio de un control indicador de consistencia CSRC-1408B instalado en la línea de control de consistencia, donde la descarga de la B-32 esta siendo monitoreada por un consistímetro CST-1408 el cual estará ligado a los controladores de consistencia arriba mencionados para regular la consistencia en cada uno de los ductos que deberá oscilar entre 3.5%.

Esta pasta llega a la caja de nivel constante la cual tiene dos salidas, la de suministro y rebose; el rebose es conducido al tanque 11. El suministro es regulado por la válvula de peso base SV-1502 la cual esta gobernada por un controlador y un registrador de flujo FRC-1511, el cual se ajusta para mantener el flujo en la válvula de peso base.

El sistema está conectado a la computadora para que sean programadas las aberturas de la válvula para los diferentes tipos de papel y gramajes.

Una vez que ha sido regulado el suministro este, conducido a un ducto que sale del tanque 22 donde tiene una dilución y es succionado con la B-33 para suministrar a la primera etapa de limpieza.

La pasta con cierta consistencia es enviada a la primera etapa de los separadores centrífugos para su depuración: en la entrada está instalada una válvula, accionada por el HIC-1509 para el control de la presión de flujo a los separadores.

Para la fabricación del papel liner se tienen programados los depuradores centrífugos siguientes:

- ☞ 1 Etapa 24 KS 250/R
- ☞ 2 Etapa 9 KS 250/3R
- ☞ 3 Etapa 4 KS 250/3R
- ☞ 4 Etapa 1 KS 250/3R

La válvula a la entrada de la primera etapa está calibrada para mantener una presión de salida en los separadores de aproximación, garantizando una eliminación de rechazos eficientes.

Para desactivar los separadores en la primera etapa se deben cerrar las válvulas en la entrada y en la salida de cada separador. Las válvulas manuales en la desareación se cierran en los separadores que están fuera de servicio.

Se pueden cerrar las válvulas de los separadores de una hilera o bien puede tomarse otra medida. Pero es importante alternar los separadores en operación para evitar desgastes desiguales en ellos. De la cantidad que entra en la primera etapa, una parte es eliminada como rechazo y otra parte es eliminada como rechazo ligero al aire.

Los rechazos pesados de la primera etapa se colectan en la canaleta inferior y son diluidos con agua del tanque de agua blanca procedente del tanque 17 y succionada con la B-79, y junto con el material aceptado de la tercera etapa, son succionados por la B-34 de la segunda etapa de depuración.

La salida de la primera etapa se envía a la succión de la B-37 con una consistencia de 0.65%; después de una nueva disolución se envía a la caja de entrada primaria.

De la bomba B-34, los rechazos de la primera etapa, mas la pasta aceptada de la tercera etapa mas agua de disolución, se envía, con una consistencia de 0.52% a la segunda etapa de depuración; durante la fabricación de liner. Las presiones de entrada y salida de la segunda etapa son reguladas por sus válvulas manuales y sus respectivos manómetros, para mantener una presión de salida estable en los depuradores.

Las impurezas ligeras y el aire de la primera etapa de los depuradores centrífugos son eliminados por las tuberías de desareación y enviados al separador de agua y aire. El nivel del recipiente es controlado por su válvula manual.

El en separador, el aire es descargado a la atmósfera y el líquido es enviado al tanque 20 que funciona como colector de rechazos de la depuración.

La pasta de la primera etapa es succionada por la B-37 DK 80/120, la velocidad de esta bomba es gobernada por el controlador de presión PIC-1700 instalado en la caja de entrada.

De la B-37 la pasta es enviada a los depuradores verticales tamaño 40, siendo muy grande el diámetro de las tuberías, las válvulas manuales instaladas en la entrada y salida de los depuradores, son accionadas neumáticamente. Estas presiones son indicadas en sus respectivos manómetros. La pasta entonces es conducida a la caja de entrada.

Los rechazos ligeros y pesados de los depuradores tamaño 40 son enviados al tanque 20 que funciona como colector de rechazos. Los rechazos ligeros y el aire salen por la abertura superior de la tapa del depurador y su válvula manual se debe mantener totalmente abierta con flujo libre de aire hacia el tanque 20.

Las presiones de los rechazos pesados controlan con sus respectivas válvulas al igual que con la lectura de sus manómetros.

La presión de entrada debe ser tal que, además de vencer la presión interna de la caja, sea la necesaria para dar el chorro de la velocidad de la tela, en el cuadro 20 se muestran los datos técnicos primarios de caja de base.

Cuadro 20.- Datos técnicos primarios (Base).

Tipo	Hidráulica de construcción cerrada.
Ancho libre de la caja	7.500 mm
Caudal mínimo	37.500 l/min.
Caudal máximo	140.00 l/min.
Recirculación media	5%
Recirculación por medio de rebose	2.250 l/min.

#### 4.9.5 CAJA DE NIVEL CONSTANTE (Cobertura).

La alimentación de esta línea comienza con los tanques 12 y 13, estos son los responsables de dar la alimentación a dicha caja. Para mantener el nivel constante del tanque 13, que es el que se encarga de la alimentación, es necesario mantener la caja de cobertura a un nivel constante por medio de un controlador indicador de nivel LIC-1501 para evitar un rebose en el tanque 13.

El sistema de salida de los tanques 12 y 13 es igual al de los tanques 10 y 11, es decir, cuenta con un suministro del tanque 12 al 13, a su vez también cuenta con válvulas manuales a la salida de los tanques donde permiten el paso o bloqueo de la pasta, dicha línea cuenta con un baypass. La succión del tanque 12 es por medio de la B-21 y el tanque 13 por la B-22.

La pasta que sale del tanque 13, es diluida por un controlador de consistencia CSRC-1402 instalado en la línea de control de consistencia, donde la descarga de la B-22 se monitorea por un consistímetro CST-1402 el cual se liga a los controladores de consistencia para regularla en cada ducto.

Esta pasta llega por la succión de la bomba 22 hasta la caja de cobertura, la cual tiene un suministro y un rebose, en donde el rebose es conducido al tanque 13.

El suministro es regulado por la válvula de peso base SV-1503 la cual es gobernada por un controlador y registrador de flujo FRC-1605, el cual se ajusta para mantener el flujo en la válvula de peso base, esto para los diferentes tipos de papeles y gramajes.

Este suministro es conducido al tanque 62 para una disolución; de ahí es succionado por la B-120 para la alimentación de la primera etapa.

La pasta con consistencia es enviada a la primera etapa de los separadores centrífugos para su depuración; en la entrada está instalada una válvula, accionada por el HV-1636 para el control de la presión de flujo a la entrada de los separadores.

Para la fabricación del papel liner se tienen programados los depuradores centrífugos siguientes:

- ☞ 1 Etapa 60 KS 250/R
- ☞ 2 Etapa 16 KS 250/3R
- ☞ 3 Etapa 6 KS 250/3R
- ☞ 4 Etapa 2 KS 250/3R

Los rechazos de la primera etapa son conducidos con el material aceptado de la tercera etapa y succionados por la B-121 a la segunda etapa de depuración. Los aceptados de la primera etapa se envían a la succión de la B-23 después de una disolución se envían a la caja secundaria.

El agua blanca para la disolución de los rechazos viene de la bomba B-24 que está en el tanque 23 donde es conducida al tanque 21 y de ahí es conducida a las tuberías de los rechazos de las etapas 1, 2 y 3. Las presiones de entrada y salida de la segunda etapa son reguladas por sus válvulas manuales y sus respectivos manómetros, para mantener una presión de salida estable en los depuradores. La pasta se introduce a la B-23 donde es diluida aproximadamente de 0.4 a 0.6% con agua blanca del tanque 21. El principio de la B-23 es igual al de la B-37 descrito anteriormente; el PIC- 1712 de la caja secundaria actúa sobre el número de revoluciones de la B-23.

La pasta diluida a 0.4 a 0.6% se envía al depurador tamaño 31, donde las presiones de entrada y salida deben ser verificadas por los manómetros instalados en dicha línea. El proceso en el área de los depuradores de esta caja de entrada es similar al descrito para la caja de entrada de la tela de base, en el cuadro 20 se muestran los datos técnicos primarios de caja de base.

Cuadro 21.- Datos técnicos secundarios (Cobertura).

Tipo	Hidráulica de construcción cerrada
Ancho libre de la caja	7,500 mm
Caudal mínimo	11,250 l/min.
Caudal máximo	41,000 l/min.
Recirculación media	5%
Recirculación por medio de rebose	2,250 l/min.

#### 4.9.6 CONSISTENCIAS.

##### Consistencias para la fabricación de corrugado.

El proceso es casi idéntico al descrito anteriormente solo que varían las consistencias, es decir son relativamente más bajas:

- ☞ A la entrada de la etapa 1 =0.73%; salida = 0.63%



- ☞ A la entrada de la etapa 2 =0.55%; salida = 0.48%
- ☞ A la entrada de la etapa 3 =0.38%; salida = 0.37%
- ☞ A la entrada de la etapa 4 =0.30%; salida = 0.26%

En donde la consistencia de la B-37 será de 0.55% y el resto es igual a lo descrito anteriormente incluso la instrumentación.

Es importante hacer mención que en la fabricación de corrugado la “línea de cobertura” queda inactiva; quedando los tanques 21, 23 y 26A vacíos y sus respectivas bombas desconectadas B-24 y B-23.

### Consistencias para la fabricación de sacos Kraft:

La utilización de las líneas es idéntico a la fabricación de corrugado, o sea todas las líneas en su funcionamiento.

Consistencias básicas:

- ☞ A la entrada de la etapa 1 = 0.56%; salida = 0.51%
- ☞ A la entrada de la etapa 2 = 0.33%; salida = 0.30%
- ☞ A la entrada de la etapa 3 = 0.20%; salida = 0.18%
- ☞ A la entrada de la etapa 4 = 0.15%; salida = 0.12%

La consistencia en la B-37 es de 0.32%, el resto es igual al descrito anteriormente con la “línea de cobertura inactiva”

Las consistencias indicadas y el número de unidades en su funcionamiento, son las generalmente adoptadas en las normas de proceso VOITH, si se desea trabajar con consistencias más altas, se mantienen algunas unidades de reserva, pudiendo para ello observar las instrucciones de servicio que acompañan los respectivos equipos.

### Especificaciones de las bombas.

Cuadro 22.- Bombas.

No. Bomba	Diámetro de la B. (mm)	Gasto (l/min.)	Altura (m)	Potencia (Hp)	R. P. M
B-31	350	14100	41	152	1780
B-32	350	14100	41	152	1780
B-33 DK 60/80	520	88000	33	1000	1180
B-37 DK/80/120	920	35 – 152000	4.2- 26.7	1200	
B-35	41.9plg.	1100	28.6	91	1170
B-34 D6 35/40	445plg.	30 000	37	400	1181

## Especificaciones de los motores de las bombas.

Cuadro 23.- Motores.

Motor de la B.	Potencia Hp	R. P. M.	Volts.	Amperes.	Marca.
Motor B-31	200	1783	440	246	IEM
Motor B-32	250	1737	460	274	IEM
Motor B-33	1000	1180	4000	127	Uní mega
Motor B-34	400	1175	4000	54.5	Mega Tec.
Motor B-35	125	1200	440	154.38	U.S.

## Bomba abanico.

Cuadro 24.- Especificaciones.

Bomba abanico DK 80/120
Diámetro del rotor 580 mm.
60/80 El tamaño de la bomba.
Los números indican el diámetro de la descarga y succión respectivamente.

Esta bomba impulsa alturas manométricas bajas y medianas, grandes cantidades de suspensiones hasta de 1% de consistencia.

Se emplean como bombas de presión de cajas de entrada abiertas o cerradas de máquina de papel, en fábricas de celulosa para transportar pasta mecánica o agua de recirculación y las instalaciones de depuradores centrífugos.

La bomba Dk esta construida con un rotor de flujo doble. El líquido al ser transportado es diluido en la boca de la succión en dos flujos y es conducida a ambos lados del rotor por canales separados.

La pasta es diluida horizontalmente en dos partes, la carcaza espiral superior y la carcaza espiral inferior haciendo posible una sustitución rápida de partes deterioradas, las bocas de succión y descarga son fundidas en una sola pieza con la carcaza inferior.

El eje de la bomba esta protegido contra desgastes con mangas protectoras. La bomba de empaque esta protegido con agua de sello y enfriamiento. Las bombas se fabrican para ser acondicionadas directamente con motor acoplado.

- ☞ Su capacidad en l/seg - 3.200
- ☞ Altura manométrica en m - 32
- ☞ Peso en Kg - 6.800

#### **4.10 MESA DE FORMACIÓN.**

Esta puede ser ajustada horizontalmente con respecto del rodillo de pecho y su posición dependerá de la velocidad de la máquina y el tipo de voltaje. Los dos primeros rodillos considerados después del rodillo motriz están fijos y el primero de ellos tiene un eje prolongado para ser accionado, el primero es interno y el segundo es externo.

Los siguientes dos de retorno, actúan como tensores de la tela y están montados en brazos de palanca giratoria de los últimos rodillos, en la figura 56 y 57 se muestran imágenes de la mesa de formación de base, el primero es fijo; el segundo es el guía, puesto que controla la marcha de la tela y está montado a su lado del frente de la máquina sobre el sistema basculante para controlar el viaje de la tela, el cual está protegido por un lubricante.

##### **Rodillo de pecho.**

Su diámetro es de 950 mm, de cara 780 mm y pesa 9,200 kg, esta cubierto de 10 ml de lubricante, este rodillo esta montado fijo sobre dos palancas que pueden girar, que permiten bajarlo cuando se hace cambio de tela, este rodillo se sube o baja por medio de cadenas y engranes unidos por un accionador hidráulico y se encuentra localizado en la cara interior de la viga cantilever de la caja de entrada con las siguientes características: Rodillo motriz (tela inferior), diámetro 1,050 mm, 7,800 mm de longitud, un peso de 9,800 kg.

##### **Zona de rodillos de retorno de la tela inferior y superior.**

En esta zona se encuentran los siguientes rodillos en el sentido del giro de tela. El cilindro de transferencia, que tiene 1,000 mm de diámetro y 7,800 mm de longitud; esta provisto con una cubierta rígida de tela de alambre de bronce y pesa aproximadamente 4,000 kg.

Un rodillo guía interno de tela que tiene 664 mm de diámetro y 7,800 mm de longitud que esta cubierto con 7 mm de lubricante y pesa aproximadamente 5,570 kg este rodillo actúa como tensor de la tela. Rodillo guía interno de la tela que tiene las mismas características que el anterior este rodillo actúa como controlador de marcha de la tela.

Los rodillos descritos anteriormente están montados sobre palancas giratorias que son accionadas por motores neumáticos para variar sus posiciones relativas del trabajo. Esas posiciones en el caso del cilindro de transferencia del rodillo interno guía de la tela deben determinarse experimentalmente en función del gramaje y velocidad de máquina.

##### **Rodillo Couch (succión)**

Diámetro 1,150 mm, longitud de cara 7,860 mm y una distancia entre sus chumaceras de 8,750 mm, su concha es de acero inoxidable tipo C así, con un espesor de 72 mm y está perforado con agujeros achaflanados para evitar el ruido de silbidos por la entrada de aire.

Este rodillo cuenta con una caja de succión de 300 mm de ancho y 7,600 mm de largo. Tiene ajustes de 250 mm por un lado mediante sellos laterales, la operación de la succión es hecha por tubos existentes en el interior del cantilever del rodillo de succión.

Los agujeros de este rodillo se limpian por medio de una regadera con boquillas de alta presión que se encuentran instaladas en la bandeja colectoras de agua. Los otros siete rodillos tienen 664 mm de diámetro y están equipados con cuchillas limpiadoras y una regadera de limpieza.

### **Sistema de vacío.**

En el sistema de vacío los valores de trabajo se ajustan en función de la operación de la máquina, del papel, velocidad, etc. Para controlar el vacío existen válvulas automáticas y manuales para cada elemento, en la línea de succión para cada zona de vacío; para los elementos de bajo vacío dispuestas sobre paneles que se instalan en el lado de accionamiento de la máquina, pero con posibilidad de observarse desde el lado de operación, para las cajas de succión vacuómetros instalados e indicadores entre los separadores de agua y vacío.

### **Forming bord.**

Su función es la formación del colchón y el acomodo de la fibras para la hoja de papel, cabe mencionar que es la parte donde se drena la mayor parte de agua de la mesa de formado, esta constituido por una regleta de 25 cm aproximadamente de ancho por 7,800 mm de longitud, siguiendo en este proceso cuatro regletas mas de dimensiones mas cortas 15 cm de ancho por lo mismo de largo que la anterior.

### **Hidrofoils.**

En la mesa de formado se cuenta con tres hidrofoils los cuales serán los encargados de la eliminación por medio de las inclinaciones de los ángulos formados con las regletas por medio de gravedad

### **Cajas de bajo vacío.**

En la mesa de formado actúan seis cajas las cuales entraran directamente el ala succión del agua en la mesa la cual estará conformada por una bomba de vacío y un dispositivo que regula el vacío que se requiere, a su vez consta de una válvula de rompimiento que es controlada manualmente.

### **Cajas de medio vacío.**

Lo constituyen cuatro cajas de medio vacío las cuales tiene el mismo funcionamiento que las mencionadas anteriormente, la diferencia radica en que el % de agua succionada es mayor.

## **Cajas de alto vacío.**

Estas cajas tienen el mismo funcionamiento que las anteriores, la diferencia es que eliminan la mayor cantidad de agua dado que la succión es mucho mayor que las anteriores.

## **Telas de formación**

Una tela de formación es una estructura de monofilamentos tejidos y es usada en la sección húmeda de una máquina de papel.

La tela principalmente drena grandes volúmenes de agua en un muy corto periodo de tiempo, soporta las fibras en la superficie para formar la hoja de papel y transporta la hoja desde la caja de entrada hasta la sección de prensas. Desde el tiempo en que se hace el pedido para una tela, es instalada y empieza a correr en la máquina, representa muchos pasos en el proceso que determinaran las características de la tela y el éxito al correr en la máquina de papel. Estos pasos inician en la máquina, los requerimientos para el grado de papel a producir y la configuración de la máquina.

Entendiendo las tres funciones de la tela, drenado, soporte y transporte proporciona la habilidad para reconocer la asociación entre cada uno de ellos.

## **Drenado**

Si la hoja formada en la máquina de papel inicia con aproximadamente 99% de agua y 1% de fibra, el drenado involucra remover grandes volúmenes de agua en un muy corto periodo de tiempo. Una simple estructura de tejido de la tela con un tejido abierto permite drenar rápidamente. Si una tela tiene mayor drenado no es apropiada para las funciones de soporte y transporte

## **Soporte**

Mientras que altos volúmenes de agua son removidos en la sección húmeda de la máquina de papel, la tela de formación debe soportar las fibras en o cerca de la superficie para formar la hoja de papel. Manteniendo las fibras en la superficie de la tela puede reforzar las características de la hoja tal como formación, suavidad, impresión y resistencias físico-mecánicas. Incrementando el soporte también puede ayudar a prevenir que las fibras se encajen dentro de la tela mientras se esta construyendo la capa de fibra en la superficie de la tela y minimizando las fibras y la pérdida de relleno.

## **Transporte**

La función del transporte abarca la habilidad de transferir la hoja hasta la sección de prensas de la máquina de papel y es el resultado de las propiedades mecánicas de la tela de formación. Estas propiedades incluyen estabilidad y rigidez, uso y resistencia al daño, y la capacidad de guiar y conducir la tela. La rigidez de la tela refuerza la capacidad de ser guiada propiamente en la máquina de papel, manteniendo el perfil en dirección transversal.

La estabilidad en dirección transversal puede afectar el perfil de la hoja ya que al ondularse puede marcar la hoja, pero el resto de las propiedades mecánicas son dirigidas hacia la productividad de la máquina de papel. La capacidad de guiar y conducir la tela con estabilización a todo su largo y las características de uso reforzadas mejoran la estabilidad de la máquina. Mientras que al diseño de una tela se le maximiza la función de transporte, esta aplicación no es satisfactoria para las funciones de drenado y soporte.

Las telas deben de ser diseñadas para aumentar al máximo cada una de sus funciones individuales, pero limitando las otras funciones no sería benéfico al proceso global de fabricación de papel. Se debe tener cuidado para optimizar drenado, calidad de la hoja y rentabilidad en la máquina.

### Permeabilidad del aire

Una propiedad importante usada en la evaluación de las características y uniformidad de la tela es la permeabilidad del aire. Esto es definido como el flujo de aire que pasa a través de la tela a ½" de columna de agua de presión y es expresada en Pies Cúbicos por Minuto.

$$CFM = (\text{Cubic Feet Minuts})$$

### Dimensiones de las telas en las mesas de formación (base y cobertura).

Cuadro 25.- Tela de base.

Datos de la tela de base.	
Ancho de la tela para proyecto	7,600 mm
Ancho de la tela a usar	7,680 mm
Material de la tela	Plástico
Largo de la tela a comprar	62,180 mm
Largo máximo de la tela estirada	63,320 mm
Porcentaje de estiramiento	1.83 %
Accionamiento por el lado	Izquierdo
Tipo de construcción	Cantilever
Velocidad de balanceo	800 m/min.
Dibujo de conjunto	No. VPI 21- 8170
Dibujo cortes transversales	No. VPI .21-8171
Ancho libre de la caja de entrada	LIKN/7500 mm
Distancia entra rodillo de pecho y	27,00 mm
Distancia entre cojinetes y soportes	LE = 8,400 mm
Distancia entre rieles de función	FE = 8,700 mm

Cuadro 26.- Tela de cobertura.

<b>Datos de la tela del duoformer (cobertura).</b>	
Ancho de tela para proyecto	SF = 7,600 mm
Ancho de tela a usar	S = 7,680 mm
Material	Plástico
Largo de la tela inferior	20,980 mm
Largo máximo de la tela inferior tensada	21,250 mm
Porcentaje de estiramiento tela inferior	1.72%
Largo máximo de la tela superior	18,090 mm
Largo máximo de la tela superior	18,510 mm
Porcentaje de estiramiento de la tela	2.32%
Accionamiento de la tela inferior	Derecho
Accionamiento de la tela superior	Izquierdo
Tipo de construcción	Cantilever
Velocidad de accionamiento	100 a 450 m/min.
Velocidad de balanceo	650 m/min.
Dibujo de conjunto	VP. 121-8170
Dibujo cortes transversales	VP. 1.21-8171
Ancho libre de la caja de entrada	LIKN 750 mm
Distancia entre rodillos de pecho y	6,700 mm
Distancia entre cojinetes y soporte	LE-GE = 8,400 mm



Figura 56.- Mesa de formación de base.



Figura 57.- Mesa de formación de base y cobertura.

En el anexo 9 se muestra el diagrama de la mesa de formación: base y cobertura.

#### 4.11 PRENSADO

Consiste en eliminar agua de la hoja de papel y el proceso se basa en la compactación mecánica de la hoja entre dos rodillos. El de tipo succión y sus características principales son de gran capacidad para remover agua de la hoja, eliminada mediante la succión, el aire contenido entre el fieltro y la hoja durante la compresión, mejorando con esto la evacuación del agua drenada del papel al pasar por el fieltro y las perforaciones del rodillo de succión, saliendo el fieltro de la zona de presión mas seco para no rehumedecer a la hoja.

##### Primera prensa

Esta constituida por los rodillos superior e inferior complementados con cuatro rodillos de retorno internos y dos externos.

Un rodillo externo controla la marcha del fieltro, que sirve para controlarlo mediante una palmeta colocada en la orilla del fieltro y un dispositivo actuado por un pistón.

Un rodillo interno con espiral cuya función es servir como tensor y estirar el fieltro transversalmente para evitar que se arrugue y tres rodillos de retorno para el fieltro

El objetivo del rodillo externo de retorno guía es mantener la marcha del fieltro sin que se salga a los lados. Esta función la realiza mediante un dispositivo de una palmeta que toca la parte de la orilla del frente del fieltro y que acciona la parte del dispositivo del pistón, hasta donde corresponda para que sea alineado el fieltro



## **Segunda prensa**

En esta prensa, un rodillo interno sirve como guía controlando la marcha del fieltro mediante un palpador o palmeta localizada en la orilla del frente.

El rodillo de retorno externo, sirve como rodillo guía automático de la marcha del fieltro y un rodillo.

El rodillo interno con espiral, sirve como rodillo tensor y da la expansión al fieltro.

### **Rodillos de la primera prensa.**

Se cuenta con un rodillo superior de un diámetro de 1,340 mm, y una cara de 7,500 mm el tipo de recubrimiento es de perforación ciega AQUAWELL. Con espesor de recubrimiento de 20 mm, espesor línea máxima 100 Kp/cm. El sistema de enfriamiento es a base de agua fresca con una potencia de motor de 304 Kw.

### **Rodillo inferior**

Este rodillo cuenta con perforaciones y a su vez con una caja de succión que esta localizada en el área de presión de la prensa con un diámetro de 1,290 mm y una cara de 7,760 mm, ancho de la zona perforada 7,600 mm, el rodillo cuenta con una camisa de acero inoxidable de 74 mm de espesor con un espesor de revestimiento de 20 mm y una presión lineal máxima de 100 kp/m. El ancho de la zona de succión es de 150 mm con una potencia de motor de 261 kw.

### **Sistema Pick-up**

Consta de un rodillo de succión y abarca hasta el rodillo superior de la primera prensa se cuenta también con cinco rodillos internos de retorno, dos externos y un fieltro.

### **Rodillo succión o Pick-up**

Esta conformado por una camisa exterior de bronce, que esta perforada en una parte de su superficie por la zona de succión, para provocar el levantamiento de la hoja, dicho rodillo tiene un diámetro de 150 mm, con una cara de 7,860 mm, el ancho de la zona perforada es de 7,660 mm y un espesor de camisa de 35 mm con una potencia de motor de 110 kw.

### **Rodillo Kuster (inferior)**

Este rodillo produce presiones lineales homogéneas a todo el ancho de la hoja. En prensas equipadas con este tipo de rodillo es posible emplear presiones lineales más altas sin dañar a la hoja, al fieltro o al revestimiento del rodillo, en el cuadro 27 se muestran las especificaciones del rodillo.

Cuadro 27.- Especificaciones del rodillo Kuster.

<b>Características.</b>	
Diámetro	880 mm
Cara	7,500 mm
Revestimiento	Aquawell
Espesor	20 mm con perforación ciega
Presión lineal máxima	200 kp/m
Capacidad de motor	304 kw con un reductor planetario

### **Rodillo LUM BREAKER**

Se encarga de hacer presión sobre la fase de succión del rodillo, esto para tener la mayor eliminación de agua posible

### **Rodillo de carga**

Estos rodillos son los encargados de aplicar la presión tanto en la prensa 1 como en la prensa 2 y serán los superiores

### **Rodillo superior de la primera prensa.**

Esta previsto de un revestimiento mas duro que el rodillo inferior

Cuadro 28.- Primera prensa.

Diámetro	1,340 mm
Cara	7,500 mm
Recubrimiento perforación ciega	Aquawell
Espesor del recubrimiento	20 mm
Presión lineal máxima	100 kp/cm
Sistema de enfriamiento a base de	Agua fresca

### **Rodillo superior de la segunda prensa.**

Cuadro 29.- Segunda prensa.

Diámetro	1,340 mm
Cara	7,500 mm
Revestimiento	Micropeeler
Espesor del recubrimiento	20 mm
Presión lineal máxima	200 kp/cm
Sistema de enfriamiento a base de	Agua fresca
Potencia motor	268 kw

### **Cortadores laterales principales.**

Su función es garantizar el corte fijo a los costados de la hoja. Para tener un corte parejo hasta el área del enrollado de la máquina. Estos también se denominan con el nombre de mézquites.

### **COUCH PIT**

Consiste en un tanque de almacenamiento donde caen los residuos que generan, los cortadores laterales. A este tanque la B-75 le proporciona agua de dilución para que la merma que esta cayendo ahí se desfibre y alcance una consistencia de 4.0% a su vez cuenta con dos desintegradores accionados automáticamente.

### **PRESS PIT**

Es otro tanque de almacenamiento de la hoja, que trabaja con la B-94 y B-42 con sus respectivas regaderas también cuenta con dos desintegradores accionados en el panel para desactivarse o desactivarse.

### **Funcionamiento**

Al ocurrir una rotura en la hoja hay un censor conectado automáticamente a la B-75, La cual actúa abriendo las válvulas de agua de dilución, regaderas y desintegradores. A su vez también arranca la B-94 su válvula se descarga de esta, la cual empieza a abrir conforme aumenta el nivel del tanque PRESS PITT. Cuando el valor de este tanque sube a un valor prefijado, arranca la B-42 y se abre su válvula de descarga.

### **Fieltro.**

Es una banda sin fin de un material sintético de muy baja compresibilidad y altamente permeable, cuyas funciones principales son servir de soporte a la hoja a través del prensado a si como también el receptor de agua que posteriormente es eliminada del fieltro.

Funciones generales:

- ☞ Absorbe el agua exprimida de la hoja
- ☞ Soporta a la hoja para prevenir rupturas
- ☞ Provee una distribución uniforme de presión sobre el papel.
- ☞ Proporciona un buen acabado a la hoja.
- ☞ Transfiere a la hoja de una posición a otra.

### **Tensores del fieltro**

Es un dispositivo que mide la presión del fieltro conforme a esa medición es accionado el tensor automático. En el cuadro 30 se muestran las características de este fieltro. Para regular automáticamente la tensión, se utiliza un dispositivo emitido por una caja de medición a través de un manómetro limitador que tiene una caja de medición hidráulica, calculando la tensión.

Cuadro 30.- Características del fieltro.

<b>Datos.</b>	
Tensor del fieltro	4
Tamaño	No. 3
Accionado por	motor reductor de aire comprimido
Mando	Neumático
Equipo con	medidor de tensión
Longitud de la estirada	1.5 m

### Reguladores de marcha del fieltro

Es un dispositivo el cual se encarga de centrar el fieltro y mantenerlo corriendo sin que se cargue a uno de los lados, en el cuadro 31 se muestran los datos del regulador. El regulador se controla por los impulsos que recibe de un palpador pendular que esta apoyado en una chumacera corrediza. Este palpador puede situarse a cualquier posición que se requiera para mantener el fieltro.

Cuadro 31.- Datos del regulador del fieltro.

<b>Datos.</b>	
Regular marcha fieltro	4
Tipo	Hidráulico
Tamaño	No. 3
Mando	neumático

### Tubos de succión del fieltro

Son utilizados en las prensas y su función es remover el agua extraída de la hoja a si como el lavado del fieltro. Estos tubos trabajan de manera semejante a las cajas de succión. En el cuadro 32 se muestran sus especificaciones.

Cuadro 32.- Datos del tubo de succión del fieltro.

<b>Datos.</b>	
Tubos de succión	6 limpieza fieltro
Fabricado de	Acero inoxidable
2 canales de	15 mm
4canales de	10 mm
Largo de los canales	7800 mm
Revestimiento con	Placa de polietileno

## Regaderas

Se utilizan para la limpieza y lubricación del fieltro y conforme a su función: regula la presión de agua de trabajo. En el cuadro 33 se muestra la localización y datos de las regaderas; para lubricación del fieltro a todo lo ancho, se utiliza una presión de 2.5-3 kg/cm<sup>2</sup> y para limpieza, normalmente se utilizan presiones del orden de 2.5 a 4 kg/cm<sup>2</sup>.

Las regaderas pueden estar equipadas con boquillas de tipo agujas o abanico. Las primeras son utilizadas para limpieza con alta presión, las últimas para lubricación y sello.

Cuadro 33.- Localización y datos de las regaderas del fieltro.

<b>Localización y datos</b>
11 Regaderas tipo STAMM
Una para rodillo lumbreaker
4 Para dispersar ácido en los fieltros
4 Para limpieza de rodillos con raspadores
2 Para lubricación del fieltro
Diámetro = 125 mm
Fabricadas de acero inoxidable
Presión del trabajo 3 kg/cm <sup>2</sup>
4 Regaderas alta presión para la limpieza de cada una de los fieltro
Diámetro = 159 mm
Presión = 40 bar
Con dispositivos de oscilación hidráulica
Con sistema para desconectar el agua en caso de falta de mecanismo
2 Regaderas alta presión tipo RUC ZUCK
Para limpieza del rodillo pick up y succión primera prensa
Diámetro = 45.5 mm
Presión = 60 bar
Con oscilación hidráulica
2 Regaderas tipo voilth
Para dilución del press pitt
Diámetro = 100 mm
Sin oscilación
Presión = 2 bar

En el anexo 10 se puede observar el diagrama de la etapa de prensado.

### 4.12 SECADO.

El secado se realiza en un cilindro de hierro fundido, sometido a presión, cuya superficie exterior es altamente pulida, libre de marcas y con un espesor uniforme para garantizar la adecuada transferencia de calor. Frecuentemente la pared interior es torneada para obtener un espesor de pared uniforme. Funciona a través de la junta de vapor rotatoria y a través del centro de la flecha del lado de accionamiento, el vapor se condensa en las superficies interiores del secador a medida que el calor es tomado a través de la carcasa y perdido a través de las tapas. A la velocidad del cilindro se forma una película de condensado y este es removido por el sifón rotatorio hacia el centro de la flecha en sentido contrario a la entrada de vapor.

### Fases de secado de un cilindro secador

#### Primera fase:

La hoja se encuentra en contacto con el secador, pero la temperatura de la hoja se incrementa lentamente sin la presión de la lona forzándola con el secador.

#### Segunda fase:

La lona permanece en contacto con la hoja, forzando hacia fuera el aire atrapado entre la hoja y el secador. Algunas evaporaciones ocurren en esta fase, el vapor de agua pasa a través de las aberturas reticulares de la malla sintética con menos absorción o condensación que la que ocurre en los fieltros de algodón o lana. Los pasajes libres de vapor a través de la malla incrementan la transferencia de masa, la cual baja la temperatura de la hoja, esto por consiguiente aumenta la transferencia del calor del secador de la hoja.

#### Tercera fase:

La lona deja la hoja y el secador, ocurriendo evaporaciones sobre la superficie expuesta de la hoja. La transferencia de calor es baja ya que se libera la presión de la lona.

#### Cuarta fase:

La hoja deja el secador y el lado caliente de la hoja pierde vapor rápidamente, causando una caída abrupta de la temperatura de la hoja. El vapor continúa saliendo de la lona y del lado de la hoja. Esta fase continua hasta el contacto con el próximo cilindro secador y el ciclo es repetitivo, en la figura 58 se muestran las fases de secado y en el cuadro 34 los datos técnicos del rodillo secador.

Cuadro 34.- Datos técnicos del rodillo secador.

<b>Datos técnicos</b>	
Dimensiones principales	1,820 X 7,470 mm.
Espesor de la camisa	35 mm.
Ejecutados en hierro fundido.	
Máxima presión de trabajo	11 Kg/cm <sup>2</sup> .
Presión de prueba hidráulica	22 Kg/cm <sup>2</sup> .
Lubricación de cojinetes por aceite	

Descarga de condensado por un sifón rotativo Jonson
Entrada de vapor por el lado de accionamiento
Salida de condensado por el lado de accionamiento
Con ranuras para el sistema de guía de cuerdas

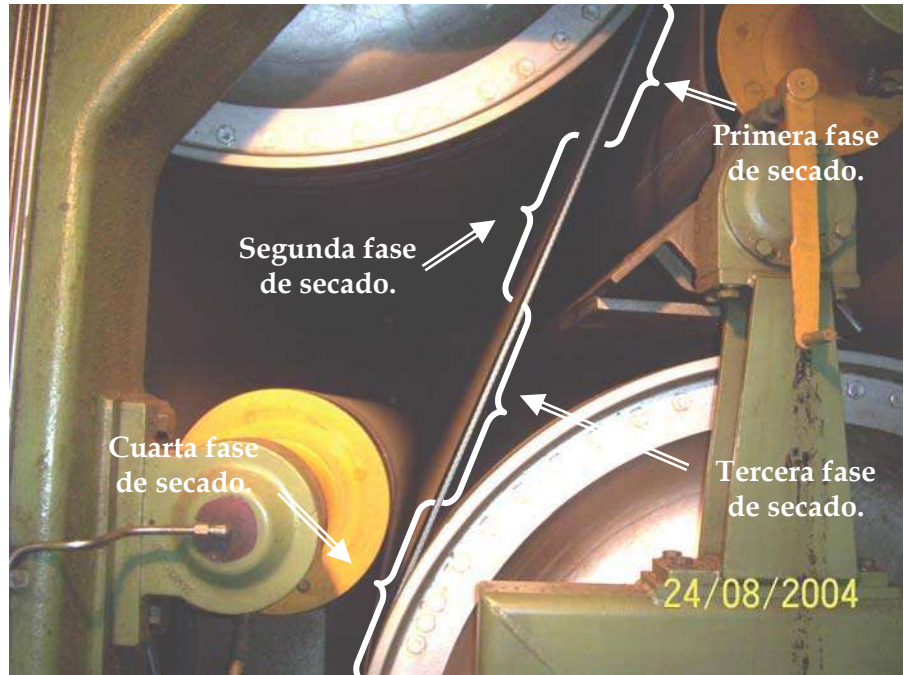


Figura 58.- Fases de secado.

### Rodillo guía de lonas.

Es un rodillo dimensional o de acuerdo con la velocidad de la máquina anchura y tensión de la lona, a si como a los esfuerzos y condiciones de operación.

Su función es guiar y transportar la lona a través del recorrido, sus datos técnicos se muestran en el cuadro 35.

Cuadro 35.- Rodillos guía.

DIMENSIONES DEL RODILLO	
Dimensiones principales	450 x7,670 mm.
Sin recubrimiento	
Para máxima tensión de la lona	3.0 kp/cm.
Cojinetes de rodamiento de hierro fundido.	
Lubricación de cojinetes por aceite.	

## Tensores y reguladores

Son utilizados en la máquina de alta velocidad y tienen dispositivos de medición de tensión de la lona y conforme esta actúa o son accionados; normalmente con motores a base de aire comprimido, en el cuadro 36 se muestran sus datos técnicos.

Cuadro 36.- Datos técnicos de los tensores.

<b>Datos técnicos.</b>
Once tensores de lona automáticos.
Tamaño
Accionados por motor de aire comprimido
Curso de estirado 2250 mm.
Con dispositivo de medición y detención lona.

## Sistema de cuerdas

Es un sistema auxiliar para el paso del papel conformado por poleas y cuerdas y son accionadas por el movimiento de los cilindros secadores. Su función es pasar la guía de papel a través de la sección de secado. Las cuerdas pueden ser de algodón o de algún otro material. Su diámetro dependerá de la fuerza requerida y la distancia del viaje. Este sistema de cuerdas esta dividido en siete grupos desde los secadores hasta la enrolladora.

## Cortadores de punta.

Son dispositivos especiales para el corte de la hoja con desplazamiento transversal. Su función es utilizar el corte transversal de la hoja pudiendo hacer la tira o guía ancha o angosta; el movimiento es transmitido a base de un motor reductor y el movimiento de la cuchilla rotativa es mediante aire comprimido.

## Lonas secadoras.

Es una banda sin fin recubierta de material sintético, utilizado en la sección de cilindros secadores.

Sus funciones:

- Transferir la hoja de una posición a otra.
- Actuar como una banda de transmisión de fuerza guiando los cilindros.
- Proveer una distribución uniforme de presión y transferencia de calor.
- Permitir el paso del agua que esta siendo evaporada, a si como el aire.

En el anexo 11 se muestran las secciones de los rodillos de secado.



#### 4.12.1 Vapor y condensado.

Las máquinas para la fabricación del papel requiere de un sistema de vapor y de condensado adaptado a las necesidades de acuerdo con las características del proceso de secado

Los procesos de secado a través de los cilindros secadores son:

- ☞ Proceso convencional
- ☞ Proceso tipo cascada
- ☞ Proceso tipo compresor

##### **Proceso convencional.**

Es usado comúnmente en máquinas antiguas, el vapor de la línea principal alimenta a los cilindros individuales, la regularización de la presión se hace por válvulas manuales para cada cilindro o por medio de una válvula reductora para todo el grupo.

##### **Proceso tipo cascada.**

El vapor vivo de la línea principal alimenta a un grupo de cilindros secadores debido a la transferencia de calor y a su vez se forma un condensado, el cual es llevado por tuberías colectoras a un tanque separador (llamado tanque separador de condensado) donde parte de este se recupera por evaporación, dando origen a un vapor de flash; el cual alimenta al grupo de secadores siguientes de mas baja presión, normalmente se mezcla con vapor procedentes de las calderas llamado (vapor vivo), para abastecer la demanda de los siguientes secadores, después de que el vapor vivo pasa por medio de una válvula de control automático. Su ventaja es la reutilización del vapor de flash.

##### **Proceso tipo termocompresor.**

Este proceso es similar al de cascada, pues también se aprovecha el vapor de flash, pero la diferencia es que el vapor es utilizado en el mismo grupo de secadores del cual es extraído el condensado, a la vez que el grupo de cilindros secadores trabaja independientemente, marcando la principal diferencia de tipo cascada.

Un proceso de tipo termocompresor evita que cualquier problema cualquiera que ocurra en un grupo de cilindros secadores se transmita o afecte a los demás. El sistema de tipo termocompresor tiene una desventaja ya que tiende a acumular un volumen de gases no condensables en el vapor, a medida que opera por periodos largos de tiempo; la acumulación de gases no condensables, impide la transferencia de calor adecuada. En la figura 59 se muestra la imagen de un termocompresor. En el anexo 12 se muestra la línea de vapor de los rodillos secadores.



Figura 59.- Termocompresor.

#### 4.13 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO.

En la Corporación Durango Planta Centauro, se fabrica papel del tipo Kraft reciclado en diferentes gramajes y calidades, dependiendo las especificaciones del cliente y del tipo de papel. Los papeles que se fabrican están dentro de la norma ISO-9001 de calidad por lo que se cuenta con laboratorios especializados según las normas TAPPI.

Se fabrican papeles liners, liners blancos, papel jaspeado blanco, papel médium, papel médium HC y papel médium de exportación. Todos estos cuentan con especificaciones de calidad del cliente y un rango estándar que se debe de considerar como el valor mínimo para establecer su calidad.

Las empresas que son certificadas internacionalmente, cuentan con sus laboratorios o instalaciones destinadas a realizar el diagnostico final de los productos que producen. La Industria Centauro cuenta con un departamento de Aseguramiento de Calidad, el cual determina las principales propiedades del papel que genera la empresa, y en base a sus resultados, expide los certificados de calidad, que avalan los requerimientos de sus clientes satisfechos.

En el cuadro 37 se encuentran las especificaciones de calidad para TITAN y sus rangos estándar y el tipo de papel que se fabrica para este cliente.

Cuadro 37.- Pruebas importantes para cada tipo de papel.

Papeles	Mullen Lb/plg <sup>2</sup>	Ring Crush lb	Lisura Bendtsen ml/min	CMT lbs
Papel liner.	*	*	*	
Papel liner blanco.	*	*	*	
Papel jaspeado blanco	*	*		
Papel médium		*		*
Papel médium HC		*		*
Papel médium exportación		*		*

En el cuadro 38 se resumen las técnicas de evaluación para el papel (producto terminado).

En el laboratorio de Calidad de Industrias Centauro, se realizan las pruebas finales al producto terminado, sus técnicas y procedimientos corresponden a las normas establecidas por los organismos internacionales como la TAPPI, Asociación Técnica de la Industria de la Pulpa y el Papel (TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY). Esta organización concentra la mayoría de las técnicas estandarizadas sobre el estudio y pruebas para papel, esto por que se ha regulado bajo un acuerdo con sociedades de estudio como la ASMT, Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society For Testing And Materials), se publican estudios y técnicas homogéneas que aplican igualando así sus criterios.

Cuadro 38.- Evaluaciones del papel.

Características	Unidad	Método TAPPI	Instrucción de trabajo
Muestreo de Papel		T 400 sp - 02	ITR 8.2.4 15 CAL
Peso Base	Gr/ m <sup>2</sup>	T 410 om - 02	ITR 8.2.4 16 CAL
Humedad	%	T 412 om - 02	ITR 8.2.4 17 CAL
Calibre	Milésimas de “	T 411 om - 97	ITR 8.2.4 18 CAL
Mullen	Lb / pulg <sup>2</sup>	T 807 om - 03	ITR 8.2.4 19 CAL
CMT	Lb	T 809 om - 99	ITR 8.2.4 20 CAL
Ring Crush	Lb	T 822 om - 02	ITR 8.2.4 21 CAL
Lisura	MI / min	TUM 535	ITR 8.2.4 22 CAL
Plybond	Lb / pulg <sup>2</sup>	TUM 522	ITR 8.2.4 23 CAL
Encolado Cobb	Gr / m <sup>2</sup>	T 441 om - 98	ITR 8.2.4 25 CAL
Gota de agua	segundos	T 835 om - 03	ITR 8.2.4 26 CAL
Color	Unidades L,a,b	T 524 om - 02	ITR 8.2.4 27 CAL
Dureza del rollo	Unidades	TUM 402	ITR 8.2.4 28 CAL
Porosidad Gurley	segundos	T 460 om - 02	ITR 8.2.4 29 CAL
Rasgado	Grf	T 414 om - 98	ITR 8.2.4 31 CAL
Bond Scott	ft.lb	T 569 pun - 00	ITR 8.2.4 29 CAL

Las Técnicas están clasificadas y establecidas en la industria Centauro por la aplicación de algunas de ellas, para especificaciones de calidad son las mas relevantes en el mercado, la labor en esta área es la certificación de calidad y la revisión y actualización en base a las técnicas TAPPI e identificar posibles factores de error, que proporcionan datos falsos en las lecturas de dichas mediciones. A continuación se realiza una breve descripción de las pruebas y equipos que se utilizan. Las pruebas más relevantes que se realizan en el laboratorio de control y aseguramiento de Calidad son las siguientes:

- ☞ Perfil de Peso Base.
- ☞ Perfil de Humedad.
- ☞ Peso de Capas.
- ☞ Calibre
- ☞ Mullen
- ☞ Ring Crush
- ☞ Scott - Bond
- ☞ Encolado
- ☞ Lisura Bendsten
- ☞ Rasgado
- ☞ Porosidad
- ☞ Color
- ☞ Ceras Dennison
- ☞ CMT
- ☞ Dureza

#### **Gramaje del papel y cartón, Perfil de peso base.**

En muchos países el peso por unidad de área del papel es expresado con la relación  $\text{g/m}^2$ , cuya denominación del francés “gramaje”, fue recomendada y generalizada, para el manejo de esta determinación.

La mayoría de este papel es comercializado de acuerdo a esta unidad, por lo tanto el gramaje (peso base) tiene gran relevancia en este mercado; sin redundar, en base a este, consumidores y productores determinan el precio. El gramaje se define como peso por unidad de área.

#### Equipos:

- ☞ Balanza Digital con precisión de 0.25% de la carga aplicada; la balanza debe aislarse de corrientes de aire.
- ☞ Guillotina para cortar muestras que permitan asegurar el paralelismo con las orillas contrarias, o bien.
- ☞ Guillotina Neumática de precisión.

#### Muestra:

- ☞ Se toma un patrón estándar de la muestra en la planta, de dimensiones de 40 x 25 cm mínimas y un total de 10 muestras a todo lo ancho del perfil.

### Procedimiento:

- ☞ Cuando sale el jumbo que se está generando y después de que se le ha quitado determinado número de hojas del final de enrollado, se procede al muestreo cortando una muestra con cuidado con una navaja filosa.
- ☞ Se realiza un corte lineal a través del perfil, de aproximadamente 40 cm de ancho, esto para abarcar sin problemas la medida real de 30 cm.
- ☞ Se enrolla la muestra con el lado cobertura hacia adentro, procurando no maltratar la muestra, para evitar dañar las fibras; se lleva enseguida al laboratorio de pruebas.
- ☞ Posteriormente en el laboratorio de pruebas, se cortan 10 muestras representativas a todo lo ancho de la hoja del jumbo de 40 x 25 cm.
- ☞ Se enumera cada una de ellas.
- ☞ Para cuestiones de información en cambios de producción u otras variantes se pesan las 10 muestras a la vez, procurando que no se caigan o rocen debajo de la superficie de la balanza, esto para realizar correcciones a tiempo.
- ☞ Posteriormente, se pesa una a una de cada muestra y se multiplica por 10 el valor obtenido.
- ☞ Se registra cada uno de los valores, además del promedio de las muestras, en la hoja del reporte diario de calidad de jumbos.
- ☞ Después de realizar todo el procedimiento hay que seguir realizando las demás pruebas y registrar el gramaje en  $\text{gr/m}^2$  por cada unidad de prueba; además se calcula el promedio de las 10 muestras notificando al jefe de turno en producción sobre variaciones fuera de los estándares.

### **% de humedad en papel y cartón, perfil de humedad**

Las humedades son muy significativas por razones económicas y por su efecto en las propiedades de impresión, contracción, resistencias físicas, estabilidad dimensional y que el papel corra bien en la máquina

### Equipos:

- ☞ Estufa de secado a  $105^{\circ}\text{C}$ .
- ☞ Balanza digital de precisión de 1 mg.

### Muestra:

- ☞ Se toman muestras de 10 x 10 cm tomadas a través del ancho del jumbo saliente.

### Procedimiento:

- ☞ Se toman 10 muestras de  $100\text{ cm}^2$  para humedad, que se distribuyen a lo largo del perfil.
- ☞ Se guardan en una bolsa, para conservar en condiciones la muestra.
- ☞ Se verifica que la balanza esté nivelada y tarada, en caso contrario se realiza la calibración respectiva.
- ☞ Se toma cada una de las muestras de la bolsa para pesarlas, con una precisión lo más cercano a 0.01 gr.

- Se colocan en la estufa de secado procurando siempre que las muestras no queden empalmadas; se verifica que la temperatura sea la adecuada para deshidratar las muestras.
- Se deja transcurrir 15 min, una vez transcurrido este tiempo, se saca cada una de las muestras.
- Se pesan nuevamente, registrando la pérdida de peso.
- Para registrar el porcentaje de humedad como porcentaje de la pérdida de peso original a diferencia del peso final de la muestra y agregando el promedio de todas las muestras. Si se presentan alteraciones en este parámetro pueden ocasionar franjas de humedad, por lo cual se debe informar al jefe de turno de producción.

Cálculos:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{W_1 - W_2 \times 100}{W_1}$$

Donde:

$W_1$  = peso inicial en gramos.

$W_2$  = peso final en gramos.

**Calibre - espesor o densidad del papel y cartón combinado.**

El espesor es una propiedad importante del papel, cartón o cartón combinado, y sus variaciones son también importantes, especialmente para papeles y cartones usados con propósitos mecánicos. Al verificar si se cumple con la prueba de calibre, es útil para el trabajo de investigación, control de rutina y diseños de productos de aceptación.

El espesor del cartón combinado es una de las características que afectan de manera importante la rigidez a la flexión.

La prueba del espesor o calibre del papel se define como la distancia perpendicular entre las dos superficies principales del papel.

Equipos:

- Micrómetro de precisión automático.

Muestras:

- Se utilizan 5 muestras representativas a todo lo ancho del perfil, alternando pares o nones en cada jumbo, pudiendo usarse las del peso base.

Procedimiento:

- Antes de utilizar el micrómetro se debe asegurar que las superficies del pie de presión y del yunque estén limpias y que se han verificado la calibración del instrumento, siempre indicando ceros.
- Se acciona el equipo utilizando el botón lateral derecho para levantar el pie de presión.
- Luego se coloca la muestra y se suelta el botón hasta que la lectura se mantenga, se anota la lectura obtenida y se oprime nuevamente el botón para levantar el pie del

aparato y se cambia de posición la muestra, siempre contrario a la dirección de la máquina.

- ☛ Se miden los calibres de las secciones frente, centro y transmisión, de las cuales la primera y segunda son dos mediciones, de las que se obtiene un promedio.
- ☛ Se anotan las lecturas y se promedia las dos lecturas obtenidas de cada muestra, luego se convierte el valor en micras obtenido del aparato a milésimas de pulgada, utilizando el factor de conversión 25.4 micras a milésimas de pulgada.
- ☛ Se nivela de nuevo el equipo, verificándose de nuevo el punto número 1 de este procedimiento.
- ☛ Se registra el valor del calibre en milésimas de pulgada de los puntos principales del perfil; lado frente, lado centro y lado transmisión y el promedio de estos en la hoja de control de Jumbos.

#### Factores que Influyen en el calibre.

- ☛ Gramaje: al incrementar el gramaje aumenta la densidad.
- ☛ Humedad: al incrementar la humedad aumenta la densidad por hinchamiento de las fibras.
- ☛ Calandrado: este provoca que disminuya la densidad.

#### **Prueba de Mullen.**

##### **Resistencia a la explosión del papel liner y Cartón.**

La prueba de resistencia a la explosión de cartón, incluyendo papel liner, es una medida compuesta por ciertas propiedades de la hoja, estructura, principalmente resistencia a la tensión y elongación. En general, la resistencia a la explosión es dependiente del tipo, proporción, preparación y cantidad de fibras presentes en la hoja y de su formación, el encolado interno y hasta cierto punto, el tratamiento superficial. Esta prueba en combinación con el peso base, sirve para definir “calidades estándar en el mercado”.

La prueba de Mullen se define como la resistencia a la explosión en el papel Liner y de cartón.

#### Equipo:

- ☛ Probador de papel del tipo “C” de diafragma expandible de presión hidráulica.

#### Muestra:

- ☛ Se utilizan las muestras del peso base.

#### Procedimiento:

- ☛ Se usan 5 muestras representativas a todo lo ancho del perfil para probarlas, que no hayan sido maltratadas de sus fibras.
- ☛ Se enciende el Aparato Mullen Tester.
- ☛ Se sujeta una de las muestras a probar para que no tenga deslizamiento visible durante o después de la prueba con la unidad sujetadora con la que cuenta el equipo, se determina en el procedimiento de trabajo, que se esta analizando en primer termino, base o cobertura.

- ☛ Se gira la perilla de presión, para que se lleve a cabo la explosión en la muestra, verificando que el manómetro se encuentre en ceros antes de iniciar la prueba.
- ☛ Se anota el máximo de presión registrada en el manómetro.
- ☛ Se devuelve la aguja a cero y se libera la muestra de la unidad de sujeción.
- ☛ Se prueba del otro lado de la muestra; registrando cada uno de los datos obtenidos como lado base y lado cobertura, repitiendo la misma operación con cada una de las muestras.
- ☛ Al revisar una muestra se promedia cuantas veces se realiza la prueba del mismo lado, a menos que se observe alguna alteración en la superficie de la muestra, en la parte en donde fue probado este dato será omitido.
- ☛ Se apaga el aparato.
- ☛ Para reportar los resultados se registra el promedio de cada uno de los tres puntos principales del perfil y el promedio de los tres en unidades de lb/pulg<sup>2</sup> en el reporte de hoja de pruebas si existe alguna variación se avisa de inmediato al jefe de turno de producción de cualquier dato fuera de especificación.

El índice de explosión depende de las siguientes variables.

- ☛ Humedad del ambiente: en general el índice de explosión disminuye al aumentar la humedad del ambiente.
- ☛ Grado de encolado: por lo general la explosión aumenta con el alto grado de encolado.
- ☛ Calandrado o satinado: el calandrado favorece el valor del índice de explosión.

**Scot - Bond**

**Resistencia al desprendimiento.**

El papel y el cartón son sometidos a diferentes procesos, impresión, conversión en cajas, etc., procesos que a veces provocan golpes, impulsos, choques de carga, que afectan por fuera o por dentro de la estructura de las hojas.

Esta prueba determina la resistencia del papel y el desprendimiento de sus capas.

Misma propiedad que se debe pronosticar para que no se produzca un papel con fallas en la estructura, delimitaciones en las resistencias al desprendimiento de las capas de la hoja. La prueba se realiza con un conjunto de capas, una capa inferior y otra superior de cinta adhesiva de doble cara y la muestra de papel en el interior, las cuales son presionadas entre un yunque plano metálico, y una pieza de escuadra de aluminio, la cual se sujeta para que un péndulo la impacte en su parte superior, provocando que la pieza de aluminio se gire y la muestra de papel se desgarre en dirección z.

Equipo:

- ☛ Preparador de las muestras de desprendimiento.

Muestra:

- ☛ Se alterna la muestra que se va a usar, ya sea del frente, centro o transmisión.



- ☞ Se corta una muestra en sentido transversal, de dimensiones de 1 pulg de ancho y 5.5 pulg de largo.

Procedimiento:

- ☞ Se coloca cinta de doble cara sobre los yunques planos, y sobre estos, la muestra, que debe de ser nuevamente cubierta con la cinta.
- ☞ Se coloca firmemente, las bases de escuadra de aluminio por medio de la base provista del par de seguros. Se presiona hacia abajo para el ensamble correcto.
- ☞ Se presiona el botón de corte, en dos ocasiones pausadamente, la primera que prensa la muestra y la segunda que corta en secciones iguales.
- ☞ Se retiran cuidadosamente cada una de ellas para no interferir en las condiciones de la muestra.
- ☞ Se colocan el equipo, provisto del péndulo, una a una las muestras y se registra el valor que proporciona el equipo, en  $\text{lb/pulg}^2$ , directamente.
- ☞ Se promedian las 5 diferentes lecturas y se registra el valor, en caso de alguna anomalía se notifica a los supervisores.

**Ring Crush**

**Método de soporte rígido en cartón.**

La resistencia a la compresión de la columna de cartón, es un elemento principal para determinar la resistencia a la compresión dinámica de la hoja hecha de este cartón.

Puesto que las cajas de cartón para embarque están frecuentemente sujetas a cargas las cuales son soportadas por la resistencia a la compresión, haciendo de esta una medida importante de las características de funcionamiento del cartón, útil en el control del proceso de manufactura y medición de la calidad del producto terminado, puesto que la compresión de la columna se puede estimar por la suma de la resistencia del Ring Crush del papel liner o médium, esta prueba es útil para el control del fabricante de cajas de cartón.

La prueba del Ring Crush se define como la resistencia a la compresión de una columna de cartón.

Equipos necesarios:

- ☞ Aparato de compresión, con sujetador de muestras de tipo circular con isla al centro removible y reemplazable con discos de diferentes diámetros.
- ☞ Guillotina de punzón troquelado para cortar muestras de dimensiones exactas, en forma limpia y paralela.

Muestra:

- ☞ Se toman muestras de 0.5 x 6.0 pulg de ancho, alineadas de tal forma que la dimensión mayor de 6 pulg esté paralela a la dirección de la máquina, esto es muy importante, para describir adecuadamente la resistencia del papel.

Procedimiento:

- ☞ Se cortan 5 muestras representativas a todo lo ancho del perfil con cuidado de no maltratar las fibras ya que esto causaría resultados de prueba más bajos.

- ☞ Se verifica el espesor de las muestras a probar, esto para seleccionar el disco adecuado para insertar la muestra, según la tabla, que ahí mismo se encuentra anexada.
- ☞ Se Coloca cada una de las muestras en el sujetador circular, intercalando cobertura hacia adentro y fuera del anillo.
- ☞ Se coloca el aro con la muestra, al centro del plato inferior del aparato de compresión, se recomienda utilizar la varilla en la placa inferior, para asegurar que el sujetador este bien colocado en el centro del aparato.
- ☞ Se acciona el botón que aplica la carga a la muestra, y se verifica el momento en que falla la muestra, se registra la carga máxima, mostrada en la pantalla del aparato.
- ☞ Se detiene la acción automática de descenso del aparato.
- ☞ Se registra el resultado, para luego repetir la misma operación con cada una de las muestras.
- ☞ Se reporta el promedio de cada uno de los tres puntos principales del perfil y el promedio de los tres en lb/pulg<sup>2</sup> en reporte de hoja de pruebas, avisando de inmediato a jefe de turno de producción, acerca de cualquier dato fuera del rango mínimo y máximo especificados.

## **CMT**

### **Prueba de rigidez en el papel para corrugar.**

La rigidez de la estructura de la flauta, es una de las características esenciales del cartón corrugado y la resistencia al aplastamiento de la estructura de la flauta en el corrugador y otro equipo de conversión. La prueba para papel corrugado CMT (Concora Médium Tester) permite la evaluación del papel médium corrugado antes de ser fabricado el cartón combinado, y puede ser usado como base para juzgar la eficiencia de la fabricación.

La prueba de CMT se define como una resistencia de las acanaladuras del cartón, a una fuerza de aplastamiento aplicada perpendicularmente a una tira de papel que ha sido corrugada en el laboratorio, y provee un medio para estimar en el laboratorio el potencial de resistencia de la fabricación.

#### Equipo necesario:

- ☞ Aparato Corrugador, con termostato, regulador de temperatura de los rodillos corrugadores a 177<sup>o</sup> C
- ☞ Bastidor de 9 dientes y 10 valles o 11 dientes y 10 valles.
- ☞ Cinta sensible a la presión engomada de 0.75 pulg de ancho.
- ☞ Guillotina de punzón troquelado para cortar muestras de dimensiones exactas, limpias y paralelas
- ☞ Aparato de Compresión Ring Crush.

#### Muestra:

- ☞ Se utilizan las muestra del peso base y se cortan 5 muestras de 0.5 x 6.0 pulg de ancho, representativas a todo el perfil, estas deberán de estar alineadas con la

dimensión mayor (6 pulg) paralela a la dirección de la máquina, semejante a la muestra para Ring – Crush.

Procedimiento:

- ☛ Se organiza el área de trabajo, con todo el equipo y suplementos para facilitar la operación en el tiempo especificado.
- ☛ Se cortan las 5 muestras en la guillotina troquelada que serán representativas a todo lo ancho del perfil, con cuidado de no maltratarlas no exponerlas a la humedad, luego son llevadas al lugar de las pruebas.
- ☛ Se inserta una de las muestras a corrugar con la mano izquierda por la ranura guía de lado izquierdo del corrugador, con cuidado para no maltratar las fibras.
- ☛ Se retira la muestra ya corrugada por el lado derecho del corrugador, con la mano derecha y se coloca en el bastidor.
- ☛ Después se coloca el peine sobre la muestra, ya ubicada en el bastidor.
- ☛ Se aplica cinta engomada y utilizando el dedo pulgar se aplica presión para aplastar los corrugados adicionales a los extremos de cada una de las 10 flautas.
- ☛ Se retira cuidadosamente el peine de la muestra con cinta.
- ☛ Se colocan inmediatamente en el aparato de compresión las muestras con las flautas hacia arriba y se aplica carga en el aparato de compresión.
- ☛ Se prueba la muestra inmediatamente después de haberla corrugado evitando tocar la muestra con los dedos.
- ☛ Procurar que el tiempo transcurrido para el aplastamiento, desde que la muestra salió en su totalidad del corrugador, hasta la aplicación de la carga de fuerza inicial, sea de 5 a 8 seg.
- ☛ Se anotan cada uno de los resultados obtenidos de cada muestra al ser aplastadas, promediando los valores de las muestras que fueron revisadas o al menos que se haya observado alguna alteración.
- ☛ Se reportan los resultados en unidades de lb/pulg<sup>2</sup> los tres puntos principales del perfil y el promedio de estos alternando pares y nones en cada uno.

**Encolado-Prueba de Cobb.**

**Absorción de agua del papel y cartón.**

Este método describe el procedimiento para determinar la cantidad de agua absorbida por el papel bajo condiciones estandarizadas, este es basado en estudios de Cobb y Lowe.

La prueba de Cobb (grado de encolado) se define como la cantidad de agua absorbida por m<sup>2</sup> en cada una de las caras de una muestra de papel bajo condiciones estandarizadas.

Equipo necesario:

- ☛ Aparato de absorción de agua con un anillo o aro de metal con diámetro interior correspondiente a una sección transversal de 100 cm<sup>2</sup> que permita que un lado de la muestra de prueba sea uniforme cubierta por el agua al momento que el periodo humectación empiece.
- ☛ Cronometro
- ☛ Rodillo metálico de 10 Kg de peso y probeta graduada.

- ☞ Balanza con exactitud de 0.01 gr.

Materiales:

- ☞ Papel secante de 30x30 cm.
- ☞ Agua destilada a una temperatura de 23<sup>0</sup> C.

Muestra:

- ☞ Se toma una muestra de 15x15 cm.

Procedimiento:

- ☞ Del jumbo se obtienen dos muestras de papel que estén libres de dobleces, arrugas, o dañadas de las fibras.
- ☞ Se saca de la estufa y se deja acondicionar al cuarto de pruebas de 10 a 15 min de acuerdo con “acondicionamiento estándar y pruebas para papel”.
- ☞ Se pesa cada muestra con una exactitud de 0.01 gr.
- ☞ Se colocan en el aparato de absorción y se sujetan firmemente con el anillo, el cual fue previamente secado.
- ☞ Se vierten 100 ml de agua dentro del anillo tan rápido como sea posible para de este modo obtener una carga de 1 cm.
- ☞ Se enciende inmediatamente el cronometro, a los 15 seg antes de que termine el periodo de prueba predeterminado, vaciar rápidamente el agua del anillo teniendo mucho cuidado de que no caiga alguna gota sobre la porción seca de la muestra.
- ☞ Se retira la muestra del sistema de sujeción, con el lado húmedo hacia arriba se colocan sobre hojas de papel secante asegurándose que las hojas de papel secante estén completamente secas, para esto se realiza el cambio de hojas en cada prueba.
- ☞ El periodo de tiempo determinado para retirar el excedente de agua de la muestra es de 15 seg después de vaciar el agua del anillo.
- ☞ Se coloca otra hoja de papel secante encima de la muestra y se retira el excedente tomando el rodillo de 10 kg con la mano y pasándolo una vez hacia delante y una hacia atrás sobre la hoja, no es necesario aplicar fuerza sobre el rodillo, las muestras que contengan un exceso de agua sobrante después del secado con papel secante, serán rechazadas, esto se observa por áreas brillosas sobre la superficie.
- ☞ Después de retirar el agua excedente, se sugiere doblar su muestra con el lado húmedo hacia adentro y pesarla.
- ☞ Se resta el peso inicial de la muestra con el peso final.
- ☞ Se multiplica por 100 la diferencia de peso expresada en gramos para obtener el peso de agua absorbida en gramos por metro cuadrado ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ), de un lado de la hoja.
- ☞ Se repite el mismo procedimiento con la otra muestra por el lado de la hoja.
- ☞ Se reporta la absorbencia para base como para cobertura en la hoja del reporte de pruebas.

## Porosidad Gurley

### Resistencia al aire del papel.

La resistencia al paso del aire del papel puede usarse como indicador indirecto de algunas variables como: grado de batido, absorción, gravedad específica aparente, eficiencia de filtración para líquidos o gases, etc. Esta es influenciada por ambos, la estructura interna y el acabado superficial. La estructura interna es controlada a lo largo, el tipo y longitud de fibra, grado de hidratación, orientación y compactación.

El acabado superficial es gobernado por el grado de prensado en húmedo, tipo de fieltros usados en la fabricación y principalmente el calandrado, o bien por la presencia o ausencia de recubrimiento. La resistencia esta grandemente influenciada por el tipo y cantidad de relleno, encolado, etc. La medición de la resistencia al aire es útil para pruebas de control de producción de la máquina, sin embargo debido al numero y complejidad de los factores ya descritos, un cuidadoso juicio con una consideración para el producto terminado, puede gobernar la adopción o especificación de los limites para la resistencia al aire.

La resistencia al aire se define como la resistencia ofrecida por una hoja de papel al paso del aire cuando una presión diferencial existe a través del limite de la muestra, esto es evaluando por la obtención del tiempo para dar un volumen de aire que fluya a través de una muestra de dimensiones dadas bajo condiciones estándar de presión, presión diferencial, temperatura y humedad relativa.

#### Equipo:

- ☛ Aparato para porosidad Gurley.

#### Muestra:

- ☛ Se obtiene una muestra de 6.5 cm<sup>2</sup> de papel, pudiendo utilizar las del perfil de peso base.

#### Procedimiento:

- ☛ Inicialmente se coloca el instrumento sobre una superficie nivelada y plana con el objeto de que el cilindro este en una correcta posición vertical.
- ☛ Después se sostiene arriba el cilindro interno, por medio de la placa sujetadora, que posee en su parte superior.
- ☛ Se coloca la muestra entre la placa sujetadora y el cilindro del Densímetro.
- ☛ Se enrosca y se aprieta perfectamente.
- ☛ Enseguida se baja el cilindro interno cuidadosamente para evitar derrame de aceite, esto será hasta que flote.
- ☛ Como el cilindro interno se mueve constantemente hacia abajo, inicie el conteo cuando se haya estabilizado.
- ☛ Se determinan los segundos requeridos para desplazar 100 ml. a través de la muestra.
- ☛ Luego de registrar el tiempo en segundos aflojar la tuerca sujetadora para retirar la muestra, dejando caer lentamente el cilindro interno.

- ☞ Evitar que el aparato este sujeto a vibraciones, con esto se incrementa el grado de aire desplazado.
- ☞ Se limpia el equipo, colocando papel entre la placa sujetadora por si se derramara aceite que quede entre el empaque de caucho del aparato.
- ☞ Se reporta en segundos la resistencia del aire que se necesito para desplazar 100 ml de aire y se reporta en la hoja de resultados.

### **Prueba de rasgado.**

#### **Resistencia al desgarro.**

Este método mide la fuerza perpendicular al plano del papel requerida para rasgar una o varias a través de una distancia específica, después de que el rasgado ha comenzado.

El rasgado es una propiedad característica de la estructura de la hoja. Su importancia en la fabricación es grande y se emplea ampliamente. Tiene importancia en papel para sacos, envoltura y liner.

Esta prueba se define como trabajo necesario para rasgar una hoja de papel.

#### Equipo:

- ☞ Aparato de rasgado tipo Elmendorf, tipo péndulo.
- ☞ Cortador tipo guillotina, para asegurar que las muestras sean paralelas con bordes afilados y limpios.

#### Muestra:

- ☞ Se obtienen muestras de 76 mm de largo por 63 mm de ancho. En paralelo con la dirección de la máquina y perpendicular a la dirección de la máquina (transversal).

#### Procedimiento:

- ☞ Previo a la prueba, se verifica que el aparato de rasgado este nivelado y que al operar el instrumento no haya nada en las mordazas, con la mordaza móvil cerrada se debe registrar cero en la aguja, inspeccionando esto se procede a realizar la prueba.
- ☞ Se cortan las muestras necesarias de modo que la longitud a rasgar sea de 63 mm.
- ☞ Se coloca el sector del péndulo a su posición inicial, así como de llevar la aguja contra su tope.
- ☞ Se colocan las muestras que sean de la misma dirección en las mordazas bien centradas y con el borde inferior colocado cuidadosamente contra los topes. Asegurar las muestras, usando la misma presión en ambos sujetadores.
- ☞ Hacer un corte inicial a las muestras con la navaja del aparato que ya esta ajustada a una distancia de rasgado de 43 mm.
- ☞ Se coloca la muestra y cerciorarse de que este bien sujetada, se retira el tope del péndulo tan rápido como sea posible para liberarlo.
- ☞ Completo el rasgado de las muestras se detiene el péndulo del balanceo de regreso sin mover la posición de la aguja.

- ☞ Se registra la lectura, asegurando que la lectura obtenida sea por lo menos de 40% de la escala y dentro del 60%, si no se obtiene dicha lectura, repetir la prueba colocando más especímenes de prueba.
- ☞ Se repite el mismo procedimiento con las otras muestras de la dirección contraria a la probada.
- ☞ Se realizan los cálculos para determinar la resistencia al desgarro en gramos con la siguiente fórmula:

$$\text{Fuerza de rasgado} = \frac{\text{Lectura en escala} \times \text{Factor de pendulo} \times 32}{N^{\text{a}} \text{ de muestras.}}$$

- ☞ Se reportan los resultados del rasgado para cada dirección principal como, fuerza requerida en gramos para rasgar una hoja, que se expresara con tres cifras significativas, en la hoja de reporte de pruebas.

### **Lisura tipo Bendtsen en papel y cartón.**

El objetivo de este método usando un equipo Bendtsen es para obtener mediciones rápidas de lisura en papel y cartón. Este se realiza por medición de volumen de aire que fuga a través del estrecho contacto de un aro de una cabeza de poro descansando sobre una muestra de papel o cartón.

Esta prueba se define como volumen de aire que fuga en una muestra de papel bajo condiciones estandarizadas.

#### Equipos:

- ☞ Probador de lisura tipo Bendtsen, cristal pulido.

#### Muestra:

- ☞ De 15 × 15 cm.

#### Procedimiento:

- ☞ Se recogen muestras representativas a todo lo ancho del perfil, mismas que deben de estar libres de dobleces, arrugas, partículas superficiales y otras imperfecciones.
- ☞ Se enciende el equipo Bendtsen y se espera a que se estabilice el flujo de aire.
- ☞ Se colocan la muestra a probar por el lado cobertura hacia arriba sobre el cristal especial, asegurándose que este libre de suciedad.
- ☞ Se coloca con cuidado la placa (probador) sobre el papel, y lleva la cabeza de poro para colocarla suavemente, sobre el papel sin aplicar presión alguna.
- ☞ Tratar de evitar golpes que pudieran dañar el aro inferior, mismo que es vital para mediciones correctas.
- ☞ Se registra la primera lectura estable y se cambia de posición la cabeza de poro.
- ☞ Se realizan las mediciones necesarias para cada muestra.
- ☞ Al finalizar la prueba no colocar ningún objeto que pudiera dañar el cristal.

- Se reporta el promedio de cada muestra en unidades de ml/min de aire que se fugo en cada punto principal del perfil y el promedio de estos en la hoja de reporte de pruebas.

### Color de papel y cartón (Geometría 45°/0°).

La apariencia del papel y el cartón es importante, la importancia de evaluar esta propiedad estética, es que se utiliza este papel en convertidoras, las cuales requieren que la tonalidad se especifica y siempre dentro de un rango estándar establecido, ya que se emplea este papel en empaqueo de productos, que llevan una impresión determinada.

Este método especifica el procedimiento para medir el color del papel y cartón por medio de filtros de triple estimulación o espectrofotómetros, agregando geometría direccional e iluminación.

En este método, las funciones de triple estímulo X (rojo), Y (verde) y Z (azul), son medidas por reflectancia  $R_x'$ ,  $R_y'$  y  $R_z'$ . El color puede ser expresado en varios espacios de color.

- Hunter L, a, b
- CIE L\*, a\*, b\*
- L\*, C\*, h\*
- Longitud de onda dominante, pureza, luminosidad.
- Diferencia de color.

Algunos equipos están provistos de microprocesadores que proporcionan la información directamente, relacionado, las referencias de la escala del sistema de color analizado, y el sistema en que se quiere ver representado.

Los estándares que maneja esta empresa son en base a los parámetros de:

- L, L\* Blanco (0) – Negro (100)
- a, a\* Rojo (+)- Verde (-); gris “0”
- b, b\* Amarillo (+)- azul(-); gris “0”

#### Aparato:

- Espectrofotómetro.

#### Muestra:

- Puede ser una de las muestras de peso base.

#### Procedimiento:

- Se verifica si el aparato está calibrado y con suficiente espacio en la memoria, para hacer mediciones. De lo contrario hay que realizar la calibración y eliminación de las lecturas anteriores.
- Se levanta la palanca de sujeción de muestra que tiene el espacio.



- ☛ Se coloca la muestra con cuidado, para que permanezca fija, verificando que no tenga alguna alteración que proporcione un valor falso.
- ☛ El valor de tono se obtiene por medio, del promedio de tres mediciones de color en la muestra.
- ☛ Primero se presiona el botón verde, de “medición”, en segundo cuando el aparato lo indique, mueva su muestra horizontalmente y con cuidado, de nuevo presione “medir”. En tercero, se mueve de igual manera y se vuelve a presionar el botón para medir, al final de esta medición aparecerán los valores que pertenecen a la muestra. Observar si el equipo presenta fallas si las tiene se deberá de repetir el procedimiento.
- ☛ Se reporta el valor de cada una de las coordenadas de color y en base a sus estándares, se determinan altas o bajas y se reportan al supervisor de proceso, para que corrija y realice los movimientos pertinentes.

#### 4.14 EMBOBINADO.

Esta cumple una función muy importante por tal motivo es de mucha importancia tener los cuidados necesarios ya que si no podría llegar a darse un gran problema al terminado.

Cuenta con una velocidad suficiente para desalojar toda la producción de la máquina, en el cuadro 39 se muestran las especificaciones de la bobinadora. Es de importancia mencionar que al montar este equipo se debe tener una muy buena nivelación y que a su vez trabaje con toda la suavidad y sin vibraciones. La bobinadora tiene tres funciones principales que es desenrollar el jumbo seccionarlo en pequeñas bobinas y a su vez enrollarlas en la figura 60 se muestra la imagen de la bobinadora de la planta CENTAURO.

Cuadro 39.- especificaciones de la bobinadora.

<b>Datos</b>		
Velocidad de la bobinadora (m / min).	2,000	1,200
Tiempo de aceleración y desaceleración (t).	90	90
Tiempo parada de emergencia (t).	20	20
Diámetro bobinado (mm).	1,016	1,524
Cantidad de bobinas.	7	3
Velocidad (m / min).	650	445
Diámetro del enrollador (mm).	2,570	2,711
Cantidad de jumbo / hr.	16.8	22
Cantidad cortes de hojas / jumbo.	2	1



Figura 60.- Bobinadora.

### **Desenrollador.**

Es la parte destinada recibir el tambor lleno que viene de la máquina, dicho tambor puede variar de su diámetro máximo con forma a lo indicado y ancho máximo que puede alcanzar 6,930 mm.

Para tener un buen desempeño debe disponer de medios para:

- ☞ Soportar el tambor y fijarlo.
- ☞ Almacenar un tambor vacío.
- ☞ Frenare la bobina tanto para crear tensión en la hoja o en casos de emergencia.
- ☞ Mover la bobina angularmente para una perfecta distribución de tensión en todo el ancho.

### **Soporte del tambor.**

Se cuenta con unas columnas de hierro fundido en la parte superior cuenta con un espacio exacto para recibir el tambor. Su fijación es por medio de una palanca neumáticamente que una vez actuada aprisionara firmemente descansándola contra su asiento garantizando una buena estabilidad, la palanca de fijación dispone de una extremidad en el sentido contrario al de fijación permitiendo por gravedad la salida del tambor.

El tambor pasa al eje que cuenta con frenos accionados por un cilindro neumático. El freno operacional o generador cumple dos funciones. En la velocidad inicial o velocidad de introducción de la hoja este trabaja en régimen motriz, en velocidad de operación que trabaja

en régimen regenerativo. De esta forma el generador frena el tambor con forme a la tensión que la hoja lo requiera manteniendo a si una tensión constante.

Cuenta con un freno de emergencia el cual es mecánico mediante un disco hidráulico este esta destinado solamente para paros programados.

### **Parte de corte.**

Es la zona donde se lleva acabo el corte longitudinal de la hoja para a si formar posteriormente bobinas de diferentes formatos en la figura 61 se muestran los elementos de corte.

Esta compuesta por diferentes elementos:

- ☞ Rodillo guía papel superior.
- ☞ Rodillo guía medidor
- ☞ Rodillo abridor antes de corte.
- ☞ Dispositivo de corte.
- ☞ Rodillo seccionado antes y después de corte.
- ☞ Rodillo abridor después de corte.
- ☞ Sistema pasado de la hoja.



Figura 61.- Elementos de corte para obtener diferentes tamaños de bobinas.

### **Rodillos.**

#### *Rodillo guía papel superior.*

Tiene como función estabilizar la hoja y darle el ángulo adecuado para el paso siguiente.

### Rodillo guía papel medidor

Esta destinado a medir la tensión de la hoja ya que descansa encima de unidades medidoras.

### Rodillo abridor antes de corte.

Este debe estar montado en posición horizontal y con un ángulo de 90 grados con respecto a la hoja. El trayecto de salida deberá ser corto y el de entrada podría ser largo.

### Regulación del rodillo abridor.

Posición normal de arco. Cuando el problema son arrugas longitudinales que eliminar el rodillo se ajustara de manera que el ángulo de su extremo sea igual al del otro extremo.

### Regulación cuando los bordes de la hoja están flojos.

Se deberá regular cuidadosamente en el sentido de la posición cóncava hasta que se uniformiza la tensión de la hoja.

### Regulación para cuando el centro de la hoja esta flojo.

Se deberá regular en el sentido de una posición convexa del rodillo, hasta conseguir una tensión uniforme.

## **Dispositivo de corte.**

Está compuesto básicamente de dos cuchillas por corte anterior y posterior la anterior es de tipo disco con diámetro de 180 mm, esta es arrastrada por la posterior debido a cierta presión que debe haber entre ellas que permiten que se produzca el efecto tijera.

Las cuchillas (figura 62) posteriores son de tipo plato, de diámetro de 250 mm, accionadas por motores individuales. Donde es posible modificar las rotaciones por medio de un variador de frecuencia. Es importante que la velocidad sea siempre 10% mayor que la del papel.

Cada conjunto de corte compuesto de un motor con cuchilla y un soporte con cuchillo rotativo, puede ser desplazado por medio de un engranaje y cremallera, permitiendo su posicionamiento exacto en la medida deseada.



Figura 62.- Cuchilla de corte.

## **Sistema de pasada de la hoja.**

Consiste en varios dispositivos destinados a guiar y pasar la hoja en las partes en las cuales son inaccesibles para el operador se compone de:

- ☞ Guía cinta superior
- ☞ Guía cinta inferior
- ☞ Bandejas
- ☞ Tubos sopladores.

### Guía cinta superior.

Va montada sobre el rodillo guía superior. Consiste en dos rodillos unidos por bandas sin fin. Este conjunto es accionado desde la mesa de control por un cilindro neumático se apoya encima del rodillo guía siendo accionado por este.

### Guía cinta inferior

Están montados en la parte inferior del rodillo de soporte y la función es prácticamente igual la del superior. También es accionado desde la mesa ejerciendo presión contra el rodillo bajo el cual esta de esta manera de introducir el papel es conducido a través de los rodillos soportes.

### Bandejas

Soporta la hoja y la guía mediante tubos sopladores localizados en los lugares inaccesibles.

### Sopladores

Estos actúan mediante chorros de aire a conducir la hoja. Estos son controlados desde la mesa de operación y su uso se limita solo al momento en que se esta pasando la hoja.

## **Enrollador.**

Es la parte destinada a formar las nuevas bobinas donde están deben cumplir con buena uniformidad de tensión y regularidad. Para lograrse esto se debe tener buena solidez es decir, que no se tengan vibraciones para esto se cuenta con dos sólidas columnas ancladas con una viga estructural de acero laminado fijos a estas columnas se encuentra los elementos que componen este conjunto

- ☞ Los rodillos portantes.
- ☞ Dispositivo extractor
- ☞ Rodillo de sarga.
- ☞ Cabezal de fijación
- ☞ Dispositivo de presión lineal.

Aunado a estos se cuenta con otros de tipo auxiliar, uno de los más importantes es la mesa de bajar bobinas destinada a evacuar las bobinas listas del nivel de los rodillos del suelo, en el anexo 13 se muestra el diagrama de flujo de la bobinadora.

#### 4.15 ALMACENAMIENTO.

##### Etiquetado y flejado.

El producto terminado, que en este caso sería los rollos de papel, provenientes de la bobinadora son transportados por medio de una banda transportadora, durante su trayecto le es colocado un sujetador para el rodillo llamado flejado, el cual nos sirve para darle un soporte al rollo y para que no se desprenda la hoja del rollo.

Durante el proceso de flejado, se le coloca a los tubetes un tapón de plástico, que sirve para desenrollar el rollo.

Sucesivamente pasan a la que es la báscula en la cual se toma la lectura del peso, y después son etiquetados, en el cuadro 40 se muestra el contenido de la etiqueta que lleva la bobina.

Cuadro 40.- Datos de etiqueta de bobina.

<u>Datos generales</u>	
Cliente	Destino
Numero de orden	Numero de orden de cliente
Peso	Ancho
Longitud de metros	Diámetro
Numero de rollo	Tipo

#### 4.16 COMERCIALIZACIÓN.

La industria CENTAURO cuenta con mucha demanda de papel kraft para diferentes industrias en el país y fuera del mismo, estas son algunas de ellas:

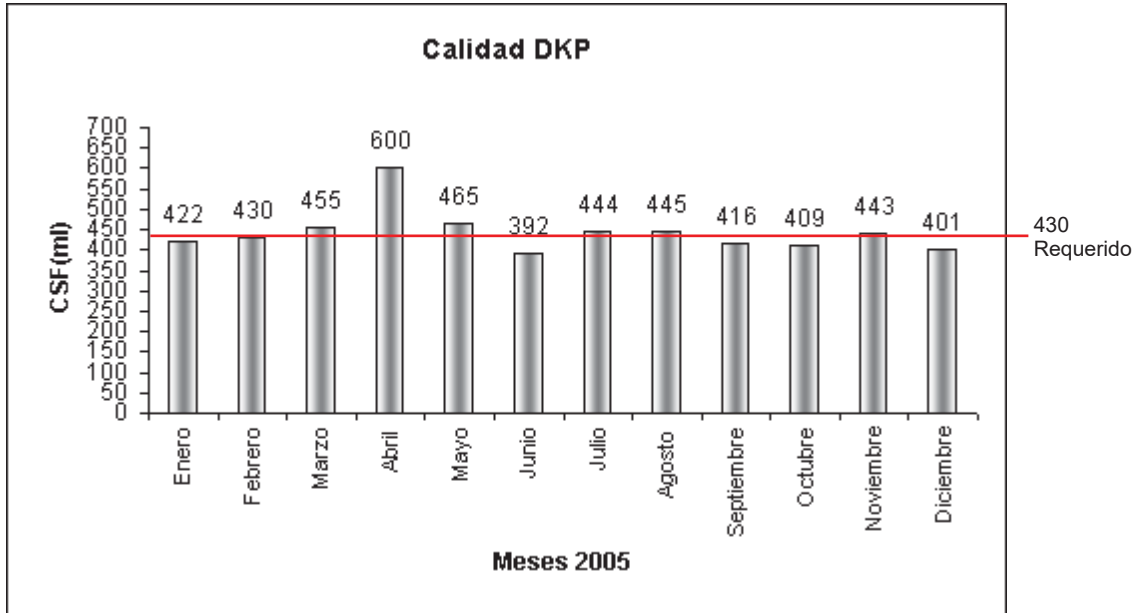
<b>Cliente.</b>	<b>Destino.</b>
Envases microonda.	León Gto.
TITÁN SILVAMEX.	Tlalnepantla Estado de México.
TITÁN.	Tlalnepantla
TITÁN.	Guadalajara.
TITÁN.	Culiacán.
TITÁN.	Monterrey.
TITÁN.	Mexicali.
EFEMSA.	Tultitlan.
EFEMSA.	Querétaro.
Maderas nueva Vizcaya.	Durango.
Cartonera del ebro.	Izcalli Estado de México.

Cartopak.	Apodaca N. L.
Pros corrugadota N.L.	Escobedo N. L.
Serví Cartón. -	Tol cayuca Hgo.
Industria de embalajes y tarimas.	Zapopan Jal.
ISSA muebles.	Cd. Delisissas Chihuahua.
Todipak.	Cuernavaca. Morelos.
Barca de México.	San Juan del Rió. Querétaro.
Corru – Kraft.	Buena Park California.
Inland Container.	San Antonio Texas.
Crockett Container.	Sta. Fe Springs.

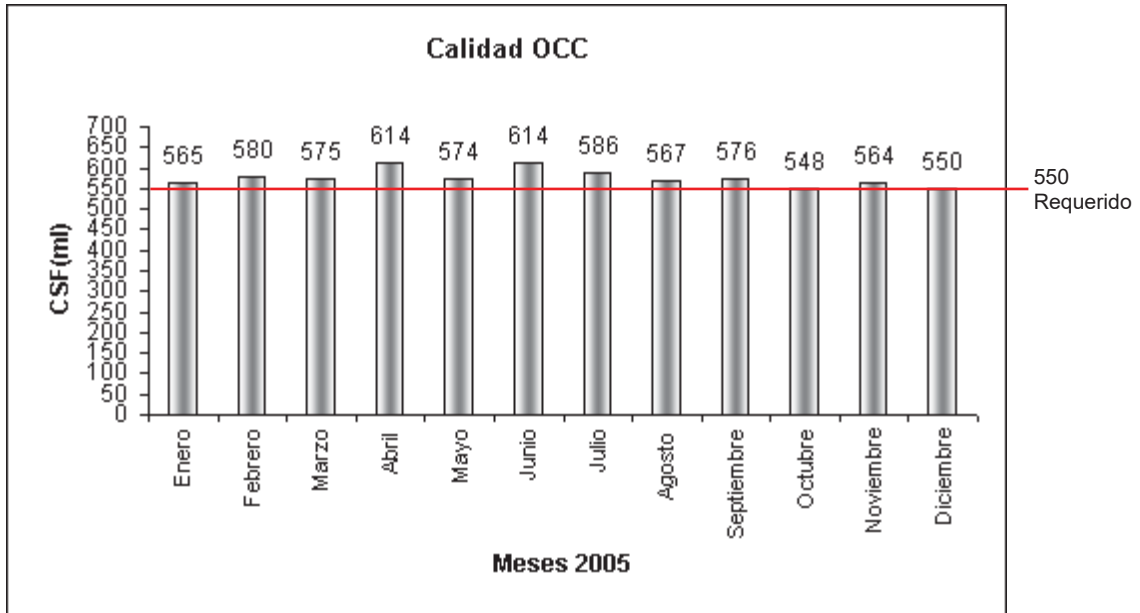
## 5.-ANÁLISIS.

### 5.1 Tendencias de calidad realizadas en el laboratorio de la fecha de enero de 2005 a diciembre de 2005 de algunas fibras secundarias.

TENDENCIAS DE CALIDAD DKP.  
CSF A TIEMPO 0 ENE 05 – DIC 05.

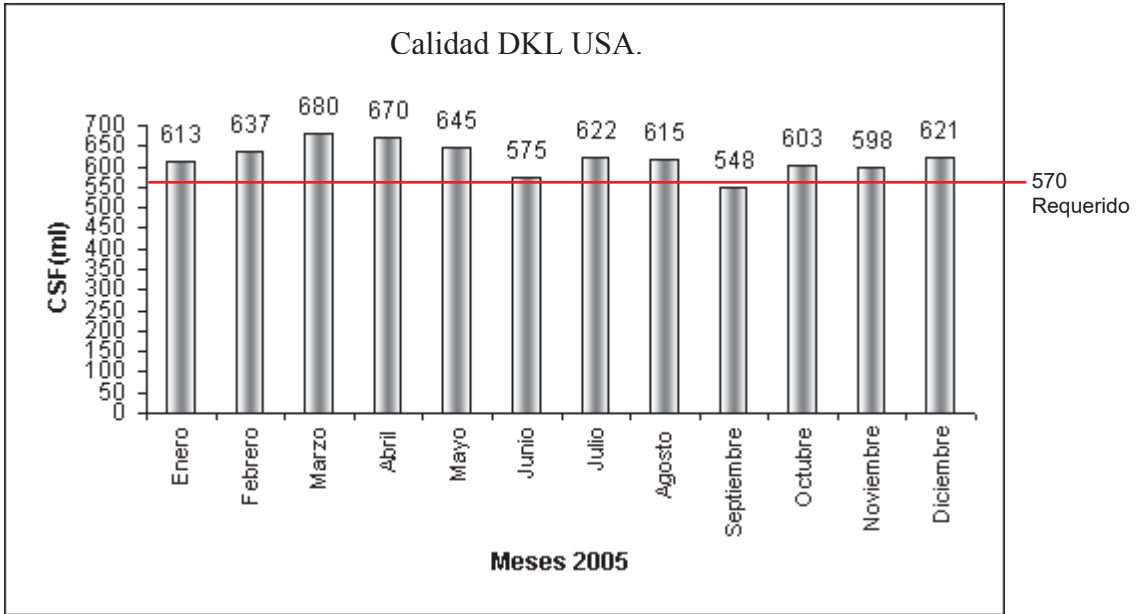


TENDENCIAS DE CALIDAD OCC.  
CSF A TIEMPO 0 ENE 05 – DIC 05.

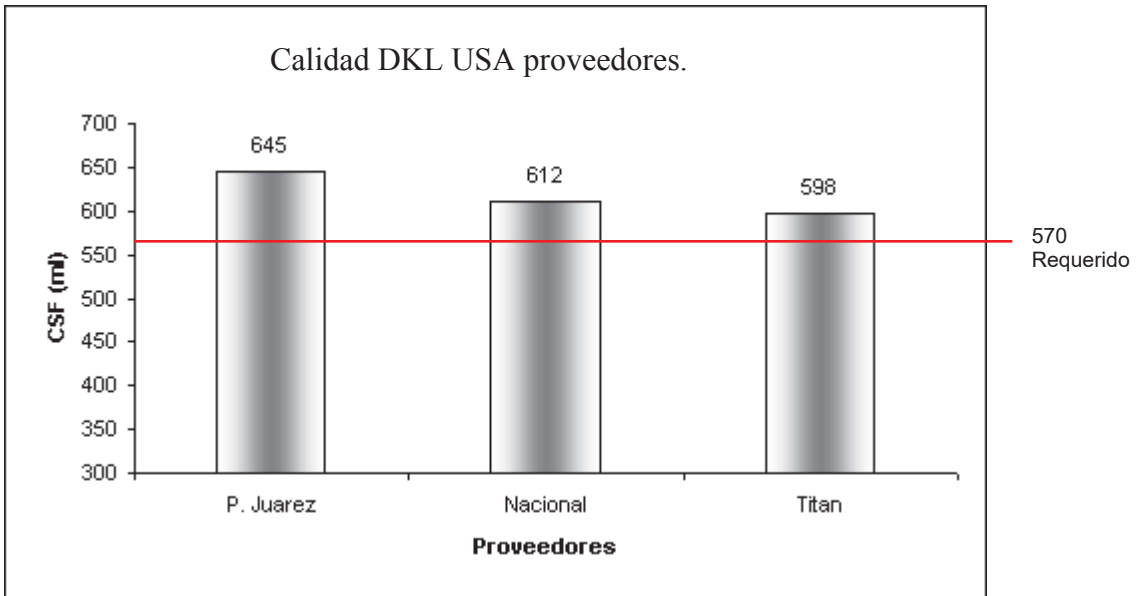




TENDENCIAS DE CALIDAD DKL USA.  
 CSF A TIEMPO 0 ENE 05 – DIC 05.



TENDENCIAS DE CALIDAD DKL USA POR PROVEEDOR.  
 CSF A TIEMPO 0 ENE 05 – DIC 05.



### **Interpretación de las graficas de calidad a diferentes tipos de materias primas.**

Como se puede observar en cada una de las graficas, nos podemos dar cuenta de que el material DKP contiene un promedio de CSF de 430, este requerimiento se pudo lograr en el mes de febrero mientras que en los meses de marzo, abril, mayo, julio, agosto y noviembre sobrepaso este con lo cual sigue siendo redituable por que se puede bajar la CSF a la requerida sin ningún problema, mientras que en los de mas meses se encontró por debajo del requerimiento, esto no quiere decir que sea de mal calidad sino que hay que modificar la fórmula de la mezcla a la hora de dar entrada al proceso siguiente como es el de: limpieza de la pasta y formación de la hoja. Esto mismo se representa en las siguientes graficas la diferencia es que es para algunos tipos de materias primas y proveedores.

### **Interpretación de la curva de batido en las siguientes graficas.**

#### *Gráfico Freeness Vs. Factor de rasgado.*

La fibra muestra condiciones estándar cuando la curva que resulta al graficar Freeness contra el Factor de Rasgado tiene tendencia negativa, esto se interpreta de la siguiente manera: a menor Freeness o mayor refinamiento o longitud de fibra menor, el material tendrá su menor resistencia al rasgado, o a la separación del entrelazado que forman sus fibras. Cuando menor sea el refinamiento, mayor será el Freeness y la longitud de la fibra será mayor con la consecuente ganancia de resistencia al rasgado o al corte.

#### *Gráfico Freeness Vs. Factor Mullen.*

Cuanto menor sea el Freeness o mayor el refinamiento, el material tendrá mayor resistencia a la ruptura por explosión.

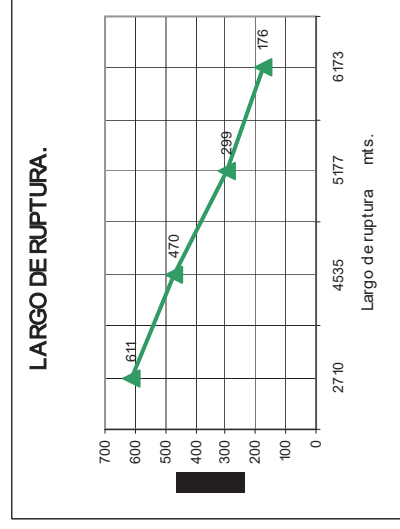
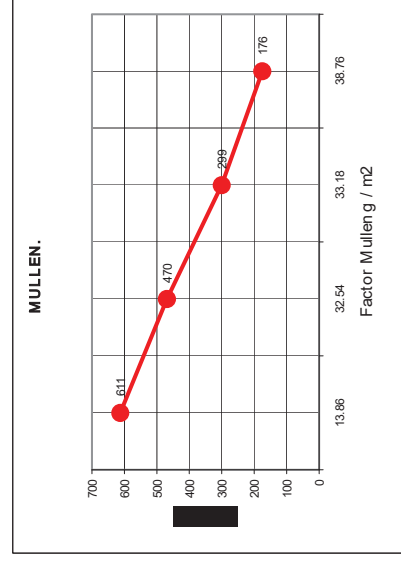
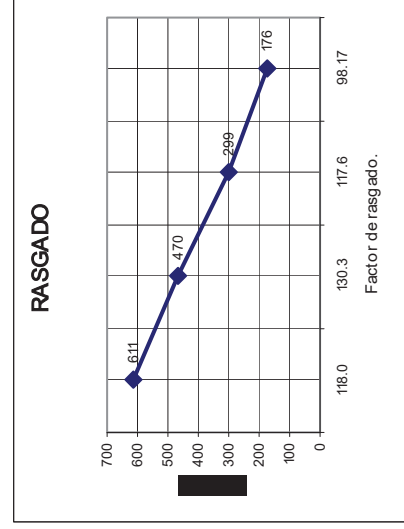
#### *Gráfico Freeness Vs. Largo de Ruptura.*

En esta prueba se determina la ruptura de una muestra de material, cuanto menor sea el Freeness, el largo de ruptura será mayor, es decir al refinar, se obtienen longitudes de fibra cada vez menores, entonces la resistencia a la ruptura disminuye.

**5.2 Pruebas – físico mecánicas de algunas fibras.**  
**INDUSTRIAS CENTAURO S.A DE C.V.**  
**PRUEBAS FISICO - MECÁNICAS.**

		Fecha: Junio 2005			
		Tipo de fibra: OCC			
Tiempo de refinación.	min.	0	15	32	49
Freenes	mL	611	470	299	176
Peso base.	gr / m <sup>2</sup>	61.01	62.03	62.52	61.12
Mullen.	lb / pulg <sup>2</sup>	12.03	28.71	28.57	33.7
Factor Mullen.		13.86	32.54	33.18	38.76
Tención.	Kg	2.48	4.22	4.7	5.66
Largo de ruptura.	mts	2710	4535	5177	6173
Rasgado.	gr	72.0	80.8	71.2	60
Factor de rasgado.		118.0	130.3	117.6	98.17

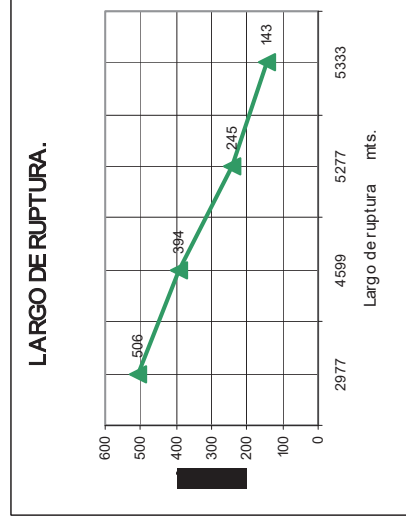
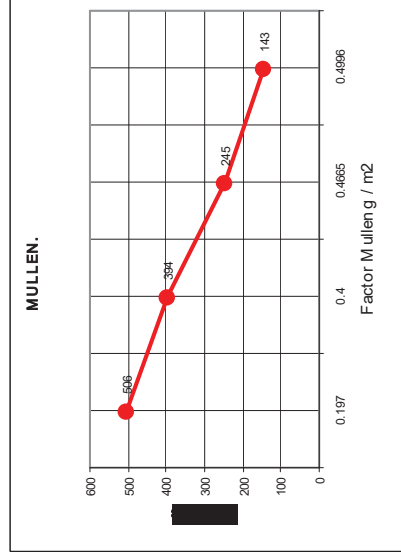
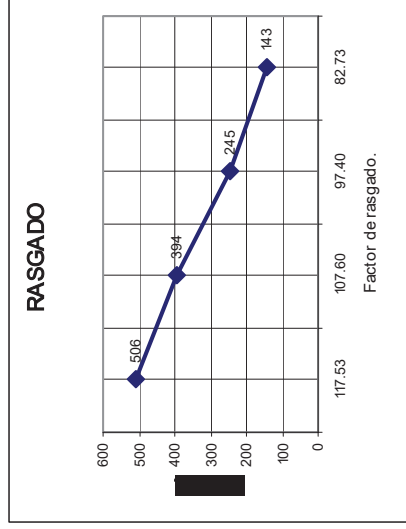
Clasificación de fibras.	
Retenido en malla	16%
Retenido en malla	30%
Retenido en malla	50%
Retenido en malla	70%
Retenido en malla	100%
Perdida de finos	%
	43.02
	17.91
	18.33
	6.65
	2.77
	11.32



INDUSTRIAS CENTAURO S.A DE C.V.  
PRUEBAS FISICO - MECÁNICAS.

Fecha: Junio 2005			
Tipo de fibra: OCC			
Tiempo de refinación.	min.	0	13
Freenes	mL	506	394
Peso base.	gr / m <sup>2</sup>	60	60
Mullen.	lb / pulg <sup>2</sup>	11.83	24.00
Factor Mullen.		0.197	0.4
Tención.	Kg	2.68	4.14
Largo de ruptura.	mts	2977	4599
Rasgado.	gr	70.52	64.56
Factor de rasgado.		117.53	107.60
			97.40
			82.73

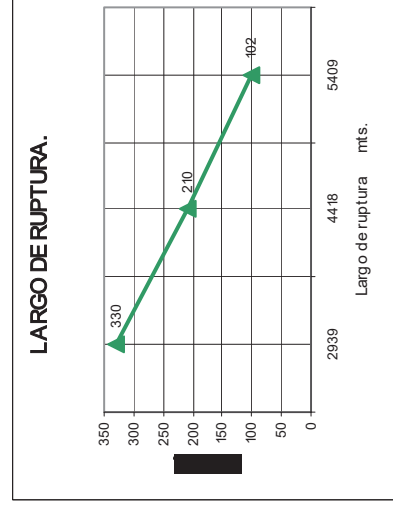
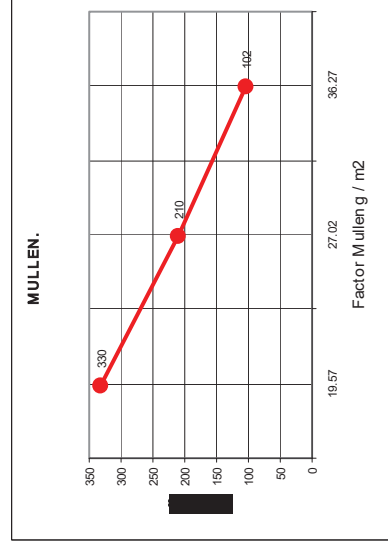
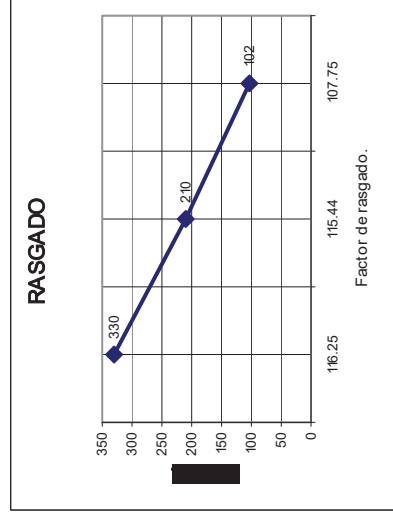
Clasificación de fibras.	
Retenido en malla	16%
Retenido en malla	30%
Retenido en malla	50%
Retenido en malla	70%
Retenido en malla	100%
Perdida de finos	%



INDUSTRIAS CENTAURO S.A DE C.V.  
PRUEBAS FISICO - MECÁNICAS.

Fecha: Junio 2005			
Tipo de fibra: DKL Nacional.			
Tiempo de refinación.	min.	0	10
Freenes	mL	330	210
Peso base.	gr / m <sup>2</sup>	59.87	59.60
Mullen.	lb / pulg <sup>2</sup>	16.67	22.91
Factor Mullen.		19.57	27.02
Tención.	Kg	2.64	3.95
Largo de ruptura.	mts	2939	4418
Rasgado.	gr	69.6	68.8
Factor de rasgado.		116.25	115.44
			107.75

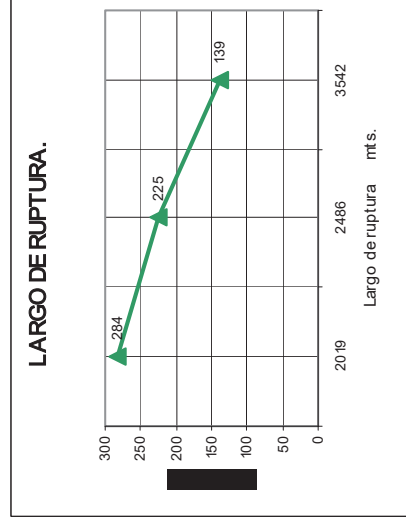
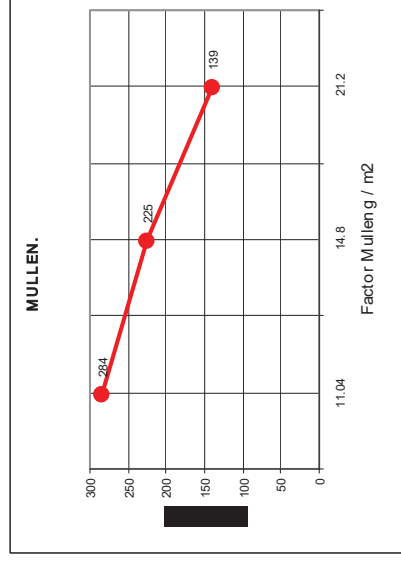
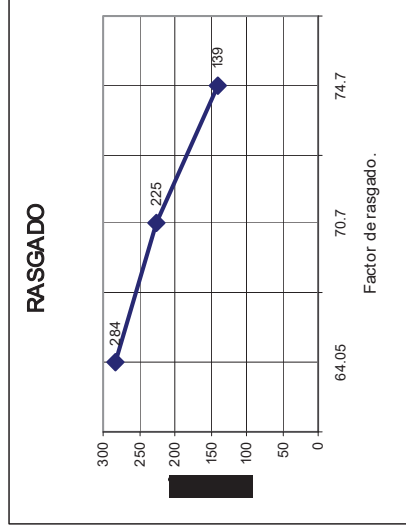
Clasificación de fibras.	
Retenido en malla	16%
Retenido en malla	30%
Retenido en malla	50%
Retenido en malla	70%
Retenido en malla	100%
Perdida de finos	%



INDUSTRIAS CENTAURO S.A DE C.V.  
PRUEBAS FISICO - MECÁNICAS.

Fecha: Junio 2005			
Tipo de fibra: CAPPLE.			
Tiempo de refinación.	min.	0	6
Freenes	mL	284	225
Peso base.	gr / m <sup>2</sup>	63.7	62.2
Mullen.	lb / pulg <sup>2</sup>	10	13.1
Factor Mullen.		11.04	14.8
Tención.	Kg	1.46	2.32
Largo de ruptura.	mts	2019	2486
Rasgado.	gr	40.8	44
Factor de rasgado.		64.05	70.7
			74.7

Clasificación de fibras.	
Retenido en malla	16%
Retenido en malla	30%
Retenido en malla	50%
Retenido en malla	70%
Retenido en malla	100%
Perdida de finos	%
	13.92
	19.65
	24.15
	7.5
	3.4
	31.38



## 6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 6.1 Como obtener una mejor optimización de Refinos de Discos.

- ☞ El diseño apropiado, la instalación y los controles de proceso, son factores que afectan al funcionamiento si no son tomados en cuenta para su fabricación.
- ☞ El diseño de los discos de rotor flotante son una herramienta de suma importancia para el fabricante de papel. Este rotor no sólo les permite modificar la fibra para satisfacer sus necesidades sino lo más importante, le permite desarrollar *el máximo potencial de resistencia* de una fibra dada para los requerimientos específicos de un grado de papel.
- ☞ Sin embargo, muy a menudo, el potencial completo del refino no es aprovechado. En muchas ocasiones esto se debe al desconocimiento de la función del refino y de las estrategias de operación que deben de ser empleadas.
- ☞ El primer paso para poder lograr el máximo aprovechamiento de un refino comienza con la optimización de una gran cantidad de variables inter relacionadas entre si, entre las cuales se destacan:
  - A. Requerimientos Hidráulicos.
  - B. Intensidad de Refinado.
  - C. Controles y Variables de Proceso.
  - D. Diseño de los Discos.
  - E. Material de Fabricación de los Discos.

A continuación se mencionan cada una de estas variables y su impacto en el proceso de refinado:

#### A) Requerimientos Hidráulicos

Es indispensable que se satisfagan los requerimientos hidráulicos del refino para asegurar que se mantenga una determinada cama de fibra entre los discos, suficiente para así:

- ☞ Transferir la energía a la fibra sin promover su destrucción.
- ☞ Proveer del suficiente tiempo de retención y turbulencia entre los discos para que se aplique la intensidad apropiada de refinado.

El flujo de pasta, el tamaño del refino, su velocidad y el diseño de los discos son todos ellos elementos en el balance hidráulico del refino de discos.

Dado que el refino actúa como una bomba, lo importante es que todos estos elementos estén balanceados para que el espaciamiento entre los discos, turbulencia y tiempo de retención entre los platos sea maximizado.

### Flujo de Pasta.

Típicamente, el flujo de pasta al refino está determinado por la demanda de la máquina de papel. El flujo puede ser incrementado agregando una línea de recirculación de la descarga del refino hacia la succión de la bomba de pasta.

### Tamaño y Velocidad del Refino.

El diámetro del disco y su velocidad afectan las características de bombeo del refino. Sin embargo, son características que no pueden ser alteradas fácilmente.

### Diseño de los Discos.

Dadas las limitaciones de las anteriores variables, el diseño de los platos se torna aun más crítico en el análisis de los requerimientos hidráulicos del sistema, particularmente el diseño de las barras y los canales, así como el ángulo de las cuchillas.

### Efecto de Bombeo como un Indicativo del Tiempo de Retención y otros Factores Clave.

La influencia del balance hidráulico en un refino de discos es frecuentemente sobre estimado e ignorado en muchas de las instalaciones. El efecto de bombeo de un refino (diferencial de presión) es una excelente indicación del tiempo de retención entre los discos, la proximidad entre el rotor y el estator, vida de los discos e inclusive de la habilidad de poder alcanzar las propiedades óptimas de la fibra.

### El Monitoreo de la Diferencial de Presión es Esencial.

El funcionamiento correcto de los indicadores de presión de pasta a la entrada y salida de un refino de discos es absolutamente esencial para lograr un refinado óptimo.

El monitoreo de la diferencial de presión de un refino provee de información crítica acerca de las condiciones de refinado. A mayor incremento de presión a través del refino, más cerca se encontrarán operando los discos y mayor será el daño impartido a la fibra.

También, cuando se presenta un alto incremento de presión, siempre se presenta el contacto intermitente entre los discos que es causante de un desgaste prematuro de los mismos y de un daño sobre la fibra. Un alto incremento en la presión es indicativo de una alta velocidad de la pasta por los discos, una baja turbulencia en las canales y un bajo tiempo de retención.

Dado que el diámetro del refino, su velocidad y flujo de pasta son variables y no pueden ser modificadas fácilmente, el diseño de los discos se convierte en una herramienta crítica para lograr mantener una diferencial de presión adecuada.

## **B) Intensidad de Refinado**

La intensidad de refinado se mide por el número de impactos y la intensidad de los mismos sobre la fibra.

La modificación óptima de la fibra se lleva a cabo cuando la fibra es impactada varias veces, con suficiente intensidad para romper la capa S1 de la pared de la fibra. Esto promueve el henchimiento interno, flexibilidad y fibrilación.



La intensidad óptima variará dependiendo de la especie, proceso de molienda, fibra virgen  $v_s$  secundaria y el grado de papel que desea ser fabricado.

### **C) Controles y Variables de Proceso.**

El control del proceso de refinado es otro elemento importante en la optimización del proceso de refinado que frecuentemente es ignorado. Control de la presión de alimentación, de la consistencia de la pasta, monitoreo del flujo y el control de la energía específica aplicada son las variables claves en el control del proceso.

Cuando se manejan especies de maderas, de pulpa, etc., en forma consistente, entonces se recomienda el control de energía específica. Cuando el suministro de fibra es variable, entonces se requiere de un control de refinado más reactivo, tal como el vacío en el rodillo de succión o el control de freeness.

### **D) Condiciones Mecánicas del Refino.**

Los elementos primordiales de las condiciones mecánicas del refino son los siguientes;

- ☞ Ensamble rotatorio flotante libre.
- ☞ Proveer de igual refinado a ambos lados del disco rotatorio.
- ☞ Paralelismo entre estator y rotor (TRAM).
- ☞ Aseguramiento de una distribución equitativa de la potencia aplicada a lo largo de las caras de cada disco.

### **E) Diseño de los Discos.**

Dadas las dificultades de poder controlar todas las variables de proceso discutidas anteriormente, el diseño de los discos se vuelve sumamente crítico. Los parámetros clave relativos a la diferencial de presión (control de refinado por presión) son: Profundidad de las cuchillas, su perfil, cantidad de barras, ángulo total de bombeo, bombeo positivo contra bombeo de retención (Figura 63-A).

La intensidad de refinado que es requerida se determina por la relación de ancho de cuchilla/espaciamiento de cuchilla, o patrón. En cualquier forma, la separación entre cuchillas debe de ser alterada para optimizar el flujo de pasta. Esto puede ser realizado sin necesidad de cambiar el patrón o la intensidad, alterando el ancho de las cuchillas en forma adecuada.

Deberá de tenerse cuidado al alterar la profundidad de las cuchillas como un medio de control de flujo: Aunque no es de esperarse un efecto negativo apreciable al reducir la profundidad de las cuchillas para flujos bajos, el incrementarlo para permitir flujos más elevados conlleva a algunos riesgos. Primero, es mucho menos eficiente que incrementar la separación entre barras. Segundo, puede presentar un efecto negativo en la eficiencia energética, ya que al incrementar la profundidad se incrementa la carga muerta (consumo de energía necesario para operar el refino con pasta sin que se aplique aun energía a la pasta).

El ángulo de las barras es importante ya que afecta la diferencial de presión y es una herramienta para balancear hidráulicamente al refino.

La práctica poco frecuente de operar los discos en la posición de retención (bombeo negativo), puede llegar a compensar en forma efectiva condiciones de bajo flujo que serían, de otra forma, deteriorantes para la fibra celulósica y la vida de los discos. Durante la operación de retención, el ángulo de intersección de las barras entre el estator y el rotor se mueve hacia el centro de línea del refino en vez de ser hacia la periferia de los discos como en el caso del bombeo positivo. El efecto de retención incrementará la turbulencia en las ranuras y entre los discos (Figura 63-B).

#### **F) Aleaciones de Discos.**

Debido a que el flujo de pasta a través del refino ocurre en claros muy cerrados, del orden de tres veces el diámetro de la fibra, la tendencia de los discos a chocar entre sí es muy alta. Muchas otras condiciones de proceso tienden a exacerbar este problema, de ahí que el contacto entre los discos sea la principal causa de su desgaste en la mayoría de las instalaciones.

Si el efecto anterior no se presentara, un juego de discos en aplicación de baja consistencia, podría durar mucho más de un año. Pero las condiciones en la mayoría de las fábricas reducen la vida promedio a unos tres a cinco meses, y en algunas ocasiones a menos de un mes.

La rotura de las barras son las causantes de la destrucción de los discos, tiempos muertos excesivos, daños al refino y equipos que le preceden. Aun en fábricas que logren erradicar las causas de roturas de discos, este tipo de problemas ocurrirán de vez en cuando.

Las aleaciones de fabricación de los discos pueden jugar un papel preponderante para combatir este problema. Sin embargo, ni los aceros blancos (de alto contenido de Níquel o Cromo) ni los inoxidable de la serie 400, son la selección apropiada para el refinado a baja consistencia. Ambas alternativas ofrecen una excelente resistencia a la abrasión (factor importante en el refinado a alta consistencia), ninguno presenta una resistencia significativa al impacto y a las roturas que es la causa más común de falla de discos en el refinado a baja consistencia.

Afortunadamente existen nuevas aleaciones disponibles, que se han desarrollado para resistir o eliminar la rotura de las barras. Estas aleaciones pueden jugar un papel muy importante en la erradicación de este tipo de condiciones adversas.

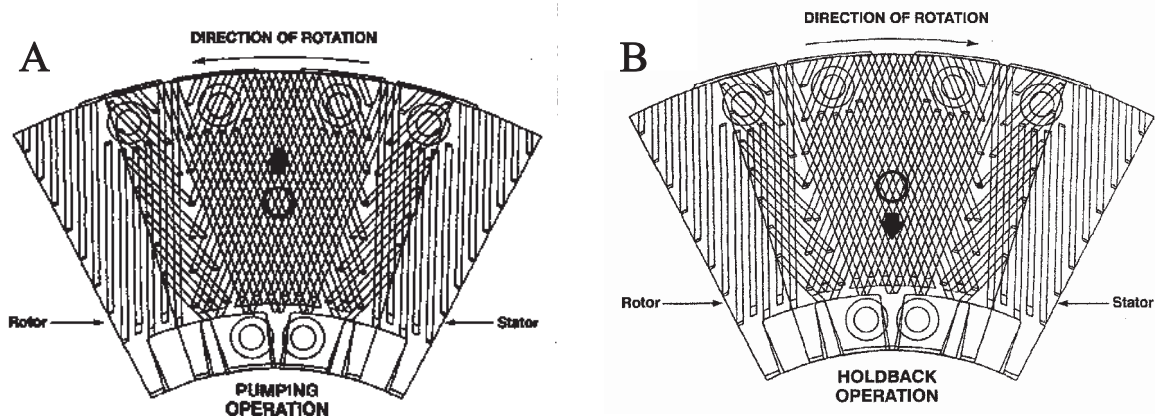


Figura 63.- A) Operación de bombeo y B) Bombeo negativo.

## 6.2 Estos son algunos defectos que se producen en el producto final los cuales generan rechazos.

- ☞ Se pueden encontrar arrugas las cuales son imperfecciones que se forman en la hoja de papel por diferentes causas como diferencia de velocidad entre secciones de secado, por humedad alta, etc.
- ☞ Los agujeros o marcas por bola de pasta son producidos por el depósito de la máquina de papel en zona húmeda que al caer a la hoja ésta es deformada.
- ☞ Las marcas de vestiduras o fieltro tapado es causado porque el fieltro al estar tapado genera un apoyo en la hoja húmeda la cual es llevada a la prensa en estado deforme.
- ☞ Las manchas húmedas son causadas por impurezas presentadas en la hoja de papel desde la preparación de pasta que puede ser arena, unicel, plásticos, etc.
- ☞ Los agujeros son causados por impurezas presentes en la hoja de papel que son más notorios al pasar por la calandra.
- ☞ Las transparencias son defectos causados principalmente por taparse la tela de formación o fieltros al adherirse (stickies) sellando el tejido de las vestiduras.
- ☞ Las costillas en el papel son ocasionadas principalmente por tener perfil de humedad variado haciéndose más notorios al presentar alto porcentaje de humedad.
- ☞ La formación de Trenzas se origina por tener variado el perfil de peso base y una mala regulación de las presiones de la calandra haciéndose más notorio al tener alto porcentaje de humedad.
- ☞ Las bobinas con las hojas corridas son por que al colgarse la hoja por perderse la tensión de la misma, ocurre un desplazamiento de hoja hacia los lados.
- ☞ La bobina estrellada es causada por la variación en la tensión de la hoja al estarse generando el bobinado o por baja dureza.

### 6.3 Problemas de secado.

#### A.- Ennegrecimiento.

##### *Posible causa*

- ☞ Rayado o humedad extrema excesiva en la hoja.

##### *Corrección sugerida.*

Incrementar la temperatura del secador para secar la hoja (o disminuir la velocidad de la máquina).

#### B.- Quebraduras (roturas).

##### *Posible causa.*

- ☞ Papel suelto en la sección de secadores.
- ☞ Ajuste incorrecto de tiros.
- ☞ Agua introducida dentro de la hoja procedente de un secador agrietado.
- ☞ Filtros o lonas con costuras defectuosas o filtros descosidos.
- ☞ Filtro secador dañado.
- ☞ Hebras en el filtro secador (hilos sueltos)
- ☞ Falta de tensión al filtro.
- ☞ Filtro demasiado estrecho corriéndose hacia un lado.
- ☞ Acumulación de suciedad o materia extraña sobre la superficie del secador.
- ☞ Hoja demasiado seca.
- ☞ Roturas en el transportador.
- ☞ Alineamiento incorrecto de secadores o desigualdad en el diámetro de secadores.
- ☞ Variación en la velocidad de los secadores.

##### *Corrección sugerida.*

- Remover todo el papel suelto con mangueras a base de aire.
- Revisión interior de la tensión de los filtros o lonas para la acumulación de papel alrededor de los rodillos.

Revisar el ajuste del tiro.

Reemplazar el secador dañado.

Parar la sección del secador.

Parar la sección de secadores, para reparar o reemplazar el mismo.

Revisar cada filtro en operación para localizar la hebra, entonces parar la sección de secadores y cortarla.

Revisar el rodillo tensor, incrementar la tensión.

Cambiar el filtro si es demasiado estrecho, centrar el filtro si se está corriendo demasiado hacia un lado.

Raspar apropiadamente los secadores.

Disminuir la presión de vapor en la sección de secado.

Reparar o reemplazar el mismo.

Revisar las chumaceras del secador para vibración anormal y revisar el alineamiento mecánico de secadores y tamaño de secadores en la primera oportunidad que se tenga.

Revisar los controles de velocidad eléctricos y cargas en cada sección de secadores la cual indicara condiciones anormales como: secadores atascados con agua o problemas mecánicos en la sección de secadores.

- ☞ Fuga o regadera rota. Parar la sección de secado y reparar o reemplazar la regadera dañada.
- ☞ Imposibilidad de meter la guía a la sección de secadores. Revisar la velocidad del transportador posterior de la cuerda que podría ser mas baja que la normal debido a que la acumulación de merma en las poleas de tención.
- ☞ Rodillos con carga excesiva. Checar que la carga sea normal para el coronamiento en el rodillo y reajustar adecuadamente la carga.
- ☞ Cargas externas desiguales sobre parte superior del rodillo. Revisar la presión de aire en los cilindros frontal y trasero y corregir a igual presión.
- ☞ Defecto en el crecimiento de boquillas o deflectores de aire. Variar la boquilla.
- ☞ Material extraño del fieltro en el aire de suministro. Limpiar las tuberías de aire. Reparar o reemplazar los filtros de aire.

### C.- Cortes en la calandria.

*Posible causa.*

- ☞ Secadores desalineados. *Corrección sugerida.*  
Checar las condiciones de la chumacera u otros defectos.
- ☞ Secadores con evacuación pobre. Revisar las tuberías de los sifones que puedan estar rotas o fallas de operación en el sistema de condensado.
- ☞ Tiros flojos en la sección de secado. Ajustar los tiros.
- ☞ La flexión elástica del rodillo no opera propiamente o esta desalineada. Revisar las condiciones mecánicas del rodillo y efectuar los ajustes necesarios.
- ☞ Arrugas pequeñas formadas a medida que la hoja este en contacto con el condensado del secador. Incrementar la temperatura de condensación del secador reduciendo el flujo de agua o incrementando la temperatura del agua.
- ☞ Hoja demasiado húmeda. Incremente vapor al secador.

### D.- Suciedad.

*Posible causa.*

- ☞ Filtros secadores sucios operando demasiado mojados. *Corrección sugerida.*  
Limpiar los filtros y aumentar la temperatura del secador.
- ☞ Filtros secadores sucios debido a la alta temperatura de las guías de los secadores. Reducir la temperatura de los secadores y limpiar los filtros.
- ☞ Polvo en la cubierta de los secadores cayendo sobre la hoja. Limpiar el polvo.
- ☞ Aceite, grasa o agua sobre el fieltro secador indicado por el padrón del fieltro mostrado en el área sucia. Limpiar las marcas del fieltro secador.
- ☞ Marcas de aceite en los extremos de la hoja. Revisar la tubería de aceite para detectar y reparar fugas.

<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Temperatura demasiado alta en la superficie de los secadores finales.</li> </ul>	<p>Disminuir la temperatura en la superficie de los secadores finales y compensar incrementando la temperatura en la superficie de los secadores intermedios. Disminuir la tención del fieltro.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Demasiada tensión sobre los fieltros secadores finales.</li> </ul>	<p>Disminuir la tención del fieltro.</p>
<p><b>E.- Marcas en los fieltros secadores.</b></p>	
<p><i>Possible causa.</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Superficies no suaves del fieltro debidas a la acumulación de pich, u otro material en ciertas áreas del fieltro.</li> </ul>	<p><i>Corrección sugerida.</i> Limpiar el fieltro.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Filtros con costuras defectuosas tales como sobresaliente de cabezas de remache.</li> </ul>	<p>Parar los secadores y revisar las costuras.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Deficiencia de tención en los fieltros secadores finales.</li> </ul>	<p>Aumentar la tensión del fieltro.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Demasiada tensión en el fieltro secador.</li> </ul>	<p>Disminuir la tensión.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Filtro defectuoso o viejo.</li> </ul>	<p>Corregir el defecto o cambiar el fieltro.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Cilindros secadores sucios.</li> </ul>	<p>Raspar los secadores.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Cuerdas flojas en el fieltro.</li> </ul>	<p>Operar los secadores lentamente para detectar la posición de las cuerdas flojas y córtelas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Marcas de costura en los cortes.</li> </ul>	<p>Revisar que la costura sea plana y cobra las costuras. Asegurarse de que la costura no este gastada exteriormente o rellena.</p>
<p><b>F.- Arrugas en el secador.</b></p>	
<p><i>Possible causa.</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Humedad general de la hoja demasiado alta.</li> </ul>	<p><i>Corrección sugerida.</i> Incrementar la presión del vapor en la sección de secado.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Tensión del fieltro demasiado baja.</li> </ul>	<p>Revisar el tensor del fieltro e incrementar la tensión.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Incorrecto ajuste tiros</li> </ul>	<p>Ajustar los tiros.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Tiros desiguales cuales pueden ser causados por el incorrecto alineamiento de uno o mas secadores o por la variación en el calentamiento de los secadores.</li> </ul>	<p>Reportar al jefe de turno para que los secadores puedan ser revisados en la primera oportunidad.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Tensión desigual del fieltro</li> </ul>	<p>Revisar el mecanismo tensor del fieltro y la tensión en los lados de frente y trasero. Revisar si hay algunas envolturas de papel alrededor del rodillo tensor en cualquier lugar el cual puede causar una diferencia en el tensor del fieltro.</p>

- ☞ Corrientes de aire  
Prevenir el aire excesivo de soplado hacia la sección de secadores; usar cortinas si es necesario.
- ☞ Chumaceras gastadas en el rodillo del fieltro lo cual es indicado por el salto.  
Cambiar el rodillo.
- ☞ Agua en los secadores.  
Revisar la operación de los ventiladores extractores, los puntos de ventilación del fieltro para asegurarse que ninguno esta bloqueado

## G.- Hoyos

### *Posible causa.*

- ☞ Acumulación de materia extraña en la superficie de los secadores, especialmente en los de parte final.  
*Corrección sugerida.*  
Raspar los secadores.
- ☞ Gotas de humedad debidas a la condensación en el interior de la campana.  
Revisar la ventilación de la campana de secado.
- ☞ Agua cayendo sobre la hoja la cual procede de un secador agrietado ó un registro de hombre flojo.  
Parar la máquina para reparar el secador dañado y/o apriete los tornillos de la cubierta del registro de hombre.
- ☞ Condensación sobre el secador.  
Revisar las condiciones del material aislante existente.  
Localizar el secador y rasparlo.
- ☞ Una capa de pulpa pagada a la superficie del secador y endurecida.  
Parar la sección de secado y remplazar la parte dañada.
- ☞ Fugas rociadotas superiores dentro de la cubierta de secado.  
Revisar la temperatura de la superficie de los rodillos y revisar las condiciones de los raspadores, revisar también la presión de la cuchilla sobre los rodillos.
- ☞ Deposito sobre la superficie de los rodillos.  
Revisar el fieltro secador y limpiarlo de material extraño.
- ☞ Fieltros secadores sucios.  
Revisar que los fieltros secadores y lo rodillos de los fieltros estén limpios.
- ☞ Fieltro y rodillos sucios.  
A) Revisar la operación de los fieltros.  
B) Incrementar si es posible la temperatura del secador.  
C) Bajar la velocidad de la máquina.
- ☞ Fieltros secadores demasiado mojados.  
Disminuir la temperatura de la sección de fin de secado o flash.
- ☞ Secadores de fin de sacado demasiado calientes.

## 7.- BIBLIOGRAFIA.

Atkins W, James. Diciembre 2003. The Modern paper Machine, Part 2: Coated and fine paper. Tappi and Pima Solutions! For People, Processes and Paper. 86(11): 31- 34.

Atkins W, James. Noviembre 2003. The Modern paper Machine, Part 1: Bigger, Better, Board machines. Tappi and Pima Solutions! For People, Processes and Paper. 86(11): 30- 32.

Brunner Lee and Colson Gary. Marzo 2003. Screening System Upgrade Improves Pulp Quality at Smurfit – Stone Container. Pulp and Paper. 77(3): 52 – 55.

Cabrera Fernando and Pound Charles. Octubre 2003. Smurfit carton Y Papel Modernizes for Higher – Quality Clay – Coated Boxboard. Pulp and Paper. 77(10): 32 – 37.

Casey P. James. 1990. Producción de pulpa con fibras secundarias. Pulpa y papel. Vol. I Química y Tecnología Química. Primera edición. Limusa. México D.F. pp. 674 – 704.

Chavez Figaredo, Juan. 1991. Optimización del proceso de digestión Kraft para una mezcla de maderas al 50.0% de pino y encino en un digestor Bach. Tesis. Escuela de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México.

Clarke & Bernier. 2006 Papelnet.cl. [Internet]. Chile. Disponible en: < <http://www.papelnet.cl> >. [Consulta: Febrero 11, 2006].

Cody Harold. Mayo 2003. Norampac Invests in Kingsey Falls Machine To Expand White Linerboard Production. Pulp and Paper. 77(5): 36 – 39.

González García, Héctor Gerardo. 2001. Manual simplificado sobre el equipo y proceso kraft para la obtención de celulosa. Tesina. Escuela de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México.

Harrison Ardie and Dunlap Christian. Diciembre 2002. Sprague Achieves Higher Automation Levels By Replacing DCS with Digital Architecture. Pulp and Paper 76(12): 34 – 37.

Jones R. David and Fitzhenry W. James. Febrero 2003. Esterase – Type Enzymes Offer Recycled Mills An Alternative Approach to Stickies Control. Pulp and Paper. 77(2): 28 – 31.

Loeza Ambriz, Antonio. 1995. Fibras secundarias o reciclables usadas en la fabricación de cartoncillo recubierto. Tesina. Escuela de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México.

Manuales de instalación (2000). Principio de funcionamiento y descripción del equipo. (Propiedad de la industria CENTAURO Durango, Dgo.).



Michelotti Cesar y Prando Raúl. 2001. Destintado de desechos de papel para la obtención de pulpa de alta calidad. Montevideo.

MSIP (Multi Servicios Informáticos Profesionales). 2004. Reciclon 2004. [Internet]. Monterrey, N.L., México. Disponible en: <<http://www.reciclon.net/papel.htm>>. [Consulta: Enero 20, 2006].

Paperbase international. 2006. The leading technical association for the worldwide pulp, paper, and converting industry. [Internet]. <<http://www.TAPPI.ORG>> [consulta: marzo 11, 2006]

Paperloop. 2006. Packaging success. [Internet]. Barcelona, España. Disponible en: <<http://paperloop.com>>. [Consulta: marzo 16, 2006].

Sanjuán Dueñas Rubén. 1997. Obtención de pulpas y propiedades de las fibras para papel. Guadalajara.

Shaw Monica. Abril 2002. Mills Work With Clothing Suppliers to Reduce Power Use, Downtime. Pulp and Paper. 76(4): 51 – 55.

Shaw Monica. Diciembre 1997. Cleaning Up Grade Improves Sheet Quality at Green Bay Packaging. Pulp and Paper. 71(12): 51 – 56.

Shaw Monica. Julio 2002. Green = \$Green for Environmental Projects At Newsprint's Coosa Pines Mill. Pulp and Paper 76(7): 34 – 37.

Shaw Monica. Junio 2002. New Deink Plant Forms Cornerstone Of Low – Cost Production Efforts at Coosa Pines. Pulp and Paper. 76(6): 41 – 44.

Suhonen Vesa. Junio 2003. Adding shine to Heinola; Stora Enso's Heinola Mill has introduced new recycled fiber technology to increase its fluting capacity. Pulp and Paper. 45(6): 39 – 41.

Toland Justin. Julio 2003. A star is born; the world's biggest testliner and corrugating medium machine is moving up the start up curve. Pulp and Paper. 45(7): 17 – 22.

Wunsche Gisbert and Niemczyk Bernhard. Julio 2004. Managing Rejects From Recycled Fiber Plants. Tappi and Pima Solutions! For People, Processes and Paper. 87(7): 42- 44.

## ANEXOS.

### Anexo 1.

#### Tipos de inventarios, entradas de almacén y equipo móvil.

DIA	HRS. TRAB.	TIEMPO MUERT	CAUSA														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	24																
2	24																
3	22	2	2														
4	24	0															
5	24	0															
6	24	0															
7	24	0															
8	22	2	2														
9	22	2	2														
10	15	9	1	8													
11	14	10		1	2											7	
12	24	0															
13	22	2	2														
14	24	0															
15	24	0															
16	23	1	1														
17	22	2		2													
18	23	1	1														
19	24	0															
20	24	0															
21	24	0															
22	24	0															
23	24	0															
24	16	8			8												
25	15	9							9								
26	23	1							1								
27	16	8								8							
28	24	0															
29	24	0															
30	24	0															
31	24																

- CAUSAS**
- 1 PONCHADO
  - 2 MOTOR: fugas, reparacion,
  - 3 TRANSMISIÓN: fugas, cambio aceite, filtros, convertidor.
  - 4 SIST. HIDRÁULICO: bomba, gatos, mangueras, conexiones, fugas, controles
  - 5 SIST. ECLÉCTRICO: DIFERENCIAL: descrusetado, retenes, yugo, tornillos
  - 6 MANTENIMIENTO
  - 7
  - 8 SIST. FRENOS:
  - 9 SIST. ENFRIAMIENTO: radiador, abanico, bomba agua
  - 10 RUEDAS: tuercas, baleros, rines, mango, mancuerna, tirantes
  - 11 MÁSTIL: baleros, bujes, cadenas, cuchillas, gatos
  - 12 DIRECCIÓN: manguera, obitrol, tubos, tornillos
  - 13 bomba de inyección

TOTAL	687	57	11	11	10	0	0	0	10	8	0	0	0	0	0	7	0
-------	-----	----	----	----	----	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---

RENDIMIENTO  
%

92,34

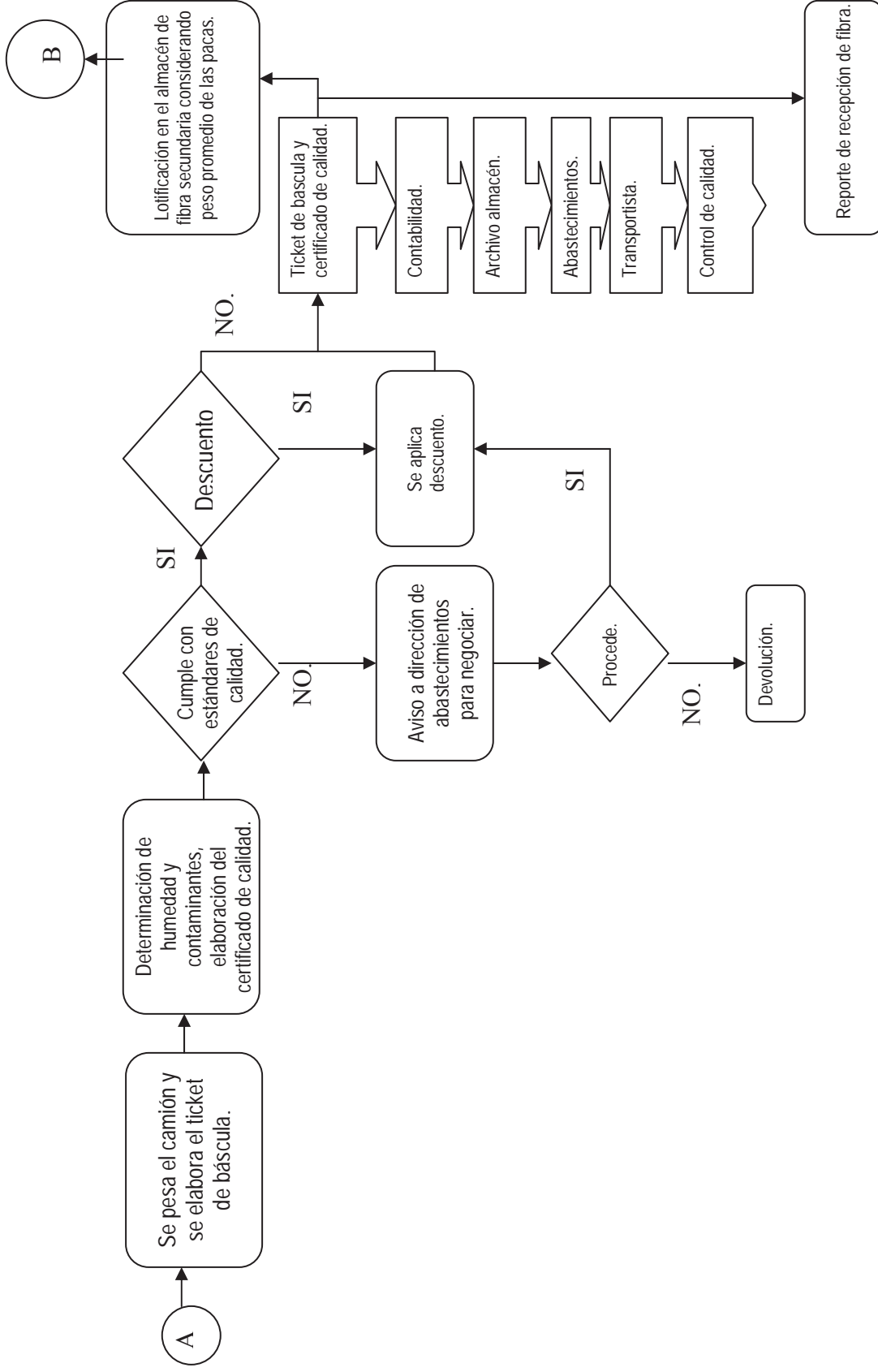
EJEMPLO: TICKET DE RECIBIDO.

REPORTE DE RECEPCIÓN DE FIBRA EN BASCULA			
FECHA:		08/08/2005	
PROVEEDOR:	Eco reciclajes omega		
OPERADOR:	Ernesto Cárdenas.		
ORIGEN:	Chihuahua	Nº ENTRADA ASIGNADA	6984
FOLIO TICKET:	8191	TIPO DE FIBRA:	DKP
PLACAS:	932FAZ	LOTE:	CONS.
45	0	0	0
PLACAS REC.	REV. MANIOB.	REV. SERV.T	LOTIFICADAS
_____ FIRMA DEL SUPERVISOR.			

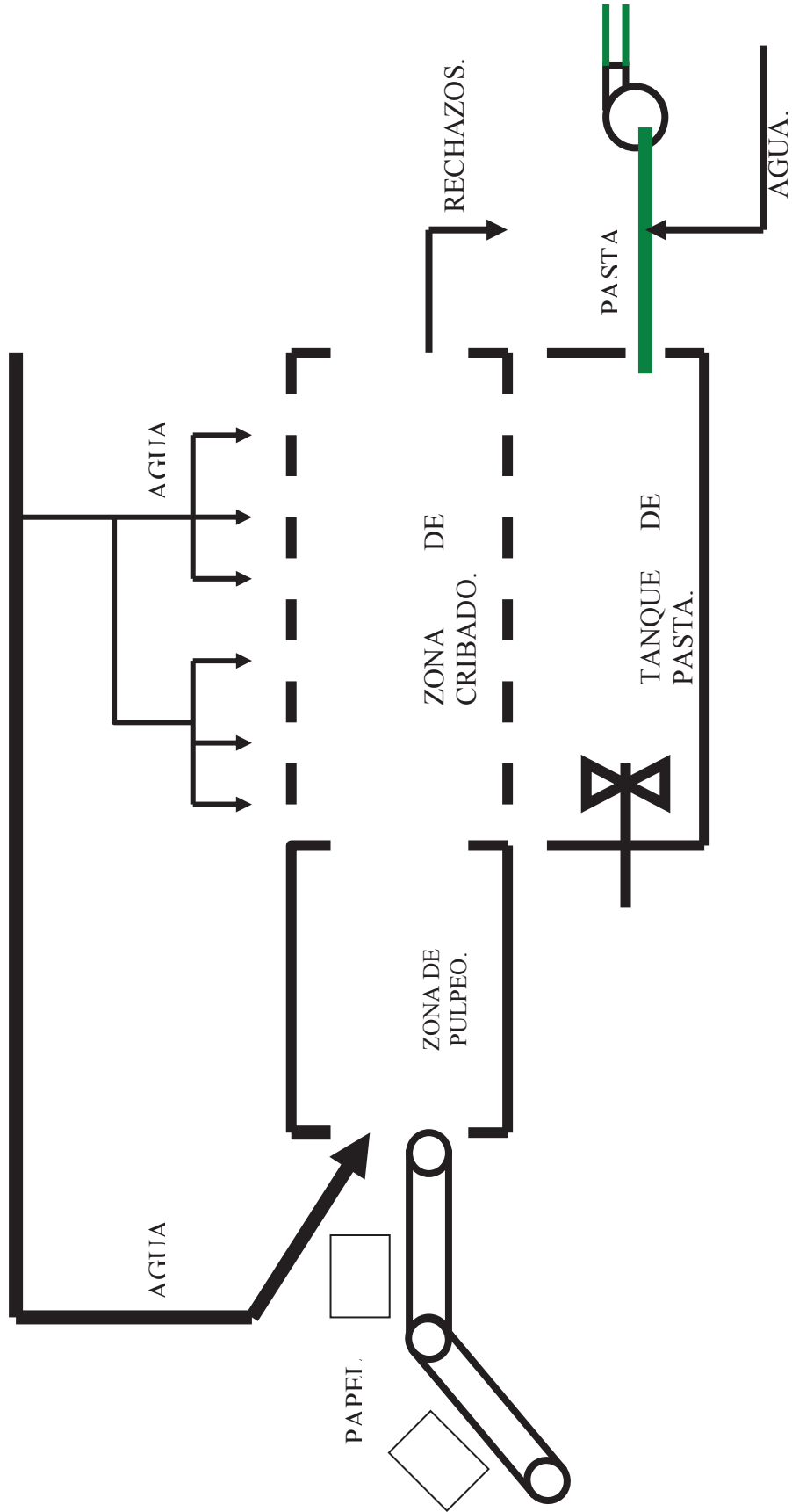
EJEMPLO: TICKET BÁSCULA.

INDUSTRIAS CENTAURO S. A. DE C.V.		
13:16	08/08/2005 8206 ID NO. 16485 KG GR	
13:37	08/08/2005 8205 ID. NO. 27485 KG GR RECALLED 16440 KG TR 11045 KG NT	
PROCEDENCIA:	MEXICO.	FOLIO:  8206
DESTINO:	CARTON.	
PLACAS:	694CUZ	
CHOFER:	JESÚS ROMO LÓPEZ.	
LÍNEA / TRANSPORTE.		
_____ BASCULISTA.		

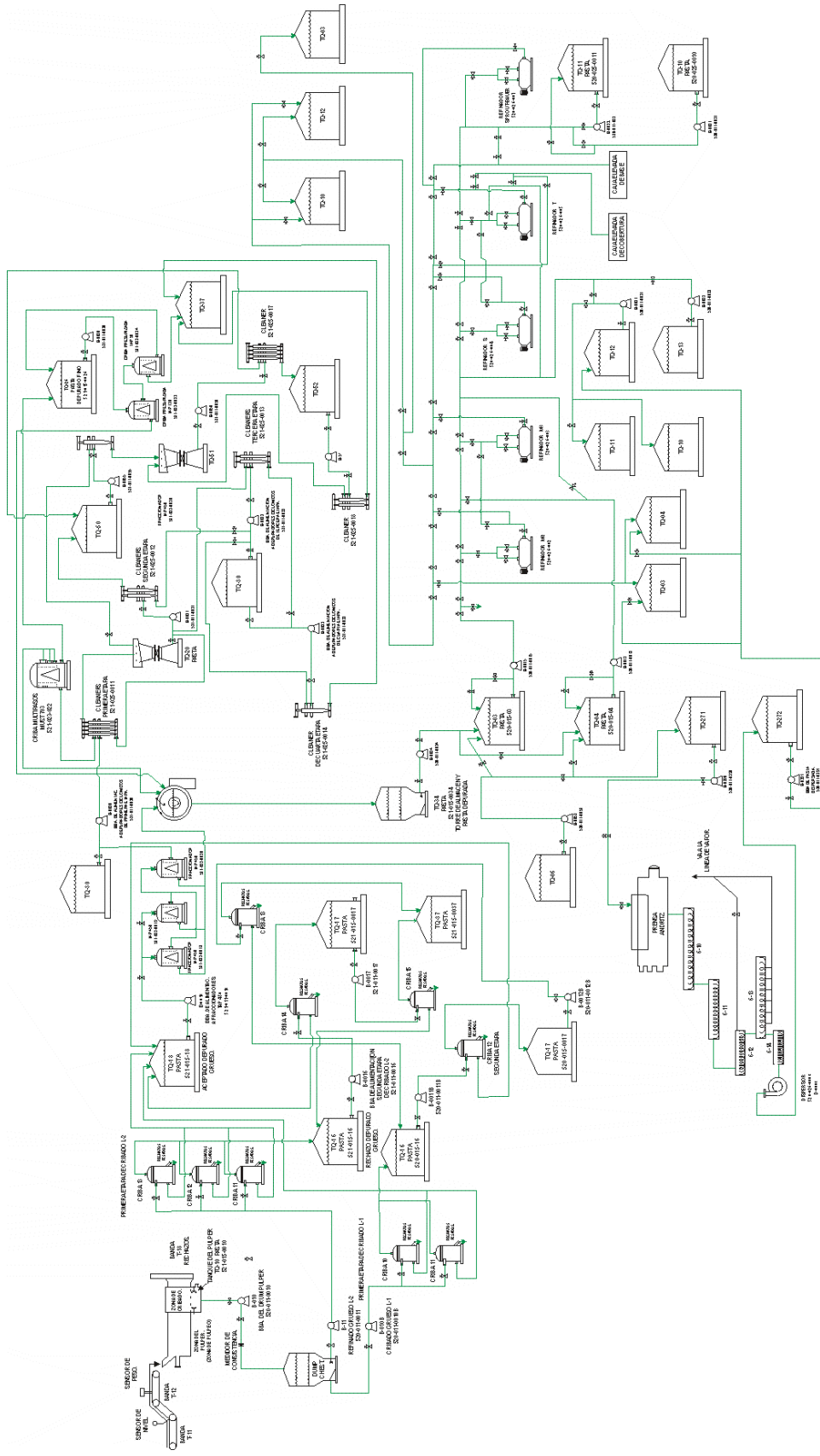
**Anexo 2.  
Recepción y lotificación de materias primas (camiones).**



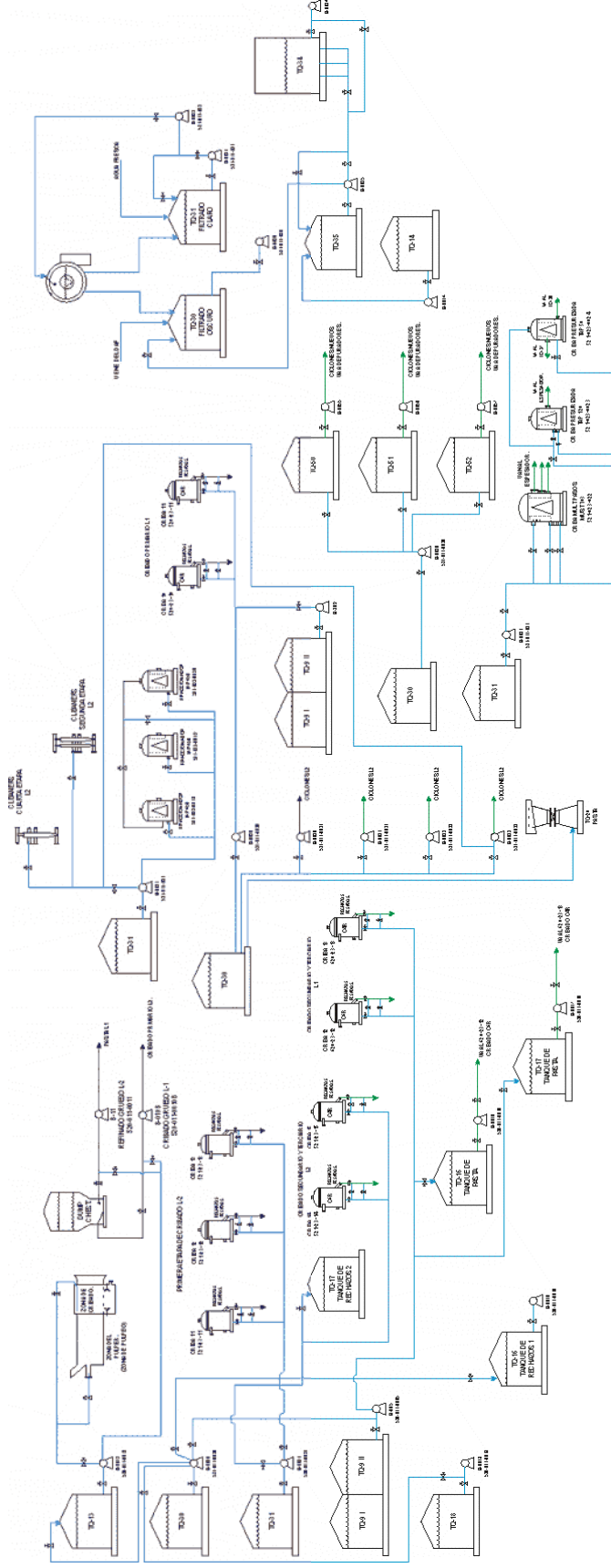
Anexo 3.  
ENTRADA DE AGUA AL HIDRAPULPER DE TAMBOR.



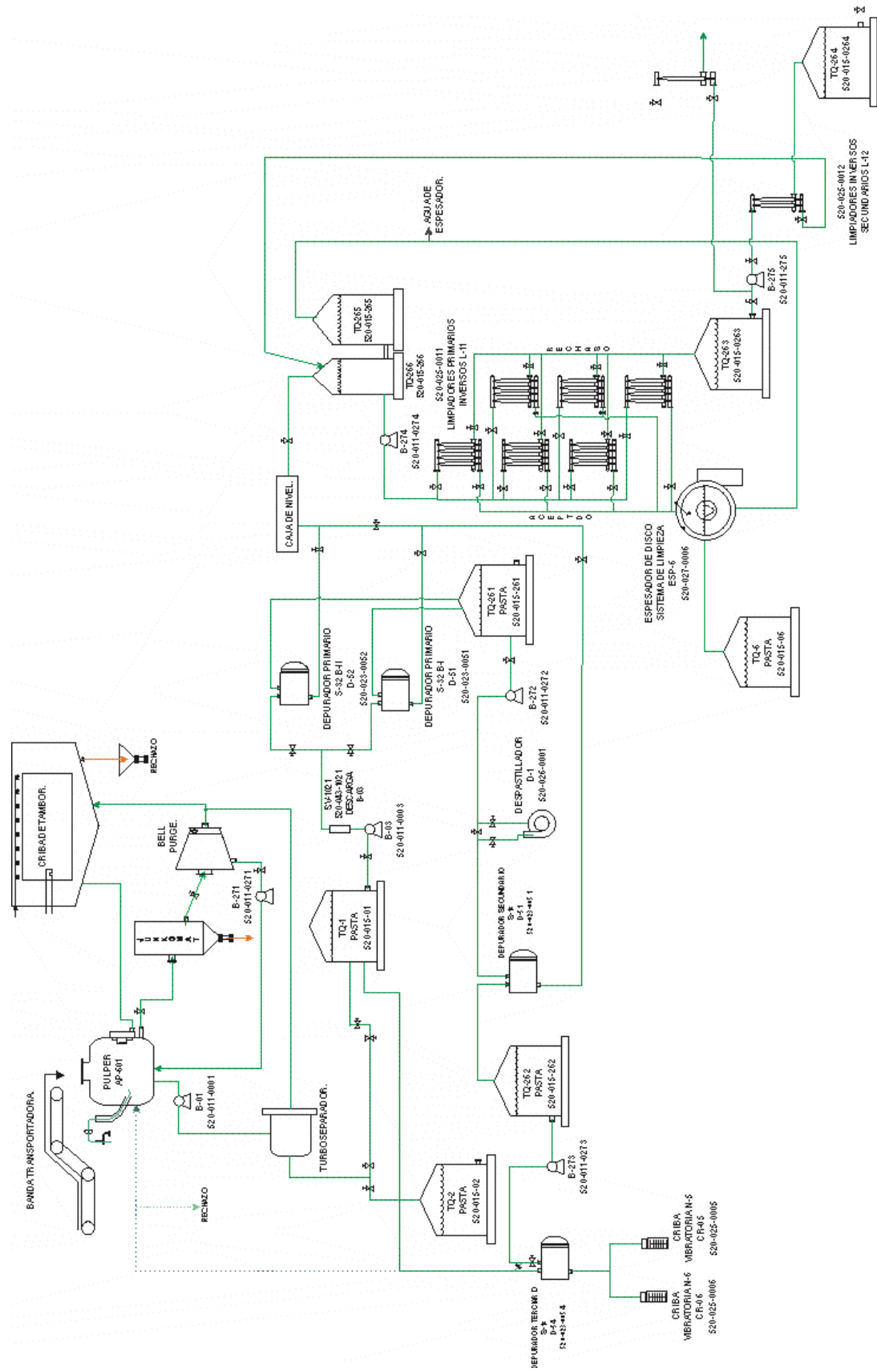
Anexo 4.  
Diagrama de la pasta del pulper de tambor.



**Anexo 5.**  
**Diagrama de agua y dilución del pulper de tambor.**

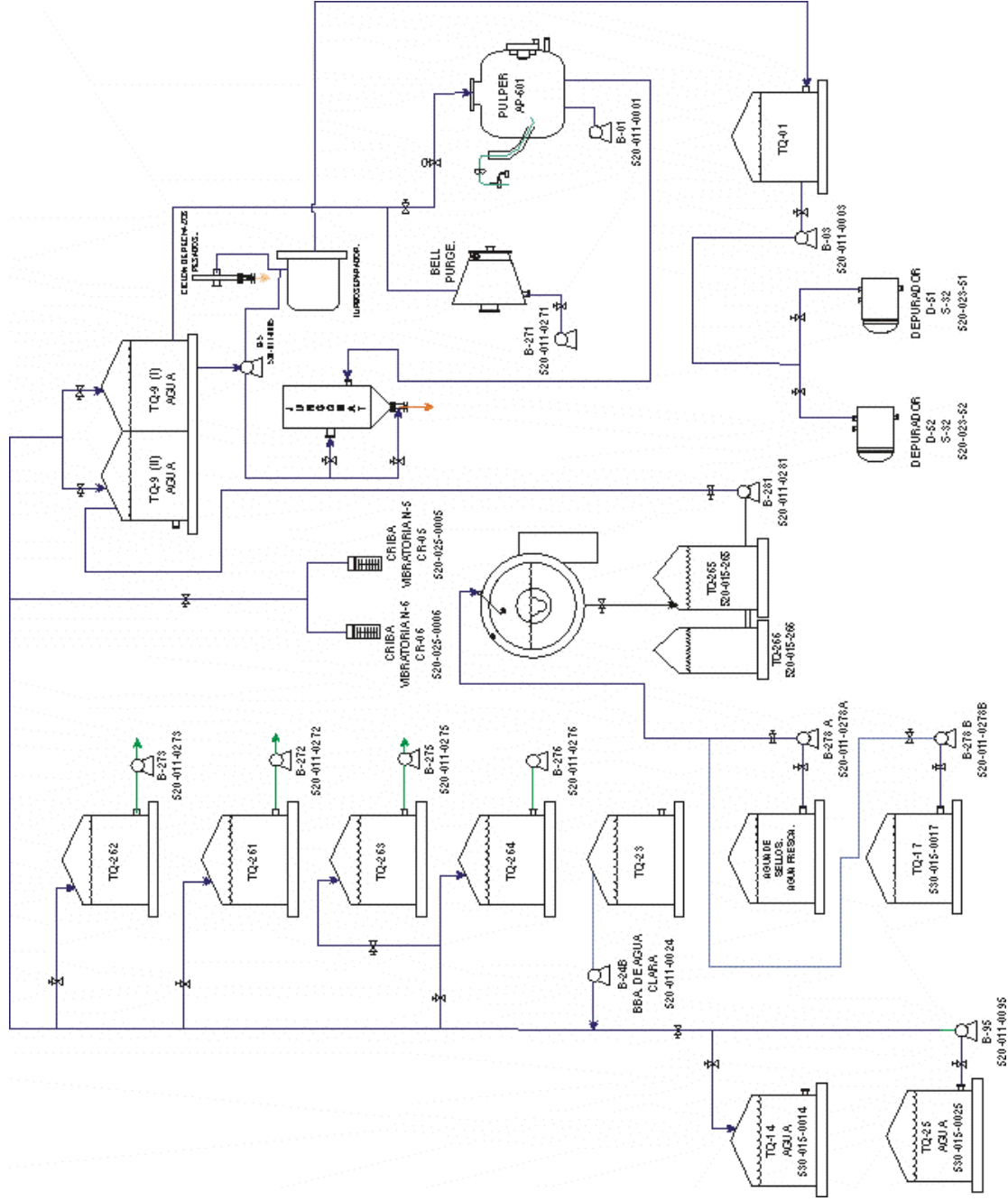


**Anexo 6.**  
**Diagrama de pasta del pulper vertical.**

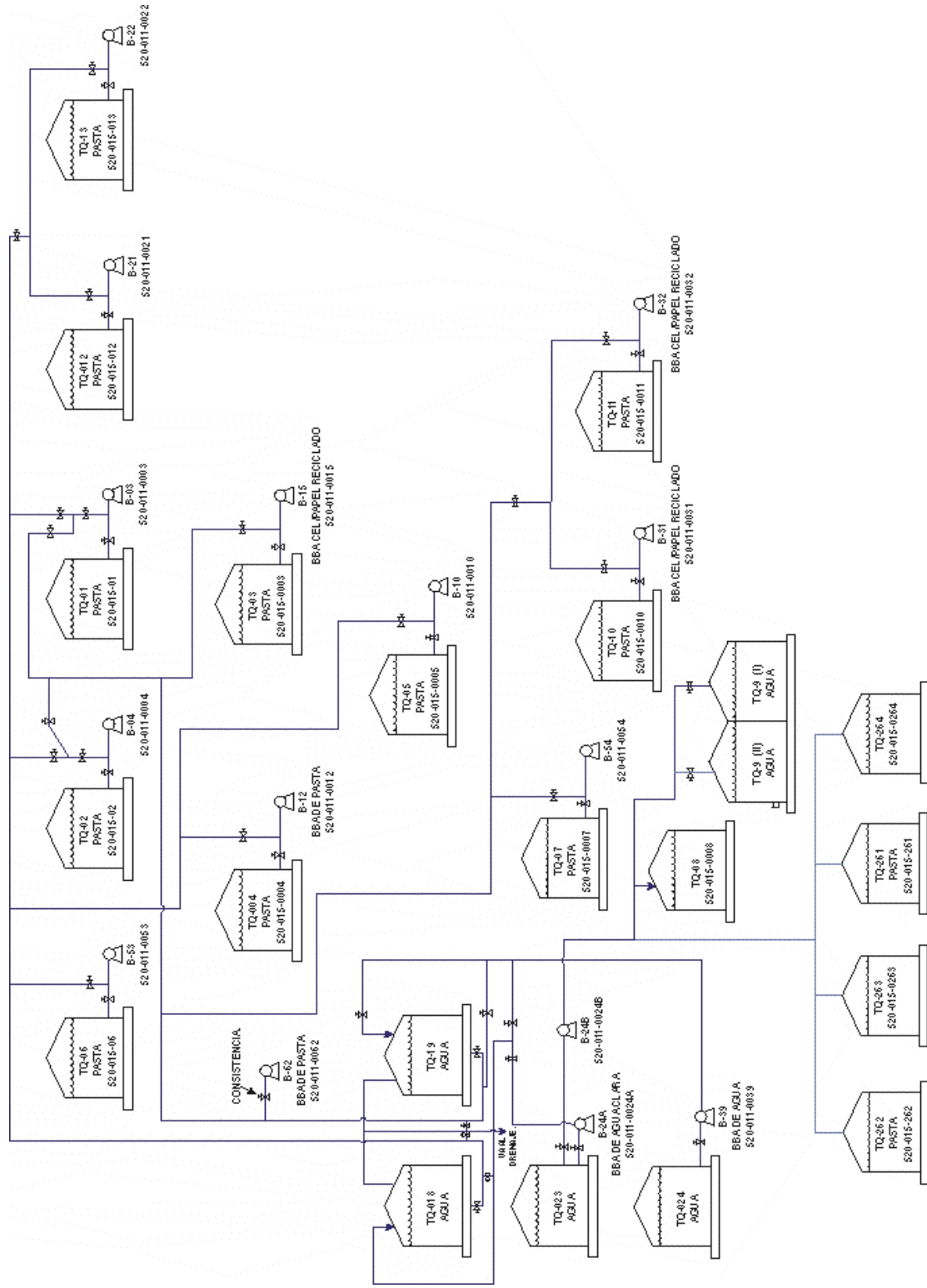




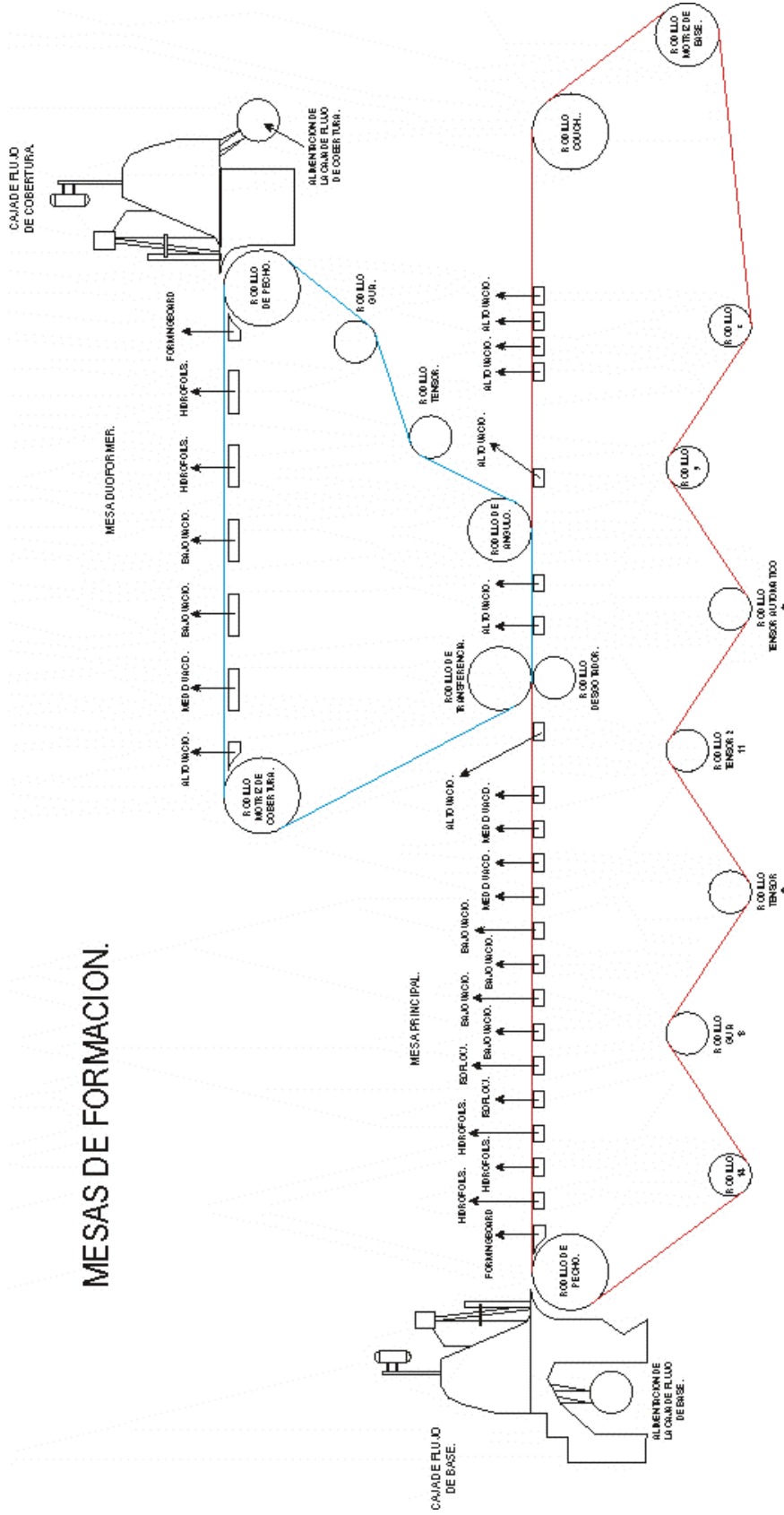
**Anexo 7.**  
**Diagrama de agua del pulper vertical.**



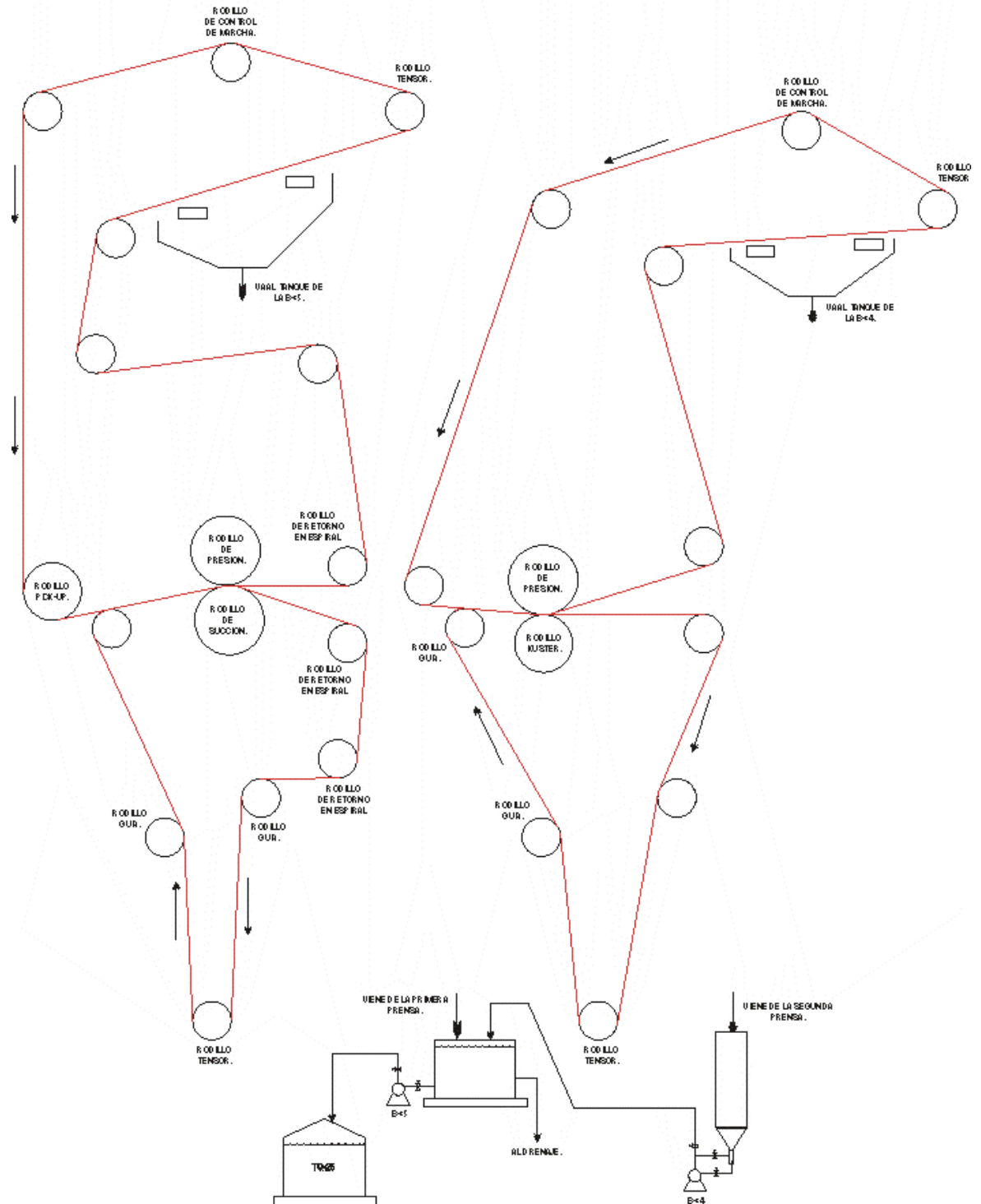
## Anexo 8. Diagrama de dilución del pulper vertical.



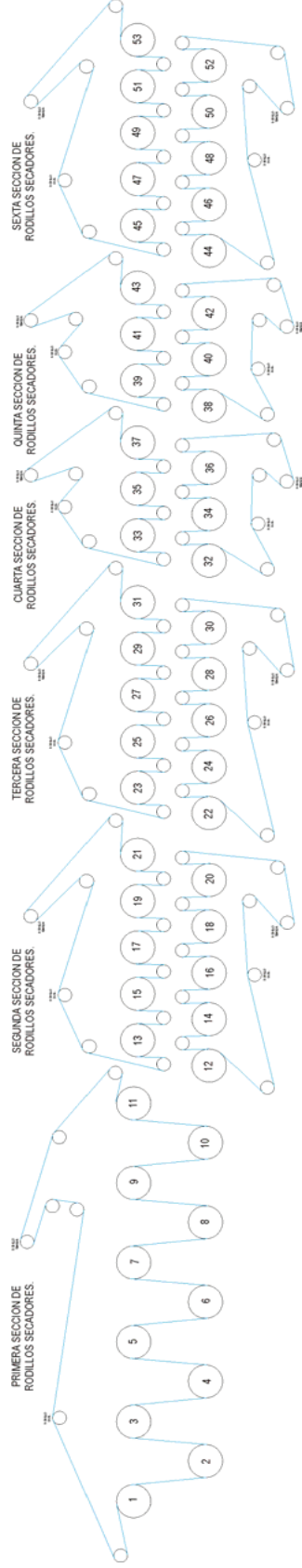
Anexo 9  
 Diagrama de la mesa de formación: base y cobertura.



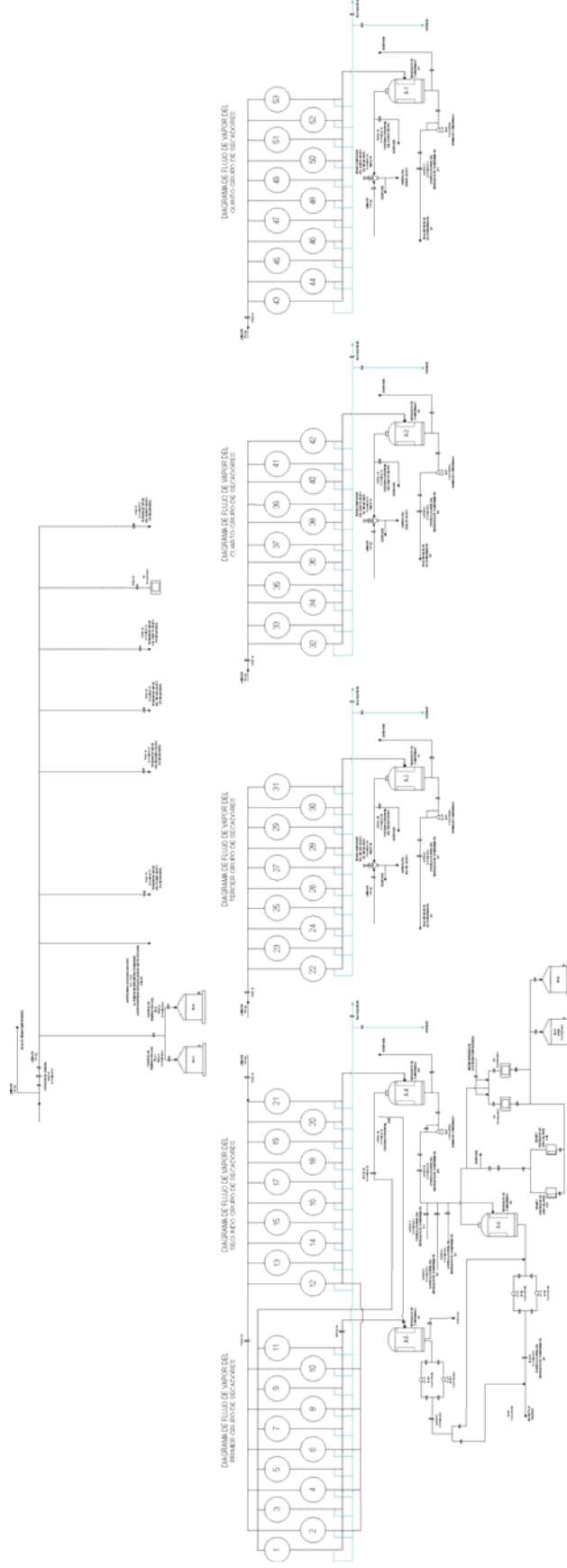
## Anexo 10. Diagrama de la etapa de prensado.



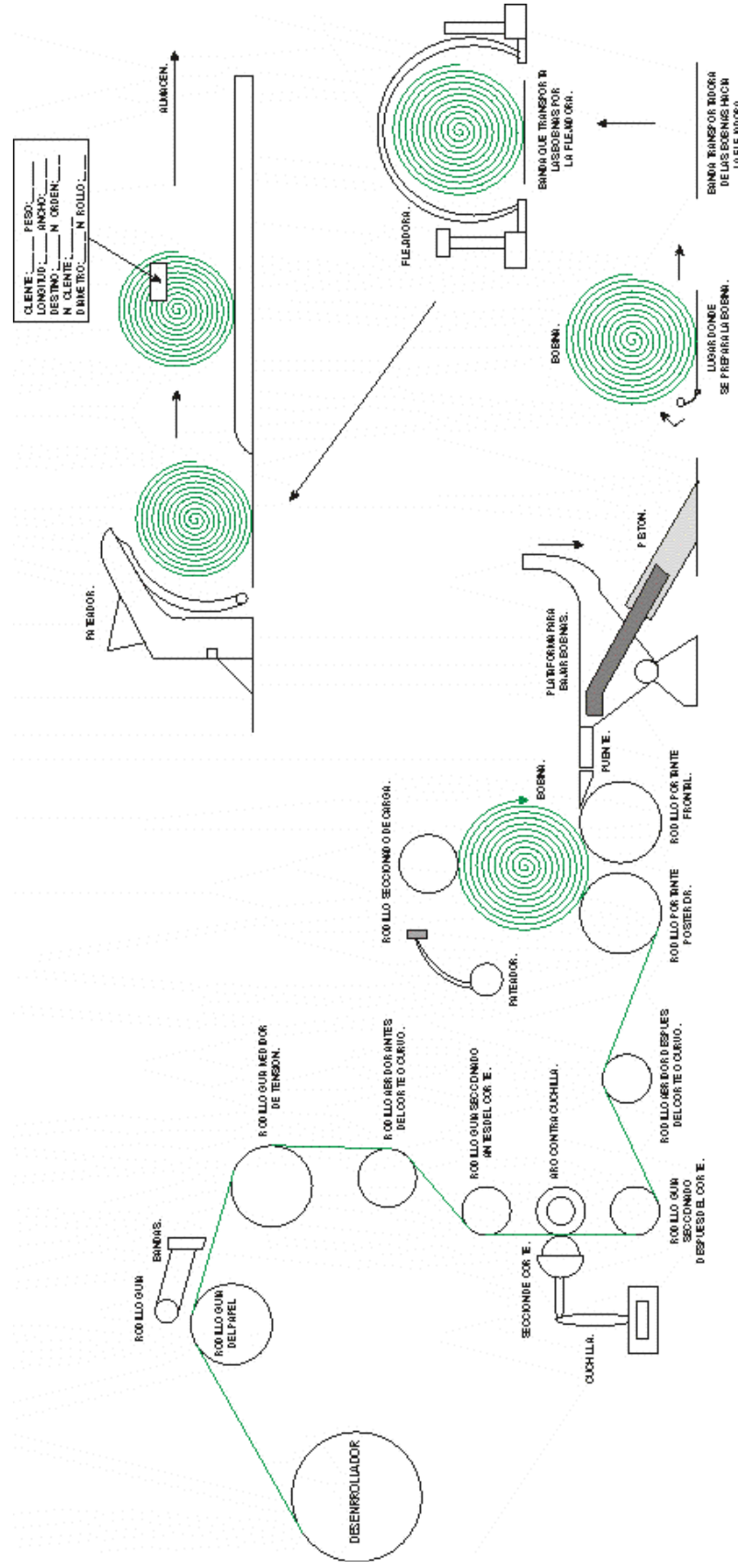
**Anexo 11.**  
**Secciones de los rodillos de secado.**



## Anexo 12. Línea de vapor de los rodillos secadores.



**Anexo 13.**  
**Diagrama de flujo de la bobinadora.**



**Anexo 14.- Corrección de freeness.**

**Tabla 1. Corrección de freeness a 20° c**

Temperatura de la pulpa en la prueba, ° C																						
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
-----Puntos Freeness a restar-----											-----Puntos Freeness a restar-----											
30	11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	30
40	12	10	9	8	7	6	5	3	2	1	0	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	40
50	14	12	11	10	8	7	6	4	3	1	0	1	3	4	6	7	8	10	11	12	14	50
60	15	14	12	11	9	8	6	4	3	1	0	1	3	4	6	8	9	11	12	14	15	60
70	17	15	13	12	10	8	7	5	3	1	0	1	3	5	7	8	10	12	13	15	17	70
80	19	17	15	13	11	9	8	6	4	2	0	2	4	6	8	9	11	13	15	17	19	80
90	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	90
100	21	19	17	15	13	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	13	15	17	19	21	100
110	23	21	18	16	14	11	9	7	5	2	0	2	5	7	9	11	14	16	18	21	23	110
120	25	22	20	17	15	12	10	7	5	2	0	2	5	7	10	12	15	17	20	22	25	120
130	26	23	21	18	16	13	11	8	5	2	0	2	5	8	11	13	16	18	21	23	26	130
140	27	24	22	19	16	14	11	8	5	3	0	3	5	8	11	14	16	19	22	24	27	140
150	29	26	23	20	17	14	11	9	6	3	0	3	6	9	11	14	17	20	23	26	29	150
160	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	160
170	31	28	25	22	18	15	12	9	6	3	0	3	6	9	12	15	18	22	25	28	31	170
180	32	29	26	22	19	16	13	10	6	3	0	3	6	10	13	16	19	22	26	29	32	180
190	33	30	26	23	20	16	13	10	6	3	0	3	6	10	13	16	20	23	26	30	33	190
200	34	31	27	24	20	17	13	10	7	3	0	3	7	10	13	17	20	24	27	31	34	200
210	35	31	28	24	21	18	14	10	7	3	0	3	7	10	14	18	21	24	28	31	35	210
220	36	32	29	25	22	18	14	10	7	3	0	3	7	10	14	18	22	25	29	32	36	220
230	37	33	30	26	22	19	15	11	7	4	0	4	7	11	15	19	22	26	30	33	37	230
240	38	34	31	27	23	19	15	11	8	4	0	4	8	11	15	19	23	27	31	34	38	240
250	39	35	31	27	23	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	23	27	31	35	39	250
260	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	260
270	41	37	33	29	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	29	33	37	41	270
280	42	38	34	29	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	29	34	38	42	280
290	42	38	34	29	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	29	34	38	42	290
300	43	39	34	30	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	30	34	39	43	300
310	43	39	34	30	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	30	34	39	43	310
320	43	39	34	30	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	30	34	39	43	320
330	44	40	35	31	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	31	35	40	44	330
340	44	40	35	31	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	31	35	40	44	340
350	44	40	35	31	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	31	35	40	44	350
360	44	40	35	31	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	31	35	40	44	360
370	45	41	36	31	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	31	36	41	45	370
380	45	41	36	31	27	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	27	31	36	41	45	380
390	45	41	36	31	27	23	18	14	9	4	0	4	9	14	18	23	27	31	36	41	45	390
400	46	41	37	32	28	23	18	14	9	4	0	4	9	14	18	23	28	32	37	41	46	400
420	45	41	36	31	27	23	18	14	9	4	0	4	9	14	18	23	27	31	36	41	45	420
440	45	41	36	31	27	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	27	31	36	41	45	440
460	44	40	35	31	27	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	27	31	35	40	44	460
480	43	39	34	30	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	30	34	39	43	480
500	42	38	34	29	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	29	34	38	42	500
520	42	38	33	29	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	29	33	38	42	520
540	42	37	33	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	33	37	42	540
560	41	37	32	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	37	41	560
580	41	36	32	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	41	580
600	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	600
620	39	35	31	27	23	19	16	12	8	4	0	4	8	12	16	19	23	27	31	35	39	620
640	37	33	29	25	21	18	14	11	7	4	0	4	7	11	14	18	21	25	29	33	37	640
660	36	32	28	25	21	17	14	10	7	3	0	3	7	10	14	17	21	25	28	32	36	660
680	35	31	27	24	20	17	13	10	6	3	0	3	6	10	13	17	20	24	27	31	35	680
700	33	30	26	23	20	16	13	9	6	3	0	3	6	9	13	16	20	23	26	30	33	700



## GLOSARIO

**Agua de arrastre:** Es agua que se añade al recipiente de rechazos o alas válvulas de descarga para separar la fibra del material de rechazo y asistir en la operación de descarga.

**Balanza para sólidos secos:** Lámpara de rayos infrarrojos que proporciona el porcentaje de humedad con forme se seca una muestra hasta llegar a su peso constante.

**Calandrado:** En esta operación la hoja es sometida a la acción de rodillos inyectores con vapor y soportados sobre si mismos y que giran por arrastre del rodillo inferior que esta accionado, provocando con esto en la hoja una acción de satinado, lisura, compactación y brillo, cualidades muy deseables en los cartonillos liners.

**Consistencia:** El porcentaje de sólidos por peso. Los sólidos son la fibra de papel en agua. La carga de arenillas y materiales de rechazo es un porcentaje mucho menor que la cantidad total de fibra. La consistencia se puede describir como seca al aire o enteramente seca, donde la primera descripción es mas común y se aplica al papel con humedad acumulada naturalmente al aire, mientras la segunda descripción se aplica al papel después de secarse en un horno.

**Consistencia:** Por consistencia se entiende el porcentaje en peso en fibra de cualquier combinación de pasta y agua. Puede expresarse en términos de porcentaje sobre fibra seca a la estufa.

**Consistímetro:** Indica la cantidad de sólidos que van en un liquido en Kg/l.

**CSC-** Controlador de consistencia.

**CST-** Consistí metro.

**Depuración:** Después de ser almacenada la pasta en el tanque DUM CHEST esta es enviada por bombeo a lo que será su primer tratamiento de depuración ya que se le dan dos tratamientos: cribado grueso y depuración fina. Es decir separar las impurezas que hayan sido mezcladas en el aceptado del pulper que por su tamaño no fueron rechazadas por este. Después de dar los tratamientos de depuración la pasta es almacenada en el STORAGE TANK.

**Depuración:** La remoción de los contaminantes de la pulpa.

**Depuradores:** Es el nombre que se aplica a los ciclones.

**Dispersión:** El siguiente tratamiento que recibe la pasta es el de dispersión, es decir la pasta es sometida a un tratamiento basándose en vapor hasta 105°C de temperatura y dispersar las ceras del cartón reciclado, hasta hacerlas casi impercibibles al ojo humano.

**Embobinado:** El carrete lleno en el tambor enrollador es pasado a la bobinadora en donde se generan los rollos del ancho y diámetro que el cliente solicita. Los rodillos salen uniformemente compactos y bien refileados para ser rotulados, flejados, pesados y finalmente remitidos a la zona de producto terminado que se considera nuestro primer cliente. Ahí son estibados en forma adecuada para que posteriormente sean enviados a sus clientes.

**Espada:** Detector electrónico para medir la humedad. Modelo: DC-2000-BP

**Fibra secundaria:** Todos los tipos de papel y cartón para reciclar.

**Fibras primarias:** Son aquellas fibras provenientes de la madera y algunas otras fuentes celulósicas como el bagazo, que por primera vez serán convertidas en papel.

**Fibras secundarias:** Son aquellos papeles susceptibles de ser reutilizados para la fabricación de papel.

**FIC-** Controlador indicador de flujo.

**Formación de hoja:** La pasta es enviada a la caja de entrada de la máquina o caja de flujo como se conoce, con una consistencia de 0.30 a 1% es decir con un contenido de fibra de 3gr a 10gr por litro. El objetivo de la caja de entrada es distribuir a lo ancho de la máquina, sobre una tela sintética sin fin hasta 60,000 lts. de suspensión de fibra y agua para formar una hoja uniforme y con las fibras distribuidas al azar o con la orientación requerida por las especificaciones de calidad ya que es diferente la formación según sea la producción, que se este realizando. La caja de entrada o de flujo es el corazón de la máquina por que en ella se dan al papel las características que se desea.

**Freeness:** Es una medida de la velocidad que puede drenarse una suspensión diluida de pasta. El grado de drenado del agua de la hoja sobre la tela sintética depende en primera instancia, de la refinación que reciba la fibra, por lo tanto la medición de los Freeness de la pasta es muy importante como una prueba rutinaria para el control de proceso.

**Humedad:** Contenido de agua de un material calculado en porcentaje, medido bajo el estándar T-412 TAPPI (Asociación técnica de las industrias de celulosa y papel)

**HV-** Válvula manual (proporcional).

**LIC-** Controlador indicador de nivel.

**Manómetro:** Indicador de presiones en atm, torr.

**Material aceptado:** Es la corriente de rebose del depurador, o la porción depurada de la pulpa.

**Material no apto:** Otros tipos de papel y cartón diferentes al especificado.

**Material rechazado:** La descarga inferior, o sea la porción de arenillas y materiales de rechazo que se extrae de la pulpa.

**Materiales prohibidos:** Todos los materiales extraños que no son ni papel ni cartón.

**Muestra:** Parte representativa del lote.

**Muestreo:** Método de muestreo, selección, recolección y análisis.

**PIC-** Controlador indicador de presión.

**Posición del labio del delantal:**

**Prensado:** Cuando ya se consiguió la extracción máxima de agua por la acción de la gravedad y del vacío, se somete la hoja a la acción de las prensas, donde la hoja es pasada entre dos fieltros y exprimido entre dos rodillos para eliminar en una primera y luego en una segunda prensa agua suficiente como para conseguir una hoja de hasta 39% de consistencia.

**Pulpeo:** De los almacenes de patio de mes y de patio de día, se transporta la fibra adecuada que se necesita según la fabricación programada, misma que es alimentada mediante transportadores hacia el pulper para dar un tratamiento de humectación y desintegración mecánica; este hidrapulper es capaz de procesar hasta 900 toneladas por día. El aceptado del pulper es enviado por bombeo hacia el tanque DUM CHEST. Los rechazos que son materiales no aptos tales como: plásticos, metales, piedras, tierra, etc. En fin material que no podemos procesar, son enviados a áreas asignadas para este fin.

**Recipiente de rechazos:** Un tanque ubicado en la parte interior del depurador y generalmente aislado por válvulas con el fin de separar el material de rechazo en una pérdida mínima de fibra.

**Refinación:** En esta operación la fibra es sometida a la acción mecánica de unos discos con barras de diseño muy especial mediante el cual se desarrolla las características de resistencia del papel; en donde sufre una especie de molienda a resultados de la cual la pulpa es fibrilada, se hidrata y queda lista para desarrollar uniones Interfibras y así formar hojas de papel con las características de calidad que el mercado requiere. El proceso cuenta con cuatro refinadores M-2, M-3, S y T que son tipo 3SDM para este propósito, cada refinador cuenta con un motor de 1600 Hp. Se cuenta además con refinador ANDRITZ que da un tratamiento adicional a la fibra. Después de refinar, la pasta es enviada a tanques de máquina 10 y 12.

**Relación CHORRO – TELA:** Es la relación que existe entre la velocidad del chorro de pasta y la velocidad de la tela sintética de formación. Origina la orientación de las fibras. Una relación CHORRO – TELA de 1% orientaría la mayoría de las fibras en sentido del movimiento de la máquina es decir en sentido de la máquina. La relación entre las

velocidades del chorro y la tela permite, también que exista un esfuerzo cortante que tenga el movimiento a las fibras y que evite que se formen, antes de el tiempo los floculos.

**Retención:** Es el porcentaje de fibra que se queda sobre la tela de formación, es de aproximadamente de el 80% y determina la cantidad de finos que se pierden con el agua drenada de la tela.

**Secado:** Finalmente la hoja pasa a la sección de secadores que cuenta con 53 cilindros calentados con vapor y repartidos en 5 grupos de secado en lo que paulatinamente se calienta la hoja y se va evaporando agua hasta conseguir una humedad de entre 5% a 7% que es la que sale al mercado.

**SV-** Válvula solenoide mecánica (abierta o cerrada).

**Termocompresor:** Es un tipo de reforzador de vapor, teóricamente comprado con un eyector de grandes dimensiones, cuya finalidad es arrastrar y comprimir el vapor de flash de un separador de condensado usando un pequeño volumen de vapor “motor” de mas alta presión.

**Vació:** El vació es utilizado principalmente en las mesas de formación y en las prensas, tienen como fin la remoción de agua principalmente. Es creado por dos grupos de bombas y dos ventiladores de apoyo.