

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUIMICA Y
TEXTIL**



**TRATAMIENTO MECANICO Y QUIMICO DEL PROCESO
DE PRODUCCION DE PAPEL CON PULPA RECICLADA**

**INFORME PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUIMICO**

**PRESENTADO POR:
ARMANDO BRAVO DE RUEDA FAJARDO**

**LIMA - PERU
2009**

	Página
I. INTRODUCCION	
1.1 Objetivo	6
II. MATERIA PRIMA EN LA ELABORACION DE PAPEL	
2.1 Aspectos generales del papel	8
2.2 Características del papel	9
2.3 Clasificación de los Papeles	11
2.3.1 Papel Tissue	11
2.3.2 Papeles de Grado Escritura	11
2.3.3 Papeles Marrones: Cartón	11
2.4 Fibra Virgen. Celulosa	12
2.5 Fibra Reciclada	14
III. ESTUDIO DEL MERCADO	
3.1 Capacidad Instalada y Producción	15
3.2 Consumo per Capita	17
IV. TECNOLOGIA DEL PROCESO	
4.1 Introducción	18
4.2 Zona de Pulpeo	19
4.2.1 Pulper Helico	
4.2.2 Pulper Convencional	
4.3 Etapa de Limpieza	21
4.3.1 Depuradores de Alta Consistencia	21

4.3.2	Depurador Vertical y Ranuras	22
4.4.	Refinación	23
4.5.	Etapa de Lavado	24
4.5.1.	Celda de Destintado	24
4.5.2.	Espesador Said Hill	25
4.6.	Limpieza en cabeza de Maquina	26
4.6.1.	Depuradores de Baja Consistencia	26
V.	FORMACION DEL PAPEL	
5.1	Distribuidores de Pasta.	27
5.2	Caja de Entrada. Head Box	29
5.3	Sistema de Remoción de Agua. Drenado	32
5.4	Formación de la Hoja	36
5.5	Prensado	39
5.6	Secado del Papel. Cilindro Yankee	41
VI.	TRATAMIENTO QUIMICO	
6.1	Insumos Químicos aplicados en el proceso.	46
VII.	BALANCE DE MASA	
7.1	Parámetros de Cálculo de Producción	47
7.2	Balance de Masa en Zona de Pulpeo	48
7.2.1	Balance de Masa en Pulper	48
7.2.2	Balance de Masa en Pera	49
7.3	Balance de Masa en Etapa de Limpieza	50
7.3.1	Balance de Masa en Depurador de Alta N° 1	51

7.3.2	Balance de Masa en Depurador de Orificios	51
7.3.3	Balance de Masa en Depurador de Alta N° 2	51
7.3.4	Balance de Masa en Depurador de Ranuras	51
7.4	Balance de Masa en Etapa de Lavado	52
7.4.1	Balance de Masa en Celdas de Destintado	52
7.4.2	Balance de Masa en Espesador	53
7.5	Balance de Masa en Cabeza de Maquina	53

VIII. BASES PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL

8.1	Capacidad de Producción	55
8.2	Inversión	56
8.2.1	Costo de Maquina, Instalación y Montaje	58

IX. EVALUACION ECONOMICA PARA EL DISEÑO DE PLANTA

9.1	Precio de la Pulpa virgen	59
9.2	Precio del Material Reciclado	60
9.3	Resumen de Costos de materia Prima	63
9.4	Disponibilidad de la Materia Prima	63
9.5	Costos de Producción	64
9.5.1	Costos Variables de Materia Prima	65
9.5.2	Resumen de Costos Variables	68
9.5.3	Costos Variables de Servicios	68
9.5.4	Costos Variables en Conversión	70
9.5.5	Costos Fijos	72
9.6	Precios de Venta por Calidad	74

X. MARGENES OPERATIVOS DE OPERACION	
10.1 Venta de Bobinas	77
10.2 Venta de Bobinas Convertidas	78
XI. CALCULO DEL RETORNO DE LA INVERSION (ROI)	
11.1 Producción de solo Bobinas	81
11.2 Producción de Bobinas y Conversión	82
XII. MANEJO AMBIENTAL	
12.1 Generalidades	84
12.2 Impacto Ambiental	84
12.3 Disposición de Relaves	85
XIII. GLOSARIO	86
XIV. BIBLIOGRAFIA	88
XV. ANEXOS	89
15.1 Tabla N° 1. – Tabla N° 6	90-96
15.2 Diagrama de Flujo.	97-100
15.3 Diagrama de Balance de Masa.	101-102

I. INTRODUCCION

El presente informe muestra la utilización de los equipos necesarios para el tratamiento de la fibra reciclada para la producción del papel. El Mercado Papelero en nuestro país se compone de tres áreas marcadas de producciones de papeles; el área de los Papeles de Impresión y Escritura, Cartones o Papeles Marrones y los Papeles Tissue.

En el área de los Papeles de Impresión y Escritura se encuentran aquellos papeles Bond de todo tipo de gramaje (peso) que va desde los 56 hasta los 80 gr/m². También se encuentran algunas de las variedades de los papeles copia y cartulinas.

En el área de los Papeles Marrones o Cartones; se encuentran los cartones de todo tipo que son de mayor gramaje, se aprecian variedades desde los 115 hasta los 250 gr/m² en el mercado nacional.

Los Papeles Tissue son los Higiénicos, Toalla y Servilleta de bajo gramaje; el siguiente informe muestra el comportamiento del movimiento de los Papeles Tissue en el Perú, trabajo realizado a través de las diversas experiencias recogidas de todas las empresas papeleras en el país durante varios años de experiencia “in situ” en este rubro.

En los últimos años, a nivel mundial, la industria del papel ha sido el principal consumidor de fibras secundarias o reciclado; debido a los elevados costos de la fibra virgen, es ahora que se hace más económico, reutilizar el reciclado para la elaboración de diversas clases de cartones y papeles.

1.1 OBJETIVO

- El objetivo general del presente informe es el de presentar los equipos necesarios para tratar la pulpa reciclada para su utilización en la elaboración del papel tissue y así mismo presentar una evaluación económica de la factibilidad de instalar una maquina de Tissue en el país.

II. MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DEL PAPEL

2.1 Aspectos generales del papel

El papel es una lámina delgada, obtenida de la unión íntima de materias fibrosas principalmente celulosa, previamente disgregadas y mezcladas o no con otras sustancias, para posteriormente ser ordenadas, comprimidas y resecadas.

El papel es una de las materias primas más necesarias en la vida moderna, requerido por la variedad de sus usos; entre muchos otros, podemos citar el caso de los miles de hojas de papel que circula a nivel de bancos o instituciones financieras, igual en el caso de libros, controles, papel para envoltorios, etc. De ellos podemos deducir la inmensa cantidad de bosques maderables o especies vegetales que en el mundo proveen diariamente de recursos celulósicos a las fábricas de papel y cartón.

La incorporación de las fibras secundarias al proceso de fabricación del papel, es una estrategia que se ha venido utilizando desde hace décadas; el papel reciclado es la materia prima (celulosa) que ha cumplido con su función después de haber satisfecho las necesidades del usuario, se le denomina papelote, pero también corresponde a varios nombres: papel de recuperación, papel viejo, fibras de celulosa recuperadas, fibras reveladas, etc.

2.2 Características del papel

La amplia diversidad de calidad de papel y sus propiedades necesitan una multiplicidad de métodos de ensayo. Algunas propiedades son importantes para todas las calidades (p.e. gramaje, espesor). La mayor parte de las propiedades que determinan la utilidad del papel no son físicamente absolutas. Por consiguiente, la medición de la propiedad depende del equipo o instrumento utilizado y de los detalles del procedimiento de ensayo. Se pueden distinguir varios tipos de ensayos: ensayos de carácter general, propiedades mecánicas y de resistencia, propiedades superficiales y propiedades químicas.

a) Aspecto físico.- Quizás una de las cualidades más importantes que el papelerero debe cuidar al elaborar un papel es el aspecto físico de éste; ya que es el medio más inmediato de conquistar el mercado. Aunque no existe una relación efectiva entre las resistencias mecánicas y su aspecto físico, es indudable que ambas cualidades se deben tener en cuenta durante la fabricación. Una de las condiciones que más influencia tiene en el aspecto físico del papel, es la formación, con este término se designa la manera de expresar la uniformidad con que las fibras y demás componentes de la hoja se distribuyen sobre la tela donde se forma el papel; es una propiedad que se aprecia examinando un papel visualmente, observando por transparencia. No existe una norma que especifique como determinar la formación; y solo la experiencia del observador puede determinar si el papel tiene buena o mala formación.

b) Humedad.- Para determinar la humedad se somete al papel previamente pesado a estufa a 100-105 °C durante 30-50 minutos hasta peso constante. La humedad es de vital

importancia, si se tiene en cuenta que las propiedades mecánicas, son función de la humedad del papel, y ésta a su vez de la humedad del medio ambiente.

c) Gramaje (Peso base).- Expresa el peso de papel por unidad de superficie, generalmente se emplea el sistema métrico, expresándose entonces en gramos por metro cuadrado. La importancia del gramaje es tal que se considera una propiedad común a todos los papeles, sea cual sea el uso que se destine.

d) Espesor.- El espesor o calibre del papel se determina por medio de un micrómetro, y es la distancia perpendicular entre dos superficies paralelas planas.

e) Blancura - color.- El término blancura se aplica a todos los papeles blancos o casi blancos. La blancura y el color del papel se determinan tomando lecturas de reflectancia para las longitudes de onda de luz apropiadas, normalmente con un espectrofotómetro. La blancura se mide como el valor de reflectancia (con relación a un patrón de óxido de magnesio) en la región azul del espectro visible, específicamente a una longitud de onda de 457 nanómetros.

f) Opacidad.- Es una medida de la dificultad de la luz a atravesar un papel. Se calcula en general, como la razón de contraste entre el valor de la reflectancia de una sola hoja apoyada sobre una superficie negra no reflectante (fondo negro) y la de una pila de hojas del mismo material.

2.3 Clasificación de los Papeles

2.3.1 Papel Tissue

Son aquellos papeles de Gramaje bajo, en los que se encuentra servilleta, toalla, higiénico, etc. Estos papeles deben caracterizarse por tener propiedades de suavidad, resistencia, sanidad, de acuerdo a su aplicación.

2.3.2 Papeles de Grado Escritura

Un papel para documentos debe tener resistencia y durabilidad, buenas características de impresión, escritura y resistencia al roce, ser limpio, buena opacidad, blancura y un determinado grosor para cada gramaje. Los papeles para escribir deben tener buenas características de resistencia y cierto grado de permanencia. El grado de permanencia es función del pH.

En estos tipos de papeles están incluidos aquellos tales como libros, documentos, cartulinas, periódicos, revistas, litografía, tapas, etc. Los papeles para libros pueden ser o no ser estucados. Las características fundamentales que deben ser controladas son la resistencia al plegado, permanencia de color y uniformidad de superficie.

2.3.3 Papeles Marrones: Cartón

Existen diferentes tipos de cartones que van desde el uso para embalaje, caja, esquineros etc. Cada uno de ellos posee características distintas en lo que son gramaje, lisura, resistencia y opacidad.

2.4 Fibra Virgen: CELULOSA

En las plantas fibrosas, es la celulosa la que determina el carácter de la fibra y permite su utilización en la fabricación de papel. La celulosa es un hidrato de carbono. Lo que significa que está compuesta de carbono, hidrógeno y oxígeno, con los dos últimos elementos en la misma proporción que en el agua. La celulosa es también un polisacárido, lo que indica que contiene muchas unidades de azúcar. La fórmula química de la celulosa es $(C_6H_{10}O_5)_n$, en la que “n” es el número de unidades que se repiten o grado de polimerización.

Valores de grado de polimerización (medidas en peso)

Celulosa nativa (in situ)	3500
Línters de algodón purificados	1000-3000
Pulpas comerciales de madera	600-1500
Celulosa regenerada (p.e. rayón)	200-600

La celulosa puede ser fácilmente hidrolizada a glucosa ($C_6H_{12}O_6$) bajo condiciones químicas ácidas controladas. Las uniones poliméricas durante las síntesis de la celulosa son tales que las cadenas se forman de una manera extendida. Como consecuencia, las moléculas de celulosa se ajustan entre ellas, formando largos segmentos y dando lugar a fuerzas asociativas muy poderosas que son responsables de la gran resistencia de los materiales celulósicos. La celulosa en las fibras vegetales se

encuentran en diversos niveles de orientación.

Las propiedades de los materiales celulósicos están relacionadas con el grado de polimerización de la molécula de celulosa. La celulosa de cadena larga se conoce como alfa celulosa. Un número de polisacáridos de cadena corta conocidos colectivamente como hemicelulósas también forma parte de la estructura de la madera de las plantas. Las hemicelulosas (junto con la celulosa degradada) se clasifican, mediante métodos químicos, de acuerdo con el grado de polimerización, en Beta celulosa- grado de polimerización entre 15 y 90; gama celulosa - grado de polimerización menor de 15.

La hemicelulosa es un polímero de cinco azúcares diferentes (en contraste con la celulosa que es un polímero solo de glucosa), tales como: hexosas (glucosa, manosa, galactosa), pentosas (xilosa y arabinosa).

La lignina es una sustancia amorfa altamente polimerizada, su papel principal es formar la lámina media que une las fibras entre sí. La química de la lignina es extremadamente compleja. La estructura consiste principalmente en unidades de fenil propano unidas entre sí de forma tridimensional.

En las fibras celulósicas dependiendo del tipo de plantas, cierto número de sustancias diversas pueden estar presentes, como por ejemplo ácido resínico, ácidos grasos, compuestos terpénicos y alcoholes.

2.5 Fibra Reciclada

Conocida con diversos tipos de nombres; fibra de segunda, recorte, mixto, etc. La fibra reciclada no es mas que la misma fibra virgen reutilizada varias veces en el proceso de elaboración del papel en sus diversas calidades es decir en la producción de Papel Tissue, Cartón o Escritura se utiliza fibra reciclada.

Su uso es exclusivamente por su bajo costo comparado con la fibra virgen; llegando a costar alrededor de 05 veces menos.

La propiedades de la fibra reciclada no son iguales a la de la fibra virgen ya que en su reutilización se pierden propiedades físicas como la resistencia de la misma que es el principal factor en la formación de los papeles.

En el mercado actual es casi imposible determinar cuantas veces una fibra ha sido utilizada y reutilizada. Cada vez mas que se recicla una fibra, esta va disminuyendo en tamaño cada vez hasta que se convierte en una fibra muy pequeña y fina que dificultad la formación del papel. A través del proceso de refinación podemos de calcular si la pasta esta adecuadamente constituida con fibras largas y cortas que nos permitan tener una buena formación del papel.

En el mercado papelerero se conocen diversos tipos de papeles reciclados a saber:

- a. Blanco I.
- b. Blanco II.
- c. Mixto I.
- d. Mixto II.
- e. Couche.
- f. Cartón (nacional e importado).

III. ESTUDIO DEL MERCADO

En el Estudio de Mercado es muy importante la Capacidad Instalada y la Producción Local

3.1 Capacidad Instalada y Producción

PLANTA	CAP. INSTALADA TON/DIA	PRODUCCION TON/DIA
CMPC Protisa	120	110
Kimberly Clark	200	180
Paramonga	45	40
Papelera Zarate	10	10
Papelera Paracas	30	10
Cisne	07	04
Papelera Inka (Chincha)	20	19
Panamericana(Arequipa)	12	11
Jessicar	8	4
TOTAL	452	388

Teniendo en consideración que las plantas tienen paradas de maquina por cambios de calidad, vestimentas; problemas mecánicos, eléctricos y mantenimiento a razón de 40 días al año, que existen 4 feriados importantes y que por razones de producción anual, puede ser considerada como de:

388 ton/día x (360 días/año – 40 días – 4 feriados).

122 608.00 ton/año

El déficit aproximado bordea los 40 000.00 ton/año la que se ve cubierta con papeles importados de Chile EEUU y Argentina en general.

La historia de la implementación de las Plantas de Tissue en el Perú, es muy interesante por que muestra periodos disímiles como:

a) Un largo sin mayores cambios hasta el año 1995 en que solo estaban operativas Paramonga con su Máquina N° 6 para su papel Suave hecho en base de Bagazo; Paracas, Pap. Zarate y MPC. A finales de los 80 paralizó sus operaciones Papelera Peruana que en algún momento era uno de los líderes en papeles Tissue con su marca “Rimac”. en conjunto, la capacidad instalada era alrededor de 95 tpd.

b) A mediados de la década del 90, se observaba un fuerte incremento del PBI y su tendencia alcista que llevo a promediar entre el 90 al 97 a 97.2%, costumbres mandando un mayor consumo de Tissue; se une a todo ello, el bajo consumo per cápita que hizo presagiar un mercado potencial importante;

por ello, se animaron e instalaron una Planta de relativamente alta producción (alrededor de 90 tpd) por la empresa Suizo Peruana que ahora es de Kimberly Clark.

c) Protisa, una de las empresas líderes en la producción de Tissue, comenzó tímidamente a importar Jumbos de Chile para luego instalar una Planta de 40 tpd en el año 98. Protisa, en vista del incremento de la demanda, paró su Máquina 1 de 40 tpd para emplear parte de su equipamiento en una nueva Planta de 80 tpd que arrancó en el 2002.

d) En el año 99, UNICEL con 12 tpd, dejó de operar, siendo los propietarios los de Kimberly Clark, por que meses antes adquirieron Suizo Peruana. En la actualidad Kimberly Clark pretende alcanzar las 200 Ton/mes con una nueva maquina.

e) La capacidad instalada de producción de papeles Tissue, en solo 6 años ha tenido un crecimiento explosivo ya que se ha hecho 150% mas a la que se tenia hasta el año 95.

3.2 Consumo per cápita de la Región

La revista especializada Pulp & Paper International, nos presenta las cifras que de ellas, podemos deducir lo siguiente:

* Perú, tiene un consumo promedio de 3.5 kpc/año solo supera a Cuba que tiene 0.50 y Bolivia con 1.0 kpc/año.

* Superan el consumo peruano: Argentina con 4.3; Uruguay con 5, Venezuela con 6.2 y México con 6.69 kpc/año. Chile, casi duplica el consumo per cápita de Perú con 7.11 kpc/año

IV. TECNOLOGIA DEL PROCESO

4.1 Introducción

El empleo de fibra reciclada en la industria papelera ha aumentado en los últimos años. El tratamiento tecnológico del papel de desecho contaminado con impurezas (tinta imprenta, cargas, recubrimientos plásticos, contaminantes en general, etc.), permite eliminar en mayor o menor extensión, dependiendo del uso final, y obtener fibras reutilizables para la fabricación de nuevos papeles.

No todos los papeles pueden ser fabricados parcial o totalmente con la pasta obtenida de papel reciclado. Las diferentes calidades de papel en el mercado nacional están delimitadas por su cantidad de papel reciclado y a su vez las diferentes calidades de reciclado.

La principal impureza del papel reciclado es la tinta y la carga mineral, gran parte de la tinta y la carga mineral es eliminada en el proceso denominado Destintado, proceso que elimina la tinta en sus diversos grados de impresión y la carga mineral en suspensión.

La utilización de papeles reciclados impresos como materia prima, sin tratamiento alguno, está destinado a la fabricación de papeles tipo tissue (higiénico, servilleta, etc.). Cuando se realiza el proceso de destintado se obtiene papeles de mejor calidad.

El papel de desecho blanco sin impresión, se utiliza parcialmente en la fabricación de papel para impresión, como sustituto directo de la pasta química blanqueada.

4.2 ZONA DE PULPEO.

Los equipos a presentar con su impacto puntual de acuerdo a la realidad nacional se irán presentando desde el Pulper hasta Cabeza de Maquina; en cada uno de ellos se muestra la capacidad a tener para una producción de 35 Ton/día, y su relación con el sistema actual; es decir se realizara una comparación entre lo propuesto y lo optimo.

4.2.1 Pulper Helico

Los Tiempos para la disgregación de la Pasta en la etapa de Pulpeo necesariamente deben ser respetados en sus tiempos mínimos. En la actualidad el Material Reciclado, es decir los papeles de gramajes altos que van desde los 75 gr/m² para adelante están siendo tratados en su constitución física de gomas, almidones y encolantes cada ves mas fuertes y con mayor contenido de estos; este proceso lo realizan para suplantar las múltiples degradaciones de la fibra en la zona de refinación y al perder los atributos de resistencia física; los papeles de grado escritura y especialmente los cartones deben de suplantar estas dificultades con agentes químicos.

Es por esto que la etapa de disgregación en el Pulper deben mantenerse los tiempos mínimos, de lo contrario desde aquí se puede iniciar una mala formación futura de la hoja.

Condiciones de Trabajo de un Pulper Helico

Consistencia (%C)	:	14 – 15 %
Tiempo de Pulpeo en Helico (mínimo)		25 min.
Temperatura (°C)	:	50 – 60 °C (opcional)
Velocidad giro	:	200 – 400 rpm
Carga Fibra	:	1100 Kg.

- Componentes del Pulper Helico

a. Tanque de Fierro:

D mayor	:	2.65 m
D menor	:	1.06 m
Espesor	:	3/8 pulg.

Volumen Nominal : 11.2 m³

Volumen Operación : 08 m³

b. Base de Impulsor o Hélice

Diámetro mayor	:	770 mm
Espesor máximo	:	34 mm
Altura máxima	:	930 mm

c. Hélice Helicoidal

Cantidad de Alabes : 03 Acero inoxidable

Eje : Fierro; forrado en

Inoxidable

El fierro resiste mayor esfuerzo que el inoxidable; y en este caso es necesario fierro ya que la Hélice estará sometida a esfuerzos constantes.

4.2.2 **Pulper Convencional.**

Condiciones de Trabajo de un Pulper Helico

Tiempo de Pulpeo en Convencional (mínimo):	35 - 40 min.
Consistencia (%C)	: 4 – 5 %
Temperatura (°C)	: 50 – 60 °C (opcional)
Velocidad giro	: 800 – 1000 rpm
Carga Fibra	: 200 – 400 Kg.

4.3 **ETAPA DE LIMPIEZA.**

4.3.1 **DEPURADORES DE ALTA CONSISTENCIA:**

En los depuradores de alta consistencia procederemos a eliminar los contaminantes de alta densidad; tal como lo descrito en los objetivos del presente informe, en este equipo se procederá a eliminar los contaminantes metálicos como son los clips, grapas, pequeños metales en general y rocas de mayor tamaño que son contaminantes característicos del reciclado.

La pasta al 3% de consistencia ingresa tangencialmente por la parte superior del cono invertido; interiormente posee un deflector que orienta el sentido del flujo de manera que la fuerza centrífuga del torbellino creado permita la separación de los contaminantes de mayor densidad. Algunos Depuradores de Alta Consistencia tienen un sistema de inyección de agua en contracorriente, el agua sirve para retirar mejor la pasta creada en el sifón interno del Depurador o Centricleaner; se puede trabajar sin agua en caso de no tener un sistema de

espesamiento de la pasta. Interiormente el depurador de alta consta de un cono de material de polipropileno o de acero inoxidable en el cual por las fuerzas centrifugas producidas por la fuerza de bombeo y diseccionado adecuadamente, producen la separación de estos contaminantes sólidos.

N° de UNIDADES	:	02 Depuradores
Consistencia de Entrada %C	:	3%
Presión de Operación	:	03 – 05 Bar.
Merma	:	01 – 02 %

4.3.2 DEPURADOR VERTICAL DE ORIFICIOS Y RANURAS:

Comúnmente llamado colador por la canastilla interna en su constitución mecánica. Su principal función es la de eliminar plásticos de menor densidad que no fueron eliminados en los Depuradores de Alta. En la instalación de estos equipos se debe de tener excesivo cuidado en su diseño.

El diseño depende bastante de las propias Características de Pulpeo de cada Maquina en Particular; es decir cada maquina tiene su modo propio del grado de disgregación y de esto depende mucho del diseño de la canastilla.

Para nuestro caso, en el sistema actual no funcionaría un screen de orificios de pequeños diámetros de canastilla debido a los problemas de disgregación presentados anteriormente. Para diámetros de canastilla del orden de los 0.5 a 1.0 mm, producirían constantes atoros y taponamientos de la canastilla que se traducirían en altos tiempos de parada de maquina con

las consiguientes pérdidas de producción. En la actualidad nacional, los screen están siendo trabajados en el orden de los 1.0 – 1.5 mm.

Es por esto que recomendamos primero mejorar la etapa de Pulpeo; de lo contrario igual tendrían problemas de altos de merma de producción. Los screen pueden tener orificios hasta de 3 mm de diámetro; pero es necesario saber que su eficiencia de estos equipos es mejor cuando se trabaja con consistencias del orden del 1.5%.

Consistencia de Entrada %C	:	1.5 – 3.0 %
Presión de Operación	:	03 – 05 Bar.
rpm screen	:	800
Merma Screen	:	2%

Esta merma esta constituida principalmente por:

- Hilos y Cerdas.
- Plásticos.
- Polietilenos.
- Algunos metales.
- Fibra no disgregada.

4.4 REFINACION

Una vez limpiada la pasta de los contaminantes gruesos, esta pasa a través de unos refinadores cuyo objetivo es de reducir el tamaño del material grueso en partículas de menor tamaño que se pueda usar como pulpa.

Existen en uso varios tipos de refinadores, en uno la pulpa pasa a través de unos discos giratorios ásperos, en otros refinadores

una placa de piedra abrasiva esta sujeta a los mismos, otro tipo de refinador reduce las partículas gruesas por la acción rodante de sus rodillos internos.

El objetivo de los refinadores es de orientar y direccional la fibra ya sea de origen reciclado o virgen; las fibras de papel en su estado natural, siempre están enredadas y entrelazadas formado nudos y grumos los cuales deben de ser orientadas mediante el refinador con el objetivo de obtener un papel con una buena formación y de apariencia uniforme.

Los refinadores deben trabajar en consistencias que oscilen desde 2.5 – 4.0 % de Consistencia.

4.5 ETAPA DE LAVADO

4.5.1 CELDA DE DESTINTADO

La operación de destintado propiamente dicho consiste en eliminar la tinta del papel impreso, separar la tinta de la suspensión de la pasta y su posterior eliminación.

* Merma del Destintado: 10% (carga mineral)

Tal como lo expuesto; la etapa de destintado proporcionará 02 atributos de alta consideración.

1º. Mejoraré la Calidad del Papel:

El papel aumentará en Calidad al eliminar las tintas provenientes de la recortería; esto se traducirá en un papel con menos puntos negros y color. A su vez también se disminuirá

en el orden del 70% el contenido de finos y polvillos que generan una apariencia de un papel de baja calidad.

2°. Mayor Rendimiento y Mejores Costos

Los Costos de Materia Prima se reducirán en promedio mínimo del 30%. Es decir que se suplantara la materia prima blanca (Blanco I) en los papeles de las diferentes calidades a producir. Al cambiar la materia prima de menor costo y al destintarla, la calidad se mantiene tan igual como se trabajara con puro Blanco. Este ahorro permitirá un nuevo posicionamiento en el mercado con el tema de costos.

4.5.2 ESPESADOR SAID HILL

Los Said Hill son espesadores de plano inclinado de malla metálica con orificios del orden desde los 60 hasta los 100 mesh, diseñados para el retiro ideal del agua de la pasta y cuyo principal objetivo es el aumentar la consistencia de la pasta.

Los espesadores son utilizados en la etapa previa de la refinación o de los despastilladores; y generalmente su calculo se basa en consistencias de entrada de 1.0 y salida de desde el 3.0 hasta el 4.0 % de consistencia.

Su principal función es espesar la pasta proveniente de la etapa de destintado; ya que es necesario llevar la pasta a una consistencia de 3% para poder pasar por la etapa de refinación.

La merma de este equipo oscila en un 5%; pero solo se presenta como merma la carga mineral (carbonato de calcio) proveniente del reciclado.

4.6 LIMPIEZA EN CABEZA DE MAQUINA.

4.6.1 DEPURADORES DE BAJA CONSISTENCIA

En las descripciones anteriores se han eliminado los contaminantes de mayor densidad; faltando aun la eliminación de los contaminantes de menor densidad. Es por esto que indicamos como contaminantes de baja densidad a las arenillas en general y la carga mineral.

La función de los Depuradores de Baja Consistencia es la de eliminar las arenillas y de todos los contaminantes son tan perjudiciales que realizan un trabajo de desgaste de manera silenciosa. Las arenas son abrasivas.

Los problemas que causan la no eliminación de las arenas son las siguientes:

- Mala formación de la Hoja; resta características de suavidad al papel.
- Desgaste de las Vestiduras; baja el tiempo de vida de la Tela y Fieltro.
- Desgaste del Cilindro Secador Yankee; menos tiempo de rectificado.
- Desgaste prematuro de los Polines de la Maquina.
- Desgaste de todas las estructuras de la Maquina.

Altos Problemas en Conversión: una vez pasada la etapa de secado; las bobinas de papel transfieren la arenilla en la hoja a la maquina de Conversión y al estar en estado seco (sin

humedad), las arenillas incrementan su acción destructiva en un 150% más.

V. FORMACIÓN DEL PAPEL

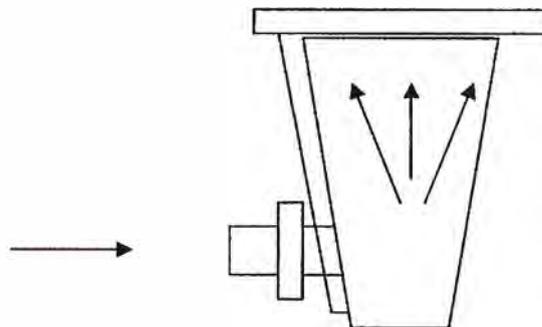
5.1 DISTRIBUIDORES DE PASTA

Entre las principales funciones de los distribuidores de pasta se encuentran las siguientes:

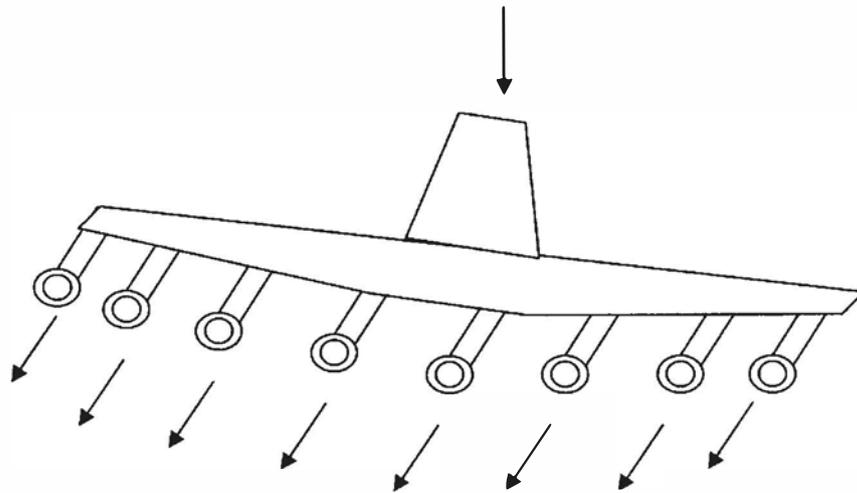
- Distribuir uniformemente el flujo de pasta a todo lo ancho de la maquina.
- Dirigir el flujo de pasta hacia la regla, libre de flujos transversales que originarían condiciones no uniformes de flujo en el chorro.
- Mantener en el sistema una dispersión uniforme de las fibras y sólidos. Esto requiere un movimiento adecuado en todas las partes del sistema para impedir el asentamiento y la floculación de las fibras, también implica el evitar los flujos rápidos alrededor de superficies curvadas.

Entre los principales tipos de distribuidores de pasta se mencionan los siguientes:

Distribuidor del ducto divergente aplanado: Este es básicamente una pieza de transición entre un tubo circular y una sección rectangular cuya longitud es igual al ancho de la maquina.



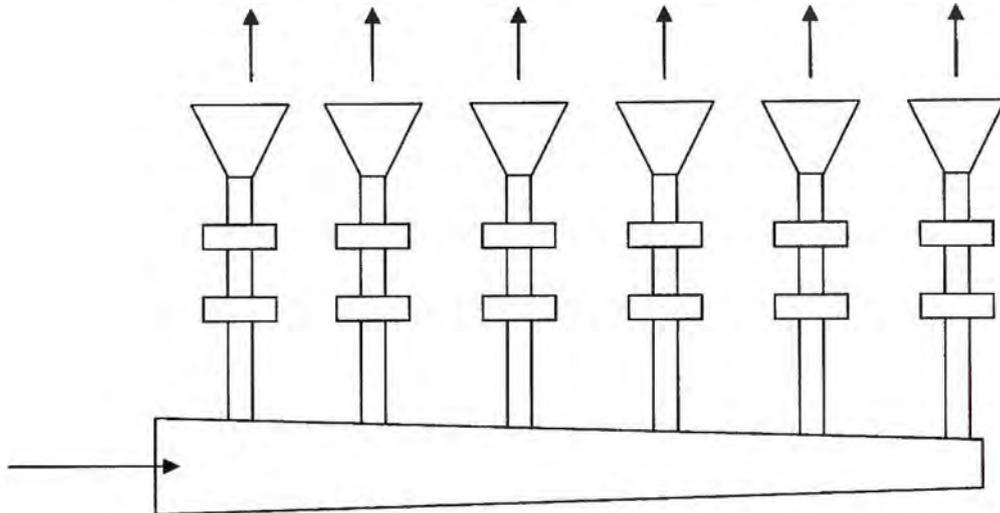
Distribuidor Múltiple Sencillo: este modelo constituye todavía un método muy popular de distribuir la pasta a lo ancho de la caja de entrada de la maquina. Esta modificación da una distribución mas uniforme de flujo a los ramales de tubos individuales y también ofrece menos oportunidad de desarrollo de lama (depósitos bacteriológicos) que el cabezal de sección uniforme.



- **Distribuidor de Flujo Transversal opuesto:** Este diseño divide el flujo en volúmenes iguales hacia el frente y la parte posterior de la caja de entrada. Cada flujo alimenta entonces a una cámara divergente aplanada, transversal de la maquina, de la cual sale a través de una ranura que esta a lo ancho de la maquina. Los dos flujos que emergen se unen, ya sea en una garganta ventura o pasando por un cilindro con perforaciones..

- **Distribuidor “cónico” de flujo con entrada lateral:** Este distribuidor se alimenta por una lado de la maquina. Consiste de una cámara cónica con salidas uniformemente espaciadas a todo su largo y perpendicularmente al eje de la cámara. El

objeto de dar forma cónica a la cámara es de forzar flujos iguales hacia la salida. Para conseguir esto se han usado diseños con o sin derrame en el extremo de la cámara.

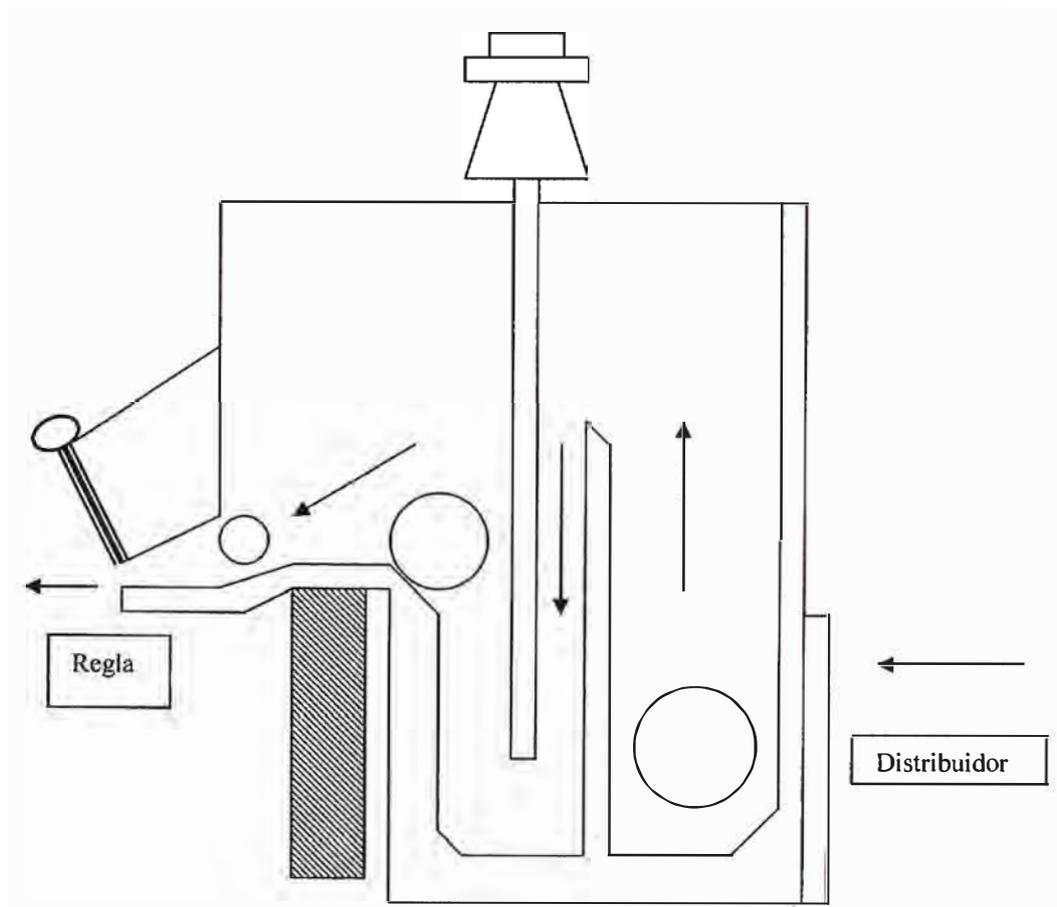


5.2 CAJA DE ENTRADA. HEAD BOX

Las cajas de entrada también pueden clasificarse en unos cuantos tipos generales. La caja de entrada queda justamente entre el distribuidor y la tela de formación (junto al foaming board) y su función depende en parte de la efectividad de su ubicación. En todos los casos las cajas de entrada proporcionan una zona en la que las turbulencias excesivas y los flujos cruzados que se originan en la entrada se calman; las desigualdades en velocidad de flujo se corrigen y la pasta se dirige en formación hacia la regla. En el caso de cajas con colchón de aire, también constituyen la zona en la que el nivel de la suspensión y la presión del aire se regulan. Las cajas de

entrada pueden clasificarse en tres categorías básicas, aunque dentro de cada una existe una gran variedad de diseños.

- **Caja de Entrada de Tipo Abierto:** Esta es la categoría dentro la cual cae la mayoría de cajas de entrada, antiguas y de baja velocidad. Consiste esencialmente, en una caja, alimentada en uno de sus extremos por medio de un distribuidor, y que descarga en el otro extremo a través de una regla. ^Para controlar el flujo, dentro de la caja se usa una variedad de deflectores, cilindros perforados y elementos curvados. El nivel de pasta en la caja se varía con la velocidad de la maquina. Para obtener la velocidad adecuada de salida en la regla (generalmente un poco menor que la velocidad de la tela), a ajustan simultáneamente el flujo hacia la caja y la abertura de la regla hasta que el cabezal necesario produzcas dicha velocidad.



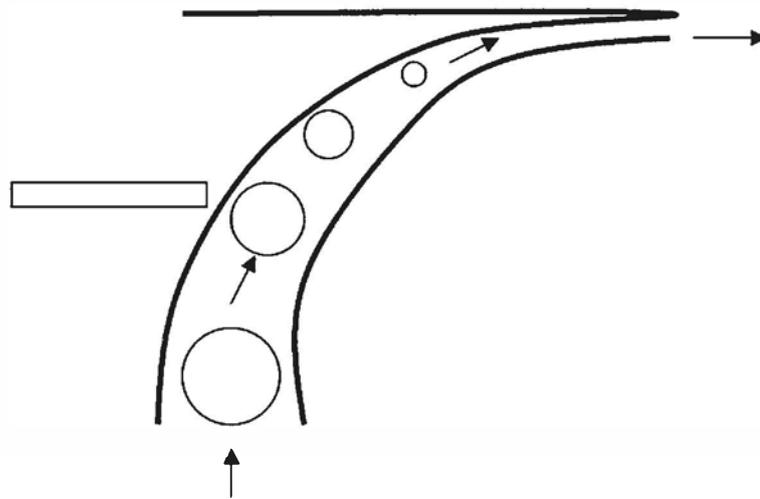
- **Caja Cerrada con Colchón de Aire:** Generalmente denominada caja presurizada; para evitar los niveles de pasta muy profundos que serían necesarios en las cajas abiertas el operar a alta velocidad, se ha desarrollado la caja a presión cerrada. La altura de la suspensión se controla a un nivel seleccionado de modo que se eviten las bolsas estancadas en el flujo a través de la caja. La presión requerida para producir la velocidad deseada de salida, en exceso de la producida por la altura escogida de la pasta, se obtiene aplicando presión a una cámara de aire sobre la suspensión. El mantenimiento de un nivel constante de pasta permite localizar adecuadamente deflectores y cilindros perforados para el control óptimo del flujo a cualquier velocidad de este, lo cual ha producido diseños mas simples de caja de entrada.

En estas cajas, como en las abiertas, se aplica la misma relación entre la velocidad de salida y el cabezal total (cabezal líquido mas presión de aire). El operador ajusta el flujo total y la abertura de la regla de la misma manera que en la caja abierta.

Caja de Entrada a “chorro directo”: Se han construido varias versiones de entradas a chorro directo en las que todo el canal de la bomba a la regla se llena de suspensión. Este tipo de cajas, en un inicio eran muy difíciles de diseñar y operar satisfactoriamente; en la actualidad el avance es completo y satisfactorio; instalándose este tipo de cajas en maquinas modernas.

El pequeño volumen de pasta contenido y los canales de flujo bien definidos son las características más atractivas. La ausencia de una superficie libre en contacto al aire como la que se encuentra en las anteriores; hace que en esta regla sea

extremadamente sensible a las pulsaciones hidráulicas en la pasta y a las vibraciones mecánicas en la estructura de la caja. Además se ha encontrado que la superficie inferior de la bóveda de las secciones casi horizontales del canal, es muy susceptible al desarrollo de lama a menos que las velocidades se mantengan arriba de unos 3 pies/seg.



5.3. SISTEMA DE REMOCIÓN DE AGUA. DRENADO

La suspensión fibrosa al pasar por la caja se direcciona en todo el perfil de una tela de formación la cual esta constituida para que pueda remover con y sin ayuda física el agua de la suspensión fibrosa a través de gradientes de presión hidráulica. Aproximadamente un 50% de agua se drena a través de la tela dejando del **50 – 70 % de fibra.**

Los auxiliares de drenado que conforman la tela son:

Forming Board: Ubicado después del rollo cabecero o la regla con un ancho que va hasta los 400mm dependiendo del tipo de mesa. Pueden ser de material cerámico o nylon reforzado.

- Reglas: Generalmente de polietileno, se ubican después del forming con la función de ayudar a remover el agua drenada por la tela que se adhiere por la tensión superficial a la tela. Dependiendo de la operacionalidad de la maquina, las reglas pueden variar desde los 0 – 3°
- Cajas de Succión: llamadas cajas de vacío; sistema mediante el cual se le aplica una fuerza de succión a través de unas bombas de vacío. Estas cajas pueden ser de alto y bajo vacío.

Los principales modos de remover el agua se detallan a continuación:

- a. Presión Hidrostática, debida al peso de la suspensión sobre la tela. Esta fuerza es solo de importancia practicas en maquinas sumamente lentas en las cuales se produce la mayor parte del drenado sobre la sección de los rodillos desmotadores.
- b. Presión de Inercia, producida por el impacto, en un ángulo grande, del chorro de la regla sobre la tela. Este tipo de drenado a presión se emplea en alguna maquinas de “tissue”, pero por lo general se evita en las maquinas de papeles finos ya que ocasiona una formación pobre en las hojas mas pesadas.
- c. Fuerzas de Succión Hidrodinámica, producido por el movimiento de la tela sobre los cilindros desmotadores o sobre soportes estacionarios especialmente contorneados (reglas). Estas fuerzas producen la mayor parte del drenado en casi todas las máquinas, de manera típica, un 65 a 75% del total.
- d. Fuerzas de Succión o Vacío, producido por las cajas de succión de debajo de la tela. La fuente del vacío en la mayoría de las máquinas es una pierna barométrica,

complementada generalmente por una bomba de vacío para manejar el aire. Estas fuerzas producen un drenado que solo es superado en magnitud por la etapa anterior, de manera mas o menos representativa, en 25% del drenado total.

Una manera de cómo varía el drenado real con la velocidad, se puede obtener a partir de una ecuación derivada empíricamente que ha sido propuesta a saber:

$$Q = (D * V^k) / (R_o ^2)$$

k = factor constante de una pulpa dada;

R_o= factor de resistencia la drenado a un cierto gradiente de presión usado como referencia, y por consiguiente, un factor del cual el termino dependiente de la velocidad ha sido eliminado.

Se dispone de muy poca experiencia de esta ecuación. Para mezclas fibrosas a base de pasta mecánica se ha informado que el valor de k = 2.0 y para pulpas kraft de 0.3. Para un rodillo desgotador; la extensión horizontal de la zona de succión; X, y la velocidad de la maquina V, y el D, diámetro del rodillo se tiene lo siguiente:

$$R = D * V / X.$$

Ay que tener mucha cautela en utilizar estas relaciones. Un método nemotécnico conveniente en la teoría del drenado de los rodillos es el hecho de que el pico de succión desarrollado por un rodillo es numéricamente igual al cabezal teórico para esa velocidad de maquina. Fácilmente se podrá observar por lo tanto, que a velocidades superiores a los 500 m/min., la succión desarrollada por los rodillos excede a las de la caja de succión

(el vacío máximo usual en las cajas de succión es de 5 a 8 pulg. de Hg). En las cercanías de 900 m/min. se alcanzara un pico límite de vacío, igual a la presión parcial de vapor de la suspensión.

Otros factores que afectan el drenado en la máquina son la temperatura de la pasta que tiene influencia en la viscosidad y por tanto en el aumento y remoción del agua. Subiendo la temperatura de la pasta, por consiguiente se tiene un medio de aumentar el drenado, sin embargo a altas temperaturas se tiene problemas de espuma y babazas y a menudo de pérdida de formación de la hoja. La refinación de la pasta aumenta su resistencia al drenado; lo mismo sucede con otros factores que mejoran la formación de la hoja. Hay métodos para medir la refinación mediante ensayos (freenes) que relacionan la refinación con la remoción del agua.

Dos factores de importancia práctica en relación con las superficies estacionarias que tienen contacto con la tela (por ejemplo, las tapas de las cajas de succión, deflectores y cuchillas de drenado o reglas etc.) son el desgaste de dichas superficies y de la tela y el coeficiente de fricción entre ambos elementos. El desgaste determina la vida de la tela. La fricción determina la fuerza que debe ser transmitida por la tela y por tanto, la tensión que ella deberá llevar.

La necesidad de reducir la fricción en las cajas de succión ha conducido al desarrollo de unidades especiales de succión que consisten en una banda perforada que pasa sobre y alrededor de las cajas de succión, y que por tanto, queda entre las cajas estacionarias y la tela móvil.

5.4 FORMACION DE LA HOJA

Las fibras que quedan en la hoja después de drenar el agua de la suspensión; se entrelazan unas con otras para formar una hoja continua de densidad casi uniforme. La disposición mediante la cual las fibras se arreglan en la hoja se denomina “formación de hoja”.

El problema que el fabricante de papel debe resolver al hacer una hoja de papel, es el de romper los flóculos fibrosos separados que tienden a formarse en las suspensiones de fibras, y lograr que las fibras se entrelacen en una sola hoja que no refleje su estado inicial de agregación. Un medio de evitar esta formación de floculos es la de trabajar con consistencias muy bajas. (3%)

Se menciona la importancia de turbulencias en pequeña escala en la caja de entrada. Una buena caja de entrada puede proporcionar, a través de su regla, un flujo de pasta con la máxima dispersión de fibras. Esto, por lo general, no es adecuado para producir una hoja bien formada sin la acción ulterior de la mesa. Por lo tanto, la dispersión adicional de los flóculos debe ser llevada a cabo sobre la tela.

En la tela, la defloculación de fibras se consigue de manera muy eficiente produciendo un movimiento relativo entre la tela y las fibras depositadas, por una parte, y entre la tela y la pasta que no ha drenado, por otra. Conforme se efectúa el drenado, una parte del floculo se atrapa en la red, y el movimiento relativo de la pasta libre sobre la parte no adherida del floculo origina una fuerza cortante del mismo. El floculo así roto no puede volverse a formar fácilmente. El otro factor que influye para mejorar la formación es la tendencia del movimiento relativo para mover las fibras de áreas locales de bastante

deposición (y, por tanto, de drenado relativamente más rápido). El resultado neto de este movimiento es una nivelación en la distribución de fibras.

En una maquina convencional el movimiento relativo se puede producir de cuatro maneras diferente:

1. Operando la caja de entrada con una velocidad de salida del chorro ligeramente menor a la velocidad de la tela. Basado en la experiencia en campo, se ha obtenido que generalmente la mejor formación se tiene con una diferencia de velocidades en el rango de 0 a 5%.
2. Haciendo vibrar transversalmente la sección de la tela.(traqueteo). A velocidades de 200 m/min y en menor grado hasta 500 m/min en la formación de la hoja se obtienen vibrando la tela transversalmente en la sección formadora. La selección de un diseño vibratorio varía de acuerdo con el tipo de papel y, sobre todo, con el perjuicio personal.
3. Por ciertas acciones inestabilizadoras del flujo sobre los rodillos desmotadores. A altas velocidades la vibración mecánica se vuelve inefectiva. El problema de hacer vibrar la pesada sección de la mesa a una frecuencia lo suficientemente alta para ser provechosa, todavía no ha sido resuelto. Afortunadamente se presenta un fenómeno hidrodinámico que produce un efecto similar. A velocidades altas la función del rodillo desgotador hace que la tela tienda a envolverlo, originando una pequeña cresta en el viaje de la pasta conforme esta pasa sobre cada rodillo desgotador. Cualquier irregularidad de la superficie de la pasta, y usualmente hay muchas pequeñas protuberancias en la dirección de fabricación, se amplifica la pasar sobre el rodillo y luego se invierte al salir de él y continua creciendo

por un periodo adicional. De esta manera una protuberancia al acercarse al rodillo crece; luego se convierte en depresión al salir del rodillo, y al hacerlo así se levantan dos protuberancias a cada lado de la depresión. El flujo que produce estos cambios en la superficie de la pasta ocurre muy rápidamente y causa entre la pasta y la tela el movimiento relativo que se necesita para mejorar la formación. Desafortunadamente este efecto es muy sensible a la velocidad, y a medida que esta aumenta se alcanza un punto después del cual las oscilaciones crecen con mucha rapidez haciendo que algo de suspensión se separe de la mesa, en forma de rocío, y perturbe la formación de la hoja. El desarrollo de tales irregularidades puede reducirse disminuyendo el ángulo de envoltura alrededor del rodillo desgotor. Esto puede lograrse aumentando la tensión de la tela, reduciendo las fuerzas de succión que causan la tendencia a la envoltura al sustituir los rodillos desmotadores por rodillos ranurados, o instalando soportes estacionarios para la tela inmediatamente después de cada rodillo desgotor de modo que se reduzca la distancia entre los puntos de soporte de la tela. Las turbulencias en la regla de la caja de entrada y la manera en que el chorro hace contacto sobre la caja formadora, son fuentes importantes de perturbaciones en la pasta que se desarrollan sobre los rodillos desmotadores para producir estos impresionantes movimientos.

4. Mediante la acción del cilindro “dandy”. Una mejora final, en pequeña escala, de la formación puede lograr mediante un cilindro “dandy” operando sobre la pasta; utilizado principalmente en la industria de papeles de grado escritura y cartón. Este cilindro consiste de una armadura cilíndrica,

ligera, recubierta de una tela metálica relativamente gruesa (de una malla con aproximadamente la mitad de hilos con respecto a la tela). La localización aproximada del cilindro “dandy” es a una tercera parte del largo de la sección de las cajas de succión, y se soporta libremente dejando un pequeño claro sobre la tela. El drenado de la mesa, antes del cilindro “dandy” se ajusta de modo que la línea seca; la línea en la que desaparece la superficie libre, brillante del agua se presente justamente después del cilindro “dandy”. Este cilindro gira directamente sobre la superficie de la pasta, comprimiendo la hoja recién formada. La mayor parte del agua que el cilindro expulsa sube al interior de su estructura y luego regresa otra vez hacia la superficie del papel a medida que éste se aleja del cilindro “dandy”. En la zona de contacto la hoja es lo suficientemente plástica para responder a las fuerzas de compresión y de corte originadas por el cilindro “dandy”, y en la estructura de la hoja se produce un acercamiento.

5.5 PRENSADO

Después de la sección de formación, el papel pasa hacia la sección de prensas y secadores para seguir perdiendo agua. La hoja que sale de la sección de la tela es una red fibrosa parcialmente saturada que puede ser comprimida a un volumen que no es suficiente para contener toda el agua originalmente presente. Por lo general las prensas reciben el papel con un porcentaje de humedad que va hasta los 40%; saliendo esta después de las prensas entre 60 – 65% de sequedad.

Las prensas húmedas de la maquina de papel, por lo general están provistas con fieltros. Las prensas ranuradas de las maquinas secadoras de pulpa se operan sin fieltros.

El cilindro prensa puede estar hecho de acero o de hierro fundido recubierto con hule puro, o con hule que contiene rellenos minerales el cual se llama Microroc o Estonita. Este cilindro también puede ser de granito.

El papel y el fieltro son estructuras capilares parcialmente saturadas con agua y capaces de comprimirse. El fieltro tiene capilares mas grandes, contiene menos agua que el papel, y es mucho mas denso, por consiguiente, es mas resistente a la compresión.

Debido a los capilares más grandes, los fieltros tiene mucho menos resistencia al flujo que el papel y al mismo tiempo tienen una actividad capilar mucho mas pequeña. Esto factores son importantes para comprender el proceso de prensado.

La zona de contacto en la prensa, por lo general, es de 1 a 2 plg de ancho y esta determinada principalmente por el tamaño del cilindro y la compresión del fieltro. La presión en la zona de contacto, en libras por pulgada cuadra tiene un máximo en la línea central de contacto. La presión aplicada es absorbida por el papel y en fieltro como presión hidráulica para vencer las fuerzas capilares y de flujo, y como presión necesaria para comprimir los tejidos tanto de la zona del fieltro como la zona de papel. La geometría de la zona de contacto define la intensidad de la compresión y el flujo.

5.6 SECADO DEL PAPEL. CILINDRO YANKEE

El papel húmedo de la sección de prensas con un contenido de humedad de 35 a 40% pasa por una serie de secadores o un secador único denominado “Cilindro Yankee”, hasta obtener un papel con un contenido de fibra de 95% y 5% de agua.

En la zona de prensado; es decir prensa –secador (yankee) se produce además la transferencia del papel hacia la superficie del Yankee. El diámetro de este secador es del orden de 3 – 5 mts. Debido a que el papel húmedo se prensa con firmeza contra la superficie altamente pulida del secador, la transmisión de calor mejora notablemente. A causa de esto y de que la hoja es bastante ligera, la evaporación aumenta casi 10 a 20 lb de agua por pie cuadrado por hora, en lugar de la evaporación estimada de 2 lb en un conjunto estándar de secadores (cartón y escritura).

En el secado en superficie caliente el mecanismo es un poco más complejo. El grado de complejidad varía con los diversos métodos de secado: un secador Yankee en donde un lado puede estar contra la superficie caliente durante todo el secado, un secador de cartón en el que ambos lados se ponen alternadamente en contacto con las superficies calientes, y un secador de papel en donde este en contacto alternado esta completado por filtros de secador que sostienen firmemente el papel contra los cilindros secadores de vapor. El papel húmedo contra una superficie caliente estará mas caliente en dicha superficie, creando un gradiente de temperatura desde la temperatura desde la superficie interior (de contacto) hacia la

exterior. A medida que el agua que queda hacia el tambor caliente sube de temperatura, se evapora y su presión la fuerza a través de la hoja, tratando de llegar al aire libre. Puesto que el centro de la hoja esta mas frío parte del vapor se condensa y cede su calor latente para ayudar a calentar las capas exteriores, ayudando a la conducción mas lenta de calor a través de la hoja conforme se calienta, la capa exterior de agua se evapora, ayudada por cualquier movimiento de aire en la reducción de su resistencia de película.

La evaporación es mayor en la superficie caliente ocasionando que en esa superficie emigre mas agua hacia el exterior. La gradiente de contenido de agua indicaría entonces un punto más alto, cerca del exterior, en lugar de en la línea central (véase la figura la cual muestra gráficamente la variación en la concentración de agua a través de la hoja). La figura también muestra la concentración de un colorante empleado para estudiar la migración de agua, el colorante se mueve con el agua pero se queda en la hoja cuando el agua se evapora. La alta concentración sobre la cara exterior y la mas alta concentración de la cara interior, muestra en donde se evapora el agua y las cantidades relativas.

En un secador de maquina de cartón existe el mismo fenómeno, con excepción de que las direcciones del curso del agua se deben llegar a confundir y el punto alto del gradiente de agua permanecerá en la línea central. El uso de varios secadores permite la evaporación del agua de la hoja a medida que esta pasa de secador a secador, de modo que no todo el vapor tiene que pasar a través de la hoja para escapar de ella. Si a través o dentro de los espacios existentes entre la hoja y los

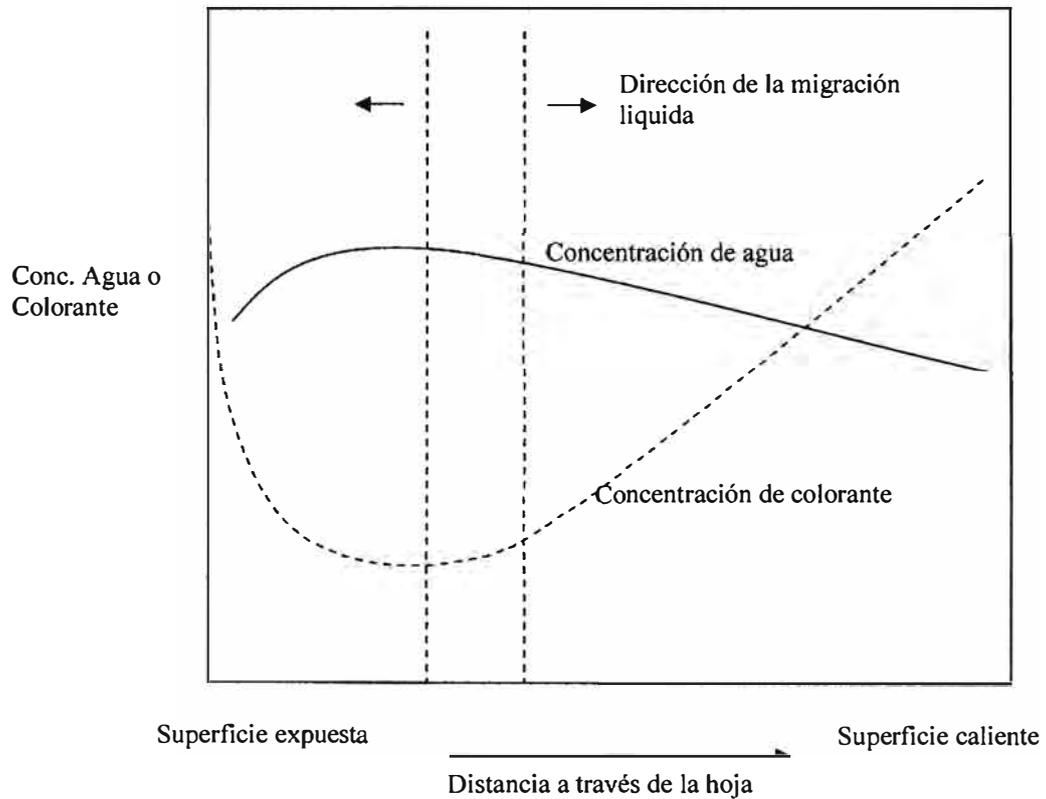
secadores se fuerza una corriente de aire esta contribuirá a efectuar la evaporación.

El calor latente requerido proviene en su mayor parte, de la propia hoja y al mismo tiempo le produce, una disminución en su temperatura por lo que la hoja necesita recalentarse en el siguiente secador. En una maquina de papel, el propósito principal del fieltro del secador es mejorar la transmisión de calor del secador caliente hacia el papel. Dicho fieltro es un mal necesario porque se suma a la resistencia del vapor para pasar a través de la hoja del papel y que entonces tiene que pasar a través del fieltro del secador para llegar al aire. En el extremo húmedo, un fieltro apropiadamente acondicionado absorberá agua de la hoja y tendrá dicha agua hasta que sea evaporada por un secador estándar de fieltro, tipo Feeney localizado entre secadores, o por un secador estándar de fieltro y un sistema de aire caliente, localizados en el viaje de retorno del fieltro.

Al pasar el fieltro sobre el rodillo del fieltro que queda entre secadores, se evapora algo de agua de la cara del fieltro que queda en contacto con el papel. Un fieltro, de secador, debe por consiguiente tener resistencia para sostener el papel firmemente contra el tambor, absorbencia para recoger y retener agua, y porosidad para permitir el paso del vapor de agua.

Si se usan campanas de alta velocidad, el fieltro es desviado al pasar por el tambor secador, lo cual significa que la fuerza del aire debe sostener firmemente el vapor contra el tambor para mantener un coeficiente alto de transmisión de calor. Conforme la temperatura del aire aumenta, la proporción de superficie

exterior de secado se incrementa hasta un punto en donde el aire realiza un secado mayor que el secador de vapor. El plano de la máxima humedad se cambia ahora a un punto localizado entre la cara del secador y el plano central de la hoja.



VI. TRATAMIENTO QUIMICO

El tratamiento químico de la pasa de papel es fundamental en el proceso de fabricación del papel y entre sus principales funciones encontramos.

- Aumento de la Producción; un buen tratamiento químico permitirá el aumento de la producción de papel ya que se podrá manipular la maquina sin ninguna perturbación externa.
- Eliminación de impurezas de naturaleza polimérica, es decir restos de polímeros, grasas, resinas etc.
- Tratamiento Bacteriológico: a través de bactericidas se mantendrá una población bacteriológica controlada. Esto quiere decir que el objetivo no es esterilizar el proceso de producción sino mas bien mantener una población de bacterias constante.
- Evitar la formación de depósitos; de origen orgánico o químico; pues un alto contenido de contaminantes interferirá con la producción produciendo paradas de maquina para limpieza.
- Mantenimiento de los equipos contra la corrosión; la pasta de papel de por si tiene un carácter abrasivo por lo que se aplican dependiendo del caso antincrustante y dispersantes.
- Control de los efluentes; se utilizan secuestrantes para controlar el contenido de sólidos totales y disueltos al medio ambiente. Esto va a depender si es que el sistema es de circuito de aguas abierto o circuito cerrado.
- Clarificación y limpieza del agua recirculada; ya que el agua por motivo de costo y medio ambiente, se recircula la mayor vez posible hasta que las condiciones de proceso obliguen el

cambio de agua en el sistema. Recordemos que la recirculación de agua conlleva a un mayor incremento de la concentración de electrolitos en el sistema.

6.1 Insumos Químicos Aplicados al Proceso

Zona Pulper:

- Soda Cáustica,
- Dispersantes de Goma,
- Barredores de Carga Anionica,
- Destintantes.
- Colorantes.
- Bactericidas.

Zona Preparación Pasta:

- Dispersantes de Goma,
- Barredores de Carga Anionica,
- Colorantes
- Almidones (solo para papeles gruesos)

Zona Cabeza de Maquina

- Dispersantes de Goma,
- Agentes de Resistencia en Húmedo,
- Colorantes
- Encolantes (solo para papeles gruesos)
- Antincrustantes de Bombas.
- Limpiadores de Telas y Fieltrros
- Bactericidas.
- Agentes de Tratamiento de Yankee

VII. BALANCE DE MASA

7.1 Parámetros de Cálculo de Producción:

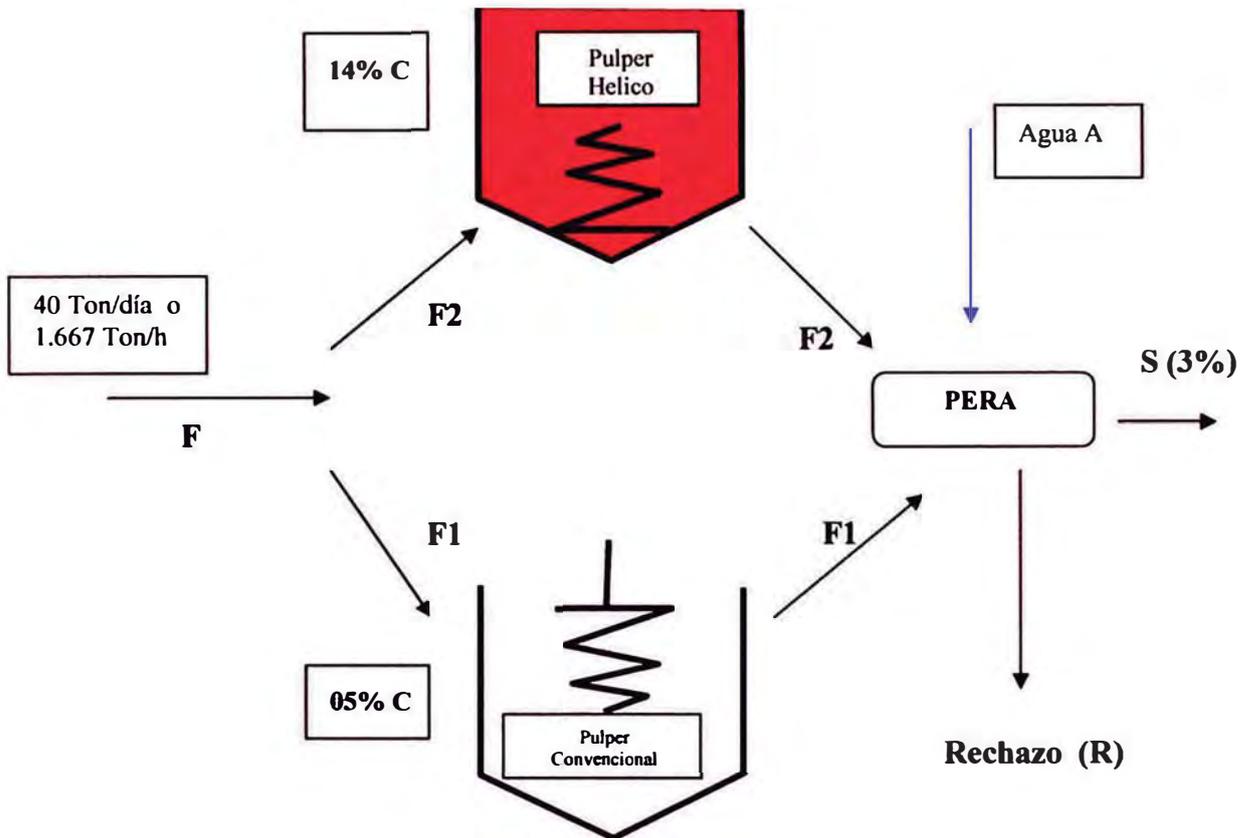
CALIDAD: PAPEL TISSUE

Carga de Proceso	=	40 Ton/día
Merma	=	25%
Producción	=	Carga* Eficiencia
	=	Carga * (1 – merma)
Producción	=	30 Ton/día
Materia Prima	=	Papel Reciclado
		Fibra Virgen

Merma: *Esta constituida en un 95% de Carga Mineral como relleno de carbonato de calcio y un 5% de contaminantes.*

Observación: *Los papeles tissue una vez utilizados ya no son reciclados, es decir los papeles higiénicos, servilletas y toallas son eliminados directamente al relleno sanitario debido a su alto contenido de contaminación.*

7.2 Balance de Masa en Zona de Pulpeo.



7.2.1 Balance de Masa en Pulper

Datos Pulper Convencional: (fabrica)

El pulper convencional se utiliza para realizar pulpeos de baja consistencia:

Capacidad de Pulpeo	:	200 Kg/pulpeada
Tiempo de Disgregación	:	40 min./pulpeada.

$$F = 1.67 \text{ Ton/h.}$$

$$F = F1 + F2$$

De los datos del pulper convencional calculamos F1.

$$F1 = 200 \text{ Kg./pulp. / 40 min.} = 0.30 \text{ Ton/h.}$$

Por lo tanto Calculando $F2 = 1.667 - 0.30 = 1.37 \text{ Ton/h.}$

*** Calculo de la Capacidad del Pulper Helico**

Consistencia = 14%

$$\text{Volumen Pulper} = 1.37 \text{ Ton/h} * 100 / 14$$

$$\text{Volumen Pulper} = 9.76 \text{ m}^3$$

7.2.2 Balance de Masa en La Pera

$$S = F - R$$

R = Rechazo (2% de F según diseño de fabricación).

$$R = 0.02 * 1.667 \text{ Ton/h.}$$

$$R = 0.033 \text{ Ton/h}$$

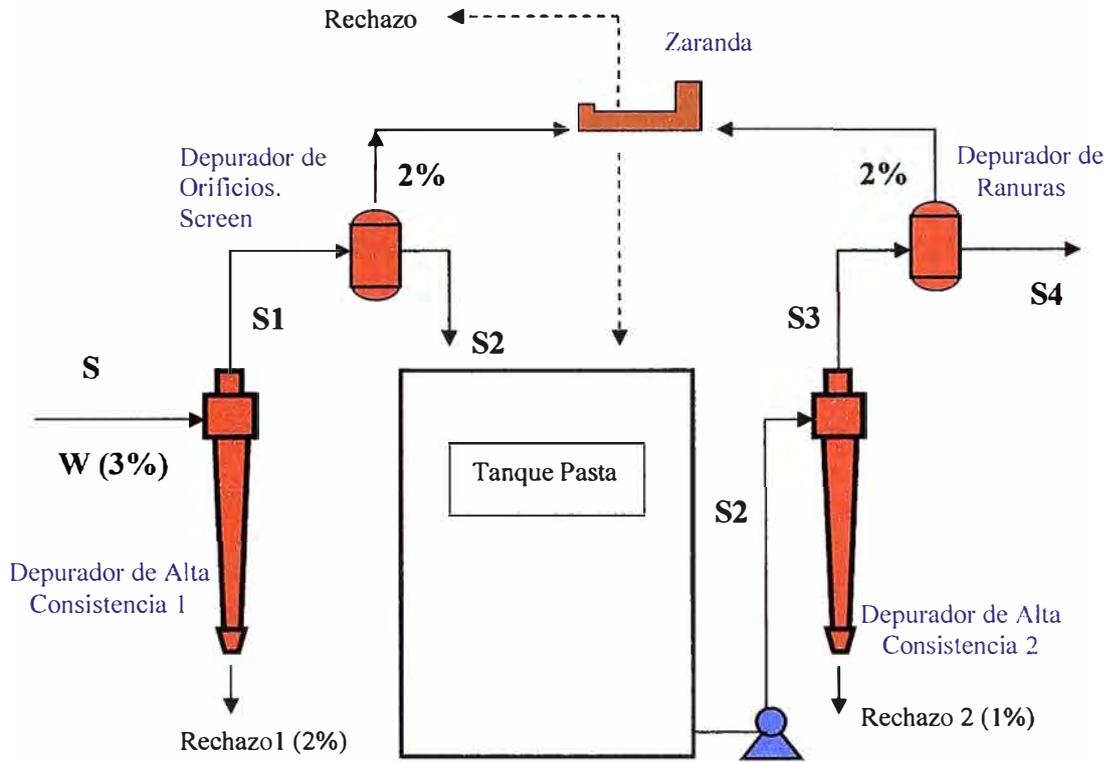
$$S = 1.67 - 0.033 = 1.63 \text{ Ton/h}$$

$$S(3\%) = 1.63 * 100/3 = 54.4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por lo tanto se tiene los siguientes resultados:

F	=	1.667 Ton/h.
F1	=	0.30 Ton/h.
F2	=	1.37 Ton/h.
V (helico)	=	9.76 m³
R	=	0.033 Ton/h.
S	=	1.63 Ton/h.
W(3%)	=	54.4 m³/h.

7.3 Balance de Masa en Etapa de Limpieza



7.3.1 Balance de Masa en el Depurador de Alta Consistencia 1.

Se tiene de los cálculos de la etapa de Pulpeo:

$$S = 1.63 \text{ Ton/h.}$$

$$\text{Rechazo 1} = 2\% * S = 0.02 * 1.63 = 0.0326 \text{ Ton/h}$$

$$S1 = S - \text{Rechazo 1}$$

$$S1 = 1.63 - 0.0326 = 1.601 \text{ Ton/h}$$

7.3.2 Balance de Masa en el Depurador de Orificios. Screen

Se tiene de los cálculos del depurador de alta 1:

$$\begin{aligned}
 S1 &= 1.601 \text{ Ton/h.} \\
 \text{Rechazo} &= 2\% * S1 = 0.02 * 1.601 = 0.032 \text{ Ton/h} \\
 S2 &= S1 - \text{Rechazo} \\
 S2 &= 1.601 - 0.032 = 1.569 \text{ Ton/h}
 \end{aligned}$$

7.3.3 Balance de Masa en el Depurador de Alta Consistencia 2.

Se tiene de los cálculos de la etapa de screen:

$$\begin{aligned}
 S2 &= 1.569 \text{ Ton/h.} \\
 \text{Rechazo 2} &= 1\% * S2 = 0.01 * 1.63 = 0.0163 \text{ Ton/h} \\
 S3 &= S2 - \text{Rechazo} \\
 S3 &= 1.569 - 0.0163 = 1.553 \text{ Ton/h}
 \end{aligned}$$

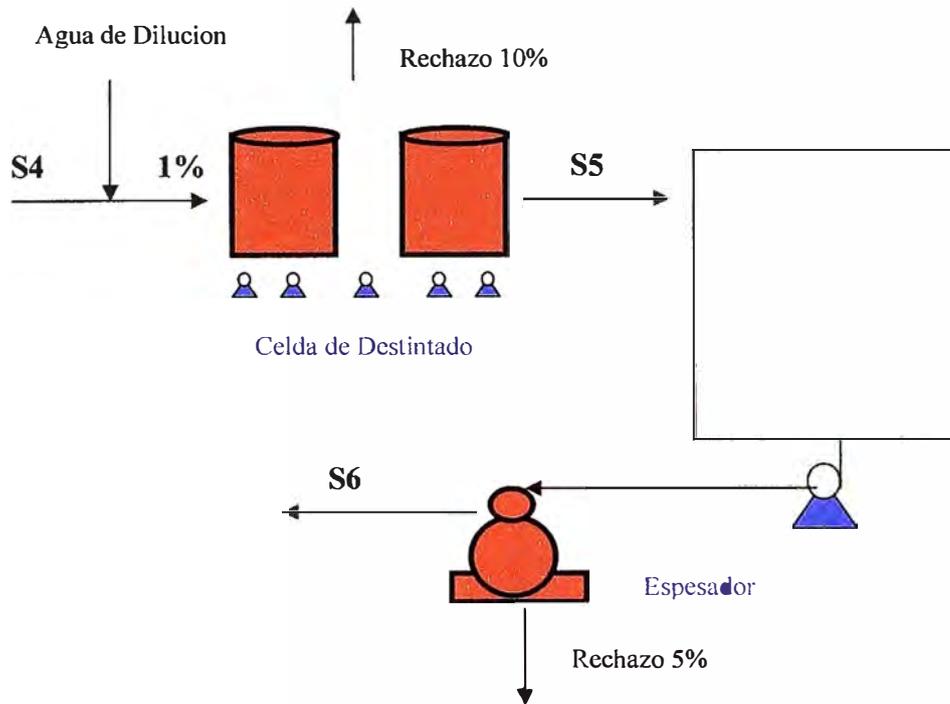
7.3.4 Balance de Masa en el Depurador de Ranuras. Screen

Se tiene de los cálculos del depurador de alta 1:

$$\begin{aligned}
 S3 &= 1.553 \text{ Ton/h.} \\
 \text{Rechazo} &= 2\% * S3 = 0.02 * 1.553 = 0.031 \text{ Ton/h} \\
 S4 &= S3 - \text{Rechazo} \\
 S4 &= 1.553 - 0.031 = 1.522 \text{ Ton/h}
 \end{aligned}$$

S2	=	1.569 Ton/h.
S3	=	1.553Ton/h.
S4	=	1.522 Ton/h.

7.4 Balance de Masa en Etapa de Lavado



7.4.1 Balance de Masa en Las Celdas de Destintado.

Como referencia; el flujo volumétrico de ingreso a la celda debe de tener aproximadamente 1% en consistencia.

Estamos considerando como factor de calculo que el papel tiene una sequedad del 100% cuando en la realidad esta alrededor del 96%.

$$\begin{aligned} \text{Flujo Celda } C1 &= S4 * 100/1 = 1.522 * 100 \\ C1 &= 152.22 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\text{Merma de Celda de Destintado} = 10\% * S4$$

$$\text{Merma} = 0.152 \text{ Ton/h}$$

$$S5 = S4 - \text{merma}$$

$$S5 = 1.37 \text{ Ton/h}$$

7.4.2 Balance de Masa en El Espesador.

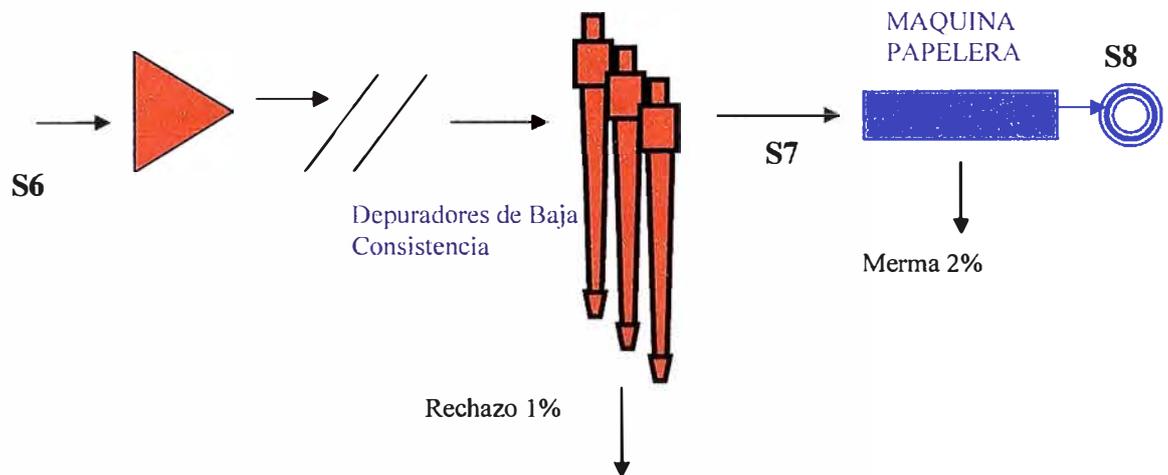
$$S5 = 1.37 \text{ Ton/h}$$

$$\text{Merma del Espesador} = 05\% * S5 = 0.068 \text{ Ton/h}$$

$$S6 = S5 - \text{merma}$$

$$S6 = 1.301 \text{ Ton/h}$$

7.5 Balance de Masa en Cabeza de Maquina



$$S6 = 1.301 \text{ Ton/h}$$

$$\text{Merma del Espesador} = 01\% * S6$$

$$\text{Merma} = 0.013 \text{ Ton/h}$$

$$S7 = S6 - \text{merma}$$

$$S7 = 1.288 \text{ Ton/h}$$

$$S8 = S7 - 2\% * S7 = 1.262 \text{ Ton/h}$$

S5	=	1.370 Ton/h.
S6	=	1.301 Ton/h.
S7	=	1.288 Ton/h.
S8	=	1.262 Ton/h.
S8	=	30.3 Ton/dia

VIII. BASES PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL

La demanda del mercado peruano de Papeles Tissue es de alrededor de 135,000 ton/año. El incremento de la demanda ha sido muy importante en los últimos años originado principalmente por el incremento del PBI en los primeros años de la década de los 90 y que continua hasta hoy con el aumento de la población y su migración del campo a las ciudades el que esta aumentando en función de las posibilidades socio económicas y culturales.

El aumento de la demanda ha originado un alto crecimiento de la Capacidad Instalada de Fábricas de Tissue; es así que hasta el año 1995 hemos tenido una capacidad instalada cercana a las 100 tpd, la que actualmente bordea las 350 tpd (toneladas por día).

La actual cifra de consumo per cápita que tiene el país, a pesar de ser tan baja, es suficiente para mantener a las Plantas de Tissue que se encuentran operativas con un nivel de producción que esta bordeando su capacidad instalada; lo que asegura la presencia de un mercado potencial que permitirá la colocación de productos Tissue provenientes de nuevas Plantas o de la ampliación de las actuales.

El consumo per capita de Perú, ha ido en aumento igualando a países como Uruguay y Colombia y superando a países como Bolivia, Paraguay, Cuba etc, otros países que duplican o más el per capita peruano: Argentina, Venezuela, México, Chile, entre otros.

En el mercado existen variedad de precios y calidades de productos de papeles sanitarios en muchos de ellos no se encuentra una razonable correlación entre calidad y precio; en algunos casos la calidad se mide por la blancura, resistencia del papel, suavidad y gofrado.

8.1. CAPACIDAD DE PRODUCCION: Tamaño de Planta

Como se menciona anteriormente, nos abocaremos al estudio del comportamiento de los Papeles Tissue, ya que los estudios realizados demuestran un mayor movimiento productivo y comercial en nuestro país.

El presente estudio muestra el tipo de Planta productora de Tissue ideal para el mercado nacional; esta conclusión se ha obtenido después de analizar las diferentes plantas del medio; las cuales las podemos selectivizar en dos sectores bien apreciados; la de producción media a baja que representan la mayoría en el mercado y la de alta producción que están representadas por solo 02 compañías; Kimberly Clark que produce el papel Suave y CMPC – Protisa que elabora el Elite, productos con mayor comercialización en el mercado.

En base a la capacidad productiva de cada planta y la demanda del mercado se propone contar con una maquina de las siguientes características:

Tipo de Planta : Papel Tissue

Capacidad Productiva : 40 Ton/día.

Los limites entre los que pudiera dimensionarse el tamaño de Planta, están entre los 30 – 40 tpd (toneladas por día).

Para todos los Cálculos Posteriores de todo el Informe, seguiremos considerando una Producción de 30 Ton/día.

La capacidad productiva de 40 Ton/día, es importante debido a que nos da margen de aumentar la producción a medida de que crezca la demanda del papel tissue; es preferible adquirir una maquina con un margen de seguridad de producción en este caso de 10 Ton/día.

8.2 INVERSION

La definición de una maquina productora de papel por lo general se contempla solo la maquina en si misma; es decir la maquina que por lo general puede ocupar alrededor de 300 m² de área y sobrepasando las 30 Ton de peso.

Todo el proceso de producción de papel engloba aparte de la maquina; todo el sistema de preparación de la pasta; donde se contempla toda la ingeniería para tratar la pulpa de papel que es

en estos momentos el factor principal que marca la diferencia entre plantas productoras.

Al tener un mejor sistema de preparación de la pulpa o pasta de papel se traducirá en mayores ahorros en el papel final y por ende aumentara los márgenes de utilidad. En las compañías nacionales existe una gran variedad de sistema de limpieza o preparación de pasta que presentan grandes deficiencias lo que no les permite alcanzar mejores performances en su proceso.

El tiempo de vida de una Maquina de Papel es indeterminado, debido a que presenta una versatilidad en la reposición de los equipos que conforman la misma, esto otorga el beneficio que la vida útil de la misma se extiende sin problemas. En el mercado nacional solo existen 02 maquinas nuevas con 07 años de uso en promedio y el resto (08) tienen mas de 40 años de antigüedad y continúan con su producción diaria.

Es muy importante la selección de maquina a adquirir ya que va a depender bastante su capacidad y la calidad del producto final; algunas maquinas de tissue inclusive pueden producir aparte de los papeles higiénicos, toallas y servilletas; los papeles copia de un gramaje un poco mayor.

Se cuenta con cotizaciones de muchas maquinas cuyos precios oscilan entre los US\$ 5 000 000 y US\$ 10 000 000 para capacidades de producción que oscilan desde 80 – 100 Ton/día puestos en su lugar de origen; “armadas y/o montados”.

8.2.1 Costo de Maquina, Instalación y Montaje

Capacidad Productiva Ton/dia	40
Capacidad Operativa Ton/dia	30

Maquina Papelera	\$3,000,000.00
Desmontaje en el Origen	\$45,000.00
Fletes Origen	\$7,000.00
Flete Marítimo	\$40,000.00
Gastos Internamiento	\$200,000.00
Equipos Auxiliares	\$30,000.00
Servicios	\$97,000.00
Nave de Maquina	\$35,000.00
Obras Civiles	\$80,000.00
Montaje en Planta	\$70,000.00
Planta Destintado	\$150,000.00
Planta de Conversión	\$60,000.00
Materia Prima 02 meses	\$360,000.00
Planta Energía (caldero)	\$50,000.00
Total US\$	\$4,224,000.00

IX. EVALUACION ECONOMICA PARA EL DISEÑO DE PLANTA

Se empleará, como lo hacen las otras Plantas del país, papeles reciclados y algo de pulpas vírgenes para los papeles de calidad Top. Dependiendo de las calidades de papel a producir estas varían desde un grado Top que es el de mejor calidad hasta ir bajando hasta calidades de grado A, B , C, estos estarán gobernados lógicamente por la cantidad de Materia Prima Virgen o reciclado que constituyan dicha calidad de Papel.

Se contará con una Planta de Destintado, para utilizar todas las clase de Papel Reciclado que existen en el mercado , se producirán pulpas de buena calidad, estamos en condiciones de procesar papeles de reciclo con formulaciones fibrosas de costos razonables asegurando una calidad de producto final que cuente con la aceptación del mercado.

9.1 Precio de la Pulpa Virgen

En lo que respecta a costos, se consideran los precios de fibras actuales, y sin IGV.

Pulpa Virgen	Precio (US \$/ton)
Pulpa Virgen FL (fibra larga)	557
Pulpa Virgen FC (fibra corta)	535

La fibra virgen son de naturaleza importada, en el país no se produce pulpa virgen.

9.2 Precio de Material Reciclado

Mixto de Primera

Consiste en hojas impresas o no impresas , recortes, guillotizados, libros y revistas con impresión no muy cargada de papeles blancos al sulfato o sulfito usados para imprenta y escritura.

Este grado debe estar libre de papel periódico y porciones de papel con impresiones muy extensas y oscuras.

Materiales prohibidos (que no son de fibras celulósicas)

01 %

Materiales de Fibras Celulósicas que no son las descritas

02 %

Así mismo, se puede considerar como dentro de esta clasificación a los papeles couché.

Los Acopiadores, tienen negocios establecidos y muchos de ellos, tienen sus camiones para transporte, propios. El precio de Mixto de Primera, puesto en la Planta Papelera, es de:

460 soles/ton

Sin embargo, por eliminar papeles con impresión muy oscura e intensa y para lograr su acopio y entrega, se ha estimado en el estudio un precio de 520 soles/ton.

Mixto de Primera	S/ton 520 .00 (\$/ton 161)
------------------	-------------------------------

Mixto de Segunda.

Su composición es similar a la del Mixto de Primera, pero su calidad es mucho menor debido a que tiene en su composición algo de papel periódico que no debe pasar de un 15 %, en algunas ocasiones, tienen papeles de colores que no deben pasar de un 5 % y contiene papel couché. La impresión, generalmente, es más fuerte que la de los de Mixto de Primera.

No debe contener papeles y cartones oscuros como Linner, Corrugado, Cajas de Cartón (OCC), etc.

Materias extrañas celulositas, permisibles	1 %
Materias Celulosas distintas a las enumeradas	5 %

Esta es una calidad de papel de reciclaje que no usaríamos en los primeros meses de operación del Proyecto, por su baja calidad; en el futuro cuando se disponga de un sistema de Dispersión y Blanqueo se podrá emplear y bajar costos.

El precio del Mixto de Segunda, puesto en la Planta Papelera, es de.

Mixto de Segunda	S/ton 320 .00 (\$/ton 99)
------------------	------------------------------

Cara Blanca

Este es un papel de mucho mejor calidad que la de los Mixtos o Reciclados, también es de mayor precio; esta constituido principalmente por hojas y recortes impresos o no impresos de papeles bond, formularios continuos, offset sin ninguna participación de papeles oscuros (cartones) como linner, corrugado, papel periódico, papeles con color en masa, papeles couché.

Materia extraña no fibrosa	Máximo 1%
Materia extraña fibrosa	Máximo 5 %

Precio, puesto en la Planta Papelera: 880soles/ton

Vamos a exigir una calidad especial de Cara Blanca a fin de lograr una disminución importante en eliminación de los papeles con alta intensidad de impresión, por lo que se esta considerando el precio del Cara Blanca como de:

Cara Blanca	S/ton 920 .00 (\$/ton 285)
-------------	-------------------------------

9.3 Resumen de Costos de Materia Prima

Materia Prima	US \$ / Tm
Pulpa Virgen FL. Fibra Larga	557.00
Pulpa Virgen FC. Fibra Corta	535.00
Mixto de Primera	161.00
Mixto de Segunda	99.00
Cara Blanca	285.00

9.4 Disponibilidad De Materia Prima

En el siguiente cuadro se puede apreciar la disponibilidad de la materia prima en el mercado. No se contempla la Pulpa Virgen ya que en el mercado nacional no venden dicha pulpa debido a que no existen plantas productoras de pulpa virgen. La pulpa se trae por lo general de Chile que es un gran productor en Sudamérica de Pulpa Virgen.

Ton/mes	Requerido	Disponible
Mixto 1	7530	10000
Cara Blanca	2490	6500
Mixto 2	2500	15000

9.5 COSTOS DE PRODUCCION

La metodología del calculo de los costos de producción se realiza en una unidad básica : US\$ / Ton. Esto significa que se realiza en primer momento la suma de todos los costos que existieran por cada tratamiento o un solo tratamiento y luego procedemos a dividir por las Toneladas producidas. En ambos casos la sumatoria se realiza en una base de tiempo es decir US\$/día o US\$/mes y al realizar la división por ende se considerará el mismo factor de tiempo es decir Ton/día o Ton/mes.

Para el presente informe se trabajara con una producción de 30 Ton/día; como se presentará anteriormente; entonces se considerara:

Producción : 30 Ton/día
 : 900 Ton/mes

9.5.1 Costo Variable de Materia Prima y Producción:

En este calculo se contemplará los costos de materia prima para las diferentes calidades de papel a producir: Calidad TOP (mayor calidad), Calidad A (intermedia alta), Calidad B (media).

En los siguientes cuadros se contemplara las diferentes recetas para producir papeles en sus diversas calidades, TOP, A y B, señaladas con su respectiva concentración (%C) y su respectivo costo.

También se puede apreciar que se esta considerando la merma, este parámetro es muy importante debido a que la merma puede llegar hasta el 30% de la materia prima.

Es importante señalar que merma no es producto de un problema productivo; la merma radica principalmente que todos los papeles reciclados son de calidad de grado impresión y/o escritura y todos estos papeles sin distinción poseen relleno mas conocido como carbonato de calcio o talco, lo que les proporciona a estos papeles (bond, cuaderno, publicidad etc.) la textura y propiedades físicas diferentes a los tissue.

En el siguiente cuadro se aprecia los costos descritos:
CUADRO DE COSTOS VARIABLES DE MATERIA PRIMA

Costo Variable de Materia Prima

1. Calidad PAPELES TOP

Merma	24.53%	
Base	1325	Kg
Producción	1000	Kg

Tipo de Fibra	%C	Base : 1.0 Ton Kg	Precio Mercado \$/Ton	Costo (US\$/Ton)
Mixto de Primera	47.50%	629.375	161	101.32
Cara Blanca	26.50%	351.125	285	100.01
Pulpa Virgen FL	13%	172.25	557	95.94
Pulpa Virgen FC	13%	172.25	535	92.15
	100.00%	1325		389.43

2. Calidad CALIDAD A

Merma	28.57%	
Base	1400	Kg
Producción	1000	Kg

Tipo de Fibra	%C	Base : 1.0 Ton Kg	Precio Mercado \$/Ton	Costo (US\$/Ton)
Mixto de Primera	40.00%	560	161	90.15
Cara Blanca	60.00%	840	285	239.26
	100.00%	1400		329.41

3. Calidad CALIDAD B

Merma	28.57%	
Base	1400	Kg
Producción	1000	Kg

Tipo de Fibra	%C	Base : 1.0 Ton Kg	Precio Mercado \$/Ton	Costo (US\$/Ton)
Mixto de Primera	60.00%	840	161	135.23
Cara Blanca	40.00%	560	285	159.50
	100.00%	1400		294.74

Se aprecia que para cada caso se contempla como base de cálculo una producción de una tonelada de papel; en el caso de producirse una calidad de Top se necesitara 1325 Kg de la mezcla fibrosa mencionada ya que con la merma de 325 Kg se obtiene 1000 Kg de papel de Calidad TOP.

La merma constituida por estos rellenos no se debe recuperar ya que estos otorgarían otras cualidades al papel que restarían en su calidad final. Estos rellenos deben ser eliminados en el proceso de preparación de pasta mediante medios mecánicos y químicos.

Para costear las calidades A y B se aprecia que no se contempla en su formulación la fibra virgen; ya que dicha producción estará mas direccionada a otro tipo de mercado. Las calidades A y B son las de mayor demanda por lo que el secreto de fabricación se encuentra en la formulación de la materia prima del reciclado.

Las formulaciones que se presentan son bastantes generales para realizar una base de cálculo; existen muchas combinaciones más ventajosas que por didáctica no se contemplan en el presente informe.

9.5.2 Resumen de Costos Variables de Materia Prima:

Calidad	TOP	CALIDAD "A"	CALIDAD "B"
Costo (US\$/Ton)	389.43	329.41	294.74

9.5.3 Costos Variables Fuerza, Servicios y Otros:

PETROLEO Y/O GAS:

Para una planta de 30 Ton/día, el consumo de Petróleo es de 52 galones/ton aproximado, para la generación de vapor de caldero, así como para la capota de aire caliente en el Yankee.

$$52 \text{ gal/ton} \times 4 \text{ S./gal} \times 1 \text{ US\$} / 3.23\text{S/.} = \mathbf{64.40 \text{ US\$/ton}}$$

$$+ 55.29 \text{ US\$/ton (kerosene)} = \mathbf{\text{US\$/Ton } 119.69}$$

ELECTRICIDAD:

Se está asumiendo un consumo de 1000 Kw-hr, para toda la planta.

$$1000 \text{ Kw-hr} \times 0.06\text{US\$/Kw hr} \times 24\text{hr/dia} = 1,440 \text{ US\$/dia}/(30 \text{ ton/dia}) = \mathbf{48 \text{ US\$/ton}}$$

AGUA:

Consumo promedio en diferentes plantas 20 m³/ton.

$$20 \text{ m}^3/\text{ton} \times 1.30 \text{ S./m}^3 / (3.23 \text{ US\$} / \text{S}.) = \mathbf{8.05 \text{ US\$/ton}}$$

PRODUCTOS QUIMICOS:

Aquí se esta asumiendo productos químicos para el área de pasta y de máquina papelera; como Biocida, dispersantes, productos para

destintado, blanqueadores, antincrustantes para bombas de vacío, pasivadores para vestiduras, productos para Yankee, antiespumantes, suavizantes y otros.

Como promedio en diferentes plantas se asume un costo de: **30 US\$/ton.**

MANTENIMIENTO:

Comprende posibles cambios de accesorios para partes de la Máquina papelera o equipos (ej. Rodamientos), también grasa y lubricantes para equipos.

Se asume un costo de promedio de **30 US\$/ton**

ENVOLTURAS Y OTROS:

Comprende Plástico, Film stretch y papel para envolver Jumbos, también comprende los tucos para los Jumbos.

Se asume un costo de de **10 US\$/ton**

Subtotal : 119.69 + 48.00 + 8.05 + 30.00 + 30.00 + 10.00

Subtotal = 245.69 US\$/ton.

9.5.4 Costos Variables en el Proceso de Conversión

El proceso de conversión es la etapa donde se convierte la Bobina o Jumbo de 1.0 Tonelada en pequeños rollos para el consumo final en el caso del papel higiénico, o rollos de papel toalla o presentaciones de servilleta.

Intervienen los siguientes parámetros de operación a costear:

Cartón para Tucos: Internamente el rollo de papel higiénico posee un pequeño molde de cartón llamado tuco; su función es el de servir como base para el posterior enrollado del higiénico sobre el. Este cartón se adquiere en el mercado local con bastante facilidad. Existen compañías productoras de papeles de cartón o cartoneras que producen el cartón a los requerimientos de cada cliente.

Goma para Tucos: Los tucos de cartón serán fabricados en la misma planta de conversión; el proceso es muy sencillo y en su formación del tuco se requiere una goma especial y resistente para el pegado rápido del cartón.

Goma para Papel: La goma para papel tissue interviene en el pegado inicial es decir papel tissue con tuco; luego del enrollado final, se pega suavemente el papel con papel con otro tipo de adhesivo; en algunos casos es el mismo adhesivo pero se realiza para que el rollo final no se deforme.

Etiquetas, Bolsas, mangas: las etiquetas también se aplicarán en el proceso de conversión; la plastificación para su comercialización de los rollos se realiza también en la etapa de conversión.

Costos Variables de Conversión		
---------------------------------------	--	--

Cartón para Tucos		
Consumo	6	Ton/mes
Costo cartón	400	US\$/Ton cartón
Costo Cartón Tucos		2.67 US\$/Ton

Goma para Tucos		
Consumo	4	Ton/mes
Costo Goma	560	US\$/Ton goma
Costo Goma Tucos		2.49 US\$/Ton

Goma para Papel		
Consumo	2.5	Ton/mes
Costo Goma	460	US\$/Ton goma
Costo Goma Tucos		1.29 US\$/Ton

Etiquetas Bolsas y mangas	2.00 US\$/Ton
----------------------------------	----------------------

Mantenimiento	5.00 US\$/Ton
----------------------	----------------------

Total Costo variable Conversión	13.43 US\$/Ton
--	-----------------------

9.5.5 **Costos Fijos en General**

Para esta parte del cálculo; se contemplara todos los gastos que están dentro del mayor rubro de los gastos, es decir el costo del personal que intervendrá en toda la fábrica de la producción y comercialización del papel.

Es de importancia el de señalar que se están presentando un aproximado del personal que interviene por todas las áreas, este organigrama construido también es en base a una mezcla de todas los organigramas de las diversas plantas.

Desde un punto de vista intermedio; se muestra el personal indispensable en el proceso productivo, es decir para poder operar la maquina se necesita un promedio de 50 personas necesarias para una producción de 24 horas continuas. Estas 50 personas estarán divididas en tres turnos de 08 horas cada uno por lo que aproximadamente de 16 -18 operadores estarán por turno operando la Maquina Papelera.

Este Calculo de los costos fijos es realizado para una producción continua en condiciones normales; lógicamente que se tiene que señalar que durante la primera etapa de Montaje y puesta a punto de la Maquina se requiere menos personal.

Tan igual que los anteriores cálculos, el cálculo de los costos fijos (sueldos), se ha realizado tomando un promedio de todas las plantas nacionales. Se ha calculado un promedio mensual y se ha dividido por la producción mensual (900 Ton).

Costos Fijos + Conversión			
		S/./mes	Total Soles
Gerente General	1	20000	20000
Superintendente de Planta	1	14000	14000
Jefe de Logística	1	7000	7000
Jefe de Almacén	1	2500	2500
Almaceneros	4	750	3000
Jefe de Marketing	1	4000	4000
Vendedores	8	2500	20000
Jefe de Producción	1	7000	7000
Superv. Producción	3	2500	7500
Maquinista	12	1200	14400
Prep. Pasta	12	800	9600
Clasificadores	10	500	5000
Calderista	3	1200	3600
Montacarguista	6	800	4800
Jefe de Mantenimiento	1	3000	3000
Jefe de Taller Mecánico	1	1500	1500
Jefe de Mant. Eléctrico	1	1500	1500
Mecánicos	5	1000	5000
Eléctricos	3	1000	3000
Operador de Conversión	30	700	21000
Supervisor de Conversión	1	2000	2000
Jefe de Control de Cal.	1	7000	7000
Asistente	1	1500	1500
Inspectores	4	1200	4800
Vigilantes	8	800	6400
Secretarias	4	1200	4800
Contador General	1	7000	7000
Asistente	1	1500	1500
Auxiliares	2	1000	2000
Totales	128		S/. 194,400.00

Total Soles	S/. 194,400.00
Total Dólares	\$60,185.76
Producción (Ton/mes)	900

Costo Fijo (US \$/Ton)	66.87
-------------------------------	--------------

Considerando Factor de Corrección del 30%

Costo Fijo Final (US \$/Ton)	86.93
-------------------------------------	--------------

9.6 Precios De Venta Por Calidad

Antes de calcular los márgenes de utilidad, es necesario llevar un cálculo de los precios de venta promedio de las bobinas o rollos de papel tissue. Teniendo hasta el momento la estructura de costos; el precio de venta ha sido el resultado de un proceso de investigación en todo el sector paplero de los precios de venta de cada una de las diferentes plantas en el país.

Este estudio es preciso y se realizó hasta el año 2003 desde entonces los precios de venta al consumidor han aumentado un 5% al 2005; pero esto en desmedro de la utilidad no se considera ya que es importante señalar que se está tratando de mostrar una proyección en base a utilidades que representen la menor posición.

Los precios de venta van a variar por cada Calidad de papel, siendo los de Calidad TOP los de mayor precio de venta. En la tabla 1 y 2 se presentan los principales productores de la Calidad TOP, Calidad A, y Calidad B.

Se aprecia en los siguientes cuadros que los únicos productores de Calidad TOP son las compañías Kimberly Clark, CMPC – Protisa y Quimpac, las demás compañías solo producen calidad A y B.

En la Tabla 1 se presentan los precios de venta de cada rollo y en la segunda tabla los precios de venta por presentaciones de 4, 6 12 rollos por plancha de papel.

Nótese en ambas tablas como varían los precios de venta de acuerdo a la calidad y también a la cantidad de rollos por plancha.

Es necesario y fundamental señalar que algunos rollos supuestamente categorizados con Calidad TOP específicamente de las empresas Kimberly Clark y CMPC Protisa son productos de la publicidad y Marketing ya que su calidad real solo estaría ingresando en una Calidad Tipo A.

Esta estrategia de ventas se debe fundamentalmente a que la sociedad aun no tiene la llamada cultura de papel y todavía no diferencian a conciencia las diversas calidades del mercado. Se preveé que esto con el tiempo se convertirá en un boomerang contra estas 02 compañías que tienen bajas calidades de papel en algunas de sus presentaciones.

En la tabla N° 4 se esta presentando el precio de Venta del Papel.

En el mercado nacional existen compañías que solo se dedican a convertir el papel en rollos, existen gran variedad de estas compañías llamadas “los convertidores” que compran bobinas a las empresas de grado de producción medio bajo y las convierten colocando su marca para su posterior comercialización.

Estos convertidores nacionales por lo general son bastante informales, para poder maximizar sus utilidades, alteran de sobremanera los tamaños específicos de cada rollo de papel, donde se podrán apreciar rollos que tienen un mayor diámetro

del tuco o también el ancho es muy pequeño o el enrollado muy débil; todos estos artificios para poder obtener una mayor cantidad de rollos por bobina.

Al referirnos a la cultura de papel, señalamos también de que los consumidores en mucho de los casos no advierten estas deficiencias en calidad de papel y adquieren estos rollos que están a menos precio en el mercado pero en realidad no se percatan que en cantidad y calidad están muy por debajo de lo normal. Apréciase que compañías como Kimberly Clark y CMPC no venden bobinas; simplemente debido a que mantienen su mercado y se dan el lujo de disminuir su calidad de papel. Por ende el mercado de papel es bastante virgen en estos aspectos y todas las variables de control no están siendo apreciadas por el consumidor final, dicha anomalía se transfiere a las compañías productoras de papel que no realizan mejoras en sus procesos productivos para mejorar los costos.

En la tabla N° 5 se muestra el consolidado en promedio de las tablas anteriores, en base a esto se calcula un Precio promedio de Venta de Bobinas y Precio Promedio de Ventas de Bobinas Convertidas; se puede apreciar que los precios de venta de las bobinas convertidas están inclusive mucho menor que el mínimo Standard por cualquier calidad. Esto si bien marcaría menos utilidad, se propone como base de calculo como antes mencionado lo mas austera posible para demostrar un Retorno de la Inversión mas real de acuerdo a la realidad de inicio de una empresa.

En base a esto se calcula los Precios de Venta que servirán para el próximo cálculo de los márgenes de ganancia y el ROI

X. MARGENES OPERATIVOS DE OPERACIÓN

Para realizar el cálculo de los márgenes operativos de operación consideraremos 02 casos:

10.1 Venta de Bobinas

1er Caso: Se considera solo Venta de Bobinas o Jumbos: Como se mencionara en los anteriores ítems; la producción de papel tissue puede contemplar la venta solo de bobinas que se manifiesta en solo producir bobinas para su posterior venta a convertidores locales.

Esto tiene una desventaja en el sentido de que bobinas de buena calidad que se comercialicen puedan ser canivalizadas por los convertidores, es decir con los bajos estándares de calidad que manejan los convertidores, podría ocasionar el conocido efecto de rebote de esta deficiencia de calidad y crear una imagen no muy positiva en el mercado.

No existe en el mercado local ninguna maquina que solo se dedique a la producción y comercialización de bobinas, ya que todas también tienen su proceso de conversión.

10.2 Venta de Bobinas Convertidas

2do Caso: Se considera Venta de Bobinas Convertidas: Es el mejor de los casos debido a que se maximiza la inversión y las utilidades. La conversión de bobinas en rollos de consumo final completa el programa de producción total, se maximiza la inversión ya que se estaría obteniendo el máximo provecho del negocio.

Para ambos casos se aprecian los cálculos realizados en base a los costos de producción calculados con anterioridad y los precios de venta deducidos del mercado actual, enfatizando que se ha considerado los precios de venta muy por de bajo de lo normal.

Apréciese los márgenes operativos que oscilan desde los US\$ 181.00 hasta US\$ 476.00 en el caso de venta de solo bobinas y de US\$ 355 hasta US\$ 761.00 en el caso de producción y conversión de bobinas.

A continuación se presentan los cuadros con los cálculos correspondientes:

1º Caso Se considera solo Venta de Bobinas

Precios Actuales Promedio de Venta de Bobinas en el Mercado

Calidad	TOP	Calidad A	Calidad B
Precio (US\$/ton)	1190	1000	800

	TOP	Calidad A	Calidad B
Costo Produccion (US \$/ton)	389.43	329.41	294.74
Costo Servicios (US\$/ton)	245.69	245.69	245.69
Costo Fijo (US\$/ton)	78.48	78.48	78.48
Costo Operativo Total (US \$/ton)	713.60	653.59	618.91

MARGEN OPERATIVO (US \$/ton)	476.40	346.41	181.09
-------------------------------------	---------------	---------------	---------------

2º Caso Se considera solo Venta de Bobinas
y Bobinas Convertidas

Precios Actuales Promedio de Venta de Bobinas Convertidas en el Mercado

Calidad	TOP	Calidad A	Calidad B
Precio (US\$/ton)	1500	1200	1000

	TOP	Calidad A	Calidad B
Costo Produccion (US \$/ton)	389.43	329.41	294.74
Costo Servicios (US\$/ton)	245.69	245.69	245.69
Costo Conversion (US\$/ton)	13.43	13.43	13.43
Costo Fijo (US\$/ton)	90.28	90.28	90.28
Costo Operativo Total (US \$/ton)	738.83	678.81	644.14

MARGEN OPERATIVO (US \$/ton)	761.17	521.19	355.86
------------------------------	--------	--------	--------

XI. CALCULO DEL RETORNO DE LA INVERSION (ROI)

Para el Calculo del Retorno de la Inversión se está considerando como el caso anterior de los márgenes de operación; 02 casos:

- 1er Caso : ROI Producción y Venta de solo Bobinas.
2do Caso: ROI Producción y Venta de Bobinas
Convertidas

Cabe resaltar que los cálculos del ROI se realizan en base a una producción continua mensual donde se tenga la operación de producción y comercialización de papel en tiempo real. A este tiempo se le debe considerar aproximadamente 01 año tiempo que devendría en las operaciones de Compra, Internamiento y Montaje de la Maquina Papelera. Estos tiempos son en base a una Maquina adquirida en el Mercado Europeo.

En todas las plantas papeleras se presenta el caso de que en el planeamiento de la producción mensual siempre interviene la producción de todas las calidades es decir del tipo TOP, Calidad "A" y Calidad "B". Para los fines correspondientes estamos considerando una producción mensual de 180 Toneladas de Calidad TOP, 420 Toneladas de Calidad A y 300

Toneladas de Calidad B, esto en base a un promedio de comercialización en el mercado nacional

Considerando todos estos factores el ROI estaría oscilando entre 20 – 24 meses.

Se presentan los cálculos del ROI para una producción continua.

11.1 1er Caso.- PRODUCCION : SOLO BOBINAS

	TOP	Calidad A	Calidad B
MARGEN OPERATIVO (US /ton)	476.40	346.41	181.09

Promedio de Producción por Calidad (mes)

Producción 30 Ton/día

			Utilidad
	Días	Producción (Ton)	US\$/mes
TOP	6	180	85751.15
Calidad A	14	420	145494.24
Calidad B	10	300	54326.93
Total		900	\$285,572.32
Considerando -30% de Impuesto a la Renta			\$199,900.63
Costo Proyecto		\$4,224,000.00	

ROI

21.13 meses

11.2 2do Caso.- PRODUCCION: BOBINAS CONVERTIDAS
--

	TOP	Calidad A	Calidad B
MARGEN OPERATIVO (US\$/ton)	761.17	521.19	355.86

Promedio de Producción por Calidad (mes)

Producción 30 Ton/dia

			Utilidad
	Días	Producción (Ton)	US\$/mes
TOP	6	180	137009.927
Calidad A	14	420	218898.0619
Calidad B	10	300	106758.2353
Total		900	\$462,666.22
Considerando -30% de Impuesto a la Renta			\$323,866.36

Costo Proyecto	\$4,224,000.00
----------------	----------------

ROI	13.04 meses
------------	--------------------

XII. MANEJO AMBIENTAL

12.1 Generalidades

Todo proyecto a desarrollar e implementar necesita un estudio de Impacto Ambiental de acuerdo al D.S. N° 019-97-ITINCI del 1.10.97 “Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera”. El EIA se desarrollará de acuerdo a las leyes ambientales vigentes dadas por la autoridad competente y será aprobado por el DGAA del MIITINCI.

12.2 Identificación de Impactos Ambientales

El proyecto, considerado como actividad industrial generará diversos impactos ambientales benéficos y adversos sobre el ambiente físico, ambiente biológico, ambiente socio económico y ambiente de interés humano. Los posibles impactos adversos se relacionan con la generación de residuos líquidos, sólidos y gaseosos, emisión de ruido, consumo de recursos naturales y energía, riesgos e intervenciones sobre el suelo, las corrientes de agua, la flora y la fauna. Estos impactos adversos, serán mitigados con la tecnología disponible y las buenas prácticas con que se realicen las operaciones, etc.

Los efluentes líquidos industriales, deberán ser tratados previamente antes de ser vertidos, y el contenidos de contaminantes, debe estar por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por el sector, y/o enmarcarse dentro de la Ley General de Aguas. Actualmente el Sector Manufacturero (MITINCI) ha emitido la R.M. N° 054-2000-MITINCIIDM del

8.5.00, que constituye el proyecto de límites máximos permisibles para efluentes líquidos del subsector cemento, cerveza, curtiembre y papel. Contrariamente, a la generación de impactos adversos el proyecto generará impactos benéficos tales, como: La producción de celulosa, materia prima para el papel. La protección del suelo, equilibrio hidrológico, belleza escénica, captura de carbono atmosférico (disminución del efecto invernadero) y generación de oxígeno, efecto de la reforestación de áreas devastadas. Fuente laboral para muchas personas en forma directa e indirecta, con todos sus efectos asociados.

12.3 Disposición de los relaves

Los relaves están constituidos por la tinta e impurezas que serán eliminadas por la flotación, y que en este caso particular representan un porcentaje muy bajo (aproximadamente 10% del volumen tratado). La eliminación de estos relaves a los canales de colección, podría traer como consecuencia la contaminación de las aguas, ya que además de la materia orgánica representada por las fibras perdidas, estarán presente el residuo de las máquinas de flotación (tinta, asfalto, suciedad, fibra no celulósica, etc.).

Una forma de convertirlos en residuos sólidos sería dándoles un tratamiento adecuado. Los desperdicios que consisten en papeles resistentes serán derivados a las fábricas de cartón; mientras que los desperdicios que se generan en el proceso de destintado, consistentes en partículas de hollín, talco, arenillas, etc., serán concentrados para ser usados como combustible, o transportados hacia las fábricas de ladrillos, o terrenos que necesitan material de relleno.

XIII. Glosario

a) **Pulpa:** Materia prima celulósica, de estructura fibrosa y origen vegetal, preparada para la fabricación de papel.

b) **Pasta de papel:** Suspensión acuosa de una o más pulpas y de otros productos, desde la etapa de desintegración de la pulpa, hasta la formación de la hoja de papel.

c) **Consistencia:** Es el peso de la fibra seca existente en un determinado volumen de agua, se expresa en porcentaje.

d) **Refinado:** Es un tratamiento mecánico al que se someten las fibras papeleras, en medio acuoso, con el fin de aumentar su capacidad de enlace. Los efectos que produce este tratamiento sobre las fibras y sobre la suspensión fibrosa son múltiples, se dividen en:

Efectos primarios:

- ◆ Fibrilación interna.
- ◆ Fibrilación externa.
- ◆ Acortamiento de fibras.
- ◆ Formación de finos.
- ◆ Hinchamiento de la fibra.
- ◆ Aumento de la superficie específica de la fibra.
- ◆ Aumento de flexibilidad de la fibra.

e) **Prueba de Freenes** La prueba de Freenes es un procedimiento empírico que nos da una medida arbitraria de la razón a la que la suspensión de 2,0 gr. de pulpa o pasta en un 1,0 lt de agua puede drenar. La prueba de Freenes nos mide

indirectamente el lado de refinación que ha sufrido la pasta.

f) **Carga:** pigmento mineral blanco y fino utilizado como aditivo de la fabricación de papel, con el objeto de mejorar la opacidad y la lisura.

g) **Encolado:** El encolado es una propiedad que hace que el papel sea más o menos resistente a la penetración del agua o soluciones acuosas. Existen dos métodos generales para efectuar el encolado: interno y de superficie (externo)

El encolado interno consiste en añadir a la pasta los agentes encolantes; mientras que en el de superficie los materiales encolantes se aplican a la hoja formada y parcialmente secada, bien por inmersión, bien en una prensa o en la calandra. Además de la resistencia a la penetración por el agua, el encolado superficial imparte ciertas propiedades deseables al papel, en particular a algunos papeles especiales para la impresión y conversión.

Dependiendo de la cantidad de abrasión mecánica que las fibras de pulpa hayan recibido, el papel es poroso, y el encolado interno no disminuye apreciablemente la porosidad. A causa de esto, el papel encolado internamente está sujeto a la penetración del vapor de agua. Cuando se quiere evitar esta penetración, el papel se encola superficialmente, o se recubre dándole buen acabado en blancura y en apariencia física.

h) **Gramaje:** Masa por unidad de área del papel, se expresa comúnmente en g/m^2

XIV. BIBLIOGRAFIA

1. Casey, J. "Pulpa y Papel Ciencia y Tecnología"; USA; Editorial Continental, 1991, Vol. 1 Pág. 10; Vol. III. pág. 6744
- 2 Foust A; Wenzel L; Curtis C; Maus L; Bryce L; "Principios de Operaciones Unitarias" México; Sexta edición; Editorial Continental SA.; 1974; pág. 543.
3. Henglein, F. D., "Química Técnica"; Editorial Urmo S.A., 1977; pág. 422.
4. Hplward A. Sanchez C. "Método de ensayo en la industria de pulpa y papel"; Editorial Brusco, Sao Paulo; 1975; pág. 50.
5. Land H.F., "Manual de Reciclaje"; Editorial Mc Graw- Hill; México, 1996; pág. 9.
6. Libby E; "Ciencia y Tecnología sobre Pulpa y Papel"; Editorial Continental; México; 1969; T.I; pág. 16, T.II.; pág. 461
7. Valero, M; "Manual del Papel Reciclado"; Madrid; 1991; pág. 8.
8. Voith, "Máquinas de Flotación"; Alemania; 1978; pág. 1.
9. Asociación Técnica Peruana de Pulpa y Papel; "Pulpa y Papel"; Vol 1, N 2; Perú; 1991; pág. 8.
10. Bhatia, 5.; "US Patente & Trade Mark Office, N^o 652146"; USA; Uttited States Patent; 2000; pág. 1.
11. Diaz H; "Las industrias de 'Pulpa y Papel en el Perú"; Revista pulpa y papel Vol.1(2); Nov.1991, pág. 8.
12. Sulzer; "Revista Técnica "; Suecia; 1990; pág, 31.
13. Tortuero, M. Las fibras de celulosa; Revista de Ingeniería Química; España; abril - 2000; pág. 91.

14. Vilaseca F; Pelach M; Estudio de destintado y papeles reciclados; Revista de Ingeniería Química, España; marzo - 1999; pág. 183; setiembre - 2000; pág. 223.

XV. Anexos

- 15.1 Tabla N° 1 Tabla N° 6
- 15.2 Diagrama de Flujo.
- 15.3 Diagrama de Balance de Masa.

TABLA 1

TIPOS DE PAPELES HIGIENICOS Y PRECIOS DE VENTA CONVERTIDOS POR CALIDAD

CLASE DE PAPEL TISSUE	FABRICANTE	MARCA	GRM/JE GRM2	ROLLO KG/Rollo	1	2	3	4
					ROLLO S./Rollo	CONV. S/KG	CONV. S./TON	CONV. US\$/TON
TOP 2,052-2,667 US\$/TN	QUIMPAC	SILKY HS	23.89	0.0408	0.33	8.09	8088.24	2504.10
		HOTEL'S	21.47	0.0257	0.2	7.78	7782.10	2409.32
	PROTISTA	ELITE EXTRA HD	31.4	0.069	0.55	7.97	7971.01	2467.81
		ELITE EXTRA PLUS HD	31.45	0.098	0.78	7.96	7959.18	2464.14
	KIMBERLY CLARK	SUAVE GOLD HD	29.34	0.089	0.59	6.63	6629.21	2052.39
		SUAVE GOLD HD	30.49	0.0766	0.66	8.62	8816.19	2667.55
A 1,615-1,899 US\$/TON	QUIMPAC	FINO HS	21.18	0.04967	0.3	6.04	6039.86	1869.93
		SANIT HD	34	0.0935	0.57	6.10	6096.26	1887.39
	KIMBERLY CLARK	SUAVE EXTRA HS DUAL	21.61	0.05704	0.35	6.14	6136.04	1899.70
		SUAVE UNA HOJA HS	21.65	0.0878	0.5	5.69	5894.76	1763.08
		ROLL HS	26.46	0.0776	0.42	5.41	5412.37	1675.66
	PROTISA	BELL'S HS	19.34	0.062	0.38	6.13	6129.03	1897.53
		ELITE HS	21.32	0.075	0.45	6.00	6000.00	1857.59
		NOBLE HS	20.04	0.06	0.33	5.50	5500.00	1702.79
		SULI HS	20.47	0.0575	0.3	5.22	5217.39	1615.29
B 1,315-1576 US\$/TN	INKA	PRESTIGIO HS	21.09	0.06285	0.32	5.09	5091.49	1576.31
	ZARATE	SUIT(HOTELERO)HS	28.99	0.04236	0.18	4.25	4249.29	1316.57
		UNIX POPULAR HS	17.3	0.04664	0.23	4.93	4931.39	1526.75
		UNIX BLANCO LISO HS	21	0.08401	0.38	4.52	4523.27	1400.39
	CISNE	UNITE DE LUXE HS	26.9	0.04531	0.23	5.08	5076.14	1571.56
		SOFT HS DUAL	26.73	0.05448	0.25	4.59	4588.84	1420.69
	MANUF.DE PAPELES	CALIDAD ECONOMICOS HS	24.31	0.04807	0.23	4.99	4992.402865	1545.635562

1 Precio del Convertido. / Precio Venta hacia al Mayorista

2 Precio del Convertidor S/. / kg

3 Precio del Convertidor S/. / ton

4 Precio del Convertidor US\$/ton

TABLA 2

PRECIOS POR FABRICANTE CONVERTIDOS Y DISTRIBUIDOR

FABRICANTE	MARCA	N° ROLLOS x ENVASE	1	2	Kg/Rollo.	3	4	5	6
			PREC.CONV. Soles S/.	Precio Distrib. Soles.S/.		Soles / Rollo	CONV Soles/ Kg	CONV. S/./TON	CONV. US\$/TON
PROTISA	BELL'S HS	4	1.61	2.81	0.062	0.40	6.49	6,491.94	2,009.89
	ELITE HS	12	5.70	6.80	0.075	0.48	6.33	6,333.33	1,960.78
	ELITE EXTRA HD	12	6.69	9.35	0.069	0.56	8.08	8,079.71	2,501.46
	ELITE EXTRA HD	4	2.11	3.06	0.069	0.53	7.64	7,644.93	2,366.85
	ELITE HD PLUS	8	6.49	7.25	0.098	0.81	8.28	8,278.06	2,562.87
	ELITE HD PLUS	6	4.21	5.11	0.098	0.70	7.16	7,159.86	2,216.68
	NOBLE HS	20	7.54	13.77	0.06	0.38	6.28	6,283.33	1,945.30
	SULI HS	2	0.70	1.35	0.0575	0.35	6.09	6,098.96	1,884.51
KIMBERLY CLARK	ROLL HS	6	2.51	4.26	0.0776	0.42	5.39	5,390.89	1,669.01
	SUAVE UNA HOJA HS	12	6.32	8.50	0.0878	0.53	6.00	5,998.48	1,857.11
	SUAVE PLUS HD	12	7.12	9.40	0.089	0.59	6.67	6,666.67	2,063.98
	SUAVE HD GOLD	4	2.71	3.36	0.0766	0.68	8.84	8,844.65	2,738.28
	SUAVE HD GOLD	12	7.72	10.15	0.0766	0.64	8.40	8,398.61	2,600.19
	SUAVE EXTRA HS DUAL	20	7.00	7.50	0.057	0.35	6.14	6,140.35	1,901.04
MANUFACTURERA DE PAPELES	CALIDAD ECONOMICO	20	4.50	5.00	0.046	0.23	4.89	4,891.30	1,514.34
	HS								
ALEXIM TRADING									
SAC	CHARMIN (IMPORTADO)	4	6.52	9.60	0.078	1.63	20.90	20,897.44	6,469.79
PAP.NACIONAL S.A. (PARAMONGA)	SILKY HS	20	6.50	7.00	0.041	0.33	7.93	7,926.83	2,454.13
	SILKY (DUAL) HS	22	6.70	7.00	0.046	0.30	6.62	6,620.55	2,049.71
	FINO HS	22	6.70	7.00	0.05	0.30	6.09	6,090.91	1,885.73
	HOTEL'S (HOTELERO)	20	4.00	4.50	0.026	0.20	7.69	7,692.31	2,381.52
	SANIT HD	4	2.27	2.85	0.0935	0.57	6.07	6,069.52	1,879.11
INKA	PRESTIGIO HS	22	7.00	7.50	0.063	0.32	5.05	5,050.51	1,563.62
ZARATE	SUIT (HOTELERO) HS	20	3.50	4.00	0.042	0.18	4.17	4,166.67	1,289.99
	UNIX POPULAR HS	20	4.50	5.00	0.047	0.23	4.79	4,787.23	1,482.12
	UNIX BLANCO LISO HS	20	7.50	8.00	0.084	0.38	4.46	4,464.29	1,382.13
CISNE	UNITE DE LUXE HS	20	4.50	5.00	0.045	0.23	5.00	5,000.00	1,547.99
	SOFT HS DUAL	20	5.00	5.50	0.054	0.25	4.63	4,629.63	1,433.32
PARACAS	JIREH HS ECOLOGICO	20	5.00	5.50	0.072	0.25	3.47	3,472.22	1,074.99

(1) Precio del Convertidor al Mayorista S/

(2) Precio del Minorista al Cliente

(3) Precio del Convertidor S/ /Rollo

(4) Precio del Convertidor S/ /Kg

(5) Precio del Convertidor S/ /ton

(6) Precio del Convertidor US\$/ton

TABLA 3

CONSUMO PER CAPITA EN LA REGION

PAIS	POBLACION habitantes	PRODUCCION ton/año	IMPORTACION ton/año	EXPORTACION ton/año	CONSUMO ton/año	PER CAPITA kg-año/persona
ARGENTINA	37 500 000	177 000	2 500	2 000	177 500	4.73
BOLIVIA	8 500 000	2 000			2 000	0.24
BRASIL	174 000 000	608 000	3 000	28 000	583 000	3.35
COLOMBIA	43 070 000	130 500	9 000	14 000	125 500	2.91
CUBA	11 200 000	2 000	4 500		6 500	0.58
CHILE	15 400 000	110 500	4 500	5 500	109 500	7.11
MEXICO	99 500 000	690 000	77 500	101 500	666 000	6.69
PERU	27 500 000	62 000	12 000	8 000	66 000	2.4
URUGUAY	3 300 000	12 000	11 500	7 000	16 500	5
VENEZUELA	24 500 000	161 000	16 000	25 000	152 000	6.2
TOTAL	444 470 000	1 955 000	140 500	191 000	1 904 500	4.28

TABLA 4**Precio de Venta de Jumbos (sin convertir y sin IGV)**

EMPRESA	TOP US\$/Ton	TIPO A US\$/Ton	TIPO B US\$/Ton
Kimberly Clark	No Vende	No Vende	No Vende
CMPC Protisa	No Vende	No Vende	No Vende
Quimpac	1190	No Produce	No Produce
Paracas	No Produce	1000	810
Zarate	No Produce	980	870
Campoy	No Produce		810
Inka	No Produce		780
Cisne	No Produce	1000	880
MPC	No Produce	1030	880

TABLA 5

Precio Promedio en General

US\$/TON	Calidad B	Calidad A	Calidad TOP
Bobinas (Precio min.)	780	980	1190
Bobinas (Precio max.)	880	1030	
Convertido (Precio min.)	1315	1615	2052
Convertidos (Precio max.)	1576	1889	2667
Precio Venta (Proyecto Bobinas)	800	1000	1190
Precio Venta (Proyecto Convertid.)	1000	1200	1500

Precio Venta Mercado: Bobinas y Convertidos

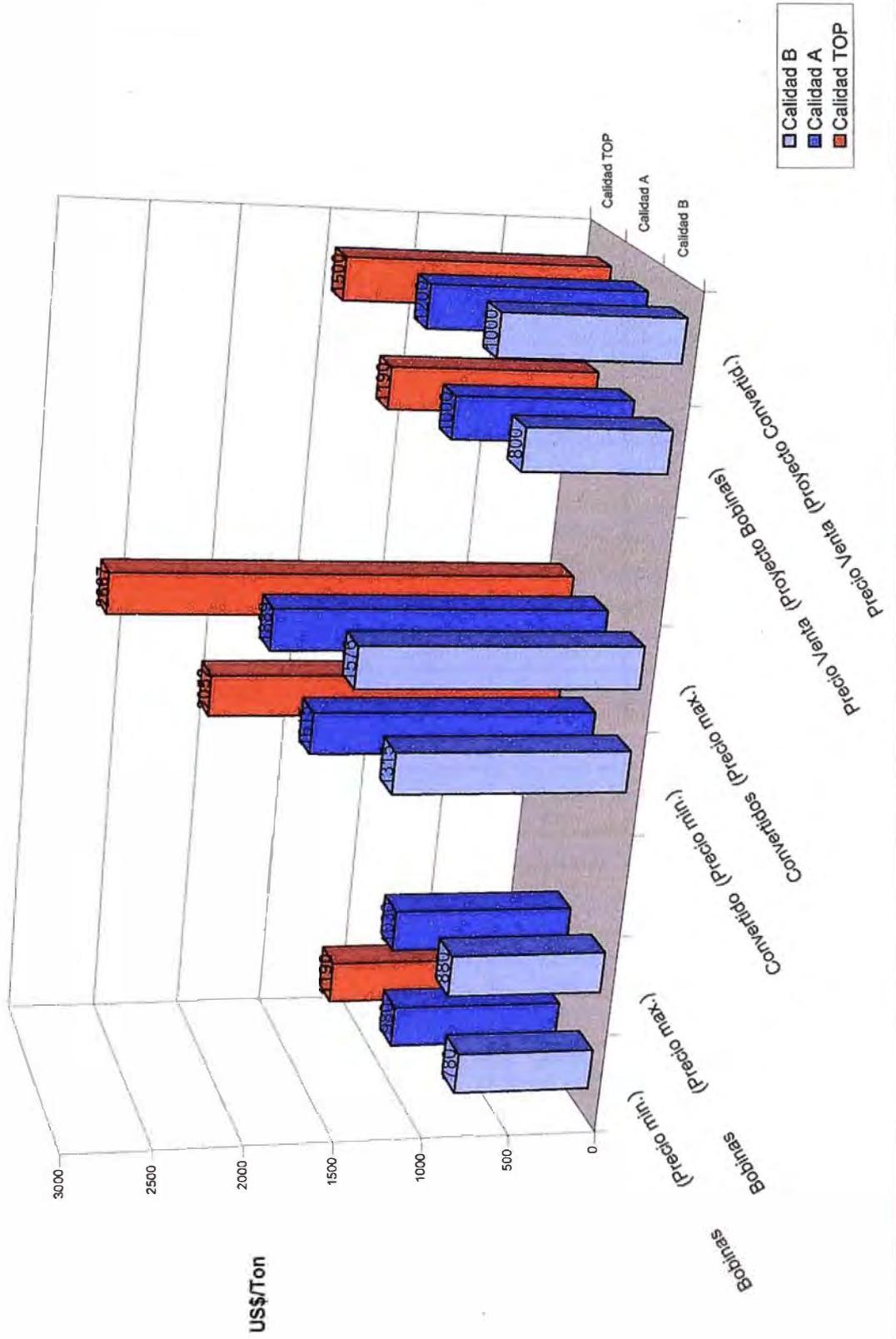


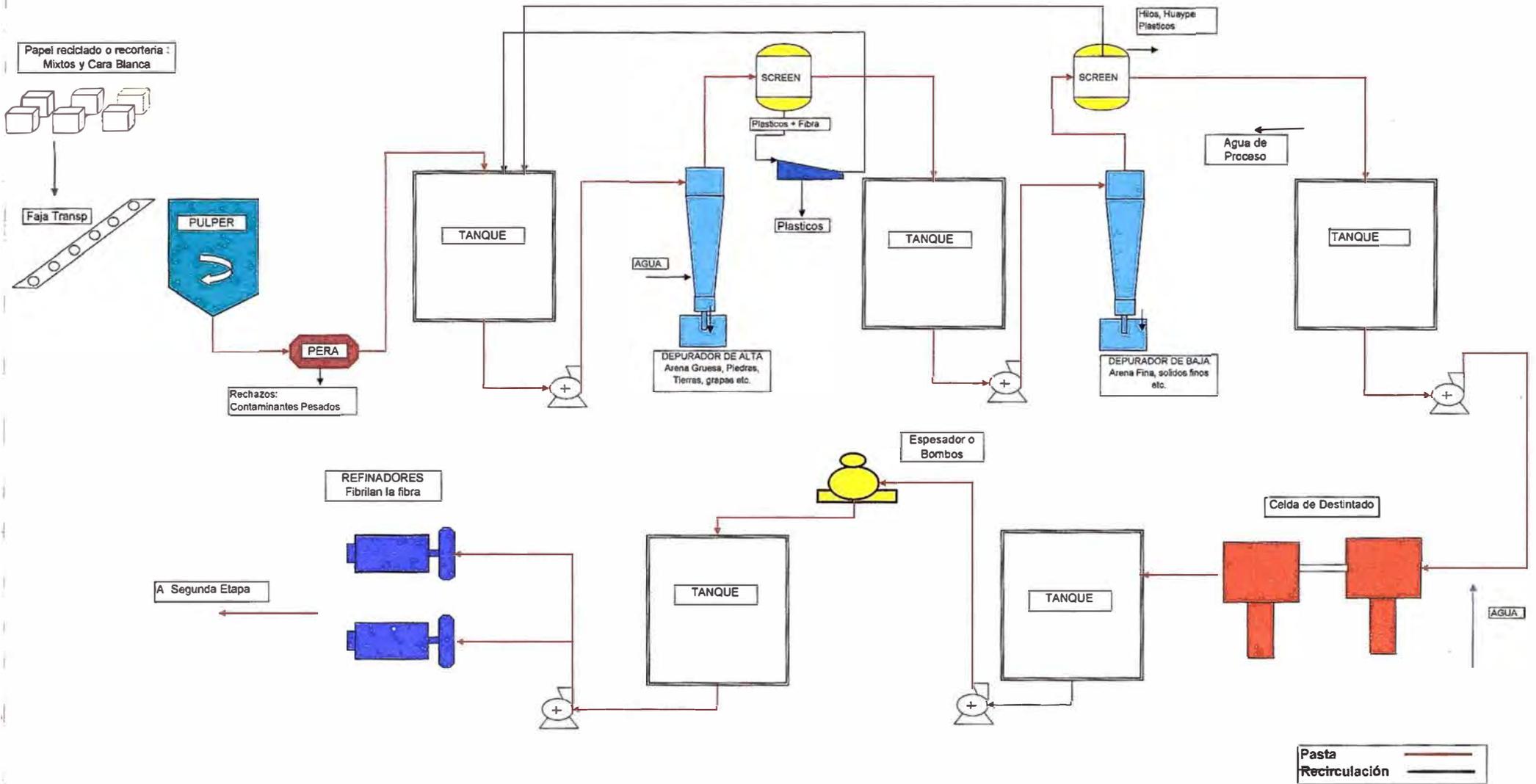
TABLA 6

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS PAPELES CONVERTIDOS EN EL MERCADO NACIONAL

FABRICANTE	MARCA	Gramaje gr/m2	Gramaje Kg/m2	ROLLO Kg.	ROLLO Longitud (m)	Ancho Paño (m)	Tuco Diametro (cm)
PROTISA	BELL'S HS	19.34	0.00193	0.062	32	0.1	4.5
	ELITE HS	21.32	0.0213	0.075	35	0.1	4.5
	ELITE EXTRA HD	31.4	0.0314	0.069	22.02	0.1	4.5
	ELITE EXTRA HD	31.4	0.0314	0.069	22.02	0.1	4.5
	ELITE HD PLUS	31.45	0.0315	0.098	30	0.104	4.5
	ELITE HD PLUS	31.45	0.0315	0.098	30	0.104	4.5
	NOBLE HS	20.04	0.02	0.06	30.11	0.1	4.5
	SULI HS	20.47	0.02	0.0575	28.08	0.1	4.5
KIMBERLY CLARK	ROLL HS	26.46	0.0265	0.0776	31.5	0.09	4.5
	SUAVE UNA HOJA HS	21.65	0.217	0.0878	40.57	0.1	4.5
	SUAVE PLUS HD	29.34	0.0293	0.089	30.52	0.1	4.5
	SUAVE HD GOLD	30.49	0.03	0.0766	25.11	0.1	4.5
	SUAVE HD GOLD	30.49	0.03	0.0766	25.11	0.1	4.5
	SUAVE EXTRA HS DUAL	21.61	0.022	0.057	27.5	0.1	4.5
MANUFACTURERA DE PAPELES	CALIDAD ECONOMICO	24.31	0.024	0.046	18.59	0.09	5
ALEXIM TRADING SAC	CHARMIN (IMPORTADO)	34	0.034	0.078	20.2	0.144	4.5
PAP.NACIONAL S.A. (PARAMONGA)	SILKY HS	23.89	0.024	0.041	21.37	0.09	5
	SILKY (DUAL) HS	23.68	0.024	0.046	20.41	0.09	5
	FINO HS	21.18	0.021	0.050	24.68	0.09	5
	HOTEL'S (HOTELERO)	21.47	0.021	0.026	13.3	0.09	5
	SANIT HD	30.14	0.03	0.0935	30	0.1	4.5
INKA	PRESTIGIO HS	21.09	0.021	0.063	31.08	0.096	5
ZARATE	SUIT (HOTELERO) HS	28.99	0.029	0.042	16.23	0.09	5
	UNIX POPULAR HS	17.3	0.017	0.047	30	0.09	5.5
	UNIX BLANCO LISO HS	21	0.021	0.084	40	0.1	5.5
CISNE	UNITE DE LUXE HS	26.9	0.027	0.045	19.58	0.09	5
	SOFT HS DUAL	26.73	0.027	0.054	22.64	0.09	5.5
PARACAS	JIREH HS ECOLOGICO	29.34	0.029	0.072	26.08	0.09	5.5

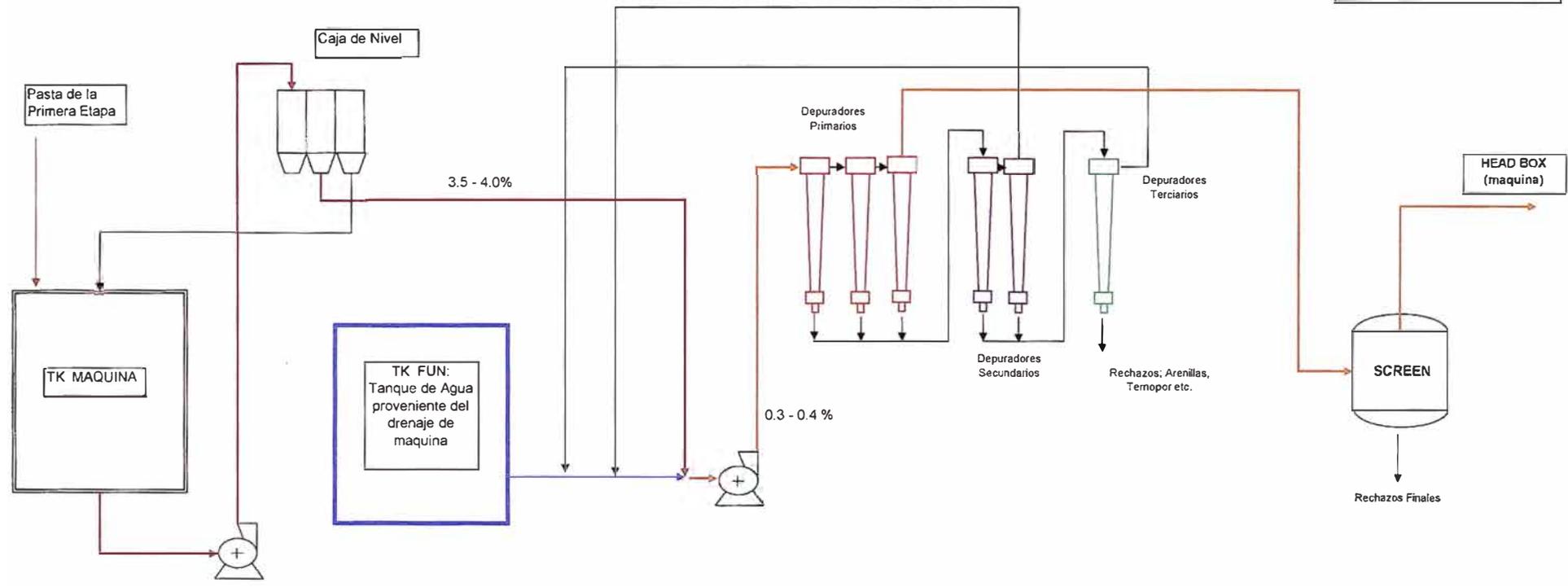
PRIMERA PARTE : SISTEMA DE DEPURACION Y LIMPIEZA DE PASTA

CONCENTRACION APROX : 4 - 5%

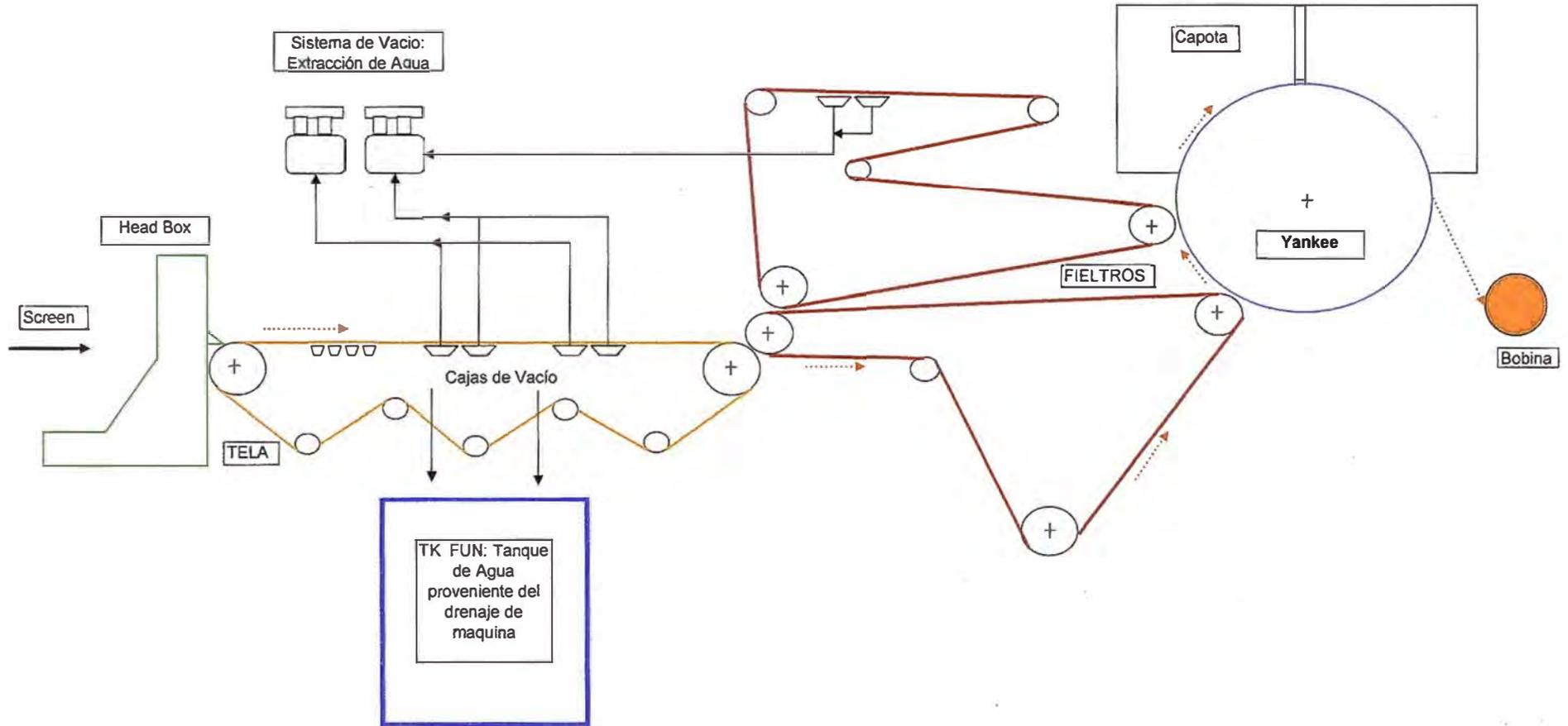


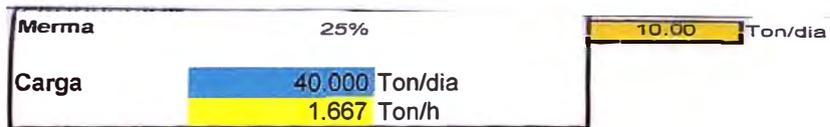
SEGUNDA PARTE : SISTEMA DE BAJA CONSISTENCIA (0.35%)

Pasta Alta Consist.	— (Red line)
Pasta Baja Consist.	— (Orange line)
Recirculación	— (Black line)
Agua de Maquina	— (Blue line)

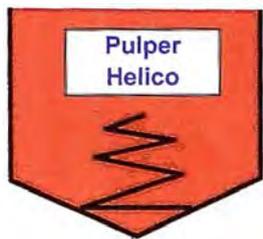


**TERCERA ETAPA: MAQUINA
PAPELERA**

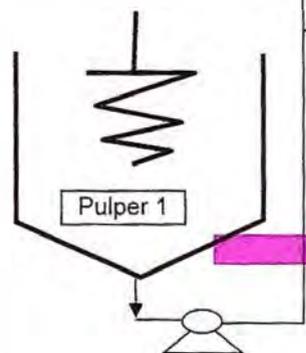




1.37 Ton/h
 14% %C
 Volumen 14% 9.76 m3
 Volumen 3% 45.6 m3/h

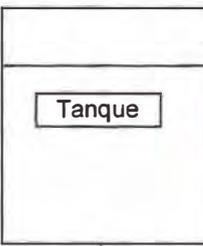
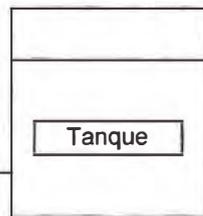


200 Kg/pulpeada
 40 min/pulpeada
 0.30 Ton/hora
 3% %C
 Volumen 10% 10 m3
 Volumen 3% 10 m3/h



2.00%
0.0333 Ton/h

Pera



3%
54.4 m3/h

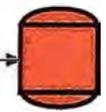
1.633 Ton/h

1.601 Ton/h
38.416 Ton/día

Depurador Alta 3%C

2.00%
0.033

Depurador Vertical Orificios



PAPEL



1.262 Ton/h
30.299 Ton/día

2.0%
0.0258

SCREEN DE SEGURIDAD

1.288 Ton/h
30.91724575 Ton/día

1%
0.013012

