

**Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y  
Naturales. Secretaría de Investigación y Postgrado. Maestrías en Madera,  
Celulosa y Papel**

*Maestrando*  
**Julio César Fleck Gallas**

## **Estudio de factibilidad económica del uso del bagazo de caña de azúcar para la obtención de pulpa celulósica en el Paraguay**

**Tesis de Maestría presentada para obtener el título de “Magíster en  
Tecnología de la Madera, Celulosa y Papel”  
OCyP**

*Director*  
**Dr. Fernando Enrique Felissia**

*Co Directora*  
**Dra. María Cristina Area**

**Posadas, 2009**



Esta obra está licenciada bajo Licencia Creative Commons (CC) Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES**

***ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DEL USO DEL  
BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA LA OBTENCIÓN DE  
PAPEL DE IMPRESIÓN Y ESCRITURA EN EL PARAGUAY***

**JULIO CESAR FLECK GALLAS**

Tesis presentada a la  
Universidad Nacional de  
Misiones como exigencia  
parcial de la Maestría en  
Tecnología de la Madera,  
Celulosa y Papel (Orientación  
Celulosa y Papel)

Director : Dr. Fernando Enrique Felissia

Co-Director : Dra. María Cristina Area

**Diciembre 2.009**

**Agradecimiento**

De alguna manera necesito expresar mis agradecimientos, extendiendo mis sinceros reconocimientos a todos los que me ayudaron, especialmente a mi querida esposa y mis hijos por su apoyo y comprensión elementos fundamentales para la concreción de este trabajo.

## Resumen

El objetivo general de este trabajo es conocer la factibilidad financiera, actual y futura de usar el bagazo de caña de azúcar para la obtención de papel de impresión y escritura en el Paraguay. En tal sentido fue necesario conocer el potencial del país en la producción de bagazo de caña de azúcar y su disponibilidad. La viabilidad financiera se determinó a través de la evaluación de los indicadores financieros como el valor actual neto, la tasa interna de retorno, la relación Beneficio/Costo, y luego se evaluó el análisis de sensibilidad económica del proyecto. Se proyecta cubrir la hipotética demanda nacional de papeles de impresión y escritura. Para el efecto, se plantea un complejo industrial integrado, que produce 100.000 toneladas métricas por año de pulpa química blanqueada TCF que es transformada en 116.000 toneladas métricas de papel de impresión y escritura. La tecnología seleccionada para la industria celulósica es pulpado a la soda caliente con recuperación de reactivos y blanqueo con la secuencia O(Zq)(PO). Se concluye, que en un análisis de 10 años de vida, el proyecto es financieramente viable, por presentar un Valor Actual Neto mayor a cero, igual a 16.980.794 USD. La Tasa Interna de Retorno es igual a 8,54 %/año, mayor a la tasa de interés asumida por el proyecto 7 %/año y la relación Beneficio/Costo es mayor a la unidad e igual a 1,032. El análisis de sensibilidad muestra los factores de mayor incidencia en el resultado por orden de importancia, estos son: precio del papel, monto total de inversión, tasa de interés a largo plazo, tipo de cambio, precio de la pulpa de fibra larga, costo del flete del bagazo de caña, etc. El punto de equilibrio para las distintas condiciones analizadas se mantiene en promedio de 93,48 % de la capacidad instalada. Esto muestra que la industria debe producir un volumen de 108.446 toneladas de papel/año, operando 318,77 días/año para cumplir con sus compromisos. Actualmente no existe suficiente materia prima disponible en el Paraguay. El proyecto necesita una cantidad de 548.000 toneladas métricas año de bagazo entero húmedo, disponible dentro de un radio de 70 Km. Se estima que la cantidad de bagazo entero húmedo disponible actualmente es de 112.000 toneladas por año en todo el país en un radio de 105 Km con respecto al punto de ubicación seleccionado,

Coronel Martínez – Guairá. A futuro, existen en carpeta, pendientes a ejecutar, cuatro proyectos de alcoholeras autónomas grandes, que producirán alcohol a partir de la caña de azúcar, de concretarse estos proyectos puede alcanzarse la cantidad mínima de bagazo necesario. Con el fin de permitir el uso integral del bagazo producido para la transformación en pulpa y papel, se debe disponer de un combustible alternativo a la quema de este, cuyo aporte calórico debe ser de 650.000 KJoule/USD de costo del combustible usado en el lugar de consumo, ingenios y alcoholeras, para la situación y condiciones planteadas en el presente proyecto.

**Palabras claves *keywords*:** bagazo, pulpa celulósica, papel de impresión y escritura, Paraguay, factibilidad económica.

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	III
Lista de abreviaturas y siglas	IX
CAPÍTULO 1	1
1.1 Planteo del problema	1
1.1.1 Hipótesis	1
1.1.2 Objetivos	1
1.1.3 Alcance del estudio	2
1.1.4 Justificación del proyecto e Impactos	2
1.2 Introducción	4
1.2.1 Estudio de la materia prima	4
1.2.2 Producción de caña de azúcar en el Paraguay	6
1.2.3 Bagazo de caña de azúcar	14
CAPÍTULO 2	18
2.1 Introducción	18
2.2 Mercados	18
2.3 Tecnologías disponibles	22
2.3.1 Desmedulado y almacenamiento	22
2.3.2 Procesos de pulpado	26
2.3.3 Producción de papel	29
2.3.4 Aspectos ambientales	32
2.3.5 Selección de tecnología	35
2.4 Tamaño del proyecto	38
2.5 Localización del proyecto	39
2.5.1 Macrolocalización	39
2.5.2 Microlocalización	41
CAPÍTULO 3	43

3.1 Introducción	43
3.2 Evaluación financiera	43
3.2.1 Ingresos	44
3.2.2 Egresos	45
3.2.3 Flujo neto	54
3.2.4 Indicadores financieros	56
3.3 Análisis de sensibilidad del proyecto	57
Capítulo 4	59
4.1 Conclusiones financieras	59
4.2 Conclusiones generales	63
4.3 Trabajos complementarios	68
REFERENCIAS	70
ANEXOS	75
GLOSARIO	87

## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1.1 Cultivos temporales – caña de azúcar	7
Tabla N° 1.2 Empresas que procesan caña de azúcar	13
Tabla N° 1.3 Bagazo excedentes a producir	17
Tabla N° 2.1 Empastes tradicionales con pulpa de bagazo	19
Tabla N° 3.1 Inversiones necesarias	75
Tabla N° 3.2 Costos de generación de bagazo desmedulado en origen	76
Tabla N° 3.3 Costo de pulpa química a la soda con recuperación de reactivos químicos	77
Tabla N° 3.4 Costo de producción papel de impresión y escritura	78
Tabla N° 3.4.1 Costo de producción papel de impresión y escritura	79
Tabla N° 3.5 Flujo de fondos con 50 % de financiación	80
Tabla N° 3.6 Análisis de originación de la materia prima	81
Tabla N° 3.7 Análisis del costo de manipuleo – Producción del bagazo desmedulado	82
Tabla N° 3.8 Análisis sobre la incidencia del flete del bagazo	83
Tabla N° 3.9 Cálculo de distancia media de distribución del producto	84
Tabla N° 3.10 Análisis de originación de la materia prima	85
Tabla N° 3.11 Flujo de fondos para 20 años con 50 % de financiación	86

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Producción de caña de azúcar por departamentos	8
Figura N° 1.2 Aptitud de suelos para la producción de caña de azúcar en el Paraguay	10
Figura N° 2.1 Unidad de desmedulado del bagazo de caña de azúcar Balance de masa y requerimiento energético	26
Figura N° 2.2 Planta celulósica Balance de masas y requerimiento energético	29
Figura N° 2.3 Planta de papel Balance de masa y energía	32
Figura N° 2.4 Ubicación de las empresas actuales y proyectos futuros	42
Figura N° 3.1 Flujo de fondos para el análisis de 10 años	55
Figura N° 3.2 Flujo de fondos para el análisis de 20 años	55
Figura N° 3.3 Análisis de sensibilidad – Resultados	58

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

T.C	Tipo de cambio, se refiere al tipo de cambio monetario
I.V.A	Impuesto al Valor Agregado 10 %
V.A.N	Valor Actual Neto
T.I.R	Tasa Interna de Retorno
B/C	Beneficio / Costo
USD	Dólares estadounidenses
GS	Guaraníes, moneda local
UACRO	Unión Agroindustrial de Cañicultores de la Región Oriental
FOB	FREE ON BOARD (Libre sobre buque)
ISO	International Organization for Standardization
ECF	Elementary Clorinhe Free
TCF	Totally Clorinhe Free
PCC	Carbonato de calcio precipitado
AKD	Cera alquílica del dímero del Ketene
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
MIC	Ministerio de Industria y Comercio
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
REDIEX	Red de Inversiones y Exportaciones
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
C.A.P	Centro Azucarero Paraguayo
DAF	Disolved Air Flotation
GN	Gas natural

# **CAPÍTULO 1**

## **1.1 Planteo del problema**

### **Situación actual**

La valoración económica actual que se le da al bagazo como subproducto en las industrias, es por el aporte energético que se percibe de la quema del mismo en sustitución de otro combustible, a un precio que ronda los 10 USD americanos por tonelada.

### **Situación futura**

La Mesa Sectorial de Biocombustibles, está orientada a la producción del alcohol para satisfacer la demanda interna y lograr la exportación, esto ha generado estudio y programación para la implantación de una cantidad de proyectos alcohólicos de importancia, a partir de la caña de azúcar.

En vista, a que las alcohólicas autónomas son las que poseen una mayor cantidad de bagazo excedente, la cantidad futura de bagazo disponible, exige plantear una solución o destino al bagazo excedente, especialmente para los emprendimientos que entrarán en operación.

### **1.1.1 Hipótesis**

Con la alternativa de producción de papel de impresión y escritura a partir del bagazo excedente, se podrían producir unas 116.000 toneladas anuales de papel provenientes del bagazo de caña, solucionando la disposición del bagazo excedente, y dándole una valoración económica, permitiendo asimismo que pueda ingresar en un mercado formal con reglas claras de comercialización. Esto mejoraría la rentabilidad del rubro de la caña de azúcar permitiendo el desarrollo socioeconómico de la región y del país.

### **1.1.2 Objetivos**

#### **Objetivo general**

Conocer la posibilidad actual y futura de usar el bagazo de caña en la obtención de papel de impresión y escritura en el Paraguay.

## **Objetivos específicos**

1. Conocer el potencial del país para la producción de bagazo de caña de azúcar como una fuente viable para la obtención de papel, a través de las distintas industrias existentes y futuras.
2. Conocer la disponibilidad técnica inmediata del bagazo de caña.
3. Conocer la disponibilidad técnica futura del bagazo de caña.
4. Analizar la viabilidad financiera para realizar el proyecto en tiempo actual y futuro inmediato.
5. Evaluar los indicadores financieros como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) así como la relación Beneficio/Costo.
6. Definir un modelo que pueda describir la sensibilidad económica de un proyecto de esta naturaleza.

### **1.1.3 Alcance del estudio**

Analizar la viabilidad financiera actual y futura para el aprovechamiento del bagazo de caña como materia prima en la obtención de papel de impresión y escritura en el Paraguay. En caso de que no estén dadas las condiciones económicas para la obtención de pulpa celulósica, se analizará que situaciones deben desarrollarse a fin de que el proyecto pueda ser viable.

### **1.1.4 Justificación del proyecto e Impactos**

En el afán de proveer al país con una producción nacional de papel de impresión y escritura, se plantea aprovechar mejor los subproductos derivados del procesamiento de la caña de azúcar, en vista a la expansión continua y al fuerte incentivo nacional dado con el auge de los biocombustibles. Surge la necesidad de plantear un aprovechamiento integral de las materias primas disponibles que posean un gran impacto del tipo social, por la cantidad de mano de obra que generan, así como incentivar a la adecuación de las industrias actuales, a fin de que estas sean más eficientes en el uso de los recursos naturales.

Los impactos del proyecto se describen a continuación.

### **Impacto ambiental**

1. Plantea una solución al problema que pueda generarse en la producción y disposición del bagazo excedente por la industrialización de la caña de azúcar.
2. Incentiva el uso correcto de los recursos naturales.
3. Permite la implementación de tecnologías más limpias y amigables con el ambiente.
4. Contribuye en la fijación del carbono preservando la calidad del ambiente.
5. Mejora el ambiente paisajístico general.

### **Impacto económico**

1. Permite una mayor valoración económica del rubro de caña de azúcar para el productor y la industria.
2. Genera fuentes de trabajo por la implantación de la(s) unidad(es) productora(s) así como la creación de puestos de trabajo en el campo de producción de caña de azúcar.
3. Permite la participación de productores de distintas escalas en el negocio.
4. Proporciona una provisión nacional de papel, sustituyendo las importaciones.
5. Crea mejores condiciones de comercialización de los subproductos de la caña de azúcar, especialmente el bagazo estableciendo reglas claras de comercialización.
6. Incentiva las mejoras industriales buscando una mayor eficiencia en éstas.
7. Amplía en nivel del negocio en la industrialización de la caña de azúcar.

### **Impacto social**

1. Fortalece el desarrollo del rubro caña de azúcar, hoy es el segundo rubro de mayor impacto social después del algodón en el Paraguay.

2. Permite la participación de pequeños y medianos productores en el programa de producción.
3. Organiza a los productores pequeños y medianos dedicados a la producción de la caña de azúcar.
4. Permite la creación de nuevos puestos de trabajo en forma directa e indirecta.
5. Mejora la calidad de vida de los sectores involucrados en forma directa e indirecta.

## **1.2 Introducción**

### **1.2.1 Estudio de la materia prima**

En este análisis, en vista a que el bagazo tomado como materia prima es un subproducto de la industrialización de la caña de azúcar, se impone la necesidad de estudiar a la misma en primer lugar.

Aunque el origen de la caña de azúcar es muy discutido, se asume que esta gramínea se observó por primera vez en el Asia. La caña de azúcar fue clasificada por el botánico sueco Carlos Linneo en 1.753 como *Saccharim officinarum*. Es una planta tropical y subtropical que se cultiva en una franja paralela al ecuador que llega hasta los 30 grados de las latitudes norte y sur, su producción media actual llega a 1.600 millones de toneladas anuales. (1, 2, 3)

El fruto agrícola constituye el tallo, órgano donde se acumulan los azúcares y que tiene una gran importancia en la producción de fibras. Este, el tallo se desarrolla a partir de las yemas de otros tallos. Los entrenudos o canuto, son más cortos en la base y aumentan de manera paulatina hasta alcanzar un máximo en la parte media de la planta para volver a disminuir en forma gradual.

La acumulación de sacarosa es mayor en la base del tallo, y el contenido de celulosa y azúcares reductores es mayor en la parte superior llamada macolla o cogollo de la caña.

La longitud media de la caña es variable, depende de la variedad y manejo, entre otros factores, un tallo adulto puede medir de dos a cuatro metros, así como poseer un diámetro que oscila en su parte media de 25 a 35 mm. (1, 2)

Con el objeto de lograr una cosecha por un período de tiempo, en el país se usan las siguientes variedades.

- a- Variedades tempranas: TUC 72-16; TUC 77- 42; RB 83-5054; RB 83 - 5486; SP 80-1842; SP 83-5073.
- b- Variedades medias : TUC 56-19; RB 85-5536; SP 81-3250; SP 80-3280
- c- Variedades media – tardía: RB 72- 454; RB 78- 5198; SP 84-2025; SP 80-185
- d- Variedades tardías: RB 72-5828; SP 80-185; SP 85-5057; RB72-5828

Siendo; TUC: Tucumán; SP: San Pablo; RB: República del Brasil; PR: Puerto Rico.

Las variedades más cultivadas con eficiencias comprobada y buen potencial de producción en los departamentos de mayor producción como Guairá, Caazapá, Paraguarí son, variedades con maduración temprana TUC 72-16, RB 83-5486, variedades con maduración media RB 72-454; TUC 56-19 (CHOTO); SP 70-1143, variedades con maduración tardía RB 72-5828; RB 78-5148. (4)

Las épocas de plantaciones tempranas se realizan entre los meses de febrero y marzo, y las plantaciones tardías de julio a agosto, inclusive setiembre (5). El cultivo de la caña de azúcar dura por lo menos unos 5 años. Es decir, una misma plantación se cosecha varias veces con un corte anual. En vista a esto, una buena o mala selección puede ser provechosa o perjudicial durante mucho tiempo. Es importante que el productor tenga en cuenta la posibilidad de cultivar caña de azúcar con diferentes épocas de maduración, es decir tempraneras, medianas y tardías, esto facilita la cosecha, ya que se dispone de mano de obra en menor cantidad, en forma seguida.

La duración de las etapas de desarrollo y crecimiento están influidas por el clima, variedad, ancho de surco, periodo del año en el que se siembra y

cosecha. La duración normal de un ciclo de crecimiento de las plantas es de 12 meses. Las fases en el desarrollo de la caña de azúcar son: (6)

Fase I: Germinación y emergencia, ocurre cuando ha sido recién cultivado o bien cuando aún no han salido los tallos, de los ya cultivados en producción. La duración normal de esta fase es de 30 días.

Fase II: Macollamiento y cierre de la plantación, la planta prolifera en el tallo macollo y se generan la mayor cantidad de hojas permitiendo al cultivo cerrar con la superficie foliar. Posee una duración normal de 60 días.

Fase III: Rápido crecimiento, una vez concretada el macollamiento, el cultivo desarrolla un crecimiento vigoroso y completo, posee una duración de 210 días.

Fase IV: Maduración, en esta etapa cesa el crecimiento vegetativo del tallo y se propicia la translocación y acumulación de la sacarosa en el tallo, la duración de 60 días.

Una buena semilla, o material de propagación, es aquella que reproduce las características de la variedad recomendada que se desea producir; tiene un desarrollo vigoroso, es sana y además tiene de 10 a 12 meses de crecimiento. (6)

### **1.2.2 Producción de caña de azúcar en el Paraguay**

La producción de caña de azúcar en el Paraguay se distribuye en 14 de los 17 departamentos del país. Se destacan en producción y área de siembra Guairá, Caaguazú y Cordillera, es decir, la zona central de la Región Oriental del país. A continuación se observa un cuadro elaborado con datos de la síntesis estadística de la campaña 2008 (Tabla N°1.1), así como la figura N° 1.1 que representa la distribución de la producción a nivel nacional perteneciente a la campaña 2.000-2.001, cuya participación proporcional por departamento (zona) no ha variado mucho.

Tabla N° 1.1: CULTIVOS TEMPORALES - Caña de azúcar

	Destino industria			Destino forraje	
	Nº de explotaciones	Hectáreas cultivada	Producción obtenida (Kg.)	Nº de explotaciones	Hectáreas cultivadas
<b>PARAGUAY 2008</b>	20.550	81.830	5.079.612	<b>32.498</b>	<b>24.384</b>
PARAGUAY 1991(**)	29.672	55.879	2.817.091	-	-
<b>VARIACIÓN (%)</b>	<b>-30,7</b>	<b>46,4</b>	<b>80,3</b>	-	-
<b>01.REGION ORIENTAL</b>	<b>20.536</b>	<b>81.800</b>	<b>5.077.805</b>	<b>32.461</b>	<b>24.322</b>
01.CONCEPCION	320	221	10.290	2.344	1.789
02.SAN PEDRO	600	1.761	88.144	3.559	2.247
03.CORDILLERA	1.464	5.111	317.390	1.450	1.013
04.GUAIRA	8.839	31.525	1.958.620	1.382	1.403
05.CAAGUAZU	3.587	12.296	795.098	4.520	3.161
06.CAAZAPA	1.915	4.181	292.040	2.638	1.435
07.ITAPUA	479	461	20.419	3.695	2.348
08.MISIONES	775	1.594	65.878	1.185	1.254
09.PARAGUARI	1.493	16.618	1.092.538	6.127	3.995
10.ALTO PARANA	152	228	8.912	1.809	1.483
11.CENTRAL	659	2.304	126.331	941	592
12.ÑEEMBUCU	122	76	2.138	1.951	1.084
13.AMAMBAY	48	1.041	41.858	374	868
14.CANINDEYU	83	4.383	258.151	486	1.649
<b>02.REGION OCCIDENTAL</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>1.807</b>	<b>37</b>	<b>62</b>
15.PDTE. HAYES	13	29	1.799	23	29
16.ALTO PARAGUAY	1	1	8	14	33
17.BOQUERÓN	-	-	-	-	-

(\*\*) Obs: En el Censo de 1.991 , el cultivo de caña de azúcar no estaba discriminado.

### Producción Caña de Azúcar en Toneladas 2000-2001

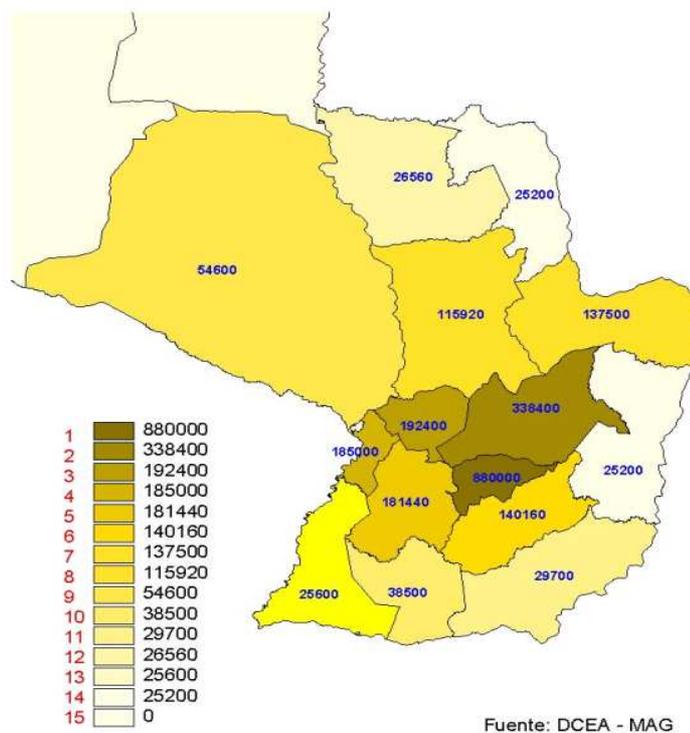


Figura N° 1.1 Producción de caña de azúcar por departamentos

El 97,5% de la producción de caña de azúcar se encuentra en la Región Oriental, el restante 2,5% se encuentra en la Región Occidental. Del total producido en la Región Oriental, el 37,5% de la superficie ocupada por la caña de azúcar se encuentra en el departamento de Guairá, donde también se ubican cuatro de las mayores industrias existentes en el país.

#### Evolución y tendencia en la producción

La producción de la caña de azúcar ha mostrado un moderado crecimiento desde el período agrícola 2001-2002 con 59.600 hectáreas, hasta el período 2007-2008 con cerca de las 90.000 hectáreas, lapso en que el incremento fue del 71,7 % respecto a la superficie cultivada. El volumen de producción acompañó en cierta forma el incremento de la superficie cultivada de la caña de azúcar, de 2.400.000 toneladas en la campaña 2.000-2.001 hasta 4.500.000 toneladas en el año 2.007-2.008. (7)

Los rendimientos de la caña de azúcar mostraron comportamientos relativamente homogéneos, situándose hoy el rendimiento a campo promedio del país en 50 toneladas de caña verde por hectárea (7). Esta cifra resulta baja en comparación con otros países vecinos productores, que maneja una media nacional de 90 toneladas por hectárea y demuestra el gran desafío de aumentar los rindes de campo a fin de tornar más competitivo el rubro, y superar los problemas de competitividad que enfrenta el programa nacional de los biocombustibles.

La estructura productiva para la caña de azúcar se sitúa en alrededor de 20.500 explotaciones, siendo predominante su cultivo en las explotaciones de hasta 10 hectáreas sin embargo son las propiedades de 10 a 100 hectáreas las que responden por la mayor cantidad de caña de azúcar producida.

Este número de explotaciones demuestra el empleo generado por este rubro en el proceso productivo, lo que converge con la mano de obra industrial empleada, ya que la industria azucarera, la producción de miel, la destilación de caña y la producción de alcohol, constituyen los niveles de integración que acompañan al rubro.

Aproximadamente 35% de la superficie total cultivada con caña de azúcar se encuentra mecanizada. La mecanización de la caña de azúcar incluye maquinarias tanto para la preparación del suelo como para la cosecha. Son los ingenios azucareros los principales dueños de dichas maquinarias, las cuales utilizan en sus cultivos propios o con productores proveedores de caña a sus ingenios. La factibilidad de extender la mecanización a otras áreas cultivadas no mecanizadas actualmente, y a las áreas potencialmente cultivables, dependería por un lado de cada ingenio azucarero, su capacidad financiera y la rentabilidad de dicha actividad, y por otro, de las opciones financieras o líneas de crédito a las que los cañicultores podrían acceder. (4)

Según datos obtenidos del Programa Nacional de Caña de Azúcar del Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG, se cuenta con un área potencialmente cultivable de unas 450.000 hectáreas en el territorio nacional. Hoy la extensión plantada es de unas 81.830 hectáreas según el

último censo agrario realizado en el 2.008. Esto demuestra un gran potencial en expansión para el rubro en cuanto a la superficie necesaria. (4)

Los Departamentos con mayor superficie apta para el cultivo de caña de azúcar son los de Alto Paraná, Caaguazú, Canindeyú y San Pedro donde en total suman 31% del total producido en el país. (7)

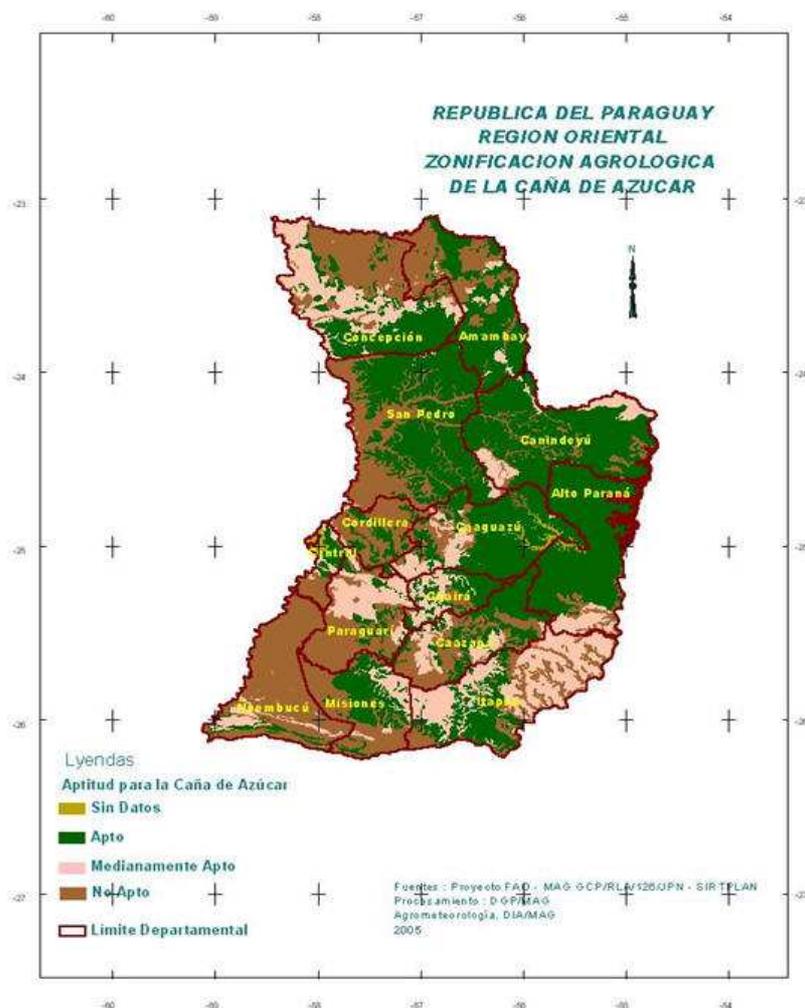


Figura N° 1.2 Aptitud de suelos para la producción de caña de azúcar en el Paraguay.

### Precios de compra de la caña de azúcar

La caña de azúcar del tipo orgánica consigue un precio más alto respecto a la del tipo convencional, posiblemente debido a que la orgánica tiene como destino, mayormente el mercado externo donde los precios obtenidos por este producto permite pagar al productor un monto mayor, siendo la cantidad

promedio pagada al productor de 111.000 Gs/Tonelada (22,2 USD/Tonelada – TC = 5.000 Gs/USD). (8)

Por otra parte los precios pagados en planta industrial por caña de azúcar convencional muestran una tendencia de aumento en los últimos 8 años, de modo que en ese período de tiempo sufrió una variación de 117,6 %. Siendo el precio promedio pagado hoy en el país de 91.500 Gs/Tonelada (18,3 USD/Tonelada – TC = 5.000 Gs/USD). (8)

### **Importancia socioeconómica de la caña de azúcar**

El cultivo de caña de azúcar es uno de los más importantes del país desde el punto de vista social, moviliza a unas 250.000 personas. El fenómeno se explica por el componente minifundista o de agricultura familiar (hasta 10 ha), cuya predominancia supera al 80% del total de las fincas. De esta forma se constata la importancia presente y futura de la producción de la caña de azúcar como rubro de renta. (4, 9)

Con datos procedentes del Plan Nacional de Caña de Azúcar del Ministerio de Agricultura y Ganadería y actualizaciones con datos técnicos de las zonas se tiene el porcentaje de población afectada a este cultivo por departamentos, a saber: (9)

1. El departamento de Cordillera es el que posee un mayor porcentaje de población afectada directa e indirectamente al rubro caña de azúcar con un 69 % de incidencia.
2. El departamento de Guairá se ubica en segundo lugar con un 58 % de su población afectada directa e indirectamente.
3. En tercer lugar se encuentra el departamento de Caazapá con 38%.
4. En el departamento de Presidente Hayes en el año 2.000, fue el más afectado con 80 % de su población.

### **Destino de la producción actual de la caña de azúcar**

La producción actual se destina a las industrias del sector privado, principalmente elaboradoras de azúcar que absorben el 62 % de la producción nacional. Para la producción de alcohol se destina el 33 %,

mientras que un 5 % del total es destinado a la producción de miel y aguardiente (caña paraguaya). (4, 9, 10)

La caña de azúcar que no posee destino industrial es usada para la producción de ganado bovino como suplemento alimenticio de invierno.

### **Industrias actuales en operación**

Existen 28 industrias registradas que procesan la caña de azúcar en el país, estas se discriminan en: Ingenios azucareros 9; Industrias alcoholeras autónomas 2: Fabricantes de bebidas caña – agua ardiente; Meleros.

La capacidad industrial instalada y el procesamiento de la caña de azúcar en el país se observa en la tabla N° 1.2. (4, 10)

Tabla N° 1.2: Empresas que procesan caña de azúcar

	Establecimiento	Ubicación	Toneladas procesada/zafra	Cap. Instalada Toneladas/día
<b>Empresas en operación</b>				
1	ALPASA	Escobar	500.000	3.000
2	AZPA	Tebicuary	800.000	15.000
3	Azucarera Friedmann	Villarica	321.700	2.500
4	PETROPAR	Mauricio J.Troche	500.000	3.600
5	Azucarera Iturbe	Iturbe	350.000	7.000
6	Azucarera Guarambare	Guarambaré	145.012	1.500
7	Azucarera La Felsina	Guarambaré	118.745	1.350
8	Azucarera OTISA	Arroyos y Esteros	111.320	600
9	INSAMA	Santa María	38.170	700
10	Censi&Pirotta	Presidente Hayes	88.300	400
11	Ingenio San Luis	La Paloma	150.000	2.000
	<b>Sub total</b>		<b>3.123.247</b>	<b>37.650</b>
<b>Proximos a entrar en operación a partir del año 2.010</b>				
12	Nevalco	J. E. Estigarribia	35.800	
13	Alcotec	J. E. Estigarribia	53.500	
14	Friessen	J. E. Estigarribia	29.800	
15	INPASA *	Nueva Esperanza	300.000	
	<b>Sub total</b>		<b>419.000</b>	
<b>Proyectos en carpeta</b>				
16	UACRO <sup>(a)</sup>	Caaguazú	1.500.000	7.000
17	Proyecto XT - Paraguay	Coordillera	2.400.000	11.500
18	La Cascada	Amambay	1.800.000	8.500
19	Agroenergético San Pedro	San Pedro	1.125.000	5.000
	<b>Sub total</b>		<b>6.825.000</b>	<b>32.000</b>
	<b>Total General</b>		<b>10.367.347</b>	<b>69.650</b>

<sup>(a)</sup> Unión Agroindustrial de Cañicultores de la Región Oriental (UACRO)

Fuente: Centro Azucarero Paraguay (C.A.P) – Petropar – IICA - REDIEX (Red de Inversiones y Exportadores)

### Proyectos nuevos

Existe hoy en Paraguay por lo menos cuatro proyectos industriales de importancia nacional, estos se hallan identificados en la Tabla N° 1.2, con la numeración 16, 17, 18, 19.

A mediano plazo de concretarse estos proyectos se pasará de un procesamiento actual entre ingenios azucareros y alcohólicas de 3.200.000 toneladas por zafra a un volumen de 10.400.000 toneladas.

Este aumento significativo en el nivel de producción y procesamiento está dado por el impulso del Plan Nacional de Biocombustibles en el Paraguay, conforme a la matriz de competitividad elaborada por la Mesa Sectorial de Biocombustibles de la Red de Inversiones y Exportaciones (REDIEX), cuya meta es alcanzar las siguientes cifras para el año 2.015: (11)

1. 400.000.000 USD en exportaciones de etanol.
2. 40.000.000 USD en ahorro anual de egreso de divisas por sustitución de gasolina.
3. 1.000 millones de USD en inversiones.
4. 140.000 hectáreas de nuevos cultivos de caña de azúcar.
5. 140.000 nuevos empleos directos en las áreas agrícola, industrial y transporte.

Es importante destacar que para alcanzar estos objetivos se necesitan unas 140.000 hectáreas de nuevas plantaciones de caña de azúcar, que representan el 0,56 % de la superficie cultivable del país.

Este incremento del área de producción, así como en el procesamiento resultaría en aumentar directamente la producción actual de caña de azúcar del Paraguay hasta unas 12.210.000 toneladas métricas, triplicando la producción en los próximos seis años. (11)

### **1.2.3 Bagazo de caña de azúcar**

El bagazo es el residuo del proceso de fabricación del azúcar a partir de la caña, el remanente de los tallos después de ser extraído el jugo azucarado que estos contienen, por los molinos de la central azucarera o alcoholera.

El uso más tradicional del bagazo de caña es la producción de vapor en las calderas del mismo ingenio azucarero. Estudios realizados, acompañados de la experiencia industrial acumulada en los años más recientes, han demostrado la viabilidad de satisfacer las demandas energéticas de las centrales azucareras, con prácticamente la mitad de su bagazo, quedando un sobrante factible de ser empleado en más de cuarenta aplicaciones demostradas, de las cuales las más relevantes son la producción de celulosa y papel, tableros, etanol, alimento animal y furfural, etc.

La composición física del bagazo, está constituida por cuatro fracciones, cuyas magnitudes relativas dependen del proceso agroindustrial azucarero. Expresadas en base seca son.

Fibra o bagazo : 45 %

Sólidos no solubles : 2 – 3 % arena, tierra, piedras, etc.

Sólidos solubles : 2 – 3 % sacarosa no extraída

Agua : 51 – 49 %

La composición morfológica del bagazo es.

Fibras : 50 % fibras externas

Parénquima : 30 % médula

Vasos : 15 % fibras internas

Epidermis : 5 %

Desde el punto de vista de los parámetros biométricos, las fibras de bagazo se clasifican como fibras cortas, comparables a las maderas duras (latifoliadas).

El bagazo seco es claro y varía de color blanco parduzco a verde claro dependiendo de la variedad y edad de la caña, el bagazo almacenado varía de café amarillento a gris oscuro. La médula es blanca, compuesta en gran parte de tejido parenquimatoso, y está asociado a los haces de fibras. Durante el almacenamiento crecen gran parte de microorganismos en las células de la médula debido al azúcar residual, por lo que se ha adoptado de manera generalizada un tratamiento biológico previo conocido como método RITTER, en donde el bagazo se mezcla con un licor de cultivo biológico. (1, 2)

### **Generación del bagazo de caña de azúcar**

La experiencia de las industrias azucareras y alcohólicas en el Paraguay durante el procesamiento de la caña de azúcar es un rendimiento promedio de 30 % peso/peso de bagazo de caña por caña alimentada a la industria, es decir por cada 100 toneladas de caña de azúcar alimentada a las industrias en promedio se obtienen 30 toneladas de bagazo con una humedad de 50 %

o 15 toneladas de materia seca. Los casos extremos observados son 28 % para cañas muy jóvenes y de 33 % para aquellas de mayor edad. (12, 13)

El destino del bagazo producido en el proceso de molienda en las industrias se centra en la producción de energía a través de la combustión en calderas bagaceras preparadas para tal fin. La quema del bagazo produce vapor que tiene dos finalidades.

1. Generar potencia eléctrica para abastecer con la demanda de fuerza de la industria.
2. El vapor remanente es usada para satisfacer los requerimientos térmicos de la industria.

En vista a que el bagazo es usado para satisfacer la demanda energética de la industria, se presentan dos realidades diferentes, según se describe a continuación.

### **Industrias azucareras**

En un principio las industrias que solamente producían azúcar, la producción de bagazo no llegaba a satisfacer su balance energético. Actualmente las industrias azucareras que producen a la vez azúcar y alcohol llegan a satisfacer su demanda energética proveniente del bagazo de caña producido. La experiencia industrial nacional indica que con las últimas ampliaciones y mejoras industriales realizadas en algunas industrias importantes, estas han mejorado su eficiencia en el uso del bagazo desde tener déficit han pasado a poseer un excedente de bagazo de entre 3 % a 4 % sobre el total de bagazo generado.

### **Industrias alcohólicas autónomas**

La manifestación de las industrias nacionales es que estas llegan a satisfacer su demanda energética con el 70 % del bagazo producido, obteniendo un excedente del 30 % sobre el total (hoy los técnicos del área sostienen que existen estudios que pueden llevarse a un 50 % de bagazo excedente para una industria de moderna concepción).

En el Paraguay existen actualmente dos alcoholeras autónomas de importancia, Petropar ubicada en la localidad de Mauricio José Troche y Alcoholera Paraguaya S.A (ALPASA). Las demás son destilerías pequeñas.

Según estos datos y dada la cantidad de caña de azúcar procesada por cada industria es posible tener una estimación de la cantidad de bagazo excedente posible a generarse en el país.

Tabla N° 1.3: Bagazo Excedentes a producir

<b>Datos - consideraciones</b>		<b>%</b>	
Rend. Nacional de bagazo		30	
Bagazo excedente en alcoholeras		30	
Bagazo excedente el azucareras/alcoholeras		5	

Establecimiento	Caña de azúcar Toneladas	Total Bagazo		Total bagazo excedente	
		Existentes	Futuro	Existentes	Futuros
<b>Proyectos en operación</b>					
1	ALPASA	500.000	150.000		45.000
2	AZPA	800.000	240.000		12.000
3	Azucarera Friedmann	321.700	96.510		4.826
4	PETROPAR	500.000	150.000		45.000
5	Azucarera Iturbe	350.000	105.000		5.250
6	Azucarera Guarambare	145.012	43.504		2.175
7	Azucarera La Felsina	118.745	35.624		1.781
8	Azucarera OTISA	111.320	33.396		1.670
9	INSAMA	38.170	11.451		573
10	Censi Pirotta	88.300	26.490		1.325
11	Ingenio San Luis	150.000	45.000		2.250
<b>Proximos a entrar en operación en el 2.010</b>					
12	Nevalco	35.800		10 740	3.222
13	Alcotec	53.500		16 050	4.815
14	Friessen	29.800		8 940	2.682
15	INPASA *	300.000		90 000	27.000
<b>Proyectos en carpeta</b>					
16	UACRO	1.500.000		450 000	135.000
17	Proyecto XT - Paraguay	2.400.000		720 000	216.000
18	La Cascada	1.800.000		540 000	162.000
19	Agroenergético San Pedro	1.125.000		337 500	101.250
<b>Bagazo entero húmedo (50 % B.H)</b>		Total bagazo disponible actual		121.849	
		Total bagazo a disponer (2010)		37.719	
		Total bagazo disponible futuro		614.250	
		<b>Total bagazo entero a producir</b>		<b>773.818</b>	

Fuente: elaboración propia con datos de: M.I.C, C.A.P, REDIEX, IICA.

Se observa que la estimación actual es de unas 121.800 toneladas de bagazo entero húmedo por año, y de concretarse la totalidad de los proyectos en carpeta esta cifra puede ascender a 773.800 toneladas anuales de bagazo entero húmedo.

## **CAPÍTULO 2**

### **2.1 Introducción**

Una vez estudiado las características de la caña de azúcar y del bagazo de caña que constituye la materia prima a usar, así también de analizar la producción e industrialización actual y los proyectos futuros para la caña de azúcar en el país. Esto generó la herramienta básica que permitió una estimación de la cantidad de bagazo excedente disponible actualmente y la que podría producirse de concretarse los proyectos nuevos.

En el presente capítulo se pretende analizar otros factores de igual significancia que los analizados en el capítulo anterior. Estos son, el mercado, las tecnologías disponibles, el tamaño del proyecto y la localización del mismo. Estas constituyen herramientas fundamentales para la definición del estudio de factibilidad financiera del proyecto producción de papeles de impresión y escritura a partir del bagazo de caña de azúcar.

### **2.2 Mercados**

Las pulpas de bagazo son usadas actualmente en diferentes porcentajes de empastes final, en la elaboración de una amplia variedad de papeles como son: papeles de envolver, impresión y escritura, bolsas de multipliegos, papel liners, papel onda, cartones blanqueados, papel periódico y papel base para recubrir.

Los empastes típicos usados para la elaboración de los distintos papeles que incluyen fibras de bagazo o una parte del mismo se observa en la tabla N° 2.1.

Tabla N° 2.1: Empastes tradicionales con pulpa de bagazo

Grados Pulpas	Papeles				
	Impresión y escritura	Corrugado	Liners	Diario	Papel para envolver
Pulpas de bagazo (% peso/peso)					
Quimitemomecánica				70-75	
Química	80 - 90	80 - 90	50 -60	10 – 15	50-60
Pulpas de madera (% peso/peso)					
Química fibra larga	20 - 10		25 – 20	10	50 - 40
Química fibra corta				10 – 15	
Mecánica				20	
Fibra secundaria		20 - 10	25 – 20		

Se aprecia que para el caso de papeles de impresión y escritura se usa hasta el 90 % de pastas blanqueadas de bagazo, logrando muy buenos niveles de calidad. En tal caso el empaste normalmente se complementa con un pequeño porcentaje de pulpas de fibra larga para ayudar a cumplir con los requerimientos de calidad.

A nivel mundial la producción de pastas de recursos no madereros (*non-wood*) representa un 7 % del total de las pulpas producidas, situándose hoy la producción de pulpas provenientes de fuentes no maderables, en unas 18.400.000 toneladas anuales. De estas, 18 % corresponde a la pasta proveniente del bagazo de caña de azúcar, el resto es pulpas obtenidas de bambú, caña, paja y otros sin identificar.

El mayor productor mundial de pasta de bagazo es China y a nivel Latinoamérica se ubican por orden de importancia: México, Perú, Colombia, Cuba, Brasil, Argentina y Venezuela. (14, 15, 16)

### **Aplicación y usos del bagazo de caña**

Actualmente la aplicación más difundida del bagazo de caña de azúcar es el uso como combustible en la misma industria para la producción de vapor y de energía eléctrica. Además de esto otras aplicaciones típicas son: pulpa

celulosa y papel, materiales aglomerados para la obtención de paneles de división, aberturas, revestimientos de paredes, encofrados entre otros. Otro uso difundido es como alimento animal a partir de la sustitución de concentrados, mediante raciones que permitan obtener una respuesta adecuada del animal a bajo costo, existen aplicaciones en desarrollo como ser la obtención de etanol, y productos químicos específicos furfural, lignina, etc. (17)

A nivel país la experiencia se limita al uso como combustible en los ingenios o alcohólicas y como alimento animal en algunos casos.

Las pulpas celulósicas a partir del bagazo, hasta el día de hoy no poseen un mercado directo de comercialización como tal, razón por la cual, esta debe ser convertida a un producto más vendible como lo constituye el mercado de los papeles.

El tipo de papel se halla directamente vinculado con el tipo de pulpas a producir, es decir, como lo presentado en la Tabla N° 2.1. Las pulpas de alto rendimiento tipo SWG; RMP; TMP, CTMP, normalmente son usadas para la producción de papel diario o bien son empleadas en menor medida en la producción de cartones, papel liner, etc. Mientras que las pulpas químicas se destinan casi exclusivamente a la producción de papel de impresión y escritura, cartón, cartulinas, tissue, etc.

La producción papelera en el Paraguay se limita a cartón, papel liner, onda, y algunos tipos de papeles absorbentes (servilletas, papel higiénico, sanitarios, etc.), usando como materia prima fundamentalmente fibras secundarias recuperadas del mercado nacional.

El país importa la totalidad de los papeles de impresión y escritura así como el papel diario para cubrir su demanda, estos tienen distintos orígenes, entre los que se destacan Brasil, Argentina, Chile, Finlandia, China, EEUA, etc. (18, 19)

### **Mercado local**

A nivel país la demanda de papel diario según datos de importación está en el orden de las 13.000 a 14.000 toneladas por año, a un precio promedio de importación de 740 USD/ton (libre del Impuesto al Valor Agregado). Por otra

parte la importación de los papeles de impresión y escritura se encuentra entre 55.000 a 65.000 toneladas/año a un precio promedio de 1.050 USD/Ton (libre de Impuesto al Valor Agregado), siendo los valores máximos registrados 1.250 USD/Ton y los valores mínimos de 980 USD/Ton. (18, 19)

Las distintas presentaciones de los papeles de impresión y escrituras importados son: papeles en resma de distintos tamaños A4, oficio, carta, etc., papeles en planchas, hojas, bobinas, formularios continuos, etc. (18, 19)

En el mercado local del papel, el de impresión y escritura es el que presenta una mayor demanda, frente a los demás, como el caso del papel diario, cartón, etc. A esto se menciona que este constituye uno de los que lleva mayor cantidad de pulpa química proveniente de bagazo. Estos dos aspectos son muy importantes porque dan luz sobre una alternativa válida de conversión de la pulpa de bagazo en una forma más vendible como lo constituyen los papeles, para el caso particular la producción de papeles de impresión y escritura a partir del bagazo de caña de azúcar.

### **Dimensionamiento del mercado**

En el presente trabajo se plantea cubrir la demanda local (mercado nacional) de papeles de impresión y escritura, partiendo de la base que esta llegará en algún momento al orden de las 120.000 toneladas de este tipo de papel por año.

El precio tomado como referencia es la media del precio de importación condición FOB libre de impuestos de 1.050 USD americanos por toneladas de papel de impresión y escritura. Las distintas formas de presentación del producto serán, resmas, formulario continuo, hojas y bobinas.

Este planteo de producir papeles de impresión y escritura, obedece a lo expuesto anteriormente, es decir.

1. Constituye el papel de mayor demanda a nivel país.
2. Gran potencial de crecimiento en la demanda, así como alternativa de jugar con la exportación (el análisis de la alternativa de exportación no constituye el alcance de este trabajo).

3. Constituye uno de los papeles que usa mayor proporción de fibras de bagazo de caña para su producción. Por lo tanto salva la limitación de la comercialización y venta de la pulpa del bagazo.
4. Buen nivel de precio, relativamente aceptable en comparación con otros productos.

### **2.3 Tecnologías disponibles**

El bagazo de caña de azúcar presenta una serie de ventajas con respecto a otros recursos fibrosos zafreros, los cuales potencian su uso para la producción de pulpa celulósica y sus derivados, estos son. (20)

1. No involucra problemas de recolección ya que el mismo se encuentra a la salida de la propia industria, ingenio o alcoholera
2. Los costos de recolección, procesamiento y lavado se incluyen en los costos de extracción del jugo azucarado de la caña.
3. Disponibilidad durante todo el año en países ecuatoriales. Fuera de las zonas ecuatoriales existen métodos eficientes de almacenaje para caso en que el período de zafra sea reducido.
4. Fácil limpieza y preparación del material que va a digestión, así como relativamente fácil digestión y blanqueo.
5. Costos de equipamiento de conversión del bagazo en pulpa razonablemente bajo.

Por lo expuesto, dada la dificultad de encontrar un mercado para la comercialización de la pulpa de bagazo, la producción de estas está normalmente integrada a la planta de papel. (16)

La producción de pulpa celulósica a partir del bagazo de caña posee las siguientes etapas y alternativas tecnológicas.

#### **2.3.1 Desmedulado y almacenamiento**

De acuerdo con la experiencia industrial, está claramente demostrado que para la producción de celulosa y papel y en general en diversos procesos de industrialización, el bagazo debe ser mejorado morfológicamente, separando la más alta proporción posible de tejido parenquimatoso (médula) y elevando

proporcionalmente la fracción de contenido de fibras del material, este proceso es conocido como desmedulado. (2)

Los tipos de desmedulados conocidos son. (20, 21)

1. Proceso de desmedulado en seco: este proceso se ejecuta con 15 a 20 % humedad del bagazo, y posee las desventajas siguientes: poca eficiencia de separación de las médulas entre 30 y 50 % de la cantidad original, gran riesgo de bagazosis en los operarios y la necesidad de secar el bagazo saliente de las industrias productoras a fin de poder procesar. Actualmente por estas razones prácticamente no se lo usa más.
2. Desmedulado en húmedo: por este método se desmedula tal como sale de la industria productora, es decir con una humedad del 50 %. Ventajas: Mayor eficiencia en la separación de las médulas, eficiencia mínima de separación es del 60 % de la medula original, no existe la necesidad de un tratamiento adicional del bagazo para corregir su humedad, se las procesa tal como sale, no tiene la misma incidencia de bagazosis con los operarios que presenta el desmedulado en seco, constituye un único proceso mecánico aplicado al bagazo, se adapta fácilmente a las capacidades de las instalaciones existentes con gran capacidad de molienda y gran generación de bagazo.
3. Desmedulado en mojado o en suspensión: Mediante este método la médula, polvo y materias extrañas son exhaustivamente separados de la fibra. El bagazo ingresa al proceso de desmedulado con una consistencia de 10 a 18 % (80 a 90 % de humedad). En general este proceso es usado como segunda etapa de desmedulado y se lo ubica en la planta de preparación de la pasta (planta celulósica). Su uso aumenta la eficiencia de la remoción de los ácidos generados durante el almacenaje del bagazo y disminuye el contenido de sílice, lo cual reduce el desgaste general de las bombas y refinadores, etc.

La concepción más reciente del desmedulado, recomienda realizarlo en dos etapas, el desmedulado en húmedo directamente en la industria donde se produce el bagazo ingenio o alcoholera, y luego de un período de

almacenaje proceder al desmedulado en suspensión (mojado). Este último realizado en las instalaciones de la planta celulósica. (2)

### **Almacenamiento**

En la mayoría de los países productores de caña de azúcar los ingenios o alcoholeras operan de 4 a 7 meses del año. Mientras que las plantas de pulpa y papel operan todo el año, en consecuencia surge la necesidad de almacenar bagazo para los meses fuera de zafra, evitando en lo posible el deterioro del bagazo durante el almacenaje. Existen hoy dos maneras extremas de lograr una buena preservación del bagazo que son: (20)

**Almacenado en seco:** Secando el bagazo a un contenido de humedad inferior a 20 % a fin de detener toda la fermentación posible. Este método es el más antiguo y se utiliza en algunos lugares donde la mano de obra es muy barata, en tal caso se forman fardos 30 a 50 Kg que se apilan en estibas a fin de favorecer una buena ventilación y el secado rápido. Este método debe poseer resguardo de las lluvias sobre todo en zonas con gran incidencia de estas. (22)

**Almacenado en húmedo:** Mantener el bagazo a una humedad superior al 80 % y controlar la fermentación. Es el método más empleado por las grandes fábricas de pasta y papel a partir del bagazo. El método RITTER de conservación es el más difundido y usado actualmente, consiste en la inoculación de bacterias lácticas y el agregado de nutrientes al bagazo desmedulado, el cual es diluido a 3 % de consistencia, se lo mezcla con el inóculo y bombea hacia una plataforma donde se forma las grandes pilas, por ejemplo 130 metros de largo, 50 metros de ancho y 18 metros de altura, el licor drenado se re circula en forma continua a la pileta de mezcla y nuevamente es rociada en la parte superior de la pila, de forma a mantenerla a una humedad superior al 80 % y una temperatura de 40 °C. Este procedimiento permite la conservación del bagazo por período mayor de un año.

Las ventajas observadas por el bagazo conservado por el método RITTER frente al bagazo fresco son.

1. Menor porcentaje de médula presente, normalmente un 10 % menos.

2. Menor consumo de hidróxido de sodio en la digestión, como consecuencia de la menor cantidad de solubles en el álcali.
3. Igual rendimiento de digestión, pero una cantidad inferior de rechazos.
4. Mayor drenaje de la pasta marrón. Esto se traduce en menor requerimiento de agua en la etapa de lavado.
5. La pasta blanqueada presenta mejores propiedades de resistencia.

Por lo explicado, en el presente trabajo se plantea realizar el desmedulado en dos partes:

**Desmedulado en origen:** Se realiza en el lugar de producción del bagazo, a la humedad normal del bagazo, desmedulado en húmedo. La tecnología actual para el proceso de desmedulado permite obtener 70 % de bagazo desmedulado húmedo (50 %) que se transporta a granel vía camión hasta la planta celulósica y 30 % de médula húmeda (50 %) que se devuelven al ingenio o alcoholera para su quema en las calderas del establecimiento.

**Almacenamiento:** Al realizar el acopio del bagazo desmedulado en húmedo en la planta celulósica, este puede tener dos destinos. El primero es ingresar directamente en producción, con destino al desmedulado en mojado, esto se da específicamente al inicio de la zafra cañera, o la siguiente alternativa es ser destinada al almacenaje en húmedo en las grandes pilas formadas para ser almacenadas por el método RITTER.

**Desmedulado en mojado:** Posteriormente se completa el proceso de separación de médula, desmedulando en mojado. En este proceso se obtiene 90 % de bagazo desmedulado y 10 % de restos de médula con otros materiales: polvo, arena, hojas, cáscaras, granos, restos de fibrilas, etc. (21). La médula producida en esta etapa pasa por un espesado y eliminación del excedente de agua para luego ser destinado a la caldera de la planta de papel a fin de ser quemada con otro combustible.

A continuación se presenta la figura N° 2.1, en esta se observa un diagrama en bloque de la secuencia de procesos que participan en la operación de desmedulado, así como el balance de masa y requerimiento energético.

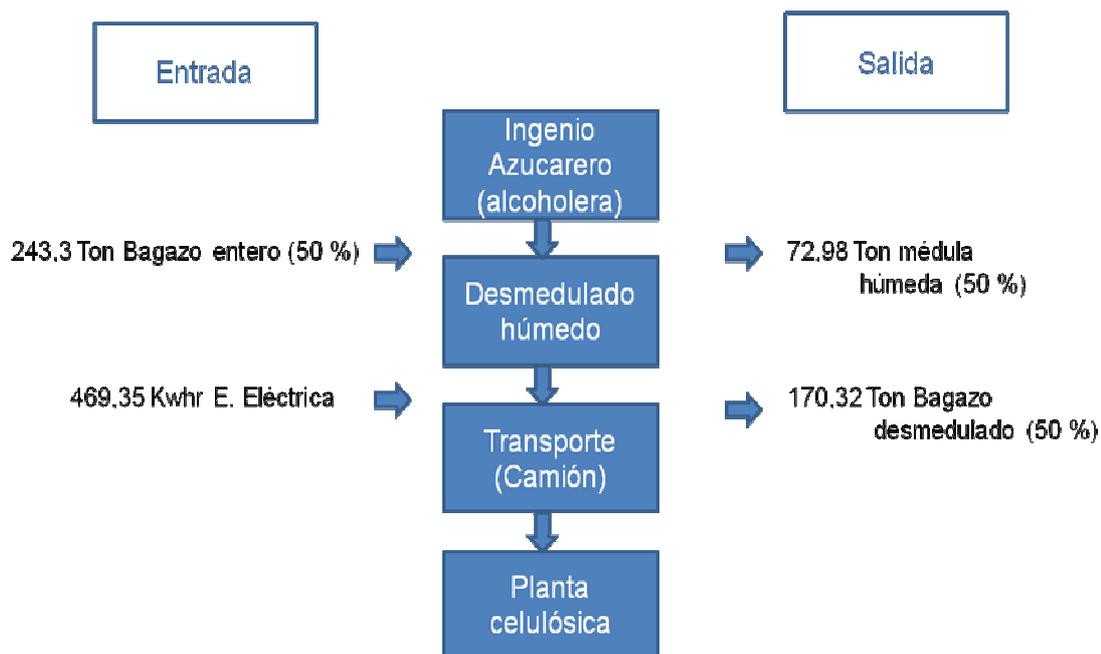


Figura N° 2.1: Unidad de desmedulado del bagazo de caña de azúcar. Balance de masa y requerimiento energético

### 2.3.2 Procesos de pulpado

Los procesos de pulpado tienen como objetivo liberar las fibras que se encuentran unidas entre sí. Esta liberación de fibras se produce en el pulpado químico mediante la acción de un reactivo químico sobre la lignina, disolviéndola y dejando expuesta las capas S2 ricas en polisacáridos con alto potencial de enlace.

#### Pulpado químico

El pulpado químico del bagazo se realiza industrialmente mediante procesos alcalinos, de modo particular por el proceso a la soda. En el caso del bagazo las ventajas apreciadas en la madera con los procesos al sulfato son de menor magnitud, por lo que no se justifica el aumento de la contaminación ambiental ocasionada por los procesos al sulfato para el pulpado del bagazo (2). Los procesos de pulpado pueden ser procesos discontinuos, prácticamente sin uso y los procesos continuos muy difundidos, algunos de los digestores más conocidos lo constituyen el digestor M&D, y el digestor PANDIA (21), dentro de las alternativas de pulpados químicos están proceso Kraft; proceso a la soda caliente; proceso al sulfito neutro, proceso a la soda antraquinona, etc. Los rendimientos obtenidos están entre el 55 al 60 %. La

aplicación de estas pulpas es la producción de papeles impresión y escritura, papel tissue, cartón, cartulina, papel liner, onda, etc.

### **Lavado y depuración**

Estos poseen un papel fundamental en los procesos de pulpados químicos, en vista a que están vinculados con la recuperación de los reactivos. En el lavado la pulpa saliente de la etapa de digestión se pone en contacto íntimo con agua ejecutado normalmente en tres etapas de lavado, a fin de extraer la mayor cantidad de reactivos químicos usados. La solución acuosa obtenida que arrastra los químicos usados provenientes de la digestión recibe el nombre de licor negro débil, este es enviado al sistema de recuperación de reactivos químicos.

Las pulpas lavadas, son luego sometidas al proceso de depuración, en esta se separan los materiales extraños como arenas, piedras, material incocido, material extraño, etc. Una vez que las pulpas están depuradas son enviadas al proceso de blanqueo. (1, 23)

### **Sistema de recuperación de reactivos químicos**

El licor negro débil proveniente del lavado de pulpas es enviada a los evaporadores a fin de elevar su concentración hasta cerca del 60 % de contenido de sólidos obteniéndose el licor negro concentrado, este posteriormente es quemado en la caldera de recuperación, generando vapor de alta presión que se aprovecha para producir potencia eléctrica y vapor a fin de satisfacer la demanda de la planta celulósica.

Las cenizas generadas en la caldera de recuperación principalmente constituidas por carbonatos de sodio, ingresan al circuito de caustificación, extrayéndose del cenicero de la caldera de recuperación para luego ser solubilizados y formar el licor verde. Esta solución (licor verde) posteriormente es puesta en contacto con cal (óxido de calcio) generándose una solución de hidróxido de sodio conocido con el nombre de licor blanco. En este proceso el carbonato de calcio precipita y se separa por decantación. El licor blanco después de su clarificación, es nuevamente usado en el proceso de digestión con el agregado de una cantidad necesaria

de álcali por las mermas producidas, este agregado es conocido como *make up* y constituye el consumo del hidróxido de sodio del proceso de pulpado. Por otra parte, el carbonato de calcio producido en el proceso de caustificación, es decantado, lavado, espesado y luego calcinado a fin de obtener nuevamente el óxido de calcio que ingresa al circuito de caustificación, anteriormente mencionado. (1, 23)

### **Pulpado de alto rendimiento**

Estos agrupan una gran variedad de procesos, desde el pulpado mecánico hasta el pulpado semiquímico como son: RMP; TMP; CMP; CTMP, por citar algunas tecnologías disponibles. La separación de las fibras consiste en una combinación de acciones mecánicas y químicas, con extracción parcial de la lignina, obteniéndose rendimientos entre 95 % y 70 %. Se observa industrialmente que el pulpado mecánico del bagazo en refinadores solo produce fibras de bajas propiedades fisicomecánicas y consume una gran cantidad de energía específica. Los pulpados quimimecánicos, como el proceso a la soda fría, consisten en la acción de un agente químico como el hidróxido de sodio seguido de la refinación multietapas. En la impregnación con hidróxido de sodio se produce un hinchamiento de la pared celular, ablandando el material y posibilitando en la etapa de refinación la ruptura entre la pared primaria y la pared secundaria, lo que favorece el enlace. Este proceso se caracteriza por presentar menores consumos de energía que los mecánicos puros, mayor rendimiento y opacidad de las pulpas químicas, con buenas propiedades fisicomecánicas. Estas pulpas se usan para cartoncillo, papel periódico, y otros papeles culturales.

### **Proceso de blanqueo**

El blanqueo de pastas químicas de bagazo es una operación sencilla, en los blanqueos de tecnología ECF, las secuencias de blanqueo típicas son D(EO)D, D(EP)D, OD(EP)D. Por otra parte en la tecnología TCF, interviene una etapa de uso de ozono como agente blanqueante en la secuencia O(Zq)(PO) alcanzándose niveles de blanco cercano a 90 % ISO, partiendo de un kappa de 13,5. (24)

Las exigencias ambientales por una menor generación de volumen y mejor calidad de efluentes ha llevado al desarrollo de las tecnologías mencionadas ECF y TCF posibilitando de esta forma disminuir el uso del cloro o eliminarlo totalmente como el caso de TCF, permitiendo la menor demanda de agua y generación de efluentes así como el reciclo parcial de estos, consiguiendo de esta forma una solución para los ambientes más sensibles. (24)

### Balance de masa y energía en fábricas de pulpa

En la figura N° 2.2, se observar un diagrama en bloques, donde se muestra el balance de masas y requerimientos energéticos de la planta celulósica.

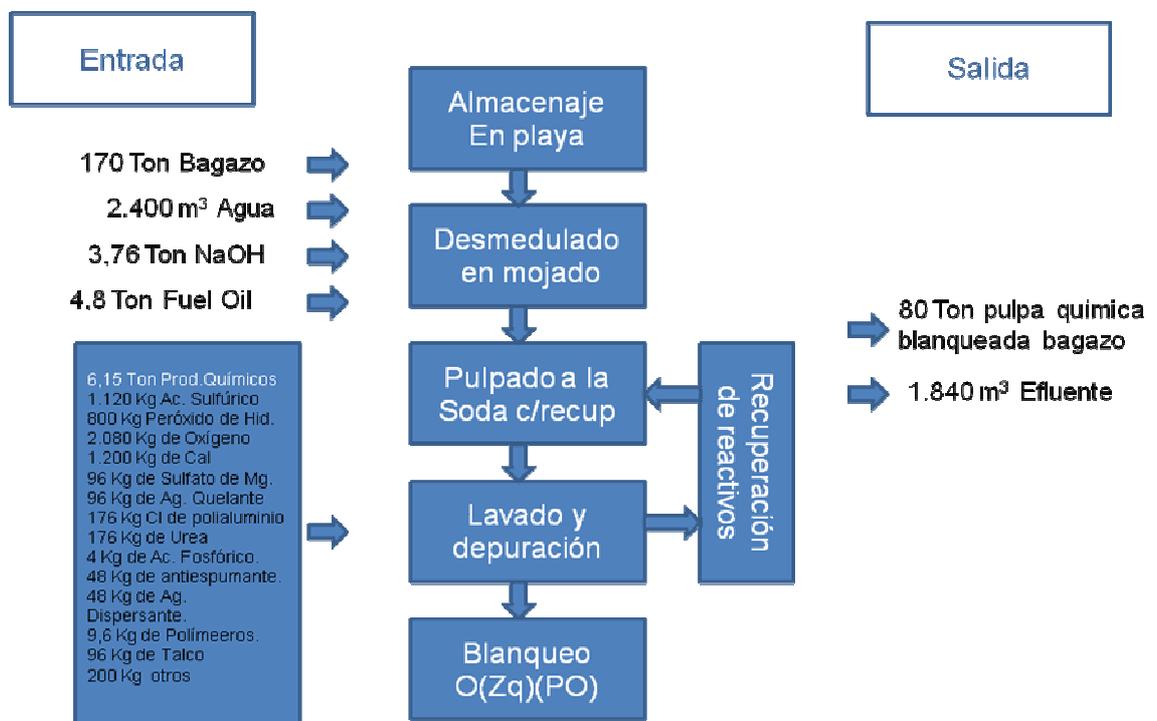


Figura N° 2.2: Planta celulósica. Balance de masas y requerimiento energético

### 2.3.3 Producción de papel

En una planta integrada, la pulpa química blanqueada obtenida en la planta celulósica, en suspensión de 10 al 12 % de consistencia es enviada a la fábrica de papel. La producción de papel está formada por los siguientes procesos.

## **Refinación**

Las fibras son sometidas a una acción mecánica para desarrollar sus propiedades papeleras óptimas con relación al producto a fabricarse, esta operación se realiza en forma continua en los refinadores para el efecto. (1, 23)

## **Mezclado**

Etapa en la que se realiza la formación del empaste por la adición en la proporción adecuada de las pulpas química blanqueada de bagazo y pulpa química blanqueada de coníferas con el fin de darle mayor resistencia mecánica, así como el agregado de carbonato de calcio (PCC carbonato de calcio precipitado) como carga mineral, encolantes y aditivos de acuerdo a la formación específica para el papel a producir. Un ejemplo típico de empaste para la producción de papeles de impresión y escritura es 80 % peso/peso de pulpa química blanqueada de bagazo, 10 % peso/peso de pulpa química blanqueada de conífera y 10 % de carbonato de calcio, 9,7 kg de AKD por tonelada de papel como agente encolante, 3,88 kg de almidón catiónico por tonelada de papel, y 2,91 kg de polietilen imina por tonelada de papel como agente de retención. (21)

## **Dilución y depuración**

La mezcla de pulpas y aditivos formada en la etapa anterior se pasa por una serie de depuradores (ciclónicos y tamices presurizados) con el objeto de retirar las impurezas para mejorar la calidad del empaste garantizando de esta forma la calidad del papel producido. (23)

## **Formación de la hoja**

Esta mezcla o suspensión de pulpas, aditivos químicos y agua ingresa a la mesa de formación de papel, más conocida como máquina de papel a través de la caja de cabeza, que se encarga de distribuir la suspensión sobre la tela en forma uniforme a través de todo el ancho de la máquina, en la mesa de fabricación. Esta tela avanza a alta velocidad y a medida que esto sucede, mediante una combinación de efectos de gravedad y vacío, se va extrayendo el agua de la suspensión quedando al final de la misma, una

estructura húmeda de fibras entrelazadas que es en sí, conformando la hoja de papel. El agua extraída en el proceso, ingresa nuevamente a los distintos circuitos de uso del agua dentro de la fabricación del papel, como ser en la operación de refinado, mezcla, dilución o en la misma máquina de papel según sea el caso. (23)

### **Prensado**

La hoja formada posee una gran cantidad de agua, que necesita ser extraída a fin de consolidar el proceso de formación, esta extracción se ejecuta primeramente por medios mecánicos. La hoja es apoyada sobre fieltros, obligándola a pasar a través de una serie de pares de rodillos, extrayendo gran parte del agua. Este dispositivo mecánico es conocido con el nombre de prensa húmeda de papel. La humedad final del papel al final del proceso está entre los 45 a 50 % base húmeda. (23)

### **Secado**

En vista a la limitación del proceso de prensado, el excedente del agua debe extraerse indefectiblemente por evaporación. En tal sentido el papel que egresa de la sección de prensas es conducido a través de una serie de cilindros secadores de gran porte calefaccionadas por vapor en su interior, que se encuentran ubicados en forma alternada, de manera que una cara del papel entre en contacto con la superficie lateral de uno de los cilindros y luego la otra cara del papel entre en contacto con el cilindro siguiente. De esta manera el mismo va absorbiendo energía de los cilindros eliminando su contenido de humedad por evaporación hasta alcanzar valores de humedad inferiores al 10 % (normalmente se ajusta a 5 % en base húmeda).

Al final del secador de papel la hoja se pasa por un sistema de rodillos, llamado calandra, que prensa la hoja para dar mejores propiedades de apariencia, como lisura y calibre. Esta hoja continua de papel es enrollada en rollos de gran porte, llamados *popes*, los que posteriormente se procesan en una bobinadora que corta a bobinas de anchos y diámetros menores de acuerdo con lo solicitado por los clientes o por el programa de conversión a productos finales como resmas u hojas. (23)

## Conversión del papel

En esta sección se convierte, al papel producido en bobinas embaladas, hojas, formularios continuos y resmas, mediante líneas modernas. Normalmente se dispone de sistemas de medición y control de las principales variables y características de calidad de papel. (23)

## Balances de masa y energía en fábricas de papel

En la figura siguiente se observa un balance global de masa y requerimiento de energía para una industria tipo de papel.

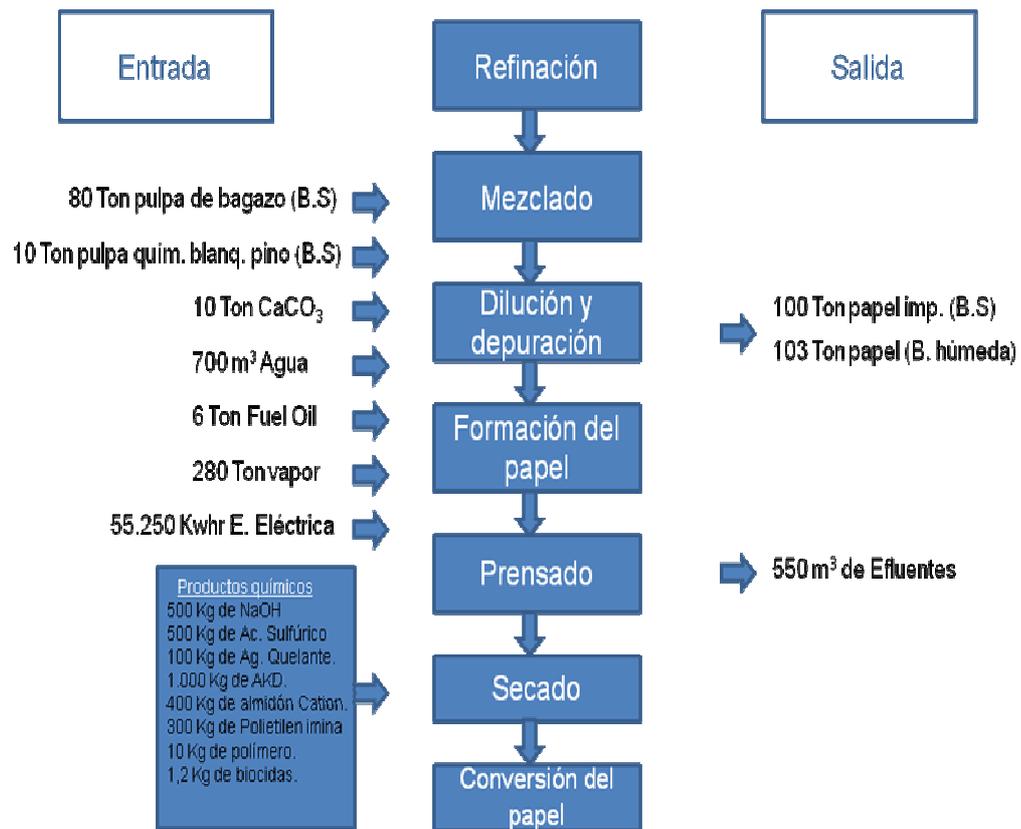


Figura N° 2.3: Planta de papel, Balance de masa y energía local

Nota: En todos los casos se presenta el diagrama en bloques, con su correspondiente balance de masa y energía para la tecnología propuesta, estos datos son usados en el planteo de los costos de procesamiento. (25, 26, 27)

### 2.3.4 Aspectos ambientales

En proyectos muy demandantes de los recursos ambientales como este, los aspectos ambientales poseen una alta significancia.

## **Efluentes líquidos**

La tecnología seleccionada demanda los siguientes volúmenes de agua para el proceso, 30 m<sup>3</sup> de agua por cada tonelada de papel de impresión y escritura a producir, de los cuales 6,8 m<sup>3</sup> por tonelada de papel corresponde a la planta de papel y 23,2 m<sup>3</sup> por ton de papel a la planta celulósica.

El volumen total de efluentes líquidos que se genera es de 23,20 m<sup>3</sup> por tonelada de papel producido, de estos 17,86 m<sup>3</sup> provienen de la planta celulósica y 5,34 m<sup>3</sup> de la planta de papel.

Entre las distintas alternativas para el tratamiento de los efluentes líquidos se pueden citar: los sistemas de lagunas de estabilización anaeróbicas, facultativas, o sistemas facultativos, sistemas aireados de lodos activados, lagunas aireadas, sistemas anaeróbicos de reactores de flujos ascendentes o de flujos descendentes, lagunas cubiertas, etc.

En los sistemas convencionales de tratamiento de efluentes líquidos se contempla lo siguiente:

### **Pre tratamiento**

Consiste en un proceso de separación de los sólidos de mayor tamaño. El pre tratamiento viene dimensionado de acuerdo con las características del efluente a tratar de acuerdo a su origen. Una batería de rejillas, que permite retener los sólidos de tamaños mayores o iguales a 1,5 mm de diámetro son usados para el efluente que proviene de la planta celulósica, generados en la playa de almacenaje de bagazo y desmedulado en suspensión, las etapas de depuración de la pulpa marrón, y las etapas de blanqueo. Una vez que el efluente pasa por el pre-tratamiento es conducido al tratamiento primario. Los sólidos generados en esta etapa son conducidos a un sistema de disposición relleno sanitario.

### **Tratamiento primario**

En el tratamiento primario se separan la mayor cantidad posible de los sólidos suspendidos en el seno del efluente con el objeto de reducir la carga orgánica del mismo (DBO). Cuando estos sólidos poseen una densidad más elevada que el líquido en el cual se hallan contenidos, el proceso usado es la

decantación o sedimentación. En este, se consigue la separación de los sólidos con mayor densidad que el líquido (efluente) a través de la acción de la gravedad sobre el sistema por un cierto tiempo con la mínima incidencia de turbulencia, a fin de permitir que la fase sólida (densa) se separe en la parte inferior del equipo, mientras que el líquido clarificado forma la fase sobrenadante, consiguiendo la separación de las fases. Los equipos decantadores continuos usados normalmente suelen ser de dos diseños o modelos, los decantadores circulares y los decantadores rectangulares.

Por otra parte, los efluentes generados en la planta de papel, provienen de la etapa de depuración y de la formación en la máquina de papel. En este caso el tratamiento primario consiste en un sistema DAF *Dissolved Air Flotation* a fin de recuperar las fibras que se recirculan al proceso y permite por decantación la separación de la fase pesada; sólidos, arenas, etc., que al igual que el anterior son dirigidos al relleno sanitario.

Los líquidos así sometidos al tratamiento primario, son enviados al tratamiento secundario (biológico), mientras que los sólidos generados poseen los destinos indicados anteriormente (reciclo, combustión o relleno sanitario).

### **Tratamiento secundario**

Conocido también como tratamiento biológico. En este caso los efluentes se unifican, los que provienen de la planta celulósica como los de la planta de papel en una cámara de compensación, ecuilización y posteriormente por una etapa aeróbica de sistemas de lodos activados, siendo un sistema compacto que permite la reducción de la carga orgánica hasta los parámetros exigidos por las normas ambientales en el país.

### **Efluentes gaseosos**

Se generan en varios puntos de la industria, a saber, caldera de recuperación, horno de cal, caldera de producción de vapor para la planta de papel, planta general. El punto de generación en las calderas lo constituye la emisión de los gases de combustión, en tal sentido se prevé dos aspectos fundamentales.

1. Control de calidad de combustión, a través de analizadores de gases y manejo operativo del proceso.
2. Retención de material particulado, sistemas de retención consistentes en precipitadores electrostáticos para la caldera de recuperación y horno de cal con lavadores de gases y sistemas secos de trampas para la caldera de la planta de papel, otros.

En la generación puntual o difusa de gases dentro de la línea de producción, se prevé mitigar las emisiones a través del encapsulamiento y aspiración combinados con las trampas ciclones, filtro de mangas y lavadores de gases dependiendo de la naturaleza del proceso generador.

### **Efluentes sólidos**

La generación de residuos sólidos proviene del desmedulado en suspensión. Luego de eliminar el excedente son quemados en la caldera de la planta de papel, por otro lado se tienen los rechazos del proceso de depurado que poseen el mismo destino, a la totalidad de sólidos generados que no pueden usarse como combustibles (arena, piedras o bien aquellos que constituyen los residuos de estos, como cenizas de la caldera de la planta de papel), sumado a los sólidos del sistema de la planta de tratamiento de efluentes, como son los sólidos del tratamiento primario, y los lodos biológicos del tratamiento secundario, son dispuestos en un relleno sanitario. (23, 25, 26, 27)

### **2.3.5 Selección de tecnología**

El tipo de papel a producir a partir de la pulpa de bagazo de caña define el proceso de pulpado. Anteriormente se expuso que los procesos de pulpados de alto rendimiento están vinculados exclusivamente a la producción de papel diario, mientras que las pulpas químicas poseen un uso más dirigido a la producción de papeles de impresión y escritura, bond, tisúes, cartón, etc. Dentro de las opciones de pulpados químicos, el proceso a la soda caliente ofrece la tecnología más limpia. La experiencia industrial ha confirmado que los beneficios no son significativos a favor del tradicional proceso *kraft*, por lo que se opta por un pulpado a la soda caliente con recuperación de reactivos.

Esta tecnología está disponible a nivel comercial, a partir de un tamaño de 100.000 toneladas de pulpa blanqueada por año (28). Esta capacidad, define el tamaño para la planta de papel así como las demás unidades de desmedulados, servicios, agua, efluentes, vapor, etc.

Se presenta y justifica la selección de la tecnología a utilizar como consecuencia de las siguientes situaciones.

1. Las pulpas de bagazo, tanto las de alto rendimiento como las pulpas químicas, no poseen hoy un mercado desarrollado, por lo tanto la comercialización de las mismas resulta complicada. Por lo tanto, deben transformarse a una forma más vendible.
2. El papel de impresión y escritura es uno de los papeles con mayor demanda en el mercado, estando bien establecido el mecanismo de comercialización.
3. Una de las mayores alternativas de uso de las pulpas químicas de bagazo, es el empaste para producción de papeles de impresión y escritura.
4. La intención es transformar el bagazo excedente de producción nacional en un producto fácilmente vendible a buen precio como lo es el papel de impresión y escritura, sustituyendo las importaciones que realiza el Paraguay en este rubro.
5. El proceso de pulpado químico es el mejor adaptado para producir pulpas adecuadas para la producción de papeles de impresión y escritura.
6. En las tecnologías de pulpado químico se selecciona el proceso a la soda caliente con recuperación de reactivos, por ser el proceso ambientalmente más amigable y limpio, en vista a que los demás procesos no ofrecen una diferencia significativa al propuesto.
7. La disponibilidad de agua no es abundante en el lugar seleccionado para la implantación de la industria. El río Tebicuarymi, con un caudal medio anual de 20 metros cúbicos por segundo, constituye un ambiente sensible.
8. En las tecnologías de blanqueo se seleccionó la secuencia O(Zq)(PO) por ser ambientalmente amigable, con baja demanda de agua, baja

generación de efluentes, posibilidad de cerramiento de circuitos, mejor calidad de efluente generado, menor nivel de contaminación, costos operativos relativamente bajos y obtención de buenos niveles de blancura. Para la selección del proceso de blanqueo se planteó como objetivo alcanzar 90% ISO, generando la menor cantidad de efluentes líquidos.

9. En el planteo se consideran los planes de mitigación de los impactos producidos. Los residuos sólidos principales generados, médula de caña y otros, son destinados a la quema en las calderas, el material no combustible y las cenizas tendrán como destino un relleno sanitario construido para tal fin.
10. Los efluentes líquidos generados en la planta celulósica, en las áreas de blanqueo y en el área de producción de papel, serán destinados a la planta de tratamiento de efluentes líquidos, con un sistema adecuado de pre-tratamiento según el origen del efluente, continuando por un tratamiento primario, un secundario biológico de lodos activados, una laguna de estabilización y la descarga del efluente en el río Tebicuarymi, ajustándose a los parámetros de vertidos dictaminados por la Secretaría del Ambiente SEAM.
11. Para el tratamiento de los efluentes gaseosos se prevén los sistemas de captación del material particulado mediante precipitadores electrostático en la caldera de recuperación, horno de cal y trampas secas combinadas con lavadores de gases para las calderas de menor porte.
12. En el presente trabajo se considera que la fábrica de pulpa es autosuficiente en energía eléctrica y vapor, no así la planta de papel, para la cual se compra energía eléctrica del suministro nacional ANDE y el vapor necesario se generará quemando combustible en las instalaciones, parte de la médula de bagazo generada en el segundo desmedulado y la diferencia necesaria mediante la quema de leña.
13. Para todos los casos se toma como referencia los balances globales en materia y demanda energética presentada en las figuras N°: 2.1: 2.2: 2.3, que se ajusta a la tecnología seleccionada.

Algunos proveedores tradicionales de estas tecnologías a nivel internacional, son los siguiente: *ANDRITZ; METSO; GL&V, Pro Zell, VOITH*, entre otros.

## **2.4 Tamaño del proyecto**

Con respecto a la disponibilidad tecnológica, se debe mencionar que el factor limitante dentro del complejo celulósico papelerero es el tamaño de la planta celulósica, en vista a que hay un tamaño mínimo, a partir del cual se puede adquirir la tecnología. Técnicamente es posible realizarla a cualquier escala, pese a ello, no es lo mismo desde un punto de vista comercial, siendo una capacidad instalada de 100.000 toneladas de pulpa química por año, la escala mínima, para una planta de pulpado químico con recuperación de reactivos.

Este tamaño mínimo de planta celulósica define el tamaño de la planta de papel para un proyecto de planta integrada de pulpa y papel. Según el balance de masa, para esto, se necesitarían unas 547.500 toneladas de bagazo entero húmedo por año. Sin embargo, se ha visto en el capítulo 1 que la estimación de la disponibilidad actual, es de 112.000 toneladas por año, (Tabla Nº 3.6 Análisis de originación de la materia prima).

Por otra parte, el mercado nacional de papeles de impresión y escritura es de 65.000 toneladas por año. Desde una perspectiva del mercado, para la definición del tamaño de la industria, si el objetivo es satisfacer la demanda local de papeles de impresión y escritura, no se puede pensar en un tamaño mayor a las 60.000 toneladas por año de papel, lo que implica 48.000 toneladas por año de pulpa.

Ahora bien, desde un punto de vista de la disponibilidad de la materia prima, la industria debe tener un tamaño de 40.500 toneladas de pulpa por año para obtener 47.500 toneladas por año de papeles.

Estos tamaños, tanto desde el punto de vista del mercado como desde el punto de vista de la disponibilidad de materia prima, resultan muy pequeños para la escala aclarada. En vista a ello se seleccionó un tamaño mínimo de planta disponible en el mercado a fin de poder realizar el análisis, es decir:

1. Planta de pulpa química blanqueada de 100.000 toneladas por año de pupa seca al aire, es decir, 300 Toneladas por día de pulpa seca al aire.
2. Planta de papel de 116.000 toneladas de papel por año.

En función a la disponibilidad de materia prima, se parte de la base que de concretarse los proyectos en carpeta XT Paraguay y UACRO, así como de cumplirse con los excedentes de bagazo generados (declarados en la Tabla N°3.6), sumado al crecimiento natural de los establecimientos actuales, podría cubrirse este requerimiento. Es decir, se asume que se tendrán las 547.500 toneladas por año de bagazo entero húmedo necesario.

Se espera que el mercado local incremente su demanda en los años siguientes, llegando a ubicarse en un volumen cercano a las 100.000 toneladas por año. Para este análisis se plantea que el mercado nacional es lo suficientemente grande como para absorber una producción de 116.000 toneladas por año de papeles de impresión y escritura, con una distribución geográfica de este mercado según la ubicación y tamaño de las principales ciudades del país. No se consideran operaciones con el extranjero.

## **2.5 Localización del proyecto**

Una buena localización genera beneficios acumulativos, de igual forma una mala localización genera pérdidas acumulativas, comúnmente denominado gastos. Con el objeto de mejorar el proceso de ubicación de un establecimiento futuro hay aspectos que deben ser tenidos en cuenta, según la naturaleza del proyecto, a fin de evitar la situación anterior.

El estudio de la localización se ejecuta en dos partes, según se presenta a continuación.

### **2.5.1 Macrolocalización**

Se refiere exclusivamente a la definición del área o zonas geográficas de importancia, con respecto a las múltiples alternativas, a fin de seleccionar la zona más probable. El proyecto puede tener dos orientaciones, uno es la orientación al mercado y la otra, la orientación a la materia prima. En función a esto se definen tres opciones de macrolocalización: (16)

1. Zona I: comprendida entre los departamentos de Guairá, Paraguarí, Cordillera y parte de Caaguazú. Comprende la zona central del país donde se halla la mayor producción e industrialización de caña de azúcar. Esta zona posee una fuerte orientación a la materia prima.
2. Zona II: comprendida en el departamento Central y alrededores, con cercanía a la capital y ciudades aledañas. Constituye un lugar de producción e industrialización de la caña de azúcar si bien en menor medida que la anterior, posee la mayor concentración poblacional del país. Esta zona tiene una fuerte orientación al mercado.
3. Zona III: constituye el norte del país, comprendida por los departamentos de San Pedro, Canindeyú, Concepción, Amambay. Es una gran zona donde se inicia la producción de caña de azúcar y se tiene intenciones de asentamientos de algunos proyectos industriales para el procesamiento de caña de azúcar. Esta constituye un área más futurista y con menores capacidades y alternativas.

Para el presente trabajo, al observar el nivel de incidencia que tiene la componente flete de la materia prima, se define a la Zona I, entre los departamentos de Guairá, Paraguarí, Cordillera y parte de Caaguazú como mejor alternativa para el asentamiento del proyecto. Las razones más relevantes son:

1. Se halla la mayor producción de caña de azúcar del país en esta región.
2. Se ubica la mayoría de los establecimientos industriales mayores de la caña de azúcar, y por lo tanto la generación de la materia prima, el bagazo entero, se encuentra concentrada en esta zona.
3. La incidencia del costo de flete es grande, se debe mover 3,3 veces mayor cantidad de materia prima que la cantidad de producto papel.
4. El precio del flete de la materia prima es 15 % más costoso que el flete del papel.
5. Algunos proyectos industriales futuros de gran envergadura, por citar XT Paraguay, UACRO para el procesamiento de caña de azúcar, se asentarán en la zona o área de influencia.

6. Presencia de agua superficial abundante, en ciertas zonas de estos departamentos mencionados, especialmente Guairá y Paraguari.
7. Cuenta con infraestructura necesaria; caminos de todo tiempo, red de tendido eléctrico de media y alta tensión, agua potable, ciudades con servicios como: talleres mecánicos, metalmecánicos, eléctricos, empresas de obra civil, asesores técnicos y administrativos, personal de mano de obra calificada, superior y media, disponibilidad de mano de obra común, medios de comunicación, hospitales, escuelas, iglesias, policías, servicios de bomberos, etc.
8. Disponibilidad de servicios de transportes.
9. Terrenos accesibles con propiedades aceptables.

### **2.5.2 Microlocalización**

Se refiere a la definición zonal a nivel micro, más específicamente, a la localización futura del establecimiento. Al analizar detenidamente la naturaleza del proyecto, se observa que las variables más significativas a nivel micro son: (17)

1. Disponibilidad del agua por exigencias del proceso. La exigencia de la industria según el balance de masas es de  $10.540 \text{ m}^3/\text{día}$  ( $440 \text{ m}^3/\text{hora}$ ), esta debe ubicarse en las cercanías de un curso abundante de agua (rio).
2. Proximidad a la materia prima. La incidencia del costo de flete de la materia prima es grande, mayor al producto final a transportarse. El costo del flete de la materia prima es 15 % más, que el del producto final.
3. Infraestructura necesaria: caminos de todo tiempo, entre otros.

En función a estos aspectos muy relevantes, las opciones de ubicación queda limitada a la localidad de Coronel Martínez en el departamento de Guairá Zona I, ésta reúne los siguientes requisitos:

1. Se halla a orillas del rio Tebicuarymi, de caudal medio anual de  $20 \text{ m}^3/\text{seg}$ .
2. Ubicado en el centro de la producción e industrialización de la caña de azúcar, actualmente justamente en la parte central de esta

producción, con una distancia media de 35 Km a las industrias de mayor escala, que constituye la menor distancia dentro de todas las opciones. (ver Figura N°: 2.4 Ubicación de empresas actuales y proyectos futuros)

3. Sobre camino de todo tiempo, actualmente en proceso de asfaltado, conexión Ruta N°: 8 a Ruta N°: 1.
4. Disponibilidad de los servicios mencionados en la zona.

En la Zona II, la ciudad de Villeta, ciudad industrial dentro del departamento Central, para la alternativa de un proyecto orientado al mercado. Comparando ambas alternativas de ubicación Coronel Martínez y Villeta, específicamente en la incidencia del flete, que es la variable más significativa dentro de las fuerzas locacionales, la diferencia en el ahorro en flete a favor de la ubicación en Coronel Martínez con respecto a la ubicación de Villeta es de 7.600.000 USD por año de ahorro, (ver Tabla N° 3.9 Distancia de distribución de papel y Tabla N° 3.10 Análisis de origenación de la materia prima). Este factor muestra claramente que el proyecto debe estar orientado a la producción de materia prima y no al mercado.

La propuesta final es la ubicación de la industria celulósica papelera en la localidad de Coronel Martínez a orillas del río Tebicuarymi.

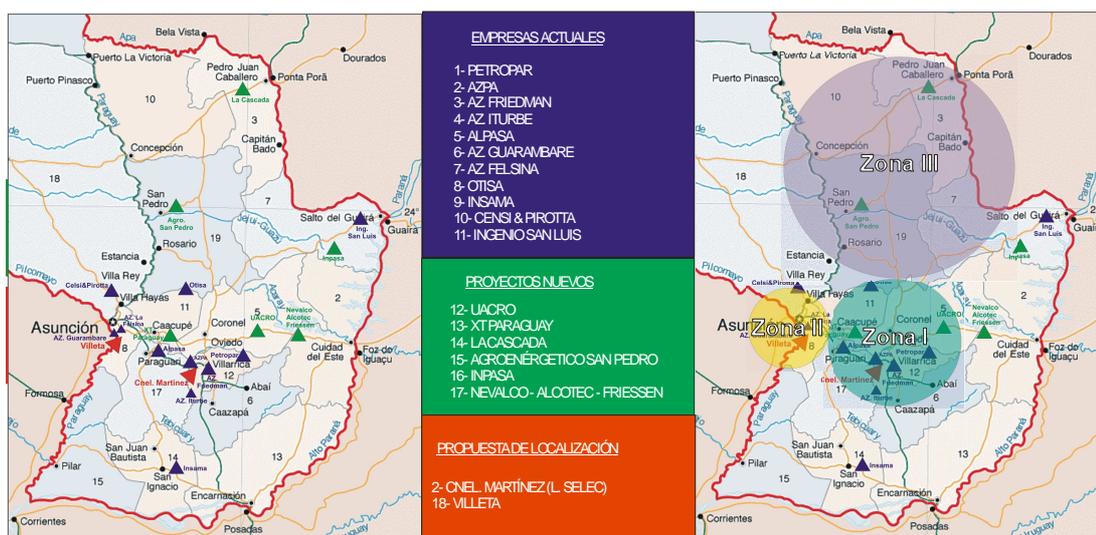


Figura N° 2.4: Ubicación de las empresas actuales y proyectos futuros

# CAPÍTULO 3

## Evaluación financiera

### 3.1 Introducción

La información generada en los capítulos anteriores, en función al estudio y dimensionamiento de la materia prima, la definición del producto, mercado, y niveles de precios, permite evaluar los ingresos del proyecto. Por otra parte la definición de la tecnología a usar, el tamaño y la localización del proyecto, hace posible evaluar los montos de inversión y los costos operativos. Estos datos, junto con la aplicación de las herramientas disponibles, conllevarán a plantear la evaluación financiera.

### 3.2 Evaluación financiera

La evaluación financiera se ejecuta a través de la estimación de los indicadores más conocidos, como el Valor Actual Neto VAN, Tasa Interna de Retorno TIR, y la relación Beneficio/Costo B/C. Para ello, primero es necesario fijar un período de tiempo en que dura el análisis, comúnmente denominado vida útil del proyecto. Durante este lapso se estimarán los flujos de fondos obtenidos con el proyecto, realizando un corte económico contable en el último año de la vida útil o período de análisis, a fin de evaluar los indicadores buscados.

El balance económico se presenta en forma anual. El flujo de fondos consiste en la evaluación anual de los ingresos y egresos del proyecto durante todos los años de análisis. Los ingresos son identificados como montos positivos y los egresos como montos negativos. Posteriormente, la suma algebraica permitirá conocer el flujo de fondos neto, cuyos valores año por año permiten determinar los indicadores financieros mencionados. (29)

En el presente trabajo se realiza un primer análisis, para un período de 10 años y luego se amplía el análisis a 20 años, a fin de observar cómo afecta el período de vida útil al proyecto.

#### **Flujo de fondos**

Para estimar el flujo de fondos, se debe determinar los elementos que se detallan a continuación.

### 3.2.1 Ingresos

El ingreso normal generado por el proyecto está compuesto por la comercialización de los bienes a producir, en este caso el papel de impresión y escritura, cuyo monto es igual al producto del precio de venta del mismo por la cantidad total producida.

Dentro de los ingresos ocasionales se tienen los créditos recibidos que provienen de una financiación externa y que son destinados para la ejecución de las inversiones.

Por otra parte la venta de los activos circulantes, que significa la efectivización de los bienes usados como capital de trabajo (capital circulante), esta se efectiviza en el último año de análisis, registrándose como un ingreso por venta de otros activos.

Otro concepto de ingreso ocasional, constituye la venta parcial o el total de los activos fijos, en tal caso se ejecuta al final de la vida útil del proyecto a fin de evaluar el monto total de activos fijos, registrado como ventas de activos fijos.

Los ingresos normales del proyecto, se evaluaron teniendo presente las siguientes consideraciones:

1. Se considera la venta total del papel producido en el mercado nacional.
2. A fin del ejercicio, se considera sin existencia de productos terminados, es decir se considera la venta total de lo producido en el año de análisis.
3. El precio de venta es de 1.050 USD/Tonelada de papel puesto en el lugar de venta, libre de impuestos.
4. No se considera el impuesto al valor agregado IVA.
5. Se considera constante este precio de venta en los años de vida útil del proyecto.
6. Nivel de ventas constante e igual a 115.979 toneladas anuales. En el planteo del análisis de sensibilidad se considera rígida la demanda del papel en función al precio.

Con estas consideraciones el ingreso total se evalúa como el producto del precio de venta por la producción total de papeles de impresión y escritura

para cada año. El monto de ingreso total para un año típico al 100 % de producción de la capacidad instalada, es decir produciendo unas 115.979 toneladas métricas de papeles de impresión y escritura por año, asciende a 121.778.351 USD americanos, (ver Tabla N° 3.4; Costo de producción papel de impresión y escritura – Total ingresos).

Los ingresos ocasionales constituye el crédito recibido para financiar la inversión. Para el efecto se considera la toma de un crédito a largo plazo por un monto igual al cincuenta por ciento de la inversión total, es decir unos 142.500.000 USD americanos, aplicables y recibidos en el año 0, inicio del proyecto.

La venta de activos fijos, constituye un ingreso al final del año décimo, último año analizado del proyecto, en él se estima en un valor residual del cuarenta por ciento del monto total de inversión inicial. De esta forma genera un ingreso de 109.440.000 USD americanos, (Tabla N° 3.1: Inversiones necesarias y Tabla N° 3.5: Flujo de fondos con 50 % de financiación).

En el análisis de 20 años de vida útil del proyecto, no se consideran ingresos por la venta de activos fijos, (ver Tabla N° 3.11: Flujo de fondos para 20 años con 50 % de financiación externa).

La venta de otros activos, que permite la recuperación del capital operativo en el último año analizado, este genera un ingreso de 30.920.396 USD americanos, (Tabla N° 3.5: Flujo de fondos con 50 % de financiación externa y Tabla N°: 3.11 Flujo de fondos para 20 años con 50 % de financiación externa).

### **3.2.2 Egresos**

Los egresos normales que se presentan en el proyecto están constituidos por los gastos de operación, o bien costos operativos, estos son los costos que deben ejecutarse para poder producir y comercializar el bien. Los gastos de operación están formados por la suma de los costos de producción, costos administrativos, costos financieros, y costos comerciales. Cada uno de ellos posee sus componentes, lo que determina su monto total.

En el cuadro de flujo de fondos se presenta los montos de depreciación, estos montos se hallan incluidos dentro de la evaluación de los distintos costos de producción, administración y comercialización. No obstante a fin

de clarificar el concepto dado por el flujo de fondos en la estimación de montos de impuestos a pagar, se presenta la información. Se asume que el mismo constituye un gasto normal durante toda la vida útil del proyecto.

Los intereses asumidos por el proyecto, ante un ente financiero por la financiación externa a largo plazo, para el presente análisis, representa la toma de una financiación externa del 50 % del monto total de la inversión.

Los impuestos grabados constituyen el impuesto a la ganancia, este se determina sobre las ganancias netas gravables flujo neto del proyecto. Actualmente en el Paraguay el impuesto a la ganancia constituye un 10 % sobre el flujo neto del proyecto (30). Esta es la base por el cual el interés a largo plazo se considera como un costo, en el momento de determinar los montos del impuesto a la ganancia, no así la amortización del capital por el crédito a largo plazo.

La ejecución de la inversión, imputadas como costo de inversión constituye un egreso ocasional ejecutado a tiempo cero inicio del proyecto por única vez en el tiempo de análisis. Este constituye el costo total de la inversión, que por una parte se encuentra representada por la adquisición de activos fijos y ejecución de las obras (estos montos normalmente se conocen como inversión fija) y por otra parte, los destinos asimilables constituidos por los costos de ingeniería, administración durante el montaje y puesta en marcha, patentes, royalties, etc.

Las amortizaciones de capital constituyen un egreso normal durante la vida útil del proyecto que contempla una financiación externa. Este consiste en restituir el monto original del capital prestado a través de una financiación externa a largo plazo.

### **Inversiones**

El tamaño del proyecto y la tecnología definidos en el capítulo 2, determinan el monto necesario de inversión. Una estimación de las inversiones totales, ascienden a 285.000.000 USD americanos, en inversiones fijas y destinos asimilables (Tabla Nº 3.1: Inversiones necesarias). De este monto, 135.000.000 USD corresponden a la planta celulósica y 150.000.000 USD a la planta de papel de impresión y escritura. (31, 32, 33).

El capital operativo necesario asciende a 30.920.396 USD americanos. Este constituye el monto total para la planta de celulosa y la planta de papel,

(Tabla N° 3.3: Costo de pulpa química a la soda – Estimación del capital operativo, Tabla N° 3.4.1: Costo de producción de papel de impresión y escritura – Estimación del capital operativo).

### **Gastos de operación**

El gasto de operación resultante para un año típico es 96.191.958 USD americanos anuales. En términos de costo unitario el mismo es 829,39 USD/Tonelada de papel, (ver Tabla N° 3.4: Costos de producción de papel)

La evaluación del gasto de operación se realizó con las consideraciones:  
(34)

1. Se plantea el 50 % de las inversiones totales con capital propio, y el 50 % restante a través de una financiación externa, (Tabla N° 3.1: Servicio de la Deuda).
2. Para la financiación a largo plazo, se considera un crédito de 10 años con 3 (tres) años de gracia, con el sistema de cuota constante o sistema Francés de amortización de capital, con 1 (una) capitalización anual con cuotas vencidas, (Tabla N° 3.1: Servicio de la deuda) (35, 36).
3. El capital de trabajo, íntegramente es a través de una financiación externa a corto plazo, (Tabla N° 3.3 Costo de pulpa química a la soda - Estimación del capital operativo y Tabla N° 3.4 Costo de producción papel de impresión y escritura – Estimación del capital operativo)
4. Se asume una tasa de interés del 7 %/año en dólares americanos para las inversiones a largo plazo, y del 12 %/año en dólares americanos para las inversiones a corto plazo. Se considera ambas tasas de interés constantes durante los 10 años que dura el proyecto.
5. Se define una vida útil del proyecto de 10 años, siendo el año 0 (cero), 1 (uno) y tres meses del año 2 (dos), el desembolso de la inversión, ejecución de obras. (37)
6. Se ejecuta la puesta en marcha e inicio de producción a partir del 4 cuarto mes del segundo año.
7. Se plantea una producción del 50 % de la capacidad instalada para el segundo año del proyecto primer año de operación, y los demás años

son al 100 % de la capacidad instalada, tomando estos como año normal de operación.

8. Se consideran constantes todos los precios en los 10 años que dura el análisis. No se tiene presente factores como: inflación, cambios de precios en insumos, productos químicos, sueldo de personal, energía eléctrica, impuestos, materia prima, tasa de interés, gastos de mantenimientos y reparaciones, control de calidad, tipo de cambio, etc.
9. Los costos de producción, administrativos, financieros y comerciales se consideran constantes en los 10 años que dura el análisis.
10. Los costos de producción, administrativos, financieros y comerciales también se consideran constantes para el planteo del flujo de fondos a 20 años, (Tabla N° 3.6 Flujo de fondos para 20 años con 50 % de financiación).
11. En todos los casos se evalúan los montos de inversión, gastos de operación, e ingresos en una moneda fuerte, tomándose para el efecto el uso del dólar americano.
12. Se considera un tipo de cambio constante en todo el tiempo que dura el análisis, e igual a 5.000 Gs/USD americano, este monto corresponde a la media de la tasa de cambio para el primer semestre del año 2.009. (38)
13. Para el cálculo de los montos de depreciación, se toma el sistema de depreciación lineal con valor de reventa o valor residual igual a cero al final del año de vida útil. Los años de vida útil están estipulados según la ley tributaria N°: 125/91 y 2421/04 y estos son: Inversión en equipos y maquinarias industriales: 10 años, Inversión en rodados y mobiliarios: 5 años, Inversión en Obras civiles: 40 años, Inversión en terrenos: no se acepta como costo de depreciación, (Tabla N° 3.1: Inversiones necesarias – Cálculo de depreciaciones). (39)
14. El monto del capital operativo o capital de giro se contempla como un costo al primer año de operación año 2, contemplado en Costos Financieros (ver Tabla N° 3.3 Costo de pulpa química a la soda y Tabla N° 3.4: Costo de producción de papel). Este constituye un ingreso al final del último año de análisis, contemplado en el ítem

- venta de otros activos dentro del cuadro de flujo de fondos, (ver Tabla N° 3.5: Flujo de fondos con 50 % de financiación y Tabla N° 3.11: Flujo de fondos para 20 años con 50 % de financiación externa) (34)
15. En el último año se considera la venta de activos fijos a un valor de reventa evaluado en 109.440.000 USD americanos. Este se halla contemplado como venta de activos fijos, (Tabla N° 3.5: Flujo de Fondos con 50 % de financiación)
  16. No se consideran reinversiones dentro del periodo de vida útil del proyecto a 10 años.
  17. En el análisis para 20 años, no se considera con valor de reventa, o valor de salvataje, por los activos fijos al final del período de análisis, tampoco la ejecución de reinversiones ni modificación de los costos planteados para el proyecto, (ver Tabla N° 3.11: Flujo de fondos para 20 años con 50 % de financiación).
  18. Se asumen que existe suficiente materia prima disponible para el tamaño de planta celulósica, (ver capítulo 2 – 2.4 Tamaño del proyecto).
  19. Se ha estimado los costos de mantenimiento y reparaciones entre 5 a 6 % del total anual, dependiendo del año de ejecución del proyecto.
  20. Para el costo de los servicios como el tratamiento de agua, tratamiento de efluentes y otros, como generación de vapor se tomaron valores actuales vigentes para el Paraguay. (40, 41, 42)
  21. Los montos de salarios y jornales se han evaluados en función a un equipo estándar de trabajo para proyectos de esta naturaleza, tomando como base los montos vigentes. (43)
  22. Se contempla un monto por imprevisto de 5 % sobre total de los costos de producción.

### **Costos industriales**

Los costos industriales reflejados finalmente en el costo de producción de papel resultan igual a 88.165.702 USD por año, este se determinó en tres componentes que son: costos de generación de bagazo desmedulado, costo de producción de pulpa química y costo de producción de papel.

Los montos a que asciende cada componente del costo industrial, con sus respectivas consideraciones se detalla a continuación.

### **Costo de generación de bagazo desmedulado**

Este monto es 13.281.170 USD por año para una producción de 383.231 toneladas por año de bagazo desmedulado húmedo para el 100 % de la capacidad instalada. En montos unitarios es 34,75 USD/ton de bagazo desmedulado húmedo producido puesto en la planta celulósica ubicada en la localidad de Coronel Martínez, (Tabla N° 3.2: Costo de generación de bagazo desmedulado en origen).

Las consideraciones particulares para la evaluación de este monto son:

1. Se toma una composición promedio de la materia prima bagazo a procesar. Contenido de fibras 65 %, contenido de médula 30 %, epidermis 5 % (porcentajes en peso base seca).
2. Para la fijación del precio de compra del bagazo en origen, como el mismo no posee hoy una base comercial, se parte de asignarle un valor como combustible, determinado a partir de su aporte calórico como un combustible sustituto. En este caso se tomó como referencia la leña. Considerando el aporte calórico del bagazo comparado con la leña, de la ecuación explicada se obtiene un monto de 10 USD/tonelada de bagazo entero húmedo 50 % de humedad es decir 20 USD/Tonelada de bagazo entero seco (valor tomado para la leña es de 21 USD/tonelada, que es el valor comercial actual de la leña en el Paraguay). (44)
3. Se plantea una unidad de producción de bagazo desmedulado, denominado punto de origen del bagazo, ubicado en cada unidad importante de producción del bagazo ingenio o alcoholera. Para el presente caso, se estimaron 8 (ocho) unidades de desmedulado para todo el proyecto, distribuidos en cada una de los ingenios y alcoholeras.
4. Los costos de manipuleo del bagazo desmedulado ascienden a 1.206.421 USD por año, lo que representa 2,86 USD/Tonelada de bagazo desmedulado, (ver Tabla N° 3.7: Análisis del costo de manipuleo - Producción del bagazo desmedulado).

5. La distancia media a transportar la materia prima bagazo desmedulado húmedo, es de 70 km, desde su origen hasta el destino, es decir, el complejo celulósico-papelero, ubicado en la localidad de Coronel Martínez, Guairá, (Tabla N° 3.6: Análisis de originación de materia prima).
6. Se toma una capacidad media de transporte de bagazo desmedulado seco de 7,2 toneladas por viaje, o 14,4 toneladas de bagazo desmedulado húmedo, (ver Tabla N° 3.8: Análisis del costo de flete del bagazo). (45)
7. Se toma como costo del flete, al monto vigente a nivel país. Este se evalúa de la siguiente forma: para distancias inferiores a 100 Km, precio en guaraníes = 400.000 Gs + 9.450 Gs/Km; para distancias superiores a los 100 km, precio en guaraníes = 9.450 Gs/Km. (45)

### **Costo de producción de la pulpa química**

El costo de producción de pulpa química es de 45.338.246 USD anuales. En costos unitarios esto es 453,38 USD/Tonelada de pulpa.

Las consideraciones contempladas para la evaluación son:

1. La remoción de la médula remante en el bagazo desmedulado proveniente de la playa de almacenaje, se ejecuta a través del proceso de desmedulado en suspensión desmedulado en mojado, este se realiza en la industria celulósica antes de la digestión. Esta operación afecta en una merma del 10 % en la cantidad de materia prima disponible, resultando 60 % de bagazo desmedulado final que va a digestión sobre el bagazo entero adquirido de las unidades de generación.
2. La tecnología seleccionada es el proceso de pulpado químico a la soda caliente con recuperación de reactivos.
3. El rendimiento en la digestión es del 58 %, y la merma en el proceso de depuración y lavado es del 2,6 % sobre la pulpa marrón. (20)
4. La tecnología de blanqueo está formada por la siguiente secuencia O(Zq)(PO). Los reactivos químicos necesarios para el proceso se hallan contemplados en el balance de masa y energía general, figura N°: 2.2 y N°: 2.3.

5. El rendimiento en la operación del blanqueo es 97 % sobre la pulpa marrón aceptada. (20, 46)
6. Los reactivos químicos necesarios, para las cantidades declaradas en el capítulo 2, figura N° 2.2, balance de masa global, se adquieren a precios de mercado vigentes en el Paraguay, condición CIF Planta, (ver Tabla N°3.3: Costo de Pulpa química a la soda con recuperación de reactivos químicos). (47)
7. Se asume que la industria celulósica se autoabastece en la demanda energética de potencia eléctrica y provisión de vapor, sin necesidad de aporte externo (se contempla un monto menor de costo de energía eléctrica con el objeto de asignarle parte de los gastos administrativos del total de establecimiento).
8. Los costos financieros de la producción de pulpa contempla el monto por los intereses a corto plazo para la financiación del capital operativo, (Tabla N° 3.3: Costo de pulpa química a la soda con recuperación de reactivos químicos – Estimación del capital operativo).
9. En el costo de producción se hallan incluidos los montos de generación de bagazo desmedulado húmedo producido en origen y el costo de materia prima adquirida, (ver Tabla N° 3.3 : Costo de pulpa química a la soda con recuperación de reactivos químicos).

### **Costo de producción de papel**

El costo de producción del papel de impresión y escritura para un año normal asciende al monto de 88.165.702 USD anuales. En montos unitarios es 760,19 USD/Ton de papel, (ver Tabla N° 3.4: Costos de producción de papel).

La evaluación tiene presente las siguientes consideraciones.

1. La composición del empaste usado para la formación del papel es: 80 % de pulpa química blanqueada de bagazo base seca, 10 % de pulpa química blanqueada de fibra larga, base seca, 10 % de carbonato de calcio como carga. (21)
2. El precio de la pulpa química blanqueada de coníferas está dado en USD/Tonelada de pulpa seca al aire (10 % de humedad).

3. El valor de los insumos químicos y servicios necesarios para la producción de papel se han tomado del balance general de masa y energía, figura N° 2.3.
4. Las mermas consideradas en el proceso de producción de papel es de 2 % sobre la cantidad total de papel producido.
5. La humedad final en el papel de impresión y escritura terminado es del 5 % base húmeda.
6. Los montos de pulpa química blanqueada de coníferas, productos químicos y demás servicios se han tomado de los valores promedios de mercado vigentes en el Paraguay en condición CIF Planta.
7. La demanda total de potencia eléctrica de la planta de papel se adquiere del suministro nacional dado por la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). (48)
8. La demanda de vapor es proporcionada por la generación propia en la industria papelera. No se considera excedente de vapor en la planta de celulosa.

### **Costos administrativos**

Los costos administrativos ascienden a la suma de 2.269.121 USD anuales, esto significa un costo unitario de 19,56 USD/Ton. La composición de los costos administrativos se observa en la Tabla N° 3.4: Costo de producción papel.

### **Costos financieros**

Los costos financieros se presentan en dos partes. El costo financiero en la producción de celulosa, que asciende a un monto de 1.458.240 USD anuales, se contempla dentro del costo de producción de la pulpa química, (ver Tabla N° 3.3: Costo de pulpa química a la soda con recuperación de reactivos químicos).

Por otra parte el costo financiero de la producción del papel, igual a 2.252.208 USD anuales, representa unos 19,42 USD/Ton de papel, (ver Tabla N° 3.4 Costos de producción de papel).

Los montos necesarios para el capital operativo ascienden a 12.151.997 USD para la producción de pulpa (ver Tabla N°3.3: Costo de pulpa química a la soda. Estimación del capital operativo) y de 18.768.399 USD para la

producción de papel (ver Tabla N° 3.4: Costo de producción de papel. Estimación del capital operativo). El monto total necesario en concepto de capital operativo es la suma de ambos dando un resultado de 30.920.396 USD americanos anualmente.

### **Costos comerciales**

Estos costos evaluados ascienden a los 3.504.927 USD anuales, que significa un costo unitario de 30,22 USD/Tonelada de papel, (ver Tabla N° 3.4: Costos de producción de papel).

Los costos comerciales se evaluaron según los siguientes puntos particulares:

1. Se considera la venta total del papel producido.
2. La venta del bien producido es netamente en el mercado local, no se consideran operaciones con el exterior (exportación).
3. La distancia media a transportar el producto es 184 Km desde la ubicación en la localidad de Coronel Martínez, a los puntos de distribución y principales ciudades a abastecer, (ver Tabla N° 3.9: Cálculo de distancia media de distribución).
4. Se toma como costo del flete, al vigente a nivel país. Este se evalúa de la siguiente forma: para distancias inferiores a 100 Km, precio en guaraníes = 400.000 Gs + 9.450 Gs/Km: para distancias superiores a los 100 km, precio en guaraníes = 9.450 Gs/Km. (45)
5. La capacidad media de transporte se toma como 27 toneladas de papel de impresión y escritura por viaje. (45)

### **3.2.3 Flujo neto**

Este representa el monto anual generado por el proyecto en términos absolutos e indica la disponibilidad real de capital para las condiciones de cálculo. Estos montos anuales son usados en la determinación del VAN, TIR y la relación Beneficio/Costos, como indicadores financieros en la evaluación financiera del proyecto. El flujo neto resulta de la suma algebraica de los ingresos y egresos sin la incidencia de la amortización. Siendo esta un monto contemplado por ley, que busca incentivar la inversión o reinversión reduciendo el nivel de impuestos, a pesar de que financieramente no incide

en el resultado real del proyecto, más allá de conseguir una reducción en el nivel de impuesto a abonar al Estado. (49)

Los cuadros de flujo de fondos, pueden observarse en el anexo, (ver Tabla N° 3.5 para un análisis a 10 años y Tabla N° 3.11 para el análisis de 20 años). A continuación se presentan las figuras 3.1 y 3.2 que muestran los valores de flujo de fondos.

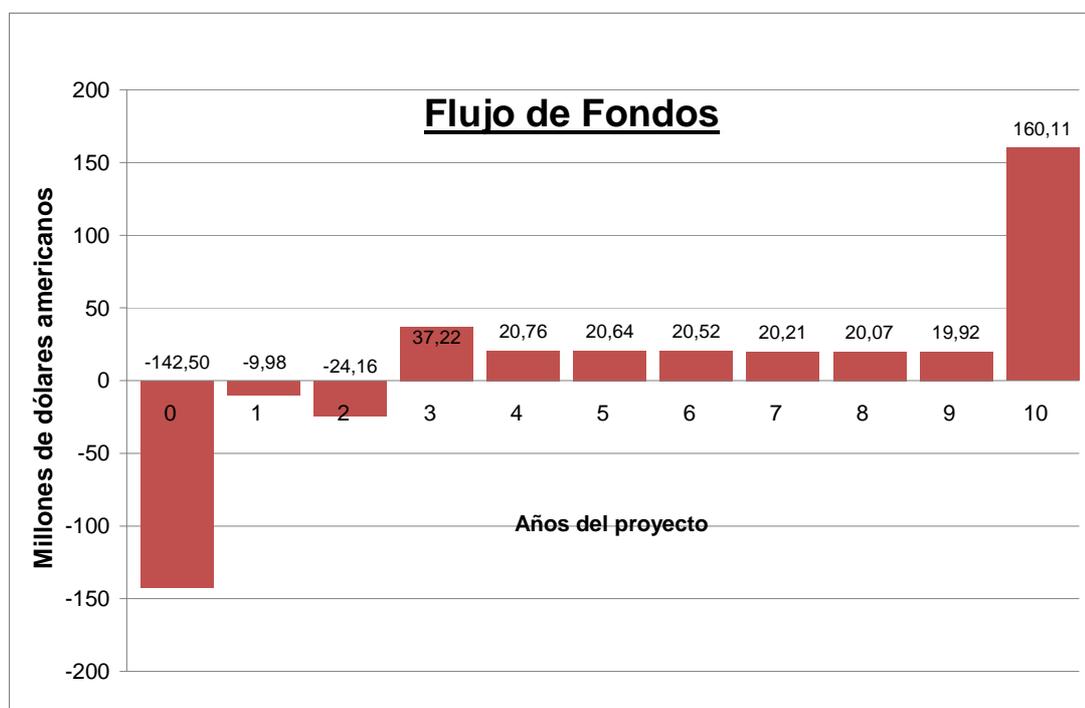


Figura N° 3.1: Flujo de fondos para el análisis de 10 años

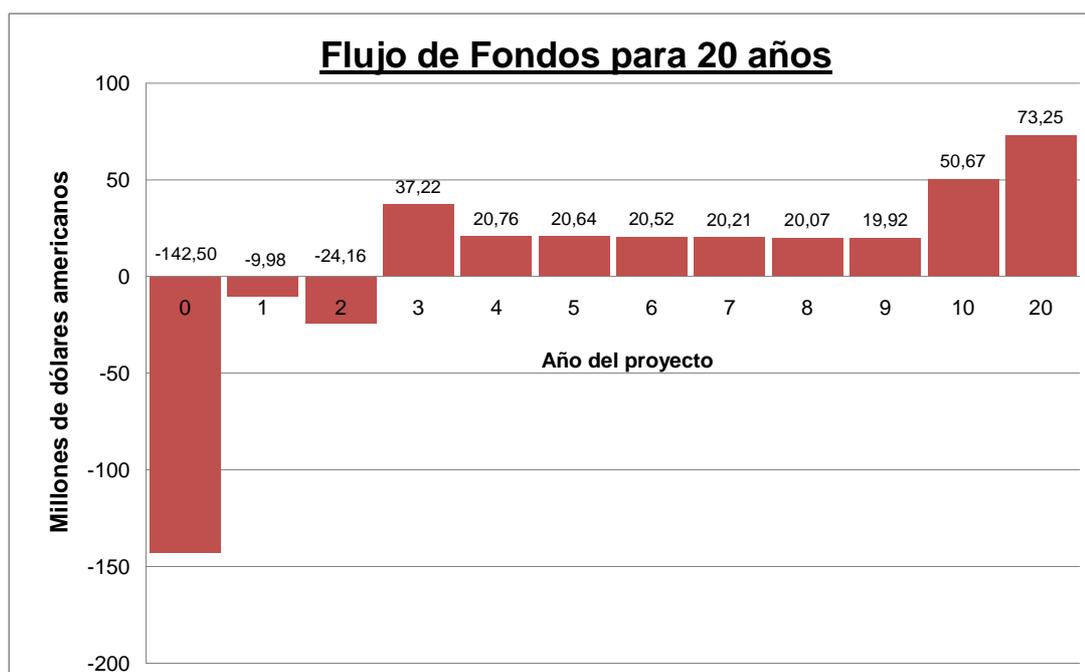


Figura N° 3.2: Flujo de fondos para el análisis de 20 años

Con todos los datos evaluados y presentados como ingresos y egresos, se plantea la generación de una tabla, a fin de evaluar el flujo de fondos neto para cada año durante la vida útil del proyecto. Con estos datos, dentro de la misma planilla, se usaron las funciones financieras del programa Microsoft Excel versión 2.007 en la determinación de los indicadores financieros. Para el cálculo del VAN, la función financiera usada es el VNA aplicada al flujo neto de todos los años de análisis y afectada por la tasa de descuento 7 %/año. Para el cálculo de la TIR, la función financiera del mismo nombre TIR con el mismo concepto aplicado al flujo neto durante la vida útil del proyecto. En el caso de la relación Beneficio/Costo, esta se estimó calculando el valor presente con el uso de la función financiera VNA para el beneficio ingresos y luego el mismo procedimiento cálculo del VNA para los egresos, durante toda la vida útil del proyecto a la tasa de descuento asumida de 7 %/año. Una vez obtenido estos dos montos, se estableció la relación entre ambos.

### **3.2.4 Indicadores financieros**

La evaluación de los ingresos, egresos, y el planteo del cuadro de flujo de fondos para un período de análisis de 10 años y luego para 20 años, permite finalmente determinar los indicadores buscados, estos son:

#### **Análisis de 10 años de vida útil del proyecto**

Valor Actual Neto (VAN)	: 16.980.794 USD americanos
Tasa Interna Retorno (TIR)	: 8,54 %
Beneficio/Costo	: 1,032
Periodo de recuperación de capital	: 9,88 años

(Ver Tabla Nº 3.5: Flujo de fondos con 50 % de financiación).

#### **Análisis de 20 años de vida útil del proyecto**

Valor Actual Neto (VAN)	: 113.707.904 USD americanos
Tasa Interna Retorno (TIR)	: 12,81 %
Beneficio/Costo	: 1,123
Periodo de recuperación de capital	: 9,88 años

(Ver Tabla Nº 3.11: Flujo de fondos para 20 años con 50 % de financiación).

Para el cálculo de estos valores se ha recurrido al uso de una planilla de cálculo Microsoft Excel versión 2.007, a través de la aplicación de sus funciones financieras. (50, 51, 52)

### 3.3 Análisis de sensibilidad del proyecto

Al poder identificar la incidencia de cada componente del flujo de fondos, ingreso y egreso, es posible plantear un análisis de sensibilidad. Seleccionando las variables más incidentes y variando su valor a fin de observar cómo se comporta el VAN como variable de respuesta. El análisis de sensibilidad permite determinar con mayor exactitud las posibilidades y riesgos que enfrenta el proyecto. (51, 52).

En el presente trabajo se seleccionaron las variables que inciden por encima de un 5 % sobre el VAN, estas son: Precio del papel, flete del bagazo desmedulado, precio del bagazo, precio de la pulpa química blanqueada conífera, precio de la soda cáustica, precio del carbonato de calcio, interés a largo plazo, interés a corto plazo, monto de inversión fija, monto de capital operativo y tipo de cambio. La incidencia de las demás variables no es significativa. Normalmente no se incluyen los costos fijos en un análisis de este tipo. Pese a ello, se plantea la modificación del monto de inversión como variable a sensibilizar a fin de ver como incide la misma en el resultado.

La metodología de cálculo es la siguiente, se emplea el método de análisis denominado *ceteris paribus*, es decir variable por variable, seleccionando una de ellas e incrementando y reduciendo su valor inicial en un 10 %, dejando las demás constantes, observando la modificación del VAN como variable de respuesta que produjo tal modificación. Posteriormente se continúa de la misma forma con las demás variables a analizar. Únicamente las tasa de interés a largo plazo y la tasa de interés a corto plazo se modificaron en forma distinta, siendo 14,28 % y 8,33 % respectivamente el porcentaje de modificación.

En vista a que no se tiene el comportamiento de las ventas en función de los precios de venta, a fin de simplificar el análisis, se asume una demanda rígida con respecto al precio de venta, es decir, el nivel de ventas o volumen de ventas es el mismo e independiente del precio de venta, igual a 115.979 toneladas anuales. La información que arroja es la incidencia del precio en la variable de respuesta VAN, asumiendo una cantidad demandada constante e independiente del precio de venta.

Los resultados obtenidos se observan en la figura 3.3, en estas se hallan expresados como porcentaje de variación del VAN con respecto a su valor inicial (condición inicial del proyecto).

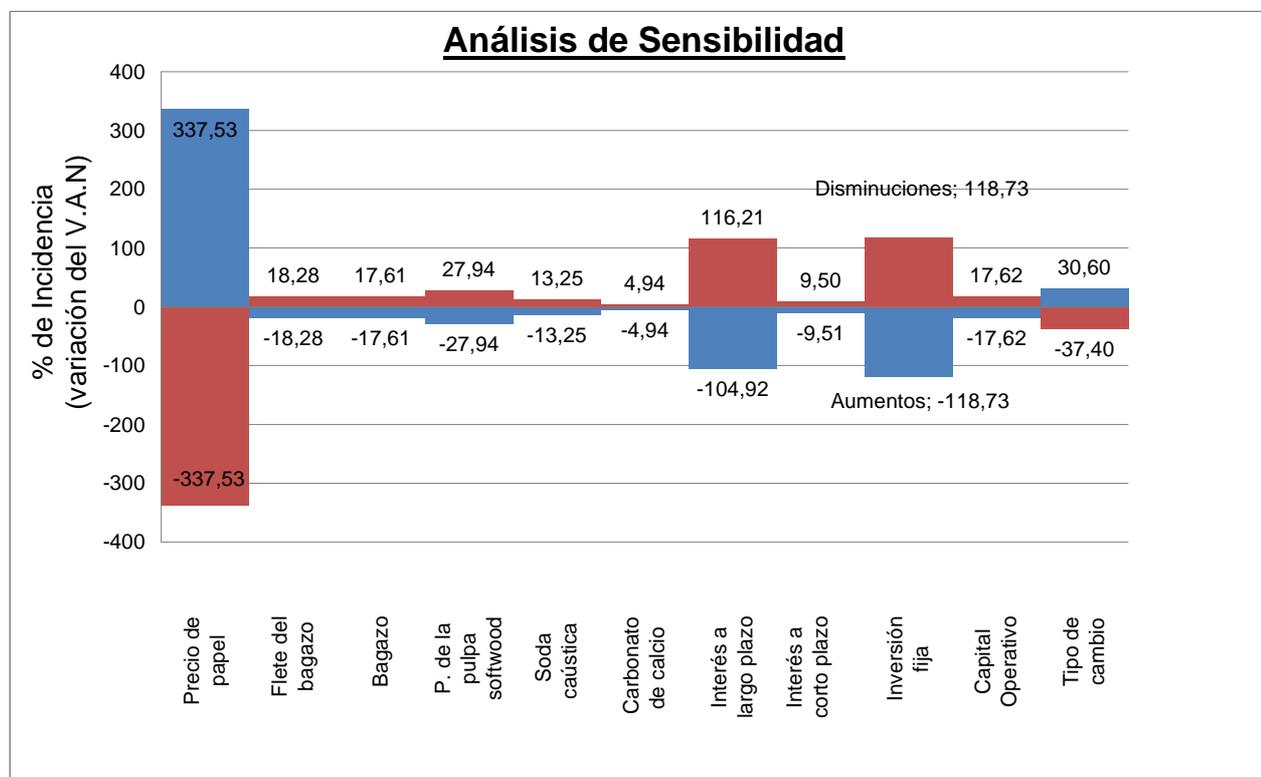


Figura N° 3.3: Análisis de sensibilidad – Resultados

La herramienta usada en la evaluación de los indicadores financieros es la planilla de cálculo electrónica, Microsoft Excel versión 2.007. (53)

# CAPÍTULO 4

## Conclusiones

### 4.1 Conclusión financiera

Los resultados obtenidos de la evaluación financiera y el análisis de sensibilidad muestran que el proyecto es financieramente viable, por las siguientes razones.

1. Presenta un Valor Actual Neto (VAN) mayor a cero, e igual a 16.980.794 USD americanos.
2. Presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) igual a 8,54 %/año, mayor a la tasa de interés asumida de 7 %/año.
3. Presenta una relación Beneficio/Costo mayor a la unidad e igual a 1,032. Esto significa que por cada dólar invertido en el proyecto el inversionista recupera 1,032 USD. Si bien la relación beneficio/costo es mayor que la unidad, indicando que el proyecto genera excedentes, el valor obtenido por el proyecto no es alentador, ya que es levemente superior a la unidad, o prácticamente indiferente.
4. El periodo de recuperación de capital 9,88 años, es largo, se tiene una demora importante en la recuperación del capital, esto resulta como consecuencia de los altos órdenes de inversión en activos que son necesarias en comparación con los flujos netos anuales generados por el proyecto.
5. Ampliando la vida útil del proyecto a 20 años, los indicadores financieros mejoran sustancialmente, el VAN llega a los 113.707.904 USD americanos, la TIR sube hasta 12,81 %/año y la relación Beneficio/Costo mejora visiblemente, volviéndose más atractiva en 1,123.
6. Complementando la información de ambos flujos de fondos para 10 y 20 años, se observa que este proyecto debe pensarse como inversión a largo plazo por encima de los 10 años. En vista a que los montos de inversiones en activos fijos son muy altos y las cargas financieras son importantes.

7. Durante los diez primeros años se opera prácticamente para pagar la inversión, recién a partir del año undécimo la industria comienza a generar ganancias, por lo que el inversionista debe pensar en una inversión y retorno a largo plazo.
8. La sensibilidad del proyecto, en orden de importancia de mayor a menor significancia, planteada para un análisis de 10 años de vida útil del proyecto, es la siguiente:

Primero: La mayor incidencia en la sensibilidad del proyecto es la variación en el precio de venta del papel, afectando profundamente la rentabilidad y el resultado del proyecto. Es decir un aumento en el precio de venta del 10 % de 1.050 a 1.155 USD/ton, se traduce en un aumento en el VAN de +337,53 %. Por otra parte, cuando se tiene una disminución en los precios de venta en la misma cantidad (de - 10 %), éste deja de ser viable. El proyecto resiste una caída en los precios de venta del papel del -3 %, esto es un precio de 1.018,89 USD/Ton de papel de impresión y escritura. Nota: En este análisis se considero que el precio de venta del papel no afectan los volúmenes vendidos, encontrándose estos siempre al nivel de la escala de producción planteada.

Segundo: La variación del monto total de inversión en un aumento del 10 %, produce una disminución del -118,73 % en el resultado financiero del VAN, y viceversa. El proyecto resiste un aumento de hasta el 8,42 % en el monto de inversión necesaria. Razón por la que los montos de inversión deben estar muy bien evaluados, en vista a que el margen de error de 8,42 % es pequeño.

Tercero: La tercera variable de importancia es la disminución de la tasa de interés a largo plazo. Una reducción del 14,28 %, por ejemplo de 7 %/año a 6 %/año produce un aumento en el VAN de +116,21 %, aumentando la TIR de 8,54 % a 9,16 %, favoreciendo ampliamente la rentabilidad. Si bien una tasa del 7 %/año es alta, puede observarse en este caso que los resultados cambian significativamente al conseguirse créditos más económicos. A su vez, resulta vital como punto anterior, una buena gestión del uso de fondos a fin de evitar gastos financieros innecesarios que atenten contra el proyecto.

Cuarto: El proyecto es sensible a un aumento en la tasa de interés a largo plazo, pero en menor medida que la disminución. Al incrementar en + 14,28 % la tasa de interés, de 7 %/año a 8 %/año, el VAN disminuye en un -104,92 %, no siendo viable. El proyecto no soporta un aumento de 13,57 % en la tasa de interés para créditos a largo plazo.

Quinto: La disminución en la cotización del dólar americano del 10 % de 5.000 Gs/USD a 4.500 Gs/USD, produce una caída del -37,40 % en el VAN. El proyecto se ve perjudicado con una valoración de la moneda local frente al Dólar, por poseer una alta componente de la moneda local en los costos operativos. Este no soporta una caída en la cotización del dólar frente a la moneda local a un tipo de cambio de 3.854,7 Gs/USD.

Sexto: El incremento en la cotización del dólar frente a la moneda local es menos sensible que la disminución. Este favorece al resultado, de manera que un aumento en la cotización del dólar del 10 % produce un aumento en el VAN del +30,60 %.

Séptimo: El precio de la pulpa de fibra larga se posiciona en el séptimo lugar en el orden de importancia, un aumento en la cotización de esta del 10 % (de 750 a 825 USD/Ton) produce una disminución en el VAN de -27,94 % en el resultado del proyecto y viceversa. El proyecto soporta un precio de compra de 1.018,44 USD/ton de pulpa, dando con estos valores un VAN igual a cero.

Octavo: Un aumento del 10 % en el precio de flete del bagazo desmedulado desde origen a la industria celulósica, produce una disminución de -18,28 % en el VAN y viceversa. El aumento en el costo del flete puede darse por las siguientes cuestiones:

Aumento en la tarifa fletera, este no soporta un aumento del 65 %, es decir que ascienda a un monto de 15.580 Gs/Km (3,11 USD/Km).

Aumento de las distancias. En el presente análisis se tomó una distancia media de 70 km, en caso de usar los excedentes generados, este soporta una distancia máxima de 174 Km, con un VAN igual a 0 (cero).

Disminución de la capacidad media de carga del bagazo en las bodegas de los transportes. El proyecto soporta una capacidad mínima de carga de 4,95 toneladas de bagazo desmedulado seco por viaje.

Noveno: Un aumento del 10 % en el monto necesario como capital operativo produce una disminución de -17,62 % en el VAN y viceversa. El proyecto puede soportar un aumento del 56,69 % en el monto del capital operativo necesario, es decir pasar a 48.506.294 USD por año de los 30.920.396 USD por año planteado como condición inicial.

Décimo: Un aumento en el precio de compra del bagazo entero en 10 %, de 10 USD/ton a 11 USD/ton produce una disminución en el VAN de - 17,61 % y viceversa. El proyecto soporta un máximo monto a pagar de 15,68 USD/tonelada de bagazo entero húmedo, es decir un incremento del 56,8 % con respecto al precio inicial, dando finalmente un VAN igual a 0 (cero).

Décimo primero: Un incremento en el precio de compra de la soda cáustica del 10 %, produce una disminución en el VAN de -13,25 %, y viceversa. El proyecto soporta un incremento en el precio de la soda de 75,49 %, dando un precio final de la soda cáustica de 1.667,14 USD/Tonelada de soda seca 100 % de pureza.

Décimo segundo: Los intereses a corto plazo un año para el financiamiento del capital de giro capital de trabajo inciden en menor medida. Un aumento en la tasa de interés en 8,33 % de 12 %/año a 13 %/año produce una reducción en el VAN de - 9,50 % con respecto al valor inicial condición de evaluación del proyecto y viceversa.

Décimo tercero: Por último se encuentra las variaciones en los costos del carbonato de calcio usado como cargas para la producción de papel de impresión y escritura. Un aumento en el costo de este en 10 % es decir de 150 USD/ton a 165 USD/ton produce una reducción del -4,94 % en el VAN y viceversa.

9. La incidencia de las demás variables no es significativa.
10. En todo el proceso del análisis de sensibilidad se evaluó como afecta la escala o nivel de producción en el resultado financiero, a fin de determinar cuál es el nivel mínimo de producción o punto de equilibrio

que puede soportar el proyecto. Estos muestran que el nivel de producción se mantiene en un promedio de 93,48 % de la capacidad instalada de la industria. La industria debe producir un volumen de 108.446 toneladas de papel por año, operando 318,77 días por año para cubrir con sus compromisos.

11. Dado que el punto de equilibrio se encuentra muy alto por encima del 90 %, se hace muy sensible al nivel de procesamiento, enfrentándose a riesgos como factores externos de clima (sequía, heladas que reduzca grandemente la disponibilidad del bagazo entero), caídas internacionales de los precios del azúcar, alcohol, etc., y que en el análisis deben ser muy tenidos en cuenta a fin de establecer un plan de contingencia.
12. El elevado nivel del punto de equilibrio viene aparejado con la escala del proyecto. Es como consecuencia de que se está al límite con el tamaño mínimo de planta celulósico-papelera. Pueden mejorarse los costos ampliando la escala de producción, que es la tendencia actual, construir plantas cada vez más grandes aprovechando las bondades de la economía de escala, siendo éste un escenario todavía más lejano para la realidad nacional.
13. El análisis muestra gran sensibilidad del proyecto al monto de inversión y a la tasa de interés a largo plazo, razón por la que este proyecto requiere de una ingeniería financiera bien estudiada, a fin de determinar con exactitud los montos de inversión y calendario de uso de estos fondos.

## **4.2 Conclusión general**

Adicionalmente a los resultados financieros mostrados, la información general que se extrae del análisis es la siguiente.

1. El país posee un gran potencial para la producción de la caña de azúcar, al poseer suficiente cantidad de superficie disponible sin interferir con otros cultivos anuales tradicionales importantes, como la soja, trigo, maíz, etc.
2. Según el relevamiento del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Paraguay posee cerca de unas 450.000 hectáreas aptas y disponibles

para la producción de la caña de azúcar. La mayor parte de estas tierras se halla ubicada en los departamentos de Alto Paraná, Caaguazú, Canindeyú, San Pedro, zonas donde la producción de caña de azúcar no está aún desarrollada.

3. Esta superficie disponible a los rendimientos actuales estarían en condiciones de adicionar a la producción actual, unas 15.000.000 toneladas de caña de azúcar por campaña. Se asume que la producción primaria de caña de azúcar posee una gran capacidad de expansión en el campo.
4. El programa nacional de los biocombustibles, plantea el uso de parte de esta superficie a fin de ampliar la producción de caña de azúcar y convertir esta en alcohol para satisfacer el mercado nacional y posteriormente exportar, según los objetivos trazados por la Mesa Sectorial de lo Biocombustibles, citado en el primer capítulo del presente trabajo.
5. Actualmente el programa de los biocombustibles, especialmente el de producción del bio etanol, enfrenta dificultades, no pudiendo cumplir con sus metas por falta de competitividad de la producción nacional frente a los países vecinos, especialmente el Brasil.
6. A fin de solucionar esta dificultad, es necesario trabajar en dos frentes. En principio la producción del campo, aumentando los rendimientos para permitir la producción de materia prima caña de azúcar a costos más competitivos. Y por la otra parte, mejorar la eficiencia de las industrias actuales.
7. En la producción de campo existe la alternativa de aumentar los rendimientos de caña de azúcar. A nivel país actualmente se encuentra en 50 toneladas por hectárea, y existe la posibilidad de llevarlo con buenos cuidados culturales a 95 toneladas por hectárea. Esto permitirá aumentar duplicar la producción actual con la misma superficie.
8. La mejora en la producción primaria permitirá mayor competitividad por el abaratamiento de la caña de azúcar, favoreciendo la mejora de los problemas de competitividad que enfrenta la exportación del bio etanol.

9. Por otra parte es necesaria la mejora en las eficiencias de las industrias alcohólicas actuales, a fin de conseguir mejores rendimientos del producto alcohol y el uso de insumos. Parte de esta tarea se ha iniciado con la modificación de la planta de Petropar en Mauricio José Troche en el año 2.007.
10. Para los proyectos futuros a instalarse o en carpeta, se debe prestar especial atención en la selección de la tecnología, a fin de contemplar la totalidad de los resultados buscados, evitando con ello la instalación de industrias con tecnologías obsoletas que finalmente acarrearán problemas de competitividad. Las industrias deben apuntar a ser lo más eficiente posibles, por la naturaleza del negocio de los combustibles (*commodities*).
11. Estos aspectos mencionados permiten evaluar que el país posee un gran potencial en la producción de caña de azúcar y a través del mismo la de biocombustibles, pero debe salvar las dificultades de competitividad que actualmente atraviesa. Una vez solucionados estos inconvenientes, existe la alternativa de producción de grandes cantidades de alcohol y con ello la generación de grandes cantidades de bagazo excedente, lo que beneficiaría al presente proyecto.
12. La experiencia con la industrialización de la caña de azúcar para la producción de azúcar o azúcar y alcohol, es que estas actualmente no poseen un buen balance térmico, que les permita producir excedentes comparables con las alcohólicas autónomas, razón por la que se da mayor énfasis en las alcohólicas, que viene de la mano con el incentivo actual en el país.
13. Hay trabajos que mencionan tecnologías disponibles que permitirían un uso más racional del bagazo en las azucareras o azucareras alcohólicas, permitiendo nuevas áreas de estudio a este respecto.
14. Existe la dificultad de contar a nivel país con una provisión constante y segura de un combustible industrial adecuado. Hasta el día de hoy en el Paraguay el combustible industrial más difundido lo constituye la leña y en gran medida los residuos industriales dependiendo de la zona. No se habla del uso de combustibles fósiles y mucho menos de tener la posibilidad de contar con el gas natural GN.

15. Las intenciones de instalación del gasoducto desde la República de Bolivia actualmente no avanza, y además el trazado previsto para el mismo como sus distintos ramales no pasa por las zonas de producción e industrialización de la caña de azúcar, por lo que el mismo no sería una solución.
16. En el radio de los 35 Km en referencia a la zona seleccionada para la ubicación (Coronel Martínez) se tiene una generación de bagazo entero húmedo (no disponible) de 680.000 toneladas.
17. Para poder acceder a esta materia prima debe sustituirse su uso por otro combustible, que hoy no está disponible en el Paraguay. Debiera darse la presencia de algún combustible disponible en forma segura y garantizable a largo plazo en cantidad de producción y costo. El costo, a los fines de liberar la generación del bagazo, debe ser de 650.000 KJoule/USD de combustible consumido, en el punto lugar de consumo de ingenios y alcoholeras, para la situación y condiciones planteadas en el presente proyecto. Si esta situación fuere posible, se tiene que partir de la base de una modificación industrial que permita el uso de estos combustibles en las industrias azucareras y alcoholeras, generando inversiones que no se hallan contempladas en la cifra mencionada.
18. Puede darse la situación futura de una mejora sustancial en la eficiencia de las industrias alcoholeras y azucareras, así como la incorporación del uso de residuos agrícolas cañero (RAC) como combustibles en los ingenios y alcoholeras, permitiendo una mayor generación de bagazo excedente disponible.
19. El plan nacional de los biocombustibles viene promocionando fuertemente la producción del bioetanol con miras a la exportación. Este no constituye hoy una alternativa para pensar en un proyecto de esta naturaleza por las razones expuestas. Estas conclusiones son en base a los proyectos cuya información se maneja a nivel público (Ministerio de Industria y Comercio, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Red de Inversiones y Exportaciones del Paraguay), pero no se descarta la alternativa de otros que se hallan en fase de desarrollo y cuya existencia se desconoce.

20. En el país debe darse la situación de poseer un volumen mínimo garantizable en el tiempo (10 años) de 548.000 toneladas anuales de bagazo de caña entero húmedo, concentrado en un radio de 70 km para poder pensar en un proyecto de esta naturaleza.
21. Con respecto al mercado, se aclara que el mercado nacional es pequeño (se encuentra en el orden de la mitad de la producción planteada, es decir unas 65.000 toneladas por año). Esto significa que se deberán producir otros productos (cartón, papel onda, liner, tissue, etc.), o exportar parte de la producción. En este último caso, se exigirá aún más al proyecto en vista a que los márgenes por operación en el mercado internacional son siempre menores, entrando a jugar el tamaño o escala del proyecto a fin de conseguir mejores costos y volver más competitivo al negocio.

### **Situación actual**

22. Se estima que la cantidad de bagazo entero húmedo disponible actualmente es de 121.849 toneladas por año, distribuidos en un radio de 105 Km con respecto al punto seleccionado de ubicación Coronel Martínez – Guairá.
23. Actualmente no existe suficiente materia prima disponible en el Paraguay. El proyecto necesita una cantidad de 548.000 toneladas métricas año de bagazo entero húmedo 50 % disponible dentro de un radio de 70 Km. La cantidad de bagazo entero húmedo actual, representa el 20 % del total necesario, sumado a esto, el mismo se halla distribuido en una distancia de 105 Km que es superior a la condicionada por el proyecto 70 Km.
24. Las industrias azucareras actuales, no son lo suficientemente eficientes como para generar bagazo excedente, que puedan destinarse a un proyecto de esta naturaleza.
25. Actualmente para las industrias azucareras y alcoholeras el bagazo generado no representa un interés particular más allá de ser usados como combustible.

## **Situación futura**

26. Existen en carpeta pendientes a ejecutar sin fecha clara de inicio, cuatro proyectos alcoholeros de importancia, que producirán alcohol a partir de la caña de azúcar. De concretarse estos proyectos se estima que la disponibilidad de bagazo entero húmedo llegará a 764.045 toneladas anuales. De estos solamente 473.795 toneladas anuales estarán dentro del radio de los 70 km estimados para el proyecto.
27. Los proyectos futuros de mayor envergadura, se encuentran diseminados por el Paraguay no ajustándose a un área específica de generación.
28. Las grandes distancias y la falta de agua en cantidad suficiente como para poder satisfacer la demanda de la industria, la falta de infraestructura suficiente como caminos de todo tiempo, suministro de energía eléctrica en las zonas de producción de la caña de azúcar, hacen que sea muy difícil hoy pensar en un proyecto similar para los futuros emprendimientos alcoholeros a partir de la caña de azúcar.
29. No existe aún en el Paraguay una política clara de promoción, a fin de dirigir la producción e industrialización de caña de azúcar en ciertas zonas o áreas del país. Este hecho beneficiaría en gran medida a este tipo de proyecto en vista a la incidencia del flete del bagazo en los resultados y la necesidad de ubicar la industria en las cercanías de suministros importantes de agua.

### **4.3 Trabajos complementarios**

Es interesante a medida que se avanza con el programa de producción y consolidación de biocombustibles, promover la investigación en temas de vital significancia, que afectan directamente a la alternativa analizada en el presente trabajo, de forma a dar luz en cuestiones que aún no se tiene la suficiente claridad, algunas de estas son:

1. Determinación más exacta del potencial de crecimiento en superficie de producción, en las áreas actuales de producción de la caña de azúcar.
2. Las alternativas de aumento en los rendimientos medios de producción de campo de la caña de azúcar, que pueden darse en distintas zonas productoras del país.

3. Análisis de variedades de caña de azúcar y posibilidades de extender la duración de las zafras.
4. Capacidad real de cada una de las industrias y sus eficiencias, en la generación de bagazo y el uso de mismo, determinando con mayor veracidad la existencia o no de bagazos excedentes.
5. Análisis de las tecnología propuestas para los futuros proyectos o proyectos a implementarse. A fin de tener presente la magnitud de bagazo excedente que pueda estar disponible a futuro.
6. Buscar alternativas más eficientes de transporte del bagazo desmedulado desde el origen hasta el destino final.
7. La composición media real del bagazo de caña producido en las distintas zonas del país, especialmente en aquellas de mayor producción.
8. Ensayos de pulpado, blanqueo y pruebas de calidad de las pulpas producidas con el bagazo generado en las distintas zonas de producción.
9. Estudios de impacto ambiental y caracterización de recursos hídricos para la implantación del proyecto celulósico papelerero en la localidad de Coronel Martínez.
10. Determinación real del potencial del mercado nacional en papeles de impresión y escritura y otros potenciales como papel liner, onda, cartón, papel diario, papel tissue.
11. Determinación real del potencial para la exportación en estos papeles mencionados.

## REFERENCIAS

1. Dueñas Sanjuán Rubén; “Obtención de pulpas y propiedades de la fibras para papel”; 1ª ed; Universidad de Guadalajara, México, pp. 50; 52; 105-108; 191-206; 235-237 (1.997).
2. Triana Omar; Leonard Martha; Saavedra Francisco; Fernández Nancy; Gálvez Guillermo; Peña Emma; “Atlas del bagazo de la caña de azúcar” Cuba 9, GEPLACEA, PNUD, ICIDCA, Cuba, pp. 17-24; 37-40; 44; 60-61 (1.990).
3. FAOSTAT; “Commodities by country”; <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, (consulta: 10 septiembre de 2.009)
4. Souto Guillermo, Almada Fátima, Zarza Luis; “El estado del arte de los biocombustibles en el Paraguay”, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Grafir S.A, Asunción, Paraguay, pp 4-5; 5-7; 8-13 (mayo 2.007)
5. Ibáñez J. Hugo; “Transferencia de tecnología”; Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Investigación Agrícola, Artes Graficas, DEAg, Asunción, Paraguay: pp 2 (2.006)
6. Ruíz Subirós Fermín; “Caña de Azúcar”, EDITORIAL UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA (EUNED), Costa Rica; pp 187-189 (1.981)
7. IICA; “Producción de caña de azúcar” <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-cana-produccion.htm>, p 1.1,1.2; 1.3; 1.4-1.5 (consulta 10 junio 2.009)
8. IICA; “Precios de caña de azúcar” <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-cana-precios.htm>, p 4.1.1-4.1.2 (consulta 10 junio 2.009)
9. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Comisión de agricultura y ganadería de la cámara de diputados, IICA; “Paraguay en el mapa competitivo del mundo Koa Ikatuta – Informe de Foro estratégico - Caña de azúcar”; pp. 19-25; 27; 39; 43-44 (2.003)

10. IICA; "Industrialización" <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-cana-industrial.htm>, p 2.5; 2.3-2.4-2.6.2 (consulta 10 junio 2.009)
11. Rodríguez Alcalá, Ramiro, "Biocombustibles en el Paraguay como Cadenas de Valor Industrial", Centro de Análisis y Difusión de la Economía Paraguaya (CADEP), pp 25-26, (2.008) ,
12. Alonso Pippo W, Garzone P, Cornacchia G, "Agro-industry sugarcane residues disposal: The trends of their conversion into energy carriers in Cuba", pp 3 (May 2006)
13. Parra Romero Guillermo, Salazar Santos Luis, " Sugar Cane Ethanol Plant Control System". Ministerio de Industria y Comercio, REDIEX, Saint Louis, EUA. Pp 10 (2.007).
14. FAO, FAOSTAT; "ForesSTAT"  
<http://faostat.fao.org/site/626/DesktopDefault.aspx?PageID=626#anchor> (consulta 10 junio 2.009)
15. Hurter W. Robert, "Developments in pulp and paper manufacture from sugarcane bagasse - Introduction to Bagasse Products", Ottawa, Ontario, Canada. pp 4 (may 2.007)
16. Fernández Rodríguez Nancy, "EL BAGAZO Y LAS FIBRAS ANUALES: PRESENTE Y FUTURO PARA SU INDUSTRIALIZACIÓN", Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel, pp 3-4; 6-7 (2.000)
17. Mesa Orama Jesús, González Penichet Leonel, " La agroindustria de la caña de azúcar en un marco de desarrollo sostenible", Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, pp 7 (2.001)
18. Banco Central del Paraguay, "CAPITULO 47, Pasta de Madera o de las demás Materias Celulósicas; Papel o Cartón para Reciclar (Desperdicios y Desechos)", Sistema Informático Sofía de la Dirección General de Aduanas, Importación, Exportación, año 2.000-2.009.

19. Banco Central del Paraguay, "CAPITULO 48, Papel y Cartón; Manufacturas de Pasta de Celulosa, Papel o Cartón", Sistema Informático Sofía de la Dirección General de Aduanas, Importación, Exportación, año 2.000-2.009.
20. Formento Juan Carlos, "PRODUCCIÓN DE PASTAS CELULÓSICAS A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR", Instituto de Tecnología Celulósica, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Argentina, pp 1-2; 8-9; 12-14; 18-20; 17 (1.993)
21. Panwar M.P., Upadhyay A. K., Sharma P. N., Marwal Himanshu; " Raw Material Preparation & Cooking for Agro-Based Paper Manufacturing"; IPPTA J. Vol 20, Nº 3, pp 174-175, 176 ( sept. 2.008)
22. Hurter Robert W, "Fibre raw material issues are critical to the success of non-wood pulp&paper mills", Hurter Consult Incorporated, Ottawa, Canada, pp 2 (1.998)
23. Smook G. A, "Manual para técnicos de pulpa y papel" TAPPI PRESS, Atlanta GA, pp 93-117; 145-151; 186-189; 216-269; 357-386 (1.982)
24. Jansson Christina, Boman Rolf, Lindström Lars-Åke, Lundahl Yngve, "Non-wood Pulping Technology - Present Status and Future", IPPTA J Vol 21 Nº.1, pp 120 (march 2.009)
25. European Commission, "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)", Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry, pp 32-56; 329-347; 77-96; 366-393 (December 2.001)
26. EcoMetrix INCORPORATED, "Estudio de Impacto Acumulativo-Plantas de Celulosa en Uruguay", Proceso y Tecnologia, pp A8.3-A8.4; A8.29, A7.21-A7.23; A8.5 – A8.13 (septiembre 2.006)
27. BOTNIA, "Capitulo 4: Descripción de las operaciones de la planta de pulpa de celulosa", pp 6,19,24,25,27,29;13-15, 58-64 (2.004)
28. Agriculture and Agri-Food Canada, "Strategic Market Management System Pulp and Paper", AAFC Sector Profiles, pp 24-25 (June 2.002)
29. DeGarmo E. Paul, Sullivan William G., Bontadelli James A., Wicks Elin M., "Ingeniería económica", Ed 10ª, Prentice Hall, Mexico, pp 144-175 (1.998)

30. Ruoti Cosp Nora Lucía, "Ley N°125/91 Nuevo Régimen Tributario Ley N° 2421/04", Ed 5ª, Emprendimientos Nora Ruoti, Asunción, Paraguay, pp 28-32, (mayo 2.009)
31. Faleiros Marina, "Tres Lagoas: após 20 anos, projeto ganha vida", O PAPEL, Brasil, pp 36-39 (junho 2.008)
32. Faleiros Marina, "With MA-1100, Klabin ranks among the largest companies all over the world", O PAPEL, Brasil, pp 27-29 (Fevereiro 2.009)
33. P.M, "Aracruz Celulosa con previsiones de doblar capacidad para el 2.015", EL PAPEL, pp 30-32, (Junio-julio 2.008)
34. Baca Urbina Gabriel, "Evaluación de proyectos", Mc Graw - Hill, Mexico, Ed 5ta, pp 168-216 (2.005)
35. Rotela M Arsenio Ramón, "Matemática - Manual de ejercicios y problemas", Ed 3ª, Litocolor, Asunción, Paraguay, pp 497 (2003)
36. González Galé José, "Intereses y Anualidades Ciertas", Ed 2ª, Macchi Buenos Aires, Argentina, (2.004)
37. METSA-BOTNIA, "Proyecto Botnia en Uruguay", Presentación, pp 7 (2.003)
38. Banco Central del Paraguay,  
[http://www.bcp.gov.py/index.php?option=com\\_content&task=view&id=237&Itemid=323](http://www.bcp.gov.py/index.php?option=com_content&task=view&id=237&Itemid=323), cotiz\_ago\_09, \$ Prom., (consulta 10 agosto 2.009)
39. Nora Lucía Ruoti Cosp, "Ley N°125/91 Nuevo Régimen Tributario Ley N° 2421/04", Ed 5ª, , Asunción, Paraguay, pp 147-149, (mayo 2.009)
40. Cooperativa Colonias Unidas Agropecuaria Industrial Limitada, "Ejecución presupuestaria – Sección Agua". (2.009)
41. Cooperativa Colonias Unidas Agropecuaria Industrial Limitada, "Ejecución presupuestaria – Sección Tratamiento de Efluentes". (2.009)
42. Cooperativa Colonias Unidas Agropecuaria Industrial Limitada, "Ejecución presupuestaria – Sección Calderas". (2.009)
43. Irún Grau Joaquín, Paz Castaing Mario, "Código del Trabajo", Intercontinental, Asunción, Paraguay, pp 69-89 (2.008).
44. Cooperativa Colonias Unidas Agropecuaria Industrial Limitada, "Sección Báscula y Análisis", compra de leña, (2.009)

45. Cooperativa Colonias Unidas Agropecuaria Industrial Limitada, "Gerencia Comercial – Transportes y embarques", Cotización general de fletes, (2.009)
46. Boman Rolf , Jansson Christina, Lindström Lars-Åke, Lundahl Yngve, "Non-wood Pulping Technology- Present Status and Future", IPPTA J. Vol 21, N°. 1, Metso Paper Sundsvall, Sweden, pp 120 (March 2.009)
47. Improquim S.R.L, Materprim S.A, "Cotización de productos químicos", Asunción, Paraguay, pp 1 (julio 2.009)
48. Administración Nacional de Electricidad, "Pliego DE TARIFAS N°: 19", Poder Ejecutivo de la Nación, Asunción, Paraguay. pp 4-7, 21, 29 (marzo 2.005)
49. Nassir Sapag Chain, "Proyectos de Inversión", 1ª Ed. pp 213-238 (2.007)
50. Mokate Karen Marie, "Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión", Universidad de los Andes, Facultad de Economía, 1ª Ed, pp 126-152 (1.998)
51. Higgins Robert C., "Análisis para la Dirección Financiera", Mc Graw Hill, España, 7ma Edición, pp 81, 164, 193-215 (2.004)
52. Blank Leland T., Tarquin Anthony J., "Ingeniería Económica", Mc Graw Hill, Colombia, pp 266-267, 562-572 (1.999)
53. Claudio Sánchez, "EXCEL AVANZADO", MP Ediciones, Buenos Aires, Argentina, pp 206, 210 (2.005)

## ANEXOS

Proyecto Celulósico - Papelero

Tabla N° 3.1

### Inversiones Necesarias

#### Estimación de Inversiones en Activos Fijos y Destinos

##### Asimilables

N°	Monto total de la inversión	285.000.000	Cálculo de depreciaciones					
			Planta Celulósica			Planta de Papel		
			monto en millones de USD					
<b>Activos Fijos</b>			Años	USD/año	Años	USD/año	Años	USD/año
1	Planta de celulosa	135.000.000						
2	Planta de papel de impresión y escritura	150.000.000						
	Inversion de equipos industriales	96.900.000	45,9	10	4,6	51,0	10	0,5
	Equipos complementarios y servicios	28.500.000	13,5	10	1,4	15,0	10	0,1
	Instalaciones eléctricas e	25.650.000	12,2	10	1,2	13,5	10	0,1
	Montajes e instalaciones	48.450.000	23,0	10	2,3	25,5	10	0,2
	Obras de terminacion (vehículos, etc)	8.550.000	4,1	5	0,8	4,5	5	0,2
	Obras civiles	57.000.000	27,0	40	0,7	30,0	40	0,2
	Otros (desmedulados y adicionales)							
	Terrenos	8.550.000	4,1		0,0	4,5		0,0
	<b>Total Activos fijos</b>	<b>273.600.000</b>	<b>129,6</b>		<b>10,9</b>	<b>144,0</b>		<b>12,2</b>
	<b>Activos asimilables</b>							
	Ingeniería y gerenciamiento durante el	5.700.000	2,7			3,0		
	Licencia ambiental, y gubernamental,	2.850.000	1,4			1,5		
	Seguros durante instalación y puesta en	2.850.000	1,4			1,5		
			0,0					
	<b>Total en activos asimilables</b>	<b>11.400.000</b>	<b>5,4</b>			<b>6,0</b>		

#### Notas

Se estima que al final de los 10 años puede venderse por el 40 % del valor  
Monto de capital operativo total en USD americanos

<u>Monto</u>	<u>Unidades</u>
<b>109.440.000</b>	<b>USD/año</b>
<b>30.920.396</b>	<b>USD/año</b>

#### Tabla de evaluación del Servicio de la Deuda

Monto total de la inversión	<b>285.000.000</b>	USD		
Capital propio	<b>142.500.000</b>	USD	50	%
Monto a financiar	<b>142.500.000</b>	USD		
		%/año		
Tasa de interes	7	en		
		USD		
Años de gracia	3	años		
Años de pago	7	años		
Número de capitalizaciones anuales	1			

Cuadro de amortización del servicio de la Deuda (Sistema Frances a  $i = 7\%$ /año en US\$)

Año	Deuda al principio de cada año	Cuota constante USD	Intereses USD	Amortización de capital * USD
0			0	0
1	142.500.000	0	9.975.000	0
2	142.500.000	0	9.975.000	0
3	142.500.000	0	9.975.000	0
4	142.500.000	26.441.334	9.975.000	16.466.334
5	126.033.666	26.441.334	8.822.357	17.618.977
6	108.414.689	26.441.334	7.589.028	18.852.306
7	89.562.383	26.441.334	6.269.367	20.171.967
8	69.390.417	26.441.334	4.857.329	21.584.005
9	47.806.412	26.441.334	3.346.449	23.094.885
10	24.711.527	26.441.334	1.729.807	24.711.527
	<b>Monto de la cuota (cuotas vencidas)</b>	<b>26.441.334</b>	<b>USD/año</b>	<b>142.500.000</b>

\* La amortización de capital se considera a fin de cada periodo (año) con una

## Proyecto Celulósico - Papelero

Tabla Nº: 3.2

## Costo de generación de bagazo desmedulado en origen

Tipo de cambio (T.C)	5 000	Gs/USD	Años					Incidencias		Naturaleza de los costos	
Detalle			1	2	3	4	10	USD/Ton	%	Fijos	Variables
Toneladas de bagazo desmedulado humedo				191,6	383,2	383,2	383,2	34,75	100,00		
Uso de la capacidad instalada %		0		50	100	100	100				
Toneladas de bagazo entero (humedo)1,000		10,0		273,7	547,5	547,5	547,5				

## Gastos de Operación

Materia prima		USD/Ton	Montos en miles USD americanos								
Bagazo entero (humedo)		10	0,0	2,7	5,5	5,5	5,5	14,29	41,11		5 474 728
<b>Insumos y servicios</b>											
Productos químicos		0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00		
Aqua de proceso	2,00	0,15	0,0	0,6	0,1	0,1	0,1	0,30	0,86		114 969
Tratamiento de Efluentes	1	0,60	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,60	1,73		229 939
Manipuleo y cargamento	1,100	2,86	0,0	0,6	1,2	1,2	1,2	3,15	9,06		1 206 421
Energía eléctrica		35 467	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	0,13	0,39		
Constante	USD/año	35 467	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	0,11	0,31	35 467	
Variable	USD/ton	0,018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,07		9 916
Sueldos, jornales de Industria	USD/año	63 484	41,8	52,7	63,5	63,5	63,5	0,18	0,53		
Sueldo fijos	USD/año	41 828	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	0,13	0,37	41 828	
Sueldos variables	USD/año	21 656	0,0	10,8	21,7	21,7	21,7	0,06	0,16		21 656
Mantenimientos y reparaciones	USD/año	400 000	200,0	300,0	400,0	400,0	400,0	1,14	3,27	200 000	200 000
Control de calidad (Laboratorio)	USD/año		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00		
Depreciaciones	USD/año	86 250	86,3	86,3	86,3	86,3	26,3	0,19	0,55	86 250	
Imprevistos	USD/año	10 000	5,0	7,5	10,0	10,0	10,0	0,03	0,08	5 000	5 000
Fletes y acarrees mat. prima (B. humeda)	USD/ton	14,74	0,0	2,8	5,6	5,6	5,6	14,74	42,42		5 649 996
<b>Costos de producción</b>			368,5	488,2	607,9	607,9	547,9	34,75	100,00	<b>368 544</b>	<b>12 912 625</b>

Detalle	%	Toneladas	Dias producción	Ton/día	Ton/hr	Meses	Evaluación del costo de flete de materia prima				
Bagazo entero (50 % humedad B.H)	100	100					Costo fijo (C. bodega)	400 000	Gs		
Bagazo desmedulado (50 % de humedad)	70	70					Costo variable	9 450	Gs/Km		
<b>Necesidad anual</b>							Distancia media	70	Km		
Bagazo entero (Base Seca)		273 736					Costo de flete	1 061 500	Gs		
Bagazo entero (Base húmeda 50 %)	50	547 473	200	2 737	114,057	7	Cantidad a	7,2	Ton/carga		
Precio pagado a la Industria	USD/ton	10					Costo unitario en Gs.	147 431	Gs/Ton B.D.S		
							Costo unitario USD	29,49	USD/Ton B.D.S		
<b>Cálculo de tarifa eléctrica (Cat. 372) p/C. Operativo</b>							Costo unitario USD	14,74	USD/Ton B.D.Humedo		
Potencia reservada en punta			34 368	Gs/kw-mes			<b>Inversiones necesarias p/unidad de desmedulado</b>				
Potencia reservada fuera de punta				Gs/kw-mes			Detalle	Monto USD	Depreciaciones		
Energía en punta de carga			229	Gs/kw-hora		Años			USD/año		
Energía fuera de punta de carga			93	Gs/kw-hora			Maquinarias y	200 000	10	20 000	
Exceso de potencia reservada			42 897	Gs/kw-mes			Montaje e	50 000	10	5 000	
Exceso de potencia reservada fuera de punta				Gs/kw-mes			Obras civiles	50 000	40	1 250	
Potencia reservada en punta			220	Kw.			Terrenos	6 000			
Potencia reservada fuera de punta			220	Kw.			Otros	15 000			
Potencia real proceso			220	Kw.			Palas mecánicas	300 000	5	60 000	
Energía en punta de carga			1 100	Kw-hora			<b>Total inversiones</b>	<b>621 000</b>		<b>86 250</b>	
Energía fuera de punta de carga			4 180	Kw-hora			* Se considera una depreciación lineal con valor residual				
Tarifa promedio teórica:			27 043 579	Gs./mes.			Nota: Montos de reventa considerado en el monto total				
Tarifa constante	5 409	USD/mes	7 560 960	Gs./mes.			<b>Total desmedulados</b>	<b>6 210 000</b>	<b>USD</b>		
Tarifa variable	1 512	USD/mes	19 482 619	Gs./mes.			<b>USD/Ton B.Hum</b>				
Multas	3 897	USD/mes	9 437 340	Gs./mes.							
Consumo específico de EE			170	Kw/Ton b.h							
Costo fijo E.E			19 390	Kw-mes							
Costo variable			19 390	Kw-hr							

## Proyecto Celulósico - Papelero

Tabla Nº: 3.3

## Costo de pulpa química a la soda con recuperación de reactivos químicos

Tipo de cambio (T.C)	5.000	Gs/USD	Años de operación			
			1	2	3	10
Toneladas de pulpa química blanqueada producida (Base				45 000	90 000	90 000
% capacidad instalada utilizada			0	50	100	100
<b>Ingresos</b>						

Proyecto Pulpa celulósica - Gastos de Operación				Incidencias		Naturaleza de los costos				
Detalle		USD/Ton	Montos en miles USD			USD/Ton	%	Fijos	Variables	
Materia Prima (bagazo desm.)	2,129	<b>34,75</b>	368,5	6.824,9	13.281,2	13.221,2	147,98	28,85	368,5	12.912,6
Insumos y servicios										
Productos químicos	1,000	101,71	0,0	4.577,0	9.154,0	9.154,0	101,71	19,83		9.154,0
Agua de proceso	30,00	0,15	0,0	202,5	405,0	405,0	4,50	0,88		405,0
Tratamiento de Efluentes	23	0,60	0,0	621,0	1.242,0	1.242,0	13,80	2,69		1.242,0
Fuel oil	0,060	430	0,0	1.161,0	2.322,0	2.322,0	25,80	5,03		2.322,0
Energía eléctrica			31,3	67,6	104,0	104,0	1,22	0,24		
Constante	USD/mes	2,6	31,3	31,3	31,3	31,3	0,41	0,08	31,3	
Variable	USD/mes	6,1	0,0	36,4	72,7	72,7	0,81	0,16		72,7
Sueldos, jornales de Industria	USD/año	2.176,9	2.176,9	1.586,5	2.176,9	2.176,9	27,68	5,40		
Sueldos fijos	USD/año	996,1	996,1	996,1	996,1	996,1			996,1	
Sueldos variables	USD/año	1.180,7	1.180,7	590,4	1.180,7	1.180,7				1.180,7
Mantenimientos y reparaciones	USD/año	2.200,0	1.100,0	1.650,0	2.200,0	2.200,0	26,60	5,19	1.100,0	1.100,0
Control de calidad (Laboratorio)	USD/año	60,0	0,0	30,0	60,0	60,0	0,67	0,13		60,0
Depreciaciones	USD/año	10.935,0	10.935,0	10.935,0	10.935,0	10.125,0	138,71	27,05	10.935,0	
Imprevistos	USD/año	2.000,0	1.000,0	1.500,0	2.000,0	2.000,0	24,18	4,72	1.000,0	1.000,0
Fletes y acarreo Mat prima	USD/Ton						0,00	0,00		
<b>Costos de producción pulpa</b>			15.611,7	29.155,5	43.880,0	43.010,0	512,85	100,00	<b>14.431,0</b>	<b>29.449,0</b>
Monto de capital operativo	USD/año		0,0	12.152,0	0,0		15,88			
Intereses sobre capital operativo	USD/año		0,0	1.458,2	1.458,2	1.458,2	17,16		1.458,2	
<b>Costos financieros</b>			0,0	13.610,2	1.458,2	1.458,2	33,04		<b>1.458,2</b>	
<b>Total de costos operativos</b>	USD/año		15.611,7	42.765,7	45.338,2	44.468,2	<b>545,89</b>		<b>15.889,2</b>	<b>29.449,0</b>

Cálculo de tarifa eléctrica (Cat. 371)		Tarifas		
Potencia reservada en punta		34.299	Gs/kw-me	
Potencia reservada fuera de punta			Gs/kw-me	
Energía en punta de carga		208	Gs/kw-hor	
Energía fuera de punta de carga		83	Gs/kw-hor	
Exceso de potencia reservada en punta		42.760	Gs/kw-me	
Exceso de potencia reservada fuera de punta			Gs/kw-me	
Potencia reservada en punta		380	Kw.	
Potencia reservada fuera de punta		380	Kw.	
Potencia real proceso		380	Kw.	
Energía en punta de carga		1.900	Kw-hora	
Energía fuera de punta de carga		7.220	Kw-hora	
Tarifa promedio teórica:	8 668	USD/mes	43 337 877	Gs./mes.
Tarifa constante	2 607	USD/mes	13 033 620	Gs./mes.
Tarifa variable	6 061	USD/mes	30 304 257	Gs./mes.
Multas	3 250	USD/mes	16 248 800	Gs./mes.

Estimación del Capital operativo			
	Monto en miles USD	Ciclo/año	Monto miles USD
<b>Productos</b>			
Pulpa química	46.156,1	12	3.846,3
Materia prima (bagazo) *	13.221,2	2	6.610,6
Insumos y servicios	0,0		
Productos químicos	832,2	11	75,7
Agua de proceso	36,8	11	3,3
Fuel oil	211,1	11	19,2
<b>Otros costos</b>			
Energía eléctrica	104,0	11	9,5
Constante	31,3	11	2,8
Variable	72,7	11	6,6
Salario operarios de producción	2.176,9	12	181,4
Salarios, bonificación Administración	0,0	12	0,0
Administrador técnico			
Mantenimientos	2.200,0	12	183,3
Control de calidad (Laboratorio)	60,0	12	5,0
Tratamiento de Efluentes	1.242,0	12	103,5
Gastos administrativos generales	0,0	12	0,0
Otros no contemplados	0,0	12	0,0
Monto en cajas y bancos			1.104,7
Monto de capital operativo para un año normal		miles USD/año	12.152,0
Interés sobre capital operativo		miles USD/año	1.458,2
Tasa de interés %/año		%/año	12,0

Estimación de productos químicos necesarios			
Productos químicos	Kg/Ton pulpa	USD/Ton P.Q	USD/Ton pulpa
NaOH	47	950	44,65
Acido sulfúrico	14	700	9,8
Otros	2,5	450	1,125
Azúfre	1	3 200	3,2
Peróxido de hidrógeno	10	850	8,5
Oxígeno	26	400	10,4
Cal	15	80	1,2
Sulfato de magnesio	1,2	990	1,188
Agentes quelantes	1,2	10 000	12
Cloruro de polialuminio	2,2	500	1,1
Urea	2,2	800	1,76
Ácido fosforico	0,05	1 400	0,07
Antiespumante	0,6	4 200	2,52
Agente dispersante	0,6	4 000	2,4
Polímeros	0,12	9 500	1,14
Talco	1,2	500	0,6
Biocidas (reciclado del agua)	0,012	4 800	0,0576
<b>Total de productos</b>			<b>101,71</b>

Según Figura Nº: 2.2 (Balance de masas y requerimiento energético)

\* Se considera un almacenaje máximo de 180 días en planta.

## Proyecto Celulósico - Papelero

Tabla Nº: 3.4

## Costo de producción papel de impresión y escritura

Tipo de cambio (T.C)	5 000	Gs/USD	Años			
			1	2	3	10
Toneladas de papel	3			57 990	115 979	115 979
Toneladas de papel (base seca)				56 250	112 500	112 500
Capacidad instalada	Uso %	Precio (USD/Ton)	0	50	100	100
Ingresos	Papel de impresión y escritura	100	1 050,00	60.889,2	121.778,4	121.778,4
	Papel linner					
	Papel onda					
	<b>Total ingresos</b>	miles de USD		60.889,2	121.778,4	121.778,4

## Proyecto Planta de papel de impresión y escritura - Gastos de Operación

Detalle	Uso %	USD/Ton	Montos en miles USD americanos				Incidencias		Naturaleza de los costos	
			USD/Ton	%	Fijos	Variables				
<b>Pulpas c/Materia prima</b>										
Pulpa de bagazo	80	545,89	15.611,7	42.765,7	45.338,2	44.468,2	423,61	51,84	15.889,2	29.449,0
Pulpa softwood B.Seca	10	833,33	0,0	4.687,5	9.375,0	9.375,0	80,83	9,89		9.375,0
<b>Insumos y servicios</b>							0,00	0,00		
Insumos químicos	1,000	45,30	0,0	2.548,0	5.096,0	5.096,0	43,94	5,38		5.096,0
Insumos varios	1,000	5	0,0	281,3	562,5	562,5	4,85	0,59		562,5
Agua de proceso *	7,00	0,15	0,0	59,1	118,1	118,1	1,02	0,12		118,1
Tratamiento de Efluentes *	5,5	0,60	0,0	185,6	371,3	371,3	3,20	0,39		371,3
Fuel oil	0,060	430	0,0	1.451,3	2.902,5	2.902,5	25,03	3,06		2.902,5
Vapor (Ton de vapor/Ton papel)	2,800	8	0,0	1.260,0	2.520,0	2.520,0	21,73	2,66		2.520,0
<b>Otros costos</b>							0,00			
Energía eléctrica	USD/año		646,2	1.397,4	2.148,6	2.148,6	19,51	2,39		
Constante	USD/año	646,2	646,2	646,2	646,2	646,2	6,55	0,80	646,2	
Variable	USD/año	1.502,5	0,0	751,2	1.502,5	1.502,5	12,95	1,59		1.502,5
Sueldos y jornales	USD/año	2.223,5	996,1	1.609,8	2.223,5	2.223,5	20,69	2,53		
Sueldos fijos	USD/año	996,1	996,1	996,1	996,1	996,1	10,10	1,24	996,1	
Sueldos variables	USD/año	1.227,3	0,0	613,7	1.227,3	1.227,3	10,58	1,29		1.227,3
Mantenimientos y reparaciones	USD/año	4.200,0	2.100,0	3.150,0	4.200,0	4.200,0	39,41	4,82	2.100,0	2.100,0
Control de calidad (Laboratorio)	USD/año	60,0	0,0	30,0	60,0	60,0	0,52	0,06		60,0
Depreciaciones	USD/año	11.250,0	11.250,0	11.250,0	11.250,0	11.250,0	114,12	13,96		11.250,0
Imprevistos	USD/año	2.000,0	1.000,0	1.500,0	2.000,0	2.000,0	18,77	2,30	1.000,0	1.000,0
<b>Costos de producción</b>			31.604,0	72.175,6	88.165,7	87.295,7	817,21	89,94	<b>31.881,5</b>	<b>56.284,2</b>
* Se refiere a U\$/m3										
Costos Administ. Generales	USD/año	280,0	280,0	280,0	280,0	280,0	2,84	13,70		280,0
Impuestos mun. departam.	USD/año	196,0	196,0	196,0	196,0	196,0				196,0
Otros no contemplados	USD/año	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	0,10	0,49		10,0
Depreciaciones	USD/año	450,0	0,0	450,0	450,0	0,0	2,28	11,007		450,0
Sueldos, bonificaciones, dietas	USD/año	1.333,1	1.333,1	1.333,1	1.333,1	1.333,1	13,52	65,22		1.333,1
<b>Costos Administrativos</b>			1.819,1	2.269,1	2.269,1	1.819,1	20,74	2,28	<b>2.269,1</b>	
Monto de capital operativo	USD/año		0,0	18.768,4	0,0		19,04	48,08		
Intereses s/ capital operativo	USD/año		0,0	2.252,2	2.252,2	2.252,2	20,56	51,92		2.252,2
C. financieros de la prod. pulpa	USD/año	ya incl.					0,00	0,00		
<b>Costos Financieros</b>			0,0	21.020,6	2.252,2	2.252,2	39,60	4,36	<b>2.252,2</b>	
Sueldos, bonificación	USD/año	318,4	318,4	318,4	318,4	318,4	3,23	10,397		318,4
Fletes y acarreos (Gastos de dis	USD/Ton	12,9	0,0	724,5	1.449,0	1.449,0	12,49	40,216		1.449,0
Promociones y publicidad	USD/año	787,5	787,5	787,5	787,5	787,5	7,99	25,714		787,5
Otros	USD/año	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	5,07	16,326		500,0
Depreciaciones	USD/año	450,0	0,0	450,0	450,0	0,0	2,28	7,347		450,0
Gastos de exportación	USD/Ton						0,00	0,000		0,0
Diferencia cambiaria	USD/Ton						0,00	0,000		0,0
<b>Costos Comerciales</b>			1.605,9	2.780,4	3.504,9	3.054,9	31,07	3,419	<b>2.055,9</b>	<b>1.449,0</b>
<b>Total de costos operativos</b>	USD/año		35.029,1	98.245,8	96.192,0	94.422,0	908,61		<b>38.458,8</b>	<b>57.733,2</b>

## Proyecto Celulósico - Papelero

## Tabla Nº: 3.4.1

## Costo de producción papel de impresión y escritura

Cálculo tarifa eléctrica (Cat. 371)			Tarifas		Costo de flete del		
Potencia reservada en punta			34.299	Gs/kw-mes	Costo fijo	400.000	Gs
Potencia reservada fuera de punta				Gs/kw-mes	Costo	9.450	Gs/Km
Energía en punta de carga			208	Gs/kw-hora	Distancia	184	Km
Energía fuera de punta de carga			83	Gs/kw-hora	Costo de	1.738.800	Gs
Exceso de potencia reservada en punta			42.760	Gs/kw-mes	Cantidad a	27	Ton/carga
Exceso de potencia reservada fuera de punta				Gs/kw-mes	Costo	64.400	Gs/Ton
Potencia reservada en punta			7.850	Kw.		12,88	USD/Ton
Potencia reservada fuera de punta			7.850	Kw.			
Potencia real proceso			7.850	Kw.			
Energía en punta de carga			39.250	Kw-hora			
Energía fuera de punta de carga			149.150	Kw-hora			
Tarifa promedio teórica:	179.054	USD/mes	895.269.303	Gs./mes.			
Tarifa constante	53.849	USD/mes	269.247.150	Gs./mes.			
Tarifa variable	125.204	USD/mes	626.022.153	Gs./mes.			
Multas			335.666.000	Gs./mes.			

Estimación del Capital operativo				Cálculo de insumos químicos			
	Monto en miles USD	Ciclo/año	Monto en miles USD	Productos químicos	Kg/Ton papel	USD/Ton P.Q	USD/Ton papel
<b>Productos</b>				NaOH	5	950	4,75
Papel de impresión y escritura	121.778,4	12,0	10.148,2	Acido sulfúrico	5	700	3,50
Pulpas de bagazo	44.468,2	24,3	1.827,5	Jabón (soap)	0	450	0,00
Pulpas química (softwood)	9.375,0	4,0	2.343,8	Talco (Talc)	0	500	0,00
Otros	281,3	2,0	140,6	Peróxido de hidrógeno	0	850	0,00
<b>Insumos y servicios</b>				Agentes quelantes	1	10.000	10,00
Insumos químicos	5.096,0	6,0	849,3	Dionita de sodio	0	4.500	0,00
Insumos varios	562,5	3,0	187,5	Caolín	0	440	0,00
Agua de procesos	118,1	12,0	9,8	Carbonato de Calcio	100	150	15,00
Tratamiento de efluentes	371,3	12,0	30,9	<b>Aditivos p/ papel</b>			
Fuel oil	2.902,5	6,0	483,8	AKD	10	780	7,80
<b>Otros costos</b>				Almidón catiónico	4	450	1,80
Energía eléctrica	1.397,4	11,0	127,0	Polietilen imina	3	480	1,44
Constante	646,2	11,0	58,7	Agente dispersante	0	4.000	0,00
Variable	1.502,5	11,0	136,6	Polímeros	0,1	9.500	0,95
Sueldos y jornales	3.875,0	12,0	322,9	Talco	0	500	0,00
Mantenimientos y reparaciones	4.200,0	12,0	350,0	Biocidas para el agua	0,012	4.800	0,06
Control de calidad (Laboratorio)	60,0	12,0	5,0	Otros	0	1.000	0,00
Gastos administrativos generales	280,0	12,0	23,3	<b>Total insumos químicos (USD/Ton de papel)</b>			<b>45,30</b>
Otros no contemplados	206,0	12,0	17,2				
Monto en cajas y bancos			1.706,2				
Monto de capital operativo para un año normal		miles USD/año	18.768,4	Según Figura Nº: 2.3 (Balance de masas y requerimiento energético)			
Interés sobre capital operativo U\$/año		miles USD/año	<b>2.252,2</b>				
Tasa de interes %/año		%/año	<b>12</b>				

Proyecto Celulósico - Papelero

Tabla Nº: 3.5

Flujo de fondos con 50 % de financiación

Nivel de producción %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	0,0	60.889,2	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4
Gastos de operación	0,0	-98.245,8	-96.192,0	-96.192,0	-96.192,0	-96.192,0	-96.192,0	-94.422,0	-94.422,0	-94.422,0	-94.422,0
Depreciación	0,0	-23.171,3	-23.171,3	-23.171,3	-23.171,3	-23.171,3	-23.171,3	-21.401,3	-21.401,3	-21.401,3	-21.401,3
Intereses	-9.975,0	-9.975,0	-9.975,0	-9.975,0	-9.975,0	-8.822,4	-7.589,0	-6.269,4	-4.857,3	-3.346,4	-1.729,8
Ganancias Netas gravables	-9.975,0	-47.331,6	15.611,4	15.611,4	16.764,0	17.997,4	21.087,0	22.499,1	24.009,9	25.626,6	
Impuestos	10	0,0	-1.561,1	-1.561,1	-1.676,4	-1.799,7	-2.108,7	-2.249,9	-2.401,0	-2.562,7	
Ganancias Netas contables	-9.975,0	-47.331,6	14.050,3	14.050,3	15.087,6	16.197,6	18.978,3	20.249,2	21.608,9	23.063,9	
Depreciación	0,0	23.171,3	23.171,3	23.171,3	23.171,3	23.171,3	23.171,3	21.401,3	21.401,3	21.401,3	
Ventas de activos fijos											109.440,0
Venta de otros activos											30.920,4
Costo de inversión	-285.000										
Créditos recibidos	142.500										
Amortizaciones	0,0	0,0	-16.466,3	-17.619,0	-18.852,3	-20.172,0	-21.584,0	-23.094,9	-24.711,5		
Flujo Neto	-142.500	-9.975,0	-24.160,3	37.221,5	20.755,2	20.639,9	20.516,6	20.207,6	20.066,4	19.915,3	160.114,0
V.A.N	16.980,794										
T.I.R	8,54%										
Beneficio/Costo	1,032	P.R.Cap	9,88 años								

**Montos de las cifras dadas en miles de USD.**

Observaciones: Se un préstamos del tipo Francés con una tasa del 7 % anual en U\$ y una capitalización anual.

Para el mismo se toma un periodo de gracia de 3 (tres) años.

No se considera la inflación, y los precios de la pulpa, bagazo se consideran invariables.

Se considera una financiación del 50 % del total de la inversión, el 50 % restante es capital propio (capital de riesgo).

Proyecto Celulósico - Papelero  
Tabla N°: 3.6  
Análisis de originación de la materia prima

**Datos - consideraciones**

	%
Rend. Nacional de bagazo	30
Bagazo excedente en alcohólicas	30
Bagaz excedente el azucareras/alcoholeras	5

Localidades		Destino	Distancia (Km)	% de bagazo excedente sobre el total	Estado	Toneladas de Caña de azúcar	Toneladas de Bagazo	Bagazo a producir	Proporción P. existentes	Proporción P. Futuros	Distancia media (Km)
Origen	Establecimiento										
<b>Alternativa de ubicación en Coronel Martínez - Departamento del Guaira</b>											
<b>Proyectos en operación (distancia media)      Cnel Martínez      110,18</b>											

Proyectos en operación												
1	Escobar	ALPASA	Cnel Martínez	55	30	1	500.000	45.000		40,15	0,000	5,224
2	Coronel Martínez	AZPA	Cnel Martínez	2	5	1	800.000	12.000		10,71	0,000	0,051
3	Villarica	Azucarera Friedmann	Cnel Martínez	21	5	1	321.700	4.826		4,31	0,000	0,214
4	Mauricio José Troche	PETROPAR	Cnel Martínez	43	30	1	500.000	45.000		40,15	0,000	4,084
5	Iturbe	Azucarera Iturbe	Cnel Martínez	45	5	1	350.000	5.250		4,68	0,000	0,499
6	Guarambaré	Azucarera Guarambaré	Cnel Martínez	100	5		145.012	0		0,00	0,000	0,000
7	Guarambaré	Azucarera La Felsina	Cnel Martínez	100	5		118.745	0		0,00	0,000	0,000
8	Arroyos y Esteros	Azucarera OTISA	Cnel Martínez	151	5		111.320	0		0,00	0,000	0,000
9	Santa María	INSAMA	Cnel Martínez	223	5		38.170	0		0,00	0,000	0,000
10	Presidente Hayes	Censi Pirota	Cnel Martínez	95	5		88.300	0		0,00	0,000	0,000
11	La Paloma	Ingenio San Luis	Cnel Martínez	377	5		150.000	0		0,00	0,000	0,000
<b>Proximos a entrar en operación a partir del año 2.010</b>												
12	J. E. Estigarribia	Nevalco	Cnel Martínez	129	30	1	35.800		3.222		0,494	0,877
13	J. E. Estigarribia	Alcotec	Cnel Martínez	129	30	1	53.500		4.815		0,739	1,311
14	J. E. Estigarribia	Friessen	Cnel Martínez	135	30	1	29.800		2.682		0,411	0,764
15	Nueva Esperanza	INPASA *	Cnel Martínez	378	30		300.000				0,000	0,000
<b>Proyectos en carpeta</b>												
16	Caaguazú	UACRO	Cnel Martínez	94	30	1	1.500.000		135.000	120,45	20,707	26,784
17	Coordillera	Proyecto XT - Paraguay	Cnel Martínez	63	30	1	2.400.000		216.000	192,73	33,130	28,721
18	Amambay	La Cascada	Cnel Martínez	430	30		1.800.000			0,00	0,000	0,000
19	San Pedro	Agroenergético San Pedro	Cnel Martínez	325	30		1.125.000			0,00	0,000	0,000
				Total bagazo disponible actual								
				112.076								
				Total bagazo a disponer en el 2010								
				0								
				Total bagazo disponible futuro (P. en carpeta)								
				351.000								
				<b>Total bagazo entero húmedo a producir      473.795</b>								
				112.076								
				10.719								
				351.000								
				361.719								
				<b>Distancia media en Km.      68,529</b>								
				70 Km								
				A los fines de cálculo se toma								

<b>Necesidad del complejo celulósico-papelero</b>	<b>547.473</b>	Toneladas
<b>Déficit de mat. prima (bagazo húmedo)</b>	<b>73.678</b>	Toneladas

Proyecto Celolósico Papelero

Tabla N° 3.7

Análisis del costo de manipuleo - Producción del bagazo desmedulado

Localidades	Origen	Establecimiento	Destino	Distancia (Km)	Viajes necesarios	Zafra	Día	Duración	viaje/cam.día	Camiones nec.	Camión/pala.día	Cant. Pales	Costo de carga/día	Costo de pala	Gs (miles)	USD (miles)	Operación			
																	minutos/camión	20 minutos	tiempo muerto/día,pala	2 horas
					Duración de la zafra	200	Días	Operación s/traslado			1,67	horas	200,000				Gs/hora			
					Capacidad de trans	7,20	Ton de bagazo desmedulado seco													
<b>Proyectos en operación</b>																				
1	Escobar	ALPASA	Cnel Martinez	55	31	2,89	3,46	9,03	24,00	1,30	2,604,2	2,604,2	520,833,3	104,2						
2	Coronel Martinez	AZPA	Cnel Martinez	2	8	1,71	5,84	1,43	24,00	0,35	694,4	138,888,9	27,8							
3	Villarica	Azucarera Friedmann	Cnel Martinez	21	3	2,13	4,69	0,71	24,00	0,14	279,3	55,850,7	11,2							
4	Mauricio José Troche	PETROPAR	Cnel Martinez	43	31	2,62	3,81	8,19	24,00	1,30	2,604,2	520,833,3	104,2							
5	Iturbe	Azucarera Iturbe	Cnel Martinez	45	4	2,67	3,75	0,97	24,00	0,15	1,52	303,8	60,763,9	12,2						
6	Guarabará	Azucarera Guarabará	Cnel Martinez	100	0	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
7	Guarabará	Azucarera La Felsina	Cnel Martinez	100	0	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
8	Airovos y Esteros	Azucarera OTISA	Cnel Martinez	151	0	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
9	Santa María	INSAMA	Cnel Martinez	223	0	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
10	Presidente Hayes	Censil Pirota	Cnel Martinez	95	0	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
11	La Paloma	Ingenio San Luis	Cnel Martinez	377	0	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
<b>Próximos a entrar en operación a partir del año 2010</b>																				
12	J. E. Estigarribia	Nevalco	Cnel Martinez	129	448	2	4,53	2,21	1,01	24,00	0,09	186,5	37,291,7	7,458,3						
13	J. E. Estigarribia	Alcotec	Cnel Martinez	129	669	3	4,53	2,21	1,52	24,00	0,14	278,6	55,729,2	11,145,8						
14	J. E. Estigarribia	Ftessen	Cnel Martinez	135	373	2	4,67	2,14	0,87	24,00	0,08	155,2	31,041,7	6,208,3						
15	Nueva Esperanza	INPASA *	Cnel Martinez	378		0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
<b>Proyectos en carpeta</b>																				
16	Caaguazú	UACRO	Cnel Martinez	94	18,750	94	3,76	2,66	35,21	24,00	3,91	39,06	7,812,5	1,562,500,0	312,5					
17	Coordillera	Proyecto XT - Paraguay	Cnel Martinez	63	30,000	150	3,07	3,26	46,00	24,00	6,25	62,50	12,500,0	2,500,000,0	500,0					
18	Amambay	La Cascada	Cnel Martinez	430	0	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
19	San Pedro	Agroenergético San Pedro	Cnel Martinez	325	0	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
					65,805	329	33	3,40	105	13,71										
Promedio palas necesarias p/uni de desm 1,91 Costo unitario (USD/Ton B.D.H*) 2,86 Cantidad de palas mecánicas 14 Toneladas de bagazo entero húmedo 547,473 Cantidad de camiones 105 Toneladas de bagazo desmedulado r 383,231 Cantidad de unidad de desmedulado 8 se refiere a Bagazo desmedulado húmedo (50 %																				

Proyecto Celulósico Papelero  
 Tabla N° 3.8  
Análisis sobre la incidencia del flete del bagazo

Volumen de bodegas	Capacidad de bodega			Costo de flete/Ton de b.seco	
	m3	Kg secos neto	Kg húmedos neto	Gs/Ton	USD/Ton
<b>Transporte modelo p/anal.</b>	40	<b>7 200</b>	14 400	147 431	29,49
Camión semiremolque	50	9 000	18 000	117 944	23,59
Camión con acoplados	60	10 800	21 600	98 287	19,66
Camión tipo Trucky	22	3 960	7 920	268 056	53,61
Camión sencillo (dual)	16	2 880	5 760	368 576	73,72
<b>Promedio</b>	<b>37</b>	<b>6 660</b>	<b>13 320</b>	<b>213 216</b>	<b>42,64</b>
Peso específico aparente (Bagazo desemedulado)	<b>180</b>	<b>Kg secos/m<sup>3</sup></b>			
	360	Kg húm/m <sup>3</sup>		<b>Promedio</b>	<b>21,62</b>

**Costo del flete**

Costo fijo de bodega	400 000	Gs		
Distancia	100	Km		
Precio vigente por km	9 450	Gs/Km		
Distancia a transportar	70	Km		
<b>Duración de operación de carga - descarga</b>				
<b>Promedio por vehículo/unidad</b>				
Carga	0,33	horas	20	minutos
Tiempo muerto p/carga	0,50		30	minutos
Traslado	variable s/origen	horas		
Descarga	0,33	horas	20	minutos
Tiempo muerto p/descarga	0,50		30	minutos
Total sin traslado	1,67	Horas		
Velocidad media del camión	45	Km/hora		

Gs. Son guaraníes (moneda local)

USD son dólares americanos

Proyecto Celulósico Papelero

Tabla Nº: 3.9

Cálculo de distancia media de distribución del producto

Distribución media del producto terminado  
**Primera alternativa - Ubicación en Coronel Martínez - Departamento del Guaira**

	Localidades		Distancia (Km)	Tipo de acceso	Estado	Población	Proporción	Km promedio
	Origen	Destino						
1	Coronel Martínez	Asunción	135	proceso de asfalto - tierra	acceptable	3 000 000	69,44	93,75
2	Coronel Martínez	Encarnación	330	proceso de asfalto - tierra	acceptable	150 000	3,47	11,46
3	Coronel Martínez	Ciudad del Este	330	proceso de asfalto - tierra	acceptable	500 000	11,57	38,19
4	Coronel Martínez	Villarica	21	asfalto - tierra	acceptable	150 000	3,47	0,73
5	Coronel Martínez	Concepción	460	proceso de asfalto - empedrado - tierra		130 000	3,01	13,84
6	Coronel Martínez	Pedro Juan Caballero	460	asfalto - tierra		130 000	3,01	13,84
7	Coronel Martínez	Pilar	330	asfalto - tierra		130 000	3,01	9,93
8	Coronel Martínez	Coronel Oviedo	60	tierra - asfalto		130 000	3,01	1,81
						4 320 000		<b>183,55</b>

Distribución media del producto terminado

**Segunda alternativa - Ubicación en Villeta - Departamento de Central**

	Localidades		Distancia (Km)	Tipo de acceso	Estado	Población	Proporción	Km promedio
	Origen	Destino						
1	Villeta	Asunción	35	asfalto	acceptable	3 000 000	69,44	24,31
2	Villeta	Encarnación	342	asfalto	acceptable	150 000	3,47	11,88
3	Villeta	Ciudad del Este	343	asfalto	acceptable	500 000	11,57	39,70
4	Villeta	Villarica	129	asfalto - tierra	acceptable	150 000	3,47	4,48
5	Villeta	Concepción	550	asfalto		130 000	3,01	16,55
6	Villeta	Pedro Juan Caballero	550	asfalto		130 000	3,01	16,55
7	Villeta	Pilar	333	asfalto		130 000	3,01	10,02
8	Villeta	Coronel Oviedo	149	asfalto		130 000	3,01	4,48
						4 320 000		<b>127,97</b>
					Diferencia en Km			55,59
					Producción anual Toneladas de papel			<b>115 979</b>
					Costo del flete U\$/Ton. Km			0,07
					<b>Diferencia anual U\$ (ahorro/pérdida)</b>			<b>451 294</b>

Observación: PCP significa Proyecto Celulósico Papelero

## Proyecto Celulósico - Papelero

Tabla Nº: 3.10

## Análisis de originación de la materia prima

Parámetros	%
Rend. Nacional de bagazo	30
Bagazo excedente en alcohólicas	30
Bagaz excedente el azucareras/alcohólicas	5

## Primera alternativa - Ubicación en Coronel Martínez - Departamento del Guairá

Localidades			Distancia (Km)	% de bagazo excedente sobre el	Estado	Toneladas de Caña de	Toneladas de	Bagazo a producir	Proporción P. existentes	Proporción P. Futuros	Distancia media (Km)	
Origen	Establecimiento	Destino										
<b>Proyectos en operación (distancia media)</b>			<b>110,18</b>									
<b>Proyectos en operación</b>												
1	Escobar	ALPASA	Cnel Martínez	55	30	1	500 000	45 000		40,15	0,000	5,224
2	Coronel Martínez	AZPA	Cnel Martínez	2	5	1	800 000	12 000		10,71	0,000	0,051
3	Villarica	Azucarera Friedmann	Cnel Martínez	21	5	1	321 700	4 826		4,31	0,000	0,214
4	Mauricio José Troche	PETROPAR	Cnel Martínez	43	30	1	500 000	45 000		40,15	0,000	4,084
5	Iturbe	Azucarera Iturbe	Cnel Martínez	45	5	1	350 000	5 250		4,68	0,000	0,499
6	Guarambaré	Azucarera Guarambaré	Cnel Martínez	100	5		145 012			0,00	0,000	0,000
7	Guarambaré	Azucarera La Felsina	Cnel Martínez	100	5		118 745			0,00	0,000	0,000
8	Arroyos y Esteros	Azucarera OTISA	Cnel Martínez	151	5		111 320			0,00	0,000	0,000
9	Santa María	ISAMA	Cnel Martínez	223	5		38 170			0,00	0,000	0,000
9	Presidente Hayes	Censi Pirota	Cnel Martínez	95	5		88 300			0,00	0,000	0,000
11	La Paloma	Ingenio San Luis	Cnel Martínez	377	5		150 000			0,00	0,000	0,000
<b>Proximos a entrar en operación a partir del año 2.010</b>												
12	Campo 9 (J. E. Estigarribia)	Nevalco	Cnel Martínez	129	30	1	35 800		3 222		0,494	0,877
13	Campo 9 (J. E. Estigarribia)	Alcotec	Cnel Martínez	129	30	1	53 500		4 815		0,739	1,311
14	Campo 8 (J. E. Estigarribia)	Friessen	Cnel Martínez	135	30	1	29 800		2 682		0,411	0,764
15	Nueva Esperanza	INPASA *	Cnel Martínez	378	30		300 000				0,000	0,000
<b>Proyectos en carpeta</b>												
16	Caaguazú	UACRO	Cnel Martínez	94	30	1	1 500 000		135 000	120,45	20,707	26,784
17	Coordillera (XT P)	Proyecto XT - Paraguay	Cnel Martínez	63	30	1	2 400 000		216 000	192,73	33,130	28,721
18	Amambay	La Cascada	Cnel Martínez	430	30		1 800 000			0,00	0,000	0,000
19	San Pedro	Agroeng. San Pedro	Cnel Martínez	325	30		1 125 000			0,00	0,000	0,000
											<b>Distancia media en Km.</b>	<b>68,529</b>

## Segunda alternativa - Ubicación en Villeta - Departamento Central

Localidades			Distancia (Km)	% de bagazo excedente sobre el	Estado	Toneladas de Caña de	Toneladas de	Bagazo a producir	Proporción P. existentes	Proporción P. Futuros	Distancia media (Km)	
Origen	Establecimiento	Destino										
<b>Proyectos en operación (distancia media)</b>			<b>133,64</b>									
<b>Proyectos en operación</b>												
1	Escobar	ALPASA	Villeta	58	30	1	500 000	45 000		40,15	0,000	5,509
2	Coronel Martínez	AZPA	Villeta	108	5	1	800 000	12 000		10,71	0,000	2,735
3	Villarica	Azucarera Friedmann	Villeta	130	5	1	321 700	4 826		4,31	0,000	1,324
4	Mauricio José Troche	PETROPAR	Villeta	158	30	1	500 000	45 000		40,15	0,000	15,007
5	Iturbe	Azucarera Iturbe	Villeta	153	5	1	350 000	5 250		4,68	0,000	1,695
6	Guarambaré	Azucarera Guarambaré	Villeta	10	5	1	145 012	2 175		1,94	0,000	0,046
7	Guarambaré	Azucarera La Felsina	Villeta	10	5	1	118 745	1 781		1,59	0,000	0,038
8	Arroyos y Esteros	Azucarera OTISA	Villeta	105	5	1	111 320	1 670		1,49	0,000	0,370
9	Santa María	ISAMA	Villeta	205	5	1	38 170	573		0,51	0,000	0,248
9	Presidente Hayes	Censi Pirota	Villeta	67	5	1	88 300	1 325		1,18	0,000	0,187
11	La Paloma	Ingenio San Luis	Villeta	466	5		150 000			0,00	0,000	0,000
<b>Proximos a entrar en operación a partir del año 2.010</b>												
12	Campo 9 (J. E. Estigarribia)	Nevalco	Villeta	230	30	1	35 800		3 222		0,494	1,564
13	Campo 9 (J. E. Estigarribia)	Alcotec	Villeta	230	30	1	53 500		4 815		0,739	2,337
14	Campo 8 (J. E. Estigarribia)	Friessen	Villeta	236	30	1	29 800		2 682		0,411	1,336
15	Nueva Esperanza	INPASA *	Villeta	479	30		300 000				0,000	0,000
<b>Proyectos en carpeta</b>												
16	Caaguazú	UACRO	Villeta	195	30	1	1 500 000		135 000	120,45	20,707	55,562
17	Coordillera	Proyecto XT - Paraguay	Villeta	104	30	1	2 400 000		216 000	192,73	33,130	47,413
18	Amambay	La Cascada	Villeta	507	30		1 800 000			0,00	0,000	0,000
19	San Pedro	Agroeng. San Pedro	Villeta	372	30		1 125 000			0,00	0,000	0,000
											<b>Distancia media en Km.</b>	<b>135,371</b>

Diferencia en Km (Villeta - Cnel Martínez)	<b>66,842</b>
Toneladas anuales de Bagazo desm. hum.	<b>38 323 098</b>
Costo del flete US\$/Ton. Km	0,21062
<b>Diferencia anual US\$ (ahorro/pérdida)</b>	<b>8 071 422</b>

Proyecto Celulósico Papelero

Tabla N°: 3.11

Flujo de fondos para 20 años con 50 % de financiación

Nivel de producción %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nivel de producción TPA	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979	115.979
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	10	10	20
Ingresos	0,0	60.889,2	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4	121.778,4
Gastos de operación	0,0	-98.245,8	-96.192,0	-96.192,0	-96.192,0	-96.192,0	-96.192,0	-94.422,0	-94.422,0	-94.422,0	-94.422,0	-94.422,0	-94.422,0	-94.422,0	-76.328,2
Depreciación	0,0	-23.171,3	-23.171,3	-23.171,3	-23.171,3	-23.171,3	-23.171,3	-21.401,3	-21.401,3	-21.401,3	-21.401,3	-21.401,3	-21.401,3	-21.401,3	-1.426,3
Intereses	-9.975,0	-9.975,0	-9.975,0	-9.975,0	-9.975,0	-8.822,4	-7.589,0	-6.269,4	-4.857,3	-3.346,4	-1.729,8				
Ganancias Netas gravables	-9.975,0	-47.331,6	15.611,4	15.611,4	15.611,4	16.764,0	17.997,4	21.087,0	22.499,1	24.009,9	25.626,6	25.626,6	25.626,6	25.626,6	45.450,1
Impuestos	10	0,0	-1.561,1	-1.561,1	-1.561,1	-1.676,4	-1.799,7	-2.108,7	-2.249,9	-2.401,0	-2.562,7	-2.562,7	-2.562,7	-2.562,7	-4.545,0
Ganancias Netas contables	-9.975,0	-47.331,6	14.050,3	14.050,3	14.050,3	15.087,6	16.197,6	18.978,3	20.249,2	21.608,9	23.063,9	23.063,9	23.063,9	23.063,9	40.905,1
Depreciación	0,0	23.171,3	23.171,3	23.171,3	23.171,3	23.171,3	23.171,3	21.401,3	21.401,3	21.401,3	21.401,3	21.401,3	21.401,3	21.401,3	1.426,3
Ventas de activos fijos															0,0
Demás activos															30.920,4
Costo de inversión															
Créditos recibidos															
Amortizaciones															
Flujo Neto	-142.500,0	-9.975,0	-24.160,3	37.221,5	20.755,2	20.639,9	20.516,6	20.207,6	20.066,4	19.915,3	50.674,0	50.674,0	50.674,0	50.674,0	73.251,8
V.A.N	113.707,904														
T.I.R	12,81%														
Beneficio/Costo	1,123	P.R.Cap	9,88 años												

**Montos de las cifras dadas en miles de USD americanos.**

Observaciones: Se un préstamo del tipo Francés con una tasa del 7 % anual en US\$ y una capitalización anual.

Para el mismo se toma un periodo de gracia de 3 (tres) años.

No se considera la inflación, y los precios de la pulpa, bagazo se consideran invariables.

Se considera una financiación del 50 % del total de la inversión, el 50 % restante es capital propio (capital de riesgo).

El flujo de fondos desde el año 11 hasta el 20 poseen el mismo valor, razón por la cual solamente se hacen constar estos dos años.

## GLOSARIO

Entrenudos:	Parte del tallo de la caña de azúcar identificada como los segmentos separados por los tabiques, conocido también por canuto.
Macolla:	Parte superior de la planta de caña de azúcar, que normalmente es cortada para constituirse en el RAC residuo agrícola cañero, conocido también por cogollo.
Translocación:	Dícese del proceso a través del cual el azúcar se ubica en determinados lugares dentro del tallo de la caña de azúcar.
Non-wood:	Productos no maderables como ser, bagazo de caña de azúcar, bambú, paja, etc.
Bagazosis:	Enfermedad bronco pulmonar producida por la aspiración del polvo de bagazo en las personas que trabajan en ambientes con alto contenido de polvo de bagazo, comúnmente ocasionada por las esporas del moho desarrollado en el bagazo
Incocidos:	Materia no digerido en el digestor.
Imputadas:	Efecto de asignar o imputar, cargar o hacer pagar.
Efectivización o efectivizar:	Acción o efecto de convertir en capital efectivo un bien.
Originación:	Dícese del proceso de obtención o generación de la materia prima.
R.A.C :	Residuo agrícola cañero.
Gastos:	Diferencia entre gasto y costo. Se entiende por el término de gastos a las erogaciones realizadas cuyos montos que

no se recuperan, ejemplo típico desgaste de los equipos por el uso “depreciación”, gastos extras de flete por mala ubicación de los establecimientos. Por otro lado los costos constituyen los desembolsos necesarios para generar el ingreso, estos normalmente se recuperan a través de la operación económica. En el presente trabajo, se reserva el término gastos en vista a que en la componente total parte de ellos son costos y parte gastos.