

2

ELABORACION DE PULPA MECANICA
DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR
ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS

Tesis Profesional
SERGIO AGUILAR CAMACHO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ELABORACION DE PULPA MECANICA DE BAGAZO DE CAÑA
DE AZUCAR.

(ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PRELIMINAR
DE ALTERNATIVAS).

TESIS

QUE PRESENTA PARA SU EXAMEN PROFESIONAL DE

INGENIERO QUIMICO

SERGIO AGUILAR CAMACHO

ANTE LA

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUÍMICAS

DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES
TECNOLOGICAS, A. C.

SECCIÓN DE CELULOSA Y PAPEL

1962.

DESEO EXPRESAR MI RECONOCIMIENTO A LA DIRECCIÓN Y TÉCNICOS DEL INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, A. C., Y ESPECIALMENTE A LA SECCIÓN DE CELULOSA Y PAPEL, POR LA ASISTENCIA Y FACILIDADES QUE ME FUERON BRINDADAS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA TESIS.

A MIS PADRES.

SUMARIO

- I.- INTRODUCCION.
- II.- GENERALIDADES.
 - A.- CARACTERÍSTICAS Y DISPONIBILIDAD DE LA MATERIA PRIMA.
 - B.- SEPARACIÓN DE FIBRA Y PARÉNQUIMA EN EL BAGAZO.
 - 1.- TRATAMIENTO EN SECO.
 - 2.- TRATAMIENTO HÚMEDO.
 - 3.- HUMECTACIÓN DEL BAGAZO.
 - C.- PULPA MECÁNICA.
 - 1.- MOLIENDA Y PRETRATAMIENTO.
 - 2.- BLANQUEO.
 - 3.- PREPARACIÓN DE LAS FIBRAS PARA ELABORAR PAPEL.
- III.- TRABAJO EXPERIMENTAL Y RESULTADOS.
 - A.- DISCUSIÓN DE ALTERNATIVAS.
 - B.- PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.
 - 1.- BAGAZO COMPLETO.
 - 2.- FIBRA DE BAGAZO. RESULTADOS DE

A.- BASES PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS.

B.- ESTIMACIÓN DE COSTOS.

1.- CAPITAL DE INVERSIÓN.

A).- ACTIVO FIJO.

B).- CAPITAL DE TRABAJO.

2.- COSTO DE PRODUCCIÓN.

3.- UTILIDAD BRUTA ANUAL Y RENTABILIDAD BRUTA.

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VIII.- BIBLIOGRAFIA.

APENDICE.

SEPARACIÓN DE FIBRA Y PARÉNQUI- MA.

C.- PREPARACIÓN DE LA PULPA MECÁNICA.

1.- CONDICIONES DE PRETRATAMIENTO.

2.- MOLIENDA. CONDICIONES DE OPERA
CIÓN.

3.- TAMIZADO. RESULTADOS DE LA PRE
PARACIÓN DE PULPA MECÁNICA.

D.- BLANQUEO DE LA PULPA MECÁNICA. CON-
DICIONES Y RESULTADOS OBTENIDOS.

E.- PREPARACIÓN DE LAS FIBRAS PARA ELABO
RAR PAPEL. BATIDO.

F.- PRUEBAS FÍSICAS EFECTUADAS. RESULTA
DOS.

IV.- DISCUSION DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTA- LES.

V.- SELECCION Y CALCULO DEL EQUIPO.

A.- PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

B.- PREPARACIÓN DEL LICOR DE PRETRATA-
MIENTO.

C.- PREPARACIÓN DE LA PULPA MECÁNICA.

D.- GENERACIÓN DE VAPOR.

VI.- EVALUACION ECONOMICA PRELIMINAR.

A.- BASES PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS.

B.- ESTIMACIÓN DE COSTOS.

1.- CAPITAL DE INVERSIÓN.

A).- ACTIVO FIJO.

B).- CAPITAL DE TRABAJO.

2.- COSTO DE PRODUCCIÓN.

3.- UTILIDAD BRUTA ANUAL Y RENTABILIDAD BRUTA.

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VIII.- BIBLIOGRAFIA.

APENDICE.

1.- INTRODUCCION.

EN LA ÚLTIMA DÉCADA SE HA OBSERVADO UN INTERÉS CRECIENTE EN EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, YA QUE CONSTITUYE UNA IMPORTANTE FUENTE DE CELULOSA, TANTO POR SU VOLUMEN COMO POR SU RELATIVA DISPONIBILIDAD, POR SER UN SUBPRODUCTO ANUAL.

LA ELABORACIÓN DE PULPA MECÁNICA A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PRESENTA VARIAS ALTERNATIVAS:

- 1A.- UTILIZACIÓN DE BAGAZO COMPLETO COMO MATERIA PRIMA.
- 2A.- UTILIZACIÓN DE FIBRA DE BAGAZO LIBRE DE MÉDULA O PARÉNQUIMA.
- 3A.- UTILIZACIÓN DE FIBRA DE BAGAZO LIBRE DE MÉDULA O PARÉNQUIMA, PARA LA ELABORACIÓN DE LA PULPA MECÁNICA Y POSTERIOR ADICIÓN DE DETERMINADOS PORCENTAJES DE PARÉNQUIMA.

EL OBJETO DE LA PRESENTE TESIS FUE DETERMINAR LA VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS ANTES MENCIONADAS PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA MECÁNICA Y SU EMPLEO EN PAPELES DE IMPRESIÓN QUE CONTENGAN COMO MÁXIMO 25% DE PULPA QUÍMICA AL SULFITO DE MADERAS BLANDAS.

11.- GENERALIDADES.

A.- CARACTERISTICAS Y DISPONIBILIDAD DE LA MATERIA PRIMA.

EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR ESTÁ CONSTITUIDO POR HACES FIBROVASCULARES (FIBRAS CORTAS) POR FIBRAS CORTICALES (MÁS LARGAS QUE LAS ANTERIORES) Y POR MÉDULA O PARÉNCQUIMA (MATERIAL NO FIBROSO). SEGÚN ARONOVSKY (1) UN BAGAZO TÍPICO CONTIENE APROXIMADAMENTE 20% DE HACES FIBROVASCULARES, 55% DE FIBRAS CORTICALES Y 25% DE PARÉNCQUIMA.

EL BAGAZO AL SALIR DEL PROCESO DE MOLIENDA TIENE UNA HUMEDAD QUE VARÍA ENTRE 48 Y 52%, VALOR QUE DEPENDE DE LA EFICIENCIA DE DICHA OPERACIÓN.

EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR TIENE UN PODER CALORÍFICO BAJO COMPARADO CON OTROS COMBUSTIBLES Y SU SUSTITUCIÓN PRESENTA ATRACTIVOS INDUSTRIALES DE IMPORTANCIA PARA SU MEJOR APROVECHAMIENTO COMO MATERIA PRIMA INDUSTRIAL.

DURANTE LA ZAFRA DE 1960 LA PRODUCCIÓN DE BAGAZO SECO FUE DE 1,980,000 TONELADAS, (2) DE LAS CUALES, APROXIMADAMENTE DEL 1 AL 1.5% SE CONSUMIÓ EN LA INDUSTRIA DE PULPA Y PAPEL, UNA MÍNIMA PARTE EN LA DE LAMINADOS Y FORRAJE Y EL RESTO SE USÓ COMO COMBUSTIBLE EN LOS INGENIOS.

DE LAS POSIBLES ZONAS NACIONALES DE ABASTECIMIENTO DE ESTA MATERIA PRIMA, DESTACA POR SU

IMPORTANCIA LA CORRESPONDIENTE AL ESTADO DE VERACRUZ QUE REPRESENTA UN 45% DEL TOTAL.

B.- SEPARACION DE FIBRA Y PARENQUIMA EN EL BAGAZO.

CON RELACION AL EMPLEO DEL BAGAZO PARA LA ELABORACION DE PULPAS PARA PAPEL, SE PUEDEN MENCIONAR, POR LO QUE RESPECTA A LA CONDICION DE LA MATERIA PRIMA POR EMPLEARSE, LOS TRES CRITERIOS SIGUIENTES (3):

SEGUN EL PRIMERO SE PUEDE EMPLEAR "BAGAZO COMPLETO", SIN ELIMINAR EL PARENQUIMA Y OBTENER ASI, UN ALTO RENDIMIENTO DE PRODUCTO APROVECHABLE, HACIENDO CASO OMISO DE LA CALIDAD DEL MISMO Y SIN CONSIDERAR LA DIFICULTAD QUE REPRESENTA PARA LA OPERACION DE LAS FABRICAS DE PAPEL, EL PARENQUIMA QUE SE DEJA EN LA PULPA.

EN EL SEGUNDO, SE RECONOCEN LAS DIFICULTADES OCASIONADAS POR LA PRESENCIA DE LA MEDULA O PARENQUIMA, LAS CUALES SE TRATA DE AMINORAR, MEDIANTE EL TRATAMIENTO QUIMICO A QUE SE SUJETA EL BAGAZO DURANTE LA DIGESTION, EN TAL FORMA QUE EL PARENQUIMA SE TRANSFORME EN UN PRODUCTO APROVECHABLE.

EL TERCER CRITERIO, APARENTEMENTE EL QUE OFRECE MAYORES VENTAJAS, APOYA LA ELIMINACION TOTAL DEL PARENQUIMA POR MEDIOS MECANICOS, ANTES DE PROCEDER A LA FABRICACION DE PULPA Y LOGRAR ASI UN APROVECHAMIENTO DEL PARENQUIMA Y LA FIBRA POR SEPARADO. SE HA COMPROBADO, QUE POR LA NATURALEZA Y CONDICIONES DEL PARENQUIMA Y DE LAS MATERIAS EXTRAÑAS QUE LE ACOMPAÑAN, SU PRESENCIA ES PERJUDDICIAL, DESDE TODO PUNTO DE VISTA, PARA LA FABRICACION DE PULPA DE ALTA CALIDAD.

AL ANALIZAR UN GRAN NÚMERO DE MÉTODOS PROPUESTOS PARA LA SEPARACIÓN DE FIBRA Y PARÉNQUIMA, SE ENCONTRARON TRES TIPOS DIFERENTES (4).

1.- TRATAMIENTO EN SECO.

EL MÉTODO PARA SEPARAR POR VÍA SECA, FIBRA Y PARÉNQUIMA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, INCLUYE EL TRATAMIENTO DEL MATERIAL DESPUÉS DE QUE SE HA SECADO, YA SEA EN FORMA ESPONTÁNEA POR ALMACENAMIENTO, O ARTIFICIALMENTE POR CALENTAMIENTO, HASTA DEJARLE UNA HUMEDAD DE 10 A 20%.

EL PROCESO COMPRENDE, EL DESMENUZAMIENTO DE LAS PACAS DE BAGAZO DE CAÑA, QUE SE EFECTÚA EN UN MOLINO DE MARTILLOS O ALGÚN OTRO TIPO DE DESMENUZADOR, Y POSTERIOR CRIBADO PARA SEPARAR TANTO COMO SEA POSIBLE, EL POLVO Y EL PARÉNQUIMA CONTENIDOS EN EL BAGAZO. LAS IMPUREZAS DEPOSITADAS SOBRE LA FIBRA, NO SON ELIMINADAS Y PERJUDICAN LAS OPERACIONES POSTERIORES.

SE HA RECONOCIDO, QUE ESTE MÉTODO SECO DE SEPARACIÓN DE FIBRA Y PARÉNQUIMA, NO ES DE ALTA EFICIENCIA, PERO SE HA USADO POR SU SIMPLICIDAD Y COSTO RELATIVAMENTE BAJO.

2.- TRATAMIENTO HÚMEDO.

LA SEPARACIÓN DE FIBRA Y PARÉNQUIMA, SE EFECTÚA EMPLEANDO BAGAZO TAL Y COMO VIENE DEL INGENIO, COMÚNMENTE CON UNA HUMEDAD DE 50%.

EL EQUIPO CONSTA DE UN MOLINO DE MARTILLOS CON UN DISEÑO ESPECIAL DE LOS MISMOS, QUE DA UN EFECTO DE GUSANO Y PLATOS PERFORADOS A MANERA DE MALLAS. CON ESTA TÉCNICA, SE ELIMINA APROXIMADAMENTE, UN 65% DEL PARÉNQUIMA DEL BAGAZO.

3.- PROCESOS MEDIANTE HUMECTACIÓN DEL BAGAZO.

LOS PROCESOS EN QUE SE REMOJA EL BAGAZO HASTA UNA HUMEDAD DADA, COMO PASO PREVIO A LA SEPARACIÓN POSTERIOR DE FIBRA Y PARÉNQUIMA, SE PUEDEN AGRUPAR EN DOS DIFERENTES, SEGÚN QUE LA SEPARACIÓN SE REALICE EN EL INGENIO O EN LA FÁBRICA DE PAPEL.

EN EL PRIMER CASO, EL BAGAZO, TAL Y COMO VIENE DE LA OPERACIÓN DE MOLIENDA, SE TRATA CON AGUA HASTA UNA HUMEDAD APROXIMADA DE 75% BASE SECA, Y SE PASA A TRAVÉS DE UN REFINADOR DE DISCOS. LA MEZCLA FIBRA-PARÉNQUIMA OBTENIDA, SE PRENSA HASTA UNA HUMEDAD CERCANA AL 50%, Y SE CRIBA.

EL SEGUNDO CASO, SE REFIERE A LA UTILIZACIÓN DEL BAGAZO EN PACAS, LAS CUALES, DEPENDIENDO DEL PERIODO DE ALMACENAMIENTO, PUEDEN TENER UNA HUMEDAD COMPRENDIDA ENTRE 10 Y 20%. PARA LLEVAR A CABO UNA SEPARACIÓN COMPLETA DE FIBRA Y PARÉNQUIMA, ES NECESARIO ROMPER LAS PACAS, REMOJAR PERFECTAMENTE EL BAGAZO, FRICCIONARLO, Y ENSEGUIDA CLASIFICARLO. ESTE PROCEDIMIENTO INCLUYE EL USO DEL "HYDRAPULPER", PARA EL REMOJO Y REBLANDECIMIENTO DEL BAGAZO, ASÍ COMO EL EMPLEO DE UNA MÁQUINA DE DISEÑO ESPECIAL PARA SEPARAR EL PARÉNQUIMA. MEDIANTE ESTOS PROCEDIMIENTOS, SE OBTIENE UNA FIBRA PRÁCTICAMENTE LIBRE DE PARÉNQUIMA E IMPUREZAS.

C.- PULPA MECÁNICA.

1.- MOLIENDA Y PRETRATAMIENTO.

EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PULPA MECÁNICA, CONSISTE EN EL FROTAMIENTO DE UN MATERIAL FIBROSO CONTRA UNA SUPERFICIE DURA Y EN PRESENCIA DE AGUA. LA ACCIÓN FRICCIONANTE, ORIGINA

LA SEPARACIÓN INDIVIDUAL DE LAS FIBRAS, Y EL FLUJO DE AGUA PERMITE, POR UN LADO LA SALIDA DE LA PULPA, Y POR OTRO EL ENFRIAMIENTO Y LIMPIEZA DE LAS SUPERFICIES (5).

EL EQUIPO TRADICIONAL DE MOLIENDA, PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA MECÁNICA, ES EL MOLINO DE PIEDRA, Y LA MATERIA PRIMA COMÚNMENTE EMPLEADA ES LA MADERA QUE SE TRANSPORTA POR PRESIÓN HASTA LA ZONA DE FRICCIÓN.

ULTIMAMENTE SE HA SUBSTITUIDO EN ALGUNAS FÁBRICAS DE PULPA, EL MOLINO DE PIEDRA, POR EL DE DISCOS METÁLICOS, A FIN DE APROVECHAR OTRAS MATERIAS PRIMAS, DE DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA Y DE MEJORAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO (6).

EL MOLINO DE PIEDRA HA PROBADO SER POCO EFICIENTE PARA EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, DEBIDO AL ALTO VOLUMEN APARENTE Y CONSTITUCIÓN DE ESTE MATERIAL, CARACTERÍSTICAS QUE TIENEN UN MENOR EFECTO EN LA MOLIENDA CON DISCOS METÁLICOS.

EL MOLINO DE DISCOS METÁLICOS CONSTA DE DOS PLATOS CIRCULARES, DONDE SE APOYAN LOS DISCOS QUE SE COMPONEN GENERALMENTE DE 3 A 6 SEGMENTOS. LOS PLATOS PUEDEN SER AMBOS MOVIBLES, O UNO FIJO Y OTRO MOVIBLE, DEPENDIENDO DE LA CAPACIDAD REQUERIDA. LA ALIMENTACIÓN SE EFECTÚA POR EL CENTRO DEL MOLINO POR MEDIO DE UN GUSANO, Y LA FRICCIÓN PRODUCIDA POR EL MOVIMIENTO DE LOS DISCOS, ORIGINA LA DESFIBRACIÓN DEL MATERIAL. LA DISTANCIA ENTRE PLATOS ES VARIABLE, Y EL MECANISMO PARA GRADUAR EL MOLINO PERMITE INCREMENTOS DE 0.025 MM, EN LA DISTANCIA ENTRE DISCOS.

LA ACCIÓN FRICCIÓNANTE PRODUCIDA EN ESTE EQUIPO, VA ACOMPAÑADA DE UN EFECTO CORRIANTE DE

LOS DISCOS QUE SE HA TRATADO DE DISMINUIR, POR UN TRATAMIENTO QUÍMICO DE LOS MATERIALES ANTES DE SOMETERLOS AL PROCESO MECÁNICO DE MOLIENDA.

TODOS LOS TIPOS DE PRETRATAMIENTO TIENEN POR OBJETO PROVOCAR EL HINCHAMIENTO DEL MATERIAL, EL CUAL EN EL CASO DE FIBRAS DE CELULOSA SE CONSIGUE A VALORES DE PH SUPERIORES A 10. EL PRETRATAMIENTO ALCALINO CON HIDRÓXIDO DE SODIO, HA PROBADO SER EFICIENTE PARA VARIOS MATERIALES, ENTRE ELLOS EL BAGAZO DE CAÑA, FAVORECIENDO ADEMÁS, LA ELIMINACIÓN DE SUBSTANCIAS SOLUBLES EN EL ÁLCALI, LO CUAL CONTRIBUYE A MEJORAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL.

2.- BLANQUEO.

LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PAPELES DE IMPRESIÓN, HACEN NECESARIO EL BLANQUEO DE LAS PULPAS MECÁNICAS, QUE INTERVIENEN EN SU ELABORACIÓN.

LA PULPA MECÁNICA ES UN MATERIAL COMPLEJO, TANTO POR SU ESTRUCTURA FÍSICA, COMO POR SU COMPOSICIÓN QUÍMICA Y SU BAJA BLANCURA, ES DEBIDA PRINCIPALMENTE AL CONTENIDO DE LIGNINA Y OTROS COMPUESTOS ORGÁNICOS COLORIDOS (7).

EN ADICIÓN A ESTOS FACTORES, EXISTEN OTROS QUE PRESENTAN ALGUNA INFLUENCIA EN LA BLANCURA DE LAS PULPAS, ENTRE LOS CUALES SE ENCUENTRAN LOS SIGUIENTES:

- 1). CAMBIOS NATURALES EN LA MATERIA PRIMA POR EFECTOS DE LA LUZ DEL SOL.
- 2). DETERIORACIÓN DE LA MATERIA PRIMA ORIGINAL POR MICROORGANISMOS.
- 3). CAMBIOS DE COLOR EN LA MATERIA PRIMA

POR ALTAS TEMPERATURAS.

LOS ESTUDIOS EFECTUADOS SOBRE EL PROCESO DE BLANQUEO DE PULPAS, INDICAN QUE EXISTEN DIVERSOS AGENTES BLANQUEADORES, LOS CUALES SE PUEDEN DIVIDIR EN DOS GRUPOS: OXIDANTES Y REDUCTORES.

EL BISULFITO DE SODIO (NaHSO_3) E HIDROSULFITO DE SODIO O ZINC ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, ZnS_2O_4), SON AGENTES REDUCTORES EFECTIVOS EN SOLUCIONES ÁCIDAS.

EL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (H_2O_2), EL DE SODIO (Na_2O_2) Y EL HIPOCLORITO DE SODIO (NaClO) SON AGENTES OXIDANTES, CUYA ACCIÓN SE MANIFIESTA EN CONDICIONES ALCALINAS.

EL EFECTO PROBABLE DE ESTAS SUBSTANCIAS, ESTÁ RELACIONADO CON SUS PRODUCTOS DE DISOCIACIÓN, QUE REACCIONAN CON LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS COLORIDOS, MODIFICANDO SUS ESTRUCTURAS. ESTE NO ES UN EFECTO BLANQUEANTE VERDADERO, SINO QUE LO ES POR TRANSFORMACIÓN, YA QUE NO SE ELIMINAN LOS COMPUESTOS COLORIDOS, SINO QUE ÉSTOS SÓLO SUFREN CAMBIOS TEMPORALES PASANDO A FORMAS INCOLORAS. ESTOS CAMBIOS SON REVERSIBLES, Y EL COLOR ORIGINAL PUEDE REGRESAR POR ACCIÓN DE DIVERSOS AGENTES, COMO OXÍGENO, CALOR O LUZ (8).

LA SELECCIÓN ADECUADA DEL PROCESO DE BLANQUEO DEPENDE DE CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS, QUE GUARDAN ENTRE SÍ ESTRECHA RELACIÓN. ENTRE LAS PRIMERAS, SE ENCUENTRAN PRINCIPALMENTE LA BLANCURA FINAL DESEADA Y LA REVERSIBILIDAD DEL COLOR. ENTRE LAS SEGUNDAS, COSTOS DE EQUIPO, OPERACIÓN Y REACTIVOS QUE VARÍAN SEGÚN EL ÁREA ESPECÍFICA DE LOCALIZACIÓN.

PROPORCIÓN DE PERÓXIDO USADO:

PH DEL MEDIO:

LA CONSISTENCIA INFLUYE SOBRE EL TIEMPO DE BLANQUEO Y LA BLANCURA FINAL ALCANZADA, EN GENERAL, CONFORME SE AUMENTA LA CONSISTENCIA, EL TIEMPO DE OPERACIÓN SE REDUCE Y AUMENTA LA BLANCURA.

EL PRINCIPAL EFECTO DE LA TEMPERATURA ES SOBRE EL TIEMPO DE BLANQUEO, EL CUAL SE REDUCE CONFORME SE ELEVA AQUÉLLA.

LA PROPORCIÓN DE PERÓXIDO DE SODIO EMPLEADO, ES VARIABLE Y SE ESTABLECE POR PRUEBAS DE LABORATORIO. GENERALMENTE OSCILA ENTRE 0.5 Y 1.5% SOBRE EL PESO DE PULPA SECA.

LOS MEJORES RESULTADOS DE LA BLANCURA SE OBTIENEN CON VALORES DE PH ENTRE 10 Y 10.5.

3.- PREPARACIÓN DE LAS FIBRAS PARA ELABORAR PAPEL.

LA PULPA MECÁNICA, DESPUÉS DE BLANQUEARSE, NECESITA SOMETERSE A UN PROCESO MECÁNICO DE BATIDO, EL CUAL, DESARROLLA MAYOR NÚMERO DE PUNTOS DE CONTACTO ENTRE FIBRA Y FIBRA Y AUMENTA LA RESISTENCIA DEL PAPEL QUE SE ELABORA.

ES NECESARIO VIGILAR EL GRADO DE BATIDO, Y PARA ELLO SE DETERMINA LA FACILIDAD DE DRENADO DE AGUA EN LA PULPA (FREENESS), PROPIEDAD QUE SE MIDE EN CENTÍMETROS CÚBICOS QUE FLUYEN EN DETERMINADO TIEMPO Y CUYO VALOR INFLUYE SOBRE LA RESISTENCIA DEL PAPEL. A FIN DE AUMENTAR O MODIFICAR LA RESISTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS HOJAS, SE AGREGAN A LAS FIBRAS DIVERSAS SUBSTANCIAS CONOCIDAS COMO ADITIVOS, DE LAS CUALES SON

EJEMPLOS EL ALMIDÓN, RESINAS, PROTEÍNAS, GOMAS VEGETALES O MODIFICACIONES DE ELLAS. TALES MATERIALES ACTÚAN POR ADSORCIÓN O DEPOSITACIÓN, SOBRE LA SUPERFICIE DE LAS FIBRAS, Y QUEDAN EN LA HOJA EN FORMA DE FIBRA-ADITIVO-FIBRA.

III.- TRABAJO EXPERIMENTAL Y
RESULTADOS.

A.- DISCUSION DE ALTERNATIVAS.

LA ELABORACIÓN DE PULPA MECÁNICA A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, Y SU EMPLEO EN LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA Y EL PAPEL, PRESENTA VARIAS ALTERNATIVAS.

- 1A.- UTILIZACIÓN DE BAGAZO COMPLETO COMO MATERIA PRIMA.
- 2A.- UTILIZACIÓN DE FIBRA DE BAGAZO LIBRE DE MÉDULA O PARÉNQUIMA.
- 3A.- UTILIZACIÓN DE FIBRA DE BAGAZO LIBRE DE MÉDULA O PARÉNQUIMA, PARA ELABORAR LA PULPA MECÁNICA, Y POSTERIOR ADICIÓN DE DETERMINADOS PORCENTAJES DE PARÉNQUIMA.

EL APROVECHAMIENTO DE BAGAZO COMPLETO, PRESENTA SERIOS INCÓVENIENTES, DEBIDOS A SU CONTENIDO DE PARÉNQUIMA. POR LA ESTRUCTURA NO FIBROSA DE ESTE MATERIAL, LOS REACTIVOS QUÍMICOS SON ABSORBIDOS RÁPIDAMENTE Y AL ACTUAR, PREFERENTEMENTE SOBRE ÉL, OCASIONAN UN ALTO CONSUMO DE LOS MISMOS.

EXPERIMENTALMENTE, SE HA DEMOSTRADO QUE LA PRESENCIA DEL PARÉNQUIMA, EN EL PAPEL ELABORADO, DISMINUYE LA CALIDAD DE ÉSTE, NO SÓLO EN TÉRMINOS DE RESISTENCIA, SINO TAMBIÉN EN SU ASPECTO.

EL PARÉNQUIMA TIENE LA TENDENCIA A TAPAR MALLAS Y A DISMINUIR LA FACILIDAD DE DRENADO DE AGUA EN LA PULPA (FREENESS). LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA, LIBRE DE PARÉNQUIMA PRESENTA ASPECTOS ECONÓMICOS DE IMPORTANCIA, AFECTADOS POR EL COSTO DE OPERACIÓN AL ELIMINAR ESTE MATERIAL NO FIBROSO Y DE LA EFICIENCIA EN LA SEPARACIÓN.

EN EL PRESENTE TRABAJO, SE ESTUDIÓ MÁS AMPLIAMENTE LA ÚLTIMA ALTERNATIVA, CON OBJETO DE CONOCER LA INFLUENCIA QUE PRESENTA EN LA CALIDAD DEL PAPEL, LA ADICIÓN DE DISTINTOS PORCENTAJES DE PARÉNQUIMA A PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA.

B.- PREPARACION DE LA MATERIA PRIMA.

1.- BAGAZO COMPLETO.

LA PREPARACIÓN DE ESTE MATERIAL SE REDUCE AL DESMENUZAMIENTO DE LAS PACAS DE BAGAZO. LAS PACAS DE BAGAZO FRESCO SE ROMPIERON MANUALMENTE HASTA DISPONER DE TROZOS DE 5.0 CM. APROXIMADAMENTE, QUE SE ALIMENTARON A UN MOLINO DE MARTILLOS DEL TIPO FITZ PATRICK EQUIPADO CON CRIBA SEMICIRCULAR CON ORIFICIOS DE 1.27 CM.

2.- FIBRA DE BAGAZO.

LA PREPARACIÓN DE FIBRA DE BAGAZO, IMPLICA LA SEPARACIÓN AL MÁXIMO DE PARÉNQUIMA Y COMPRENEN DE LAS SIGUIENTES ETAPAS.

- 1A.- DESMENUZAMIENTO DE LA PACA DE BAGAZO.
- 2A.- MOLIENDA HÚMEDA EN CALIENTE.
- 3A.- PENSADO.

4A.- CRIBADO.

EL DESMENUZAMIENTO DE LA PACA DE BAGAZO SE LLEVÓ A CABO EN LA FORMA YA DESCRITA ANTERIORMENTE.

LA MOLIENDA DEL BAGAZO DESMENUZADO, SE EFECTUÓ EN UN MOLINO DE DISCOS "SPROUT WALDRON", MODELO DE LABORATORIO, DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS.

DIÁMETRO DE LOS PLATOS	30 CM.
VELOCIDAD DE LA FLECHA	1500 R.P.M.
POTENCIA APLICADA	7.0 HP.

EL MOLINO ERA ACCIONADO POR MEDIO DE UN MOTOR ASÍNCRONO DE 30 AMPERIOS. SE CONTÓ ADEMÁS, CON UN AMPERÍMETRO CUYA ESCALA OSCILABA ENTRE 0 Y 30 AMPERIOS, PARA MEDIR LA DEMANDA DE CORRIENTE DEL MOTOR.

LA MOLIENDA SE LEVÓ A CABO BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

CONSISTENCIA:	5 G. DE MATERIAL SÓLIDO POR 100 G. DE SUSPENSIÓN
ABERTURA DE DISCOS:	0.5 MM.
MODELO DE DISCOS:	17804 (NO CORTANTES DE LABIO CERRADO).
TEMPERATURA DE LA SUSPENSIÓN ALIMENTADA:	50°C.

LA ALIMENTACIÓN AL MOLINO DEBÍA SER VIGILADA, A FIN DE EVITAR SOBRECARGOS EN EL MISMO E

INTERRUPCIONES EN LA OPERACIÓN.

EL PRODUCTO OBTENIDO DE LA MOLIEDA, SE RECIBÍA EN CUBETAS DE PLÁSTICO Y SE PASABA A BOLSAS DE GABARDINA, DE DONDE SE FILTRABA UNA GRAN CANTIDAD DE AGUA. A CONTINUACIÓN SE PRENSABA MEDIANTE UNA PRENSA MANUAL HASTA UNA HUMEDAD COMPRENDIDA ENTRE 60 Y 70% BASE HÚMEDA.

EL BAGAZO DESMENUZADO, MOLIDO Y PRENSADO SE CLASIFICABA EN UNA CRIBA ROTATORIA EXPERIMENTAL DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

DIÁMETRO: 28 CM

LONGITUD TOTAL: 56 CM

LONGITUD OCUPADA CON
EL MATERIAL: 29 CM

ABERTURA: 2 MM

R.P.M.: 26

VELOCIDAD PERIFÉRICA = $\pi \times D \times R. P. M. =$
22 M/MIN.

EL MOVIMIENTO ROTATORIO ERA SUMINISTRADO AL TAMIZ, MEDIANTE DOS RODILLOS ACCIONADOS POR UN MOTOR.

SE ENCONTRÓ EXPERIMENTALMENTE QUE EL TIEMPO PROMEDIO HASTA EL CUAL PREDOMINABA PARÉNQUIMA AL PASAR POR LA CRIBA ERA DE 3 MINUTOS, 20 SEGUNDOS, Y QUE A LOS 6 MINUTOS, 30 SEGUNDOS PASABAN PARTES APROXIMADAMENTE IGUALES DE FIBRA CORTA Y PARÉNQUIMA.

LOS RESULTADOS DE LA SEPARACIÓN DE FIBRA Y PARÉNQUIMA EN EL BAGAZO, SE PRESENTAN EN LA TA-

BLA No. 1.

TABLA No. 1
SEPARACION DE FIBRA Y PARENQUIMA EN EL BAGAZO
DE CAÑA DE AZUCAR.

MATERIAL	PESO HÚMEDO Kg	HUMEDAD %	PESO SECO Kg
BAGAZO ORIGINAL	19.0	40.0	11.4
PARÉNQUIMA SEPARADO	16.3	78.0	3.6
FIBRA DE BAGAZO	4.7	23.8	3.5
FIBRA CORTA-PARÉNQUIMA	2.1	28.3	1.5

ESTIMACIONES:

$$\text{RENDIMIENTO DE LA OPERACIÓN} = \frac{8.6}{11.4} \times 100 = 76.2\%$$

$$\text{PARÉNQUIMA TOTAL SEPARADO} = \frac{3.6}{11.4} \times 100 = 31.5\%$$

C.- PREPARACION DE LA PULPA MECANICA.

1.- CONDICIONES DE PRETRATAMIENTO.

INDEPENDIENTEMENTE DE LA ALTERNATIVA Y EN
CONSECUENCIA, DE LA MATERIA PRIMA DE QUE SE TRA
TASE, EL PRETRATAMIENTO SE LLEVÓ A CABO CON HI-

DRÓXIDO DE SODIO BAJO LAS CONDICIONES SIGUIENTES:

HIDRÓXIDO DE SODIO EN PESO, SOBRE MATERIA PRIMA SECA:	8%
TIEMPO DE TRATAMIENTO:	20 MIN
TEMPERATURA:	70°C

PARA QUE EL PRETRATAMIENTO RESULTARA SUFICIENTEMENTE HOMOGÉNEO, ERA NECESARIO QUE LA CONSISTENCIA FUERA LA MÁS ALTA POSIBLE, ENCONTRÁNDOSE UN VALOR APROXIMADO DE 10%.

2.- MOLIENDA, CONDICIONES DE OPERACIÓN.

LA MOLIENDA SE EFECTUÓ EN EL MOLINO DE DISCOS "SPROUT WALDRON", DE LAS ESPECIFICACIONES ANTES INDICADAS Y EN LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

CONSISTENCIA APROXIMADA [†] :	5%
TEMPERATURA DE LA SUSPENSIÓN ALIMENTADA:	30°C
DISCOS FRICCIONANTES MODELO:	17804
ABERTURA ENTRE DISCOS:	VARIABLE

SE ENCONTRÓ NECESARIO EFECTUAR LA MOLIENDA EN VARIOS PASOS, CAMBIANDO EN CADA UNO LA ABERTURA ENTRE LOS DISCOS HASTA LOGRAR EL TAMAÑO DE SEADO DE LA FIBRA EN LA PULPA. EL AJUSTE DEL TAMAÑO DE LA FIBRA PODÍA HACERSE VISUALMENTE O

[†]NOTA: ESTA CONSISTENCIA SE OBTUVO POR DILUCIÓN DEL MATERIAL TRATADO A 70°C, CON AGUA HASTA ALCANZAR UNA TEMPERATURA APROXIMADA DE 30°C.

MEJOR AÚN, POR LA CANTIDAD DE RECHAZADO QUE SE OBTENÍA EN LA OPERACIÓN POSTERIOR DE TAMIZADO Y CON BASE EN LOS RECHAZADOS DE OPERACIONES ANTERIORES.

3.- TAMIZADO.

ESTA OPERACIÓN SE EFECTUÓ EN MEDIO ACUOSO Y PERMITÍA LA SEPARACIÓN DE DOS FRACCIONES DE LA PULPA: EL ACEPTADO Y EL RECHAZADO.

LA PULPA OBTENIDA DE LA MOLIENDA, SE ALIMENTÓ CON BASTANTE AGUA A UN TAMIZ VIBRATORIO HORIZONTAL MARCA "SANDY HILL" CON PLACA DE BRONCE Y RANURAS DE 0.3 MM.

LA FIBRA EN SUSPENSIÓN QUE ATRAVESABA ESTAS RANURAS, CONSTITUÍA EL ACEPTADO QUE SE RECOGÍA EN BOLSAS DE GABARDINA, SE LAVABA, PRENSABA MANUALMENTE Y GUARDABA EN BOLSAS DE PLÁSTICO.

EL PRODUCTO REMANENTE SOBRE LA PLACA DE BRONCE DEL TAMIZ CONSTITUÍA EL RECHAZADO QUE SE SUJETABA A LAS MISMAS OPERACIONES.

LOS RESULTADOS DE LA PREPARACIÓN DE PULPA MECÁNICA, TANTO DE BAGAZO COMPLETO, COMO DE FIBRA DE BAGAZO SE PRESENTAN EN LAS TABLAS II Y III.

D.- BLANQUEO.

EL BLANQUEO DE LAS PULPAS MECÁNICAS SE LLEVÓ A CABO EN CUBETAS DE PLÁSTICO, EN LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

PERÓXIDO DE SODIO (Na_2O_2) EN PESO, SOBRE LA PULPA SECA: 0.5%

SILICATO DE SODIO (Na_2SiO_3) DE 41.6⁰BÉ, EN PESO SOBRE PULPA SECA: 5.0%

TABLA No. 11.

PREPARACION DE PULPA MECANICA DE BAGAZO
COMPLETO.

CANTIDAD DE BAGA- ZO SECO TRATADO GRAMOS	630.0			
ABERTURA DEL MO- LINO DE DISCOS EN:				
MILÍMETROS:	0.30	0.20	0.13	0.1
MILÉSIMAS DE PULGADA:	12.0	8	5	4
ACEPTADO, GRAMOS	439.0			
RECHAZADO, GRA- MOS	8.5			
ACEPTADO, RENDI- MIENTO %	69.8			
RECHAZADO, RENDI- MIENTO %	1.4			
RENDIMIENTO TO- TAL %	71.2			

TABLA No. 111.

PREPARACION DE PULPA MECANICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR.

DETERMINACION No.	I			II			III			
CANTIDAD DE FIBRA SECA TRATADA, GRAMOS	1,635.0			834.0			1,812.6			
ABERTURA DEL MOLINO DE DISCOS:										
MILÍMETROS:	0.25	0.13	0.07	0.25	0.13	0.07	0.25	0.18	0.13	0.07
MILÉSIMAS DE PULGADA:	10	5	3	10	5	3	10	7	5	3
ACEPTADO, GRAMOS	928.0			610.0			1,046.3			
RECHAZADO, GRAMOS	189.0			6.4			5.5			
ACEPTADO, RENDIMIENTO %	59.6			73.2			57.7			
RECHAZADO, RENDIMIENTO %	5.3			0.7			0.3			
RENDIMIENTO TOTAL %	64.9			73.9			58.0			

TABLA No. 111.

PREPARACION DE PULPA MECANICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR.

MINACION No.	I			II			III			
DE FIBRA SECA GRAMOS	1,635.0			834.0			1,812.6			
DEL MOLINO DE										
ROS:	0.25	0.13	0.07	0.25	0.13	0.07	0.25	0.18	0.13	0.07
S DE PULGADA:	10	5	3	10	5	3	10	7	5	3
GRAMOS	928.0			610.0			1,046.3			
GRAMOS	189.0			6.4			5.5			
RENDIMIENTO %	59.6			73.2			57.7			
RENDIMIENTO %	5.3			0.7			0.3			
ENTO TOTAL %	64.9			73.9			58.0			

SULFATO DE MAGNESIO ($MgSO_4$) EN PESO SOBRE PULPA SECA:	0.025%
CONSISTENCIA:	6 %
TIEMPO:	120 MIN
TEMPERATURA:	70°C

LOS RESULTADOS DEL BLANQUEO DE LAS PULPAS MECÁNICAS, TANTO DE BAGAZO COMPLETO COMO DE FIBRA DE BAGAZO, SE PRESENTAN EN LAS TABLAS IV Y V.

E.- PREPARACION DE LAS FIBRAS PARA ELABORAR PAPEL. BATIDO.

LAS PULPAS MECÁNICAS BLANQUEADAS SE REFINARON (BATIERON) EN UNA "HOLANDESA" DE LABORATORIO (VALLEY), DE ACUERDO AL MÉTODO T 200 M-45 DE T.A.P.P.I. (9). SE ANALIZARON MUESTRAS A DIFERENTES TIEMPOS DE BATIDO, PARA DETERMINAR LA FACILIDAD DE DRENADO DE AGUA EN LA PULPA (FREEDNESS), QUE SE REALIZÓ DE ACUERDO AL MÉTODO T 227 M-50 DE T.A.P.P.I. (9).

SE PREPARARON PULPAS MECÁNICAS, DE BAGAZO COMPLETO DE 275 CENTÍMETROS CÚBICOS DE FACILIDAD DE DRENADO Y DE FIBRA DE BAGAZO DE 300 Y 200 CENTÍMETROS CÚBICOS DE FACILIDAD DE DRENADO. LA PRIMERA SE MEZCLÓ CON PULPA QUÍMICA AL SULFITO DE MADERAS BLANDAS DE 200 CENTÍMETROS CÚBICOS DE FACILIDAD DE DRENADO Y LAS SEGUNDAS CON PULPAS QUÍMICAS AL SULFITO DE MADERAS BLANDAS DE 400, 300 Y 200 CENTÍMETROS CÚBICOS DE FACILIDAD DE DRENADO, Y CON PARÉNQUIMA.

LA PROPORCIÓN DE PULPA QUÍMICA SE CONSERVÓ EN 25% EN TODAS LAS MEZCLAS; EL 75% RESTANTE

TABLA No. IV.

BLANQUEO DE PULPA MECÁNICA DE BAGAZO COMPLETO

CANTIDAD DE PULPA MECÁNICA SECA TRATADA, GRAMOS	439.0
PH INICIAL DE LA OPERACIÓN	10.7
PERÓXIDO DE SODIO RESIDUAL EN EL LICOR, %	0.0
PH FINAL DE LA OPERACIÓN	9.0
CANTIDAD DE PULPA BLANQUEADA SECA, GRAMOS	410.0
RENDIMIENTO DURANTE LA OPERACIÓN DE BLANQUEO, %	94.6

TABLA No. V.

BLANQUEO DE PULPA MECANICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA.

DETERMINACION No.	I	II	III
CANTIDAD DE PULPA MECÁNICA SECA TRATADA, GRAMOS	928.0	610.0	1,046.0
PH INICIAL DE LA OPERACIÓN	10.5	10.3	10.5
PERÓXIDO DE SODIO RESIDUAL EN EL LICOR, %	0.0	0.0	0.0
PH FINAL DE LA OPERACIÓN	9.2	9.3	9.3
CANTIDAD DE PULPA BLANQUEADA, GRAMOS	882.0	565.0	994.0
RENDIMIENTO DURANTE LA OPERACIÓN DE BLANQUEO, %	95.0	92.5	95.0

COMPRENDIÓ EN EL PRIMER CASO PULPA MECÁNICA DE BAGAZO COMPLETO Y EN EL SEGUNDO PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO Y PARÉNQUIMA SIN TRATAR, ÉSTE EN PORCENTAJES DE 10, 20 Y 30 SOBRE EL PESO DE PULPA MECÁNICA SECA.

F.- PRUEBAS FÍSICAS.

SE PREPARARON HOJAS CON MEZCLAS DE LA SIGUIENTE COMPOSICIÓN:

SÍMBOLOS:

M_B PULPA MECÁNICA DE BAGAZO COMPLETO, %.

M_F PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO, %.

Q PULPA QUÍMICA, %.

P PARÉNQUIMA, %

$M_B - 275, (75) Q - 200 (25)$

$M_F - 300, (75) Q - 400 (25)$

$M_F - 300, (75) Q - 300 (25)$

$M_F - 300, (75) Q - 200 (25)$

$M_F - 300, (65) Q - 400 (25) P (10)$

$M_F - 300, (65) Q - 300 (25) P (10)$

$M_F - 300, (65) Q - 200 (25) P (10)$

$M_F - 300, (55) Q - 400 (25) P (20)$

$M_F - 300, (55) Q - 300 (25) P (20)$

$M_F - 300, (55) Q - 200 (25) P (20)$

$M_F - 300, (45) Q - 400 (25) P (30)$
 $M_F - 300, (45) Q - 300 (25) P (30)$
 $M_F - 300, (45) Q - 200 (25) P (30)$
 $M_F - 200, (75) Q - 400 (25)$
 $M_F - 200, (75) Q - 300 (25)$
 $M_F - 200, (75) Q - 200 (25)$
 $M_F - 200, (65) Q - 400 (25) P (10)$
 $M_F - 200, (65) Q - 300 (25) P (10)$
 $M_F - 200, (65) Q - 200 (25) P (10)$
 $M_F - 200, (55) Q - 400 (25) P (20)$
 $M_F - 200, (55) Q - 300 (25) P (20)$
 $M_F - 200, (55) Q - 200 (25) P (20)$
 $M_F - 200, (45) Q - 400 (25) P (30)$
 $M_F - 200, (45) Q - 300 (25) P (30)$
 $M_F - 200, (45) Q - 200 (25) P (30)$

DE CADA MEZCLA SE PREPARARON 12 HOJAS EN APARATOS DE LABORATORIO, SE PRENSARON A UNA PRESIÓN DE 3.5 KG/CM^2 EN UNA PRENSA HIDRÁULICA MANUAL Y SE SECARON A TEMPERATURA AMBIENTE.

EL ESTUDIO DE LAS PRUEBAS FÍSICAS DE LAS HOJAS PREPARADAS SE LLEVÓ A CABO DE ACUERDO CON LOS ESTÁNDARES DE T.A.P.P.I. (9) Y COMPRENDIÓ LAS SIGUIENTES DETERMINACIONES:

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	T-400 M-49
ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA	T-402 M-49
PESO BASE	T-410 M-45
DENSIDAD Y ESPESOR	T-411 M-44
RESISTENCIA A LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA	T-403 M-53
RESISTENCIA AL RASGADO	T-425 M-60
RESISTENCIA A LA TENSION	T-404 M-50

LOS RESULTADOS DE ESTAS DETERMINACIONES SE PRESENTAN EN LAS TABLAS VI, VII Y VIII.

TABLA No, VI.

PRUEBAS FÍSICAS REALIZADAS CON HOJAS ELABORADAS
 POR MEZCLA DE PULPA MECÁNICA BLANQUEADA DE
 BAGAZO COMPLETO Y PULPA QUÍMICA AL SULFITO
 DE MADERAS BLANDAS.

PULPA MECÁNICA, FACILIDAD DE DRENADO EN CENTÍMETROS CÚBICOS:	275
PULPA QUÍMICA, FACILIDAD DE DRENADO EN CENTÍMETROS CÚBICOS:	200
PRUEBAS FÍSICAS: UNIDAD.	
PESO BASE: G/M ²	61.40
DENSIDAD APARENTE: G/CM ³	0.55
RESISTENCIA A LA EXPLOSIÓN O A LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA: FACTOR ⁺¹	4.30
RESISTENCIA A LA TENSIÓN: KM	1.50
RESISTENCIA AL RASGADO FACTOR ⁺²	38.50

+1 FACTOR DE LA RESISTENCIA A LA EX
 PLOSIÓN O LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA

$$\frac{\text{PRESIÓN G/CM}^2}{\text{PEÑO BASE G/M}^2}$$

+2 FACTOR DE LA RESISTENCIA
 AL RASGADO

$$\frac{\text{FUERZA G/HOJA}}{\text{PEÑO BASE G/M}^2}$$

TABLA No. VII.

PRUEBAS FÍSICAS REALIZADAS CON HOJAS ELABORADAS POR MEZCLA DE PULPA MECÁNICA, BAGAZO, PULPA QUÍMICA AL SULFITO DE MADERAS BLANDAS Y PARENQUIMA

PRUEBAS FÍSICAS. UNIDAD.	400				300		
	0	10	20	30	0	10	20
PULPA MECÁNICA, FACILIDAD DE DRENADO, ML.							200
PULPA QUÍMICA, FACILIDAD DE DRENADO, ML.							300
PARÉNQUIMA, %	0	10	20	30	0	10	20
PESO BASE, G/M ²	57.28	60.13	61.22	59.04	63.59	61.37	60.02
DENSIDAD APARENTE, G/CM ³	0.66	0.57	0.57	0.54	0.66	0.59	0.56
RESISTENCIA A LA EXPLOSIÓN, FACTOR	3.95	4.25	3.66	3.75	4.28	3.43	3.50
RESISTENCIA A LA TENSIÓN, KM.	1.82	1.69	1.56	1.54	1.85	1.65	1.58
RESISTENCIA AL RASGADO, FACTOR	43.64	41.57	42.47	41.05	42.46	40.73	39.98

FACTOR DE LA RESISTENCIA A LA EXPLOSIÓN O A LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA = $\frac{\text{PRESIÓN G/CM}^2}{\text{PESO BASE G/M}^2}$

FACTOR DE LA RESISTENCIA AL RASGADO = $\frac{\text{FUERZA G/HOJA}}{\text{PESO BASE G/M}^2}$

TABLA No. VII.

HOJAS ELABORADAS POR MEZCLA DE PULPA MECANICA BLANQUEADA DE FIBRA DE
 A AL SULFITO DE MADERAS BLANDAS Y PARENQUIMA SIN TRATAR.

		200				300				200					
20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	20	30	0	10	20	30
61.22	59.04	63.59	61.37	60.02	61.37	63.78	63.51	61.34	62.49						
0.57	0.54	0.66	0.59	0.56	0.50	0.67	0.61	0.55	0.52						
3.66	3.75	4.28	3.43	3.50	3.77	4.16	3.49	3.00	2.67						
1.56	1.54	1.85	1.65	1.58	1.52	1.91	1.67	1.60	1.33						
42.47	41.05	42.46	40.73	39.98	43.18	40.76	37.79	34.23	36.00						

LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA = $\frac{\text{PRESIÓN G/CM}^2}{\text{PESO BASE G/M}^2}$

$\frac{\text{G/HOJA}}{\text{BASE G/M}^2}$

TABLA No. VIII.

PRUEBAS FÍSICAS REALIZADAS CON HOJAS ELABORADAS POR MEZCLA DE PULPA DE BAGAZO, PULPA QUÍMICA AL SULFITO DE MADERAS BLANDAS Y PULPA QUÍMICA AL SULFITO DE MADERAS DURES

	0	10	20	30	0	10	20
PULPA MECÁNICA, FACILIDAD DE DRENADO, ML.							300
PULPA QUÍMICA, FACILIDAD DE DRENADO, ML.		400					300
PARÉNQUIMA, %	0	10	20	30	0	10	20
PRUEBAS FÍSICAS, UNIDAD							
PESO BASE, G/M ²	61.3	58.1	58.4	58.1	61.1	57.8	61.1
DENSIDAD APARENTE, G/CM ³	0.63	0.53	0.49	0.44	0.63	0.52	0.63
RESISTENCIA A LA EXPLOSIÓN FACTOR ⁺¹	6.55	4.42	3.61	3.32	4.67	3.49	3.49
RESISTENCIA A LA TENSIÓN, KM.	2.36	1.87	1.50	1.44	1.95	1.60	1.60
RESISTENCIA AL RASGADO, FACTOR ⁺²	33.83	37.84	35.53	31.39	40.90	29.40	33.83

+1 FACTOR DE LA RESISTENCIA A LA EXPLOSIÓN O A LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA = $\frac{\text{PRESIÓN}}{\text{PESO}}$

+2 FACTOR DE LA RESISTENCIA AL RASGADO = $\frac{\text{FUERZA G/HOJA}}{\text{PESO BASE G/M}^2}$

TABLA No. VIII.

HOJAS ELABORADAS POR MEZCLA DE PULPA MECANICA BLANQUEADA DE FIBRA
 CA AL SULFITO DE MADERAS BLANDAS Y PARENQUIMA SIN TRATAR.

			300			200					
20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	20	30
58.4	58.1	61.1	57.8	61.5	59.1	64.56	62.4	63.2	61.8		
0.49	0.44	0.63	0.52	0.55	0.42	0.66	0.55	0.52	0.49		
3.61	3.32	4.67	3.49	4.32	2.98	4.28	3.27	3.44	3.30		
1.50	1.44	1.95	1.60	1.46	1.18	1.87	1.57	1.45	1.32		
35.53	31.39	40.90	29.40	39.44	31.27	38.72	25.97	38.78	35.58		

FOERZA A LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA = $\frac{\text{PRESIÓN G/CM}^2}{\text{PESO BASE G/M}^2}$

$\frac{\text{FUERZA G/HOJA}}{\text{PESO BASE G/M}^2}$

IV.- DISCUSION DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES.

1.- LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES INDICAN QUE ES POSIBLE ELABORAR PULPA MECÁNICA TANTO DE BAGAZO DE CAÑA COMPLETO, COMO DE FIBRA DE BAGAZO SOLA.

2.- EN LA FORMACIÓN DE HOJAS EN LAS PRUEBAS DE LABORATORIO, A PARTIR DE LAS PULPAS MECÁNICAS OBTENIDAS, SE OBSERVÓ LO SIGUIENTE:

A).- LA PULPA MECÁNICA DE BAGAZO COMPLETO, ADICIONADA DE 25% DE PULPA QUÍMICA AL SULFITO, FORMÓ HOJAS QUE PRESENTARON DIFICULTAD PARA SEPARARLAS DE LA MALLA.

B).- LAS HOJAS FORMADAS CON PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO SOLA, ADICIONADA IGUALMENTE CON 25% DE PULPA QUÍMICA AL SULFITO, NO PRESENTARON LA DIFICULTAD ANTERIOR.

3.- LOS PORCENTAJES DE PARÉNQUIMA ESTUDIADOS (10, 20 Y 30) QUE SE ADICIONARON A PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO Y PULPA QUÍMICA AL SULFITO DE MADERAS BLANDAS, PRESENTARON INFLUENCIAS DESFAVORABLES, CRECIENTES SEGÚN LA PROPORCIÓN AÑADIDA, EN CUANTO AL ASPECTO DE LAS HOJAS Y FACILIDAD PARA SEPARARLAS DE LA MALLA.

4.- EN LO REFERENTE A LAS RESISTENCIAS OBTENIDAS PARA LAS HOJAS PREPARADAS, SE ENCONTRARON LOS VALORES MÁS ALTOS EN AQUÉLLAS QUE NO CONTENÍAN PARÉNQUIMA, Y PUEDEN COMPARARSE CON

LOS VALORES DE LAS PULPAS MECÁNICAS IMPORTADAS,
EXISTENTES EN EL MERCADO.

LOS VALORES PARA LAS RESISTENCIAS DE LAS
HOJAS QUE CONTENÍAN PULPA MECÁNICA DE BAGAZO
COMPLETO Y PULPA QUÍMICA AL SULFITO DE MADERAS
BLANDAS, ASÍ COMO LOS DE AQUÉLLAS QUE CONTENÍAN
FIBRA DE BAGAZO, PULPA QUÍMICA AL SULFITO DE MA
DERAS BLANDAS Y PARÉNQUIMA, FUERON MENORES QUE
LOS ENCONTRADOS PARA LAS HOJAS QUE NO CONTENÍAN
PARÉNQUIMA, SIN NOTAR DIFERENCIAS APRECIABLES
DE UNOS A OTROS.

V.- SELECCION Y CALCULO DEL EQUIPO.

A RAÍZ DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS SE CONCLUYE QUE LA FIBRA DE BAGAZO SIN PARÉNQUIMA, ES LA MATERIA PRIMA QUE OFRECE MAYORES VENTAJAS DENTRO DEL FIN PERSEGUIDO EN LA ELABORACIÓN DE PULPA MECÁNICA PARA PAPELES DE IMPRESIÓN.

POR ESTA RAZÓN, SÓLO SE HA CONSIDERADO DE INTERÉS EFECTUAR LA SELECCIÓN Y CÁLCULO DE EQUIPO PARA UNA PLANTA CON CAPACIDAD DE 50,000 TONELADAS ANUALES DE PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

EL DIAGRAMA DE FLUJO, TOMADO COMO BASE PARA ESTA ALTERNATIVA, SE PRESENTA EN LA FIGURA No. 1.

A.- PREPARACION DE LA MATERIA PRIMA.

LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR SE PREPARA DE BAGAZO COMPLETO, POR ELIMINACIÓN DE LA MÉDULA O PARÉNQUIMA QUE CONTIENE, ESENCIALMENTE POR CRIBADO.

1.- SUPERFICIE DE ALMACENAMIENTO.

EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR SE ALMACENA EN TONGAS (10) QUE MIDEN GENERALMENTE 38 M DE LARGO Y 21 M DE ANCHO Y CONTIENEN APROXIMADAMENTE 600 TONELADAS DE BAGAZO SECO (1000 TONELADAS DE BAGAZO CUYA HUMEDAD SEA DE 40%). SE PERMITE UN ESPACIO DE 13.5 M ENTRE HILERAS DE TONGAS Y 9.5

M ENTRE TONGA Y TONGA, CON OBJETO DE EVITAR INCENDIOS Y PERMITIR EL FÁCIL TRANSPORTE DE LAS PACAS: LA SUPERFICIE TOTAL POR TONGA SERÁ:
 $(38+9.5) (21+13.5) = 1640 \text{ m}^2$.

LA SUPERFICIE POR TONELADA DE BAGAZO DE HUMEDAD 40% SERÁ: $\frac{1640}{1000} = 1.64 \text{ m}^2$.

2.- BAGAZO REQUERIDO.

PARA LA CAPACIDAD ANUAL DE 50,000 TONELADAS DE PULPA MECÁNICA SECA, 85% DE RENDIMIENTO Y CONSIDERANDO 30% DE PARÉNQUIMA EN EL BAGAZO, LA CANTIDAD REQUERIDA DE BAGAZO CON 40% DE HUMEDAD ES DE: $\frac{50,000}{0.85 \times 0.70 \times 0.60} = 140,010$ TONELADAS/AÑO.

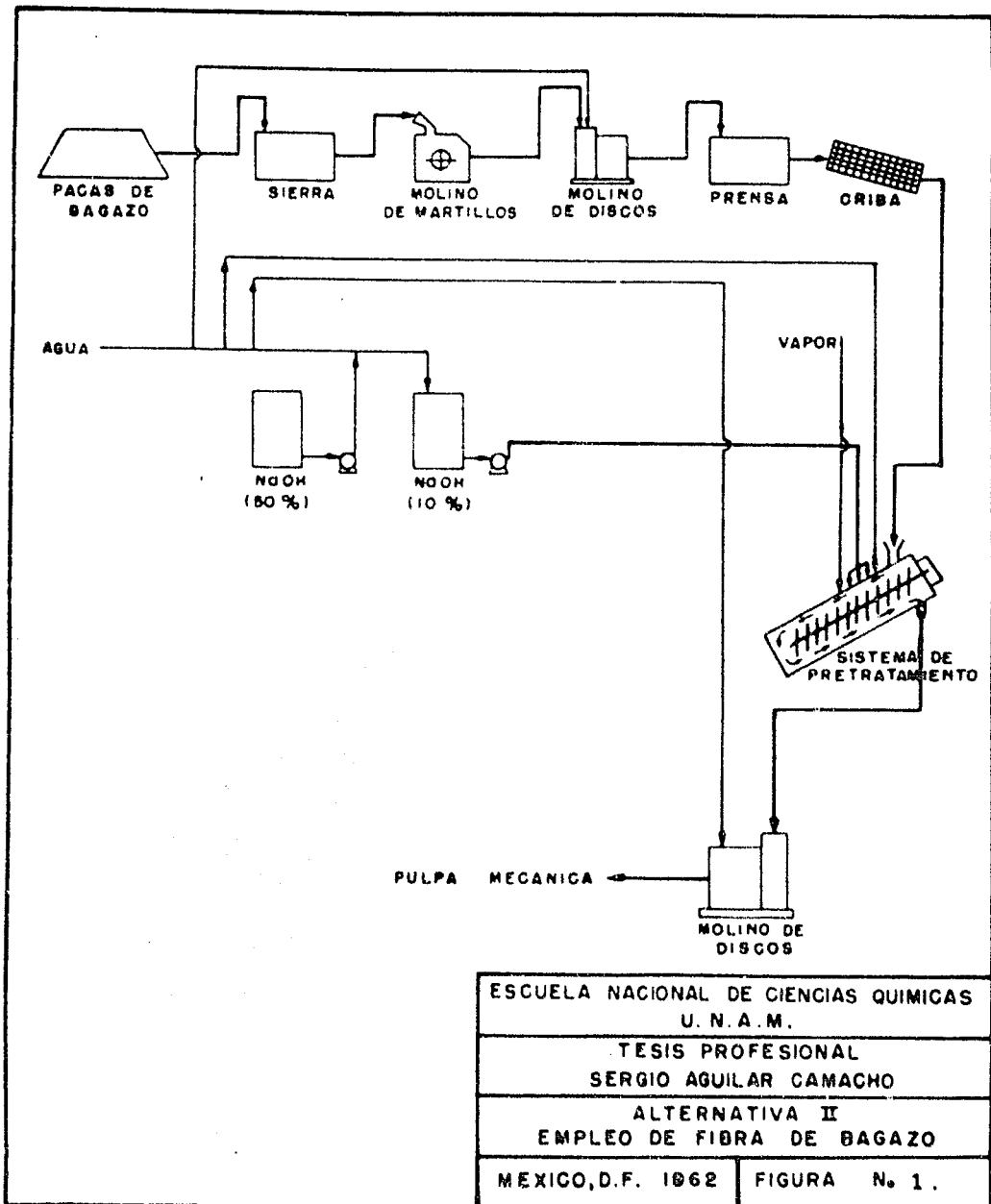
COMO LA ZAFRA DURA UN PROMEDIO DE 6 MESES, LA SUPERFICIE DE ALMACENAMIENTO SE CALCULA PARA LOS SEIS MESES RESTANTES Y RESULTA SER DE:

$$\frac{140,010 \times 1.64 \times 6}{12} = 114,808 \text{ m}^2$$

3.- TRANSPORTADORES.

SE SELECCIONÓ UN TRANSPORTE EN CAMIONES, PARA LAS PACAS DE BAGAZO, DEL ALMACÉN AL PATIO DE LA PLANTA, UN TRANSPORTADOR DE RASTRILLOS QUE CONDUCE EL MATERIAL, DE ESTE LUGAR A LOS MOLINOS DE MARTILLOS, A TRAVÉS DE LAS MÁQUINAS ABRIDORAS DE PACAS, Y UN TRANSPORTADOR DE BANDA PARA MANEJAR TROZOS DE BAGAZO DE LOS MOLINOS DE MARTILLOS A LOS DE DISCOS METÁLICOS. PARA CARGAR LOS CAMIONES EN EL ALMACÉN, SE UTILIZA UNA GRÚA MOVIBLE DE PEQUEÑA CAPACIDAD.

SI ES NECESARIO MANEJAR POR HORA 19.44 TONELADAS DE BAGAZO DE 40% DE HUMEDAD Y CADA TONELADA EQUIVALE APROXIMADAMENTE A 6 PACAS DE BAGA



ZO, DEBERÁN CARGARSE Y DESCARGARSE 155 PACAS EN UNA HORA. PARA ESTA OPERACIÓN, SE SELECCIONARON 3 CAMIONES DE REDILAS QUE SOPORTAN UNA CARGA DE 4 A 6 TONELADAS.

PARA CARGAR LAS PACAS A LOS CAMIONES, SE SELECCIONÓ UNA GRÚA MOVIBLE "JONES" MODELO KL 15(11) QUE TIENE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

CAPACIDAD 700 KG, 2.10 M DE RADIO DE OPERACIÓN Y MOTOR DE 6 HP A 2000 R.P.M.

PLUMA NORMAL ACANALADA DE 5 M, CON UNA ALTURA DE ELEVACIÓN DE 4.4 M Y MÁSTILES DE 6 M CON UNA ALTURA DE ELEVACIÓN DE 6 M.

BASTIDOR NORMAL MONTADO SOBRE RUEDAS CON NEUMÁTICOS.

TRANSPORTADOR DE RASTRILLOS PARA CONDUCIR LAS PACAS DE BAGAJO A TRAVÉS DE LAS MÁQUINAS ABRIDORAS HACIA LOS MOLINOS DE MARTILLOS.

LAS PACAS DE BAGAJO DE 46 x 50 x 81 CM OCUPAN UN VOLUMEN DE 0.208 m³ Y HÚMEDAS PESAN 115 KG.

COMO LA CAPACIDAD DEL TRANSPORTADOR DEBE SER PARA MANEJAR 155 PACAS/HR, LA VELOCIDAD DE UN TRANSPORTADOR DE RASTRILLOS DE 50 CM DE ANCHO, 20 M DE LONGITUD E INCLINADO 20°; SERÁ DE 30 M/MIN.

LOS RASTRILLOS SON DE LÁMINA DE ACERO DE 50 CM DE LONGITUD, 20 CM DE ALTURA Y 0.63 CM DE ESPESOR Y LA SEPARACIÓN ENTRE ELLOS ES DE 1 M. EL CANALETE ESTÁ FORMADO POR LÁMINA DE FIERRO DE 0.63 CM DE ESPESOR POR 20 CM DE ALTO Y 61 CM DE ANCHO Y REFORZADO CON FIERRO ÁNGULO.

LA POTENCIA NECESARIA SE ESTIMÓ DE ACUERDO A L. D. MOSS (12) ENCONTRÁNDOSE QUE CORRESPONDE 0.10 HP.

TRANSPORTADOR DE BANDA PARA CONducIR TROZOS DE BAGAZO HÚMEDO DE 2 CM APROXIMADAMENTE, DE LOS MOLINOS DE MARTILLOS A LOS DE DISCOS METÁLICOS.

SE CALCULA MANEJAR 466.7 TONELADAS DE BAGAZO DE 40% DE HUMEDAD POR DÍA O 19.44 TONELADAS POR HORA. PARA ESTA CAPACIDAD SE SELECCIONÓ UN TRANSPORTADOR DE 46 CM DE ANCHO CON UNA VELOCIDAD REGULAR DE 76 M/MIN (13). EL TRANSPORTADOR TIENE UNA LONGITUD DE 10 M, UNA ELEVACIÓN DE 2 M Y UN ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE 20°.

LA POTENCIA NECESARIA CALCULADA CORRESPONDE A UN VALOR DE 0.80 HP Y CONSIDERANDO LAS PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TRANSMISIÓN SE SELECCIONÓ UN MOTOR DE 1.0 HP.

4.- MÁQUINAS ABRIDORAS DE LAS PACAS DE BAGAZO, CUYO OBJETO ES FRACCIONAR TRANSVERSAL Y LONGITUDINALMENTE LAS PACAS DE BAGAZO, HASTA OBTENER TROZOS, CUYO TAMAÑO SEA ADECUADO PARA LA ALIMENTACIÓN A LAS TOLVAS DE LOS MOLINOS DE MARTILLOS.

PARA ESTE PROPÓSITO, SE SELECCIONARON DOS SIERRAS CIRCULARES DE EJE MOVIBLE (14), DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

DIÁMETRO: 102 CM
VELOCIDAD: 3600 R.P.M.
POTENCIA: 7.0 HP

5.- MOLINOS DE MARTILLOS PARA EL DESMENUZAMIENT-

TO DE LOS TROZOS DE PACA.

PARA UNA CAPACIDAD DE OPERACIÓN DE 19.44 TONELADAS DE BAGAZO DE 40% DE HUMEDAD POR HORA, SE SELECCIONARON DOS UNIDADES "JEFFREY TIPO E" (15), RECOMENDABLES PARA ESTE MATERIAL, DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

CAPACIDAD: 10-12 TONELADAS/HR.

TAMAÑO DE LA ALIMENTACIÓN: 107 CM X 91 CM.

POTENCIA: 125 HP

VELOCIDAD: 900-1200 R.P.M.

LOS MOLINOS SE OPERAN EN TAL FORMA, QUE SE OBTENGAN TROZOS NO MAYORES DE 2 CM.

6.- MOLINOS DE DISCOS CUYO OBJETO ES DESPRENDER LA MÉDULA O PARÉNQUIMA DEL BAGAZO COMPLETO, PARA SU SEPARACIÓN POSTERIOR.

PARA UNA CAPACIDAD DE 19.44 TONELADAS DE BAGAZO COMPLETO POR HORA, SE SELECCIONARON 4 UNIDADES "SPROUT WALDRON" MODELO 36.2 (16) DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

CAPACIDAD: 120 TON/DÍA ó 5 TON/HR.

DIÁMETRO DE LOS PLATOS: 107 CM.

POTENCIA DEL MOTOR: 600 HP.

7.- FRENSAS CONTINUAS PARA REDUCIR A 60% EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MEZCLA DE FIBRA Y PARÉNQUIMA, PROVENIENTE DE LOS MOLINOS DE DISCOS. PARA LOGRAR ESTE PROPÓSITO SON NECESARIOS DOS PASOS A TRAVÉS DE LAS FRENSAS.

PARA UNA CAPACIDAD DE 19.44 TONELADAS DE

MEZCLA POR HORA, SE SELECCIONARON 10 UNIDADES DE PRENSAS "DAVENPORT TIPO 1 B" (17) QUE FORMARÁN DOS GRUPOS DE 5 UNIDADES CADA UNO PARA LLEVAR A CABO LOS DOS PASOS QUE SE NECESITAN. ESTAS PRENSAS TIENEN LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

CAPACIDAD: 50 TONELADAS DE MEZCLA DE FIBRA Y PARÉNQUIMA DE 90% DE HUMEDAD POR DÍA.

POTENCIA DEL MOTOR: 15 HP.

8.- CRIBA ROTATORIA PARA SEPARAR LA MÉDULA O PARÉNQUIMA DE LA FIBRA DE BAGAZO.

PARA UNA CAPACIDAD DE 10,44 TONELADAS DE MEZCLA FIBRA-PARÉNQUIMA DE 60% DE HUMEDAD/HR, SE SELECCIONARON 4 UNIDADES "DENVER" (18) DE CRIBAS ROTATORIAS DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

CAPACIDAD: 6 TONELADAS/HR.

DIÁMETRO: 1,50 M

LONGITUD: 3,00 M

ABERTURA: 2 MM

POTENCIA: 3,0 HP

VELOCIDAD PERIFÉRICA REQUERIDA: 22 M/MIN.

TIEMPO PROMEDIO DE PERMANENCIA DEL MATERIAL PARA REALIZAR LA SEPARACIÓN DE FIBRA Y PARÉNQUIMA:

3 MIN, 20 SEG

B.- PREPARACION DEL LICOR DE PRETRATAMIENTO.

ANTES DE PROCEDER A LA PREPARACIÓN DE LA

PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO, ESTA MATERIA PRIMA, SE SOMETE A UN PRETRATAMIENTO ALCALINO CON HIDRÓXIDOS DE SODIO.

1.- CANTIDAD DE REACTIVO REQUERIDO.

CANTIDAD QUE SE MANEJA POR HORA DE FIBRA DE BAGAZO CON 40% DE HUMEDAD:

13.6 TONELADAS.

HIDRÓXIDO DE SODIO ADICIONADO: 8% SOBRE EL PESO DE LA MATERIA PRIMA BASE SECA.

HIDRÓXIDO DE SODIO REQUERIDO: 656 KG/HR.

HIDRÓXIDO DE SODIO EN SOLUCIÓN AL 50%:

1312 KG/HR ó 855 L/HR⁺

2.- TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50%.

LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO REQUERIDA PARA LA SOLUCIÓN DE SODA AL 50% Y 8 DÍAS DE OPERACIÓN ES DE 104 M³.

SE SELECCIONARON DOS TANQUES CILÍNDRICOS DE ACERO, CON SERPENTINES PARA VAPOR, DE 82 M³ CADA UNO, PARA ALMACENAR EL HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50% Y DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:

4 M DE DIÁMETRO Y 6.5 M DE ALTURA.

3.- AGUA NECESARIA PARA LA DILUCIÓN.

SE VA A DILUIR HIDRÓXIDO DE SODIO DEL 50

⁺DENSIDAD DEL HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50%:
1.5375 KG/L.

AL 10%.

BASE: 1 KG DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50% QUE CONTIENE:

0,5 KG DE HIDRÓXIDO DE SODIO Y
0,5 KG DE AGUA.

1 KG DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 10% CONTIENE:

0,1 KG DE HIDRÓXIDO DE SODIO Y
0,9 KG DE AGUA.

PESO NECESARIO DE SOLUCIÓN DILUIDA/KG DE SODA AL 50%

$$\frac{0,5}{0,1} = 5,0 \text{ KG}$$

AGUA NECESARIA PARA LA DILUCIÓN/KG SODA AL 50%

$$5,0 - 1,0 = 4,0 \text{ KG.}$$

AGUA PARA LA DILUCIÓN = 5218 LITROS.

4. - TANQUES DE SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO.

BASE: 500 KG DE HIDRÓXIDO DE SODIO/KG.

SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 10%.

$$5000 \text{ KG DE } H_2O = 5000 \text{ LITROS.}$$

LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO RECOMENDADA, PARA LA SOLUCIÓN DE SODA AL 10% Y UN TORNIO DE 6 PULGAS ES DE 40 M³.

CONCENTRADO DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50%.

5000 KG DE SODA.

SE SELECCIONARON DOS TANQUES CILÍNDRICOS DE ACERO DE 24 m^3 CADA UNO, CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:

2 M DE DIÁMETRO Y 7.5 M DE ALTURA

5.- BOMBAS.

PARA HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50%.

LA CANTIDAD REQUERIDA DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50% ES DE 855 L/HR Ó 6840 L/TURNO, Y SE HA CONSIDERADO QUE ESTE VOLUMEN SE MOVERÁ EN 30 MIN. BAJO ESTAS CONDICIONES LA BOMBA DEBERÁ TENER UN GASTO DE 230 L/MIN.

PARA SELECCIONAR LA BOMBA, ADEMÁS DEL GASTO SE CONSIDERÓ QUE LA SOLUCIÓN DEBERÁ ELEVARSE 7.5 M.

SE SELECCIONÓ UNA BOMBA CENTRÍFUGA "ALLIES CHALMERS" (19), DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS.

CAPACIDAD: 280 L/MIN.

TAMAÑO: 4 x 3 S. H.

VELOCIDAD DEL MOTOR: 1150 R.P.M.

POTENCIA: 1.5 H.P.

ALTURA HIDROSTÁTICA: 15 M DE AGUA.

PARA HIDRÓXIDO DE SODIO AL 10%.

LA CANTIDAD REQUERIDA DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 10% ES DE 5850 L/HR Ó 98 L/MIN. PARA ESTE GASTO Y UNA ALTURA HIDROSTÁTICA MÍNIMA, SE

SELECCIONÓ UNA BOMBA CENTRÍFUGA "DURCO" (20),
DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

CAPACIDAD: 150 C/MIN.

TAMAÑO : 2,5 x 2,5 CM.

VELOCIDAD
DEL MOTOR: 1750 R.P.M.

POTENCIAL 1,0 HP.

C.- PREPARACION DE LA PULPA MECÁNICA.

- 1.- EQUIPO PARA EL PRETRATAMIENTO DE LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA, CON UN DIÁMETRO DE 500 CM. A FIN DE PROPORCIONAR UN MEZCLAMIENTO DEL MATERIAL Y CUMPLIR EL EFECTO SORTANTE DE LOS DISCOS, EN LA MOJEDA HASTA 20.

EL EQUIPO DE PRETRATAMIENTO SE SELECCIONÓ, TENIENDO EN CUENTA EL ALTO VOLUMEN APARENTE Y CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA PRIMA, CARACTERÍSTICAS QUE LIMITAN EL EMPLEO DE ALGUNOS EQUIPOS QUE SON CONVENCIONALES EN OTRO TIPO DE INDUSTRIAS.

PARA UNA PRODUCCIÓN DE 50,000 TONELADAS ANUALES DE PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA, 6 100,7 TONELADAS/DÍA, SE SELECCIONARON 10 UNIDADES "BAUER M Y D" (21). CADA UNIDAD, CAPAZ DE PRODUCIR 17 TONELADAS, ES UN TUBO DE ACERO AL CARBÓN DE 615 CM DE DIÁMETRO POR 10,5 M DE LARGO OPERADO A PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y EN CUYO INTERIOR Y ALA EL MATERIAL POR MEDIO DE UN TRANSPORTADOR DE RIESELEB, ACCIONADO CON MOTOR DE 2,0 HP Y CUYA VELOCIDAD ES FUNCIÓN DIRECTA DEL TIEMPO DE PRETRATAMIENTO.

- 2.- VOLANES DE 6.000 PARA MANTENER LA PULPA ME

CÁNICA POR DESFIBRACIÓN.

PARA UNA CAPACIDAD DE 13.6 TONELADAS DE FIBRA DE BAGAZO TRATADA POR HORA SE SELECCIONARON 3 UNIDADES "SPROUT WALDRON" 36.2 NORMAL (16) DE LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS QUE LAS CALCULADAS PARA LA MOLIENDA EN LA PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

D.- GENERACION DE VAPOR.

SE REQUIERE VAPOR PARA CALENTAR EL MATERIAL (BAGAZO COMPLETO) EN LA OPERACIÓN DE MOLIENDA PREVIA A LA SEPARACIÓN DEL PARÉNQUIMA, Y EN EL PRETRATAMIENTO DE LA FIBRA DE BAGAZO.

SI LA MOLIENDA SE EFECTÚA A 50°C PARA UNA MASA DE 19.44 TONELADAS DE BAGAZO/HR, CONSIDERANDO QUE EL MATERIAL SE ENCUENTRA A TEMPERATURA AMBIENTE (20°C), LA CANTIDAD DE CALOR NECESARIO SERÁ:

$$Q_1 = M CP (T_2 - T_1) = 19440 \times 0.67 (50-20)^{\dagger}$$

$$Q_1 = 390,000 \text{ Kcal/hr.}$$

SI EL PRETRATAMIENTO SE EFECTÚA A 70°C, PARA UNA MASA DE 13.6 TONELADAS DE FIBRA/HR Y CONSIDERANDO UNA TEMPERATURA INICIAL DE 20°C, LA CANTIDAD DE CALOR NECESARIA SERÁ:

$$Q_2 = M CP (T_3 - T_1) = 13600 \times 0.67 (70 - 20)^{\dagger}$$

$$Q_2 = 456,000 \text{ Kcal/hr.}$$

[†] LOS CALORES ESPECÍFICOS TANTO DE BAGAZO COMPLETO COMO DE FIBRA DE BAGAZO SE ESTIMARON COMO SI SE TRATARA DE MADERA Y SU VALOR CORRESPONDIÓ A 0.67 Kcal/Kg °C.

LA CANTIDAD TOTAL DE CALOR SERÁ:

$$Q = 846,000 \text{ KCAL/HR.}$$

ESTA CANTIDAD DE CALOR SE SUMINISTRA CON VAPOR DE 10.8 KG/CM^2 DE PRESIÓN ABSOLUTA.

SI LA ENTALPIA DE VAPORIZACIÓN A 10.8 KG/CM^2 ES DE 480 KCAL/KG , LA CANTIDAD DE VAPOR NECESARIA PARA EL CALENTAMIENTO SERÁ DE:

$$\frac{846,000}{480} = 1760 \text{ KG/HR}$$

CONSIDERANDO UN 20% DE EXCESO EN LA CANTIDAD DE VAPOR, SE SELECCIONÓ UNA CALDERA "VAPOMATIC" (22) QUE PROPORCIONA 2270 KG/HR DE VAPOR A UNA PRESIÓN ABSOLUTA DE 10.8 KG/CM^2 .

CONSUMO DE AGUA.

EL CONSUMO DE AGUA SE ESTIMÓ EN 3000 M^3 POR DÍA.

VI.- EVALUACION ECONOMICA
PRELIMINAR.

A.- BASES PARA LA ESTIMACION DE COSTOS.

LAS BASES CONSIDERADAS EN LA ESTIMACIÓN DE COSTOS, PARA UNA PLANTA CON CAPACIDAD DE 50,000 TONELADAS ANUALES DE PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN:

PROCESO.- EL PROCESO PARA OBTENER PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO CORRESPONDE AL DESCRITO EN PÁRRAFOS ANTERIORES.

CONSUMOS UNITARIOS.- EL CONSUMO DE REACTIVOS QUÍMICOS FUE ESTABLECIDO POR PRUEBAS EXPERIMENTALES. EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA SE CALCULÓ DE ACUERDO CON EL EQUIPO SELECCIONADO. ESTOS CONSUMOS APARECEN EN LA PÁGINA 71.

CAPACIDAD.- DE ACUERDO CON EL MONTO DE LAS IMPORTACIONES DE PULPA MECÁNICA EN MÉXICO, SE HA PREVISTO UNA PLANTA CON CAPACIDAD PARA 50,000 TONELADAS ANUALES DE PRODUCTO SECO.

PRODUCCION - SE CONSIDERARON 300 DÍAS HÁBILES AL AÑO, Y 25 EFECTIVOS DE TRABAJO AL MES COMO PROMEDIO, OPERANDO LAS 24 HORAS DEL DÍA EN TRES TURNOS. EN ESTAS CONDICIONES LA PRODUCCIÓN MENSUAL DE PULPA MECÁNICA EQUIVALE A 4,160 TONELADAS.

LOCALIZACION.- DEBIDO AL ABASTECIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA EMPLEADO (BAGAZO DE CAÑA DE

AZÚCAR), LA PLANTA INDUSTRIAL SE SITUÓ EN LA ZONA CORRESPONDIENTE AL ESTADO DE VERACRUZ QUE CUBRE 45% DE LA PRODUCCIÓN TOTAL DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL PAÍS.

DEPRECIACION.- PARA CALCULAR LA AMORTIZACIÓN DEL EQUIPO Y LOS EDIFICIOS, SE CONSIDERÓ EN PROMEDIO LA DEPRECIACIÓN TOTAL EN 10 Y 20 AÑOS RESPECTIVAMENTE.

PRECIOS.- EL PRECIO ACTUAL DE VENTA DE LA PULPA MECÁNICA EN ESTADOS UNIDOS OSCILA ALREDEDOR DE 1,200 PESOS LA TONELADA (23). SOBRE ESTA BASE SE CONSIDERÓ UN PRECIO DE 1000 PESOS LA TONELADA PARA LA PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA.

ESTA REDUCCIÓN EN EL PRECIO DE VENTA DEL PRODUCTO OBTENIDO TIENE POR OBJETO DEJAR UN MARGEN RAZONABLE PARA CUBRIR LOS GASTOS DE DISTRIBUCIÓN Y VENTAS QUE NO ESTÁN INCLUIDOS EN EL COSTO DE PRODUCCIÓN, ASÍ COMO PARA ESTAR EN POSIBILIDAD DE COMPETIR CON PRODUCTOS ANÁLOGOS EN EL MERCADO.

RENDIMIENTO.- AÚN Y CUANDO EN LAS DIVERSAS OPERACIONES A QUE SE SUJETA EL BAGAZO, SE OBTIENEN DIFERENTES RENDIMIENTOS, EN EL PRESENTE ESTUDIO SE CONSIDERÓ UN RENDIMIENTO GLOBAL DE 59.5%.

B.- ESTIMACION DE COSTOS.

1.- CAPITAL DE INVERSIÓN.

A).- ACTIVO FIJO.- TOMANDO COMO BASE LOS DATOS DISPONIBLES SOBRE EL COSTO DE EQUIPO Y CONSTRUCCIONES CIVILES REQUERIDAS, SE PROCEDIÓ A LA ESTIMACIÓN DEL CAPITAL FIJO DE INVERSIÓN. LA RELACIÓN DETALLADA DEL COSTO DEL EQUIPO Y

CONSTRUCCIONES CIVILES APARECE EN LAS PÁGINAS 65-70.

EL COSTO DE ALGUNAS PARTES DEL EQUIPO SE TOMÓ DE COTIZACIONES APORTADAS POR LAS AGENCIAS COMERCIALES DEL RAMO Y EL DE LAS DEMÁS PARTES DE DATOS ENCONTRADOS EN LA LITERATURA, ACTUALIZÁNDOLOS DE ACUERDO A LOS ÍNDICES DISPONIBLES (24). SE JUZGA QUE EN LA APROXIMACIÓN DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN ESTIMADOS NO SE INCURRE EN UN ERROR MAYOR DE UN 20% DEL COSTO REAL CORRESPONDIENTE.

COMO UN ALTO PORCENTAJE DEL EQUIPO ES DE IMPORTACIÓN, SE HA CONSIDERADO EN PROMEDIO UN 15% DE SU VALOR PARA CUBRIR EL COSTO DE TRANSPORTE Y DERECHOS DE IMPORTACIÓN (25).

B).- CAPITAL DE TRABAJO.- EL CAPITAL DE TRABAJO PARA ESTA INDUSTRIA SE CALCULÓ TOMANDO COMO BASE UNA RESERVA DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTO ELABORADO PARA UN MES DE OPERACIÓN. ASIMISMO SE INCLUYE UNA CANTIDAD EQUIVALENTE A UN MES DE PRODUCTO ALMACENADO, POR CONCEPTO DE CUENTAS POR COBRAR, Y OTRA CANTIDAD DE DINERO EN EFECTIVO, EQUIVALENTE A LOS GASTOS DE OPERACIÓN DE UN MES PARA CUBRIR CUALQUIER CONTINGENCIA.

2.- COSTO DE PRODUCCIÓN.

EL COSTO DE PRODUCCIÓN SE CALCULÓ TOMANDO COMO BASE LOS CONSUMOS UNITARIOS MOSTRADOS EN LA PÁGINA 71, ASÍ COMO LAS RELACIONES DE PERSONAL QUE SE ADJUNTAN EN LAS PÁGINAS 73-76. DEL APÉNDICE. EN LAS HOJAS SIGUIENTES SE MUESTRAN LOS RENGLONES PRINCIPALES QUE INTEGRAN EL COSTO DE PRODUCCIÓN.

RESUMEN DEL CAPITAL DE INVERSION PARA UNA PLAN-
 TA DESTINADA A PRODUCIR PULPA MECANICA DE FIBRA
 DE BAGAZO DE CAÑA.

BASE: CAPACIDAD: 166.7 TONELADAS POR
 DIA DE PULPA MECANICA SECA
 (4,167 TONELADAS POR MES).

<u>C O N C E P T O</u>	<u>P E S O S</u>	<u>P O R C I E N T O</u>
<u>C A P I T A L F I J O</u>		
1.- TERRENO	6,000,000	14.1
2.- EDIFICIOS Y CONS TRUCCIONES	7,475,000	17.6
3.- EQUIPO	11,678,600	27.5
4.- GASTOS DE INSTA- LACION DEL EQUI- PO	3,503,580	8.2
5.- CONTINGENCIAS E IMPREVISTOS	<u>2,106,610</u>	<u>5.1</u>
TOTAL DEL CAPITAL FIJO	30,763,790	72.5

	<u>PESOS</u>	<u>PORCIENTO</u>
<u>CAPITAL DE TRABAJO.</u>		
1.- MATERIAS PRIMAS (PARA UN MES)	1,320,930	3.1
2.- PRODUCTO ELABORADO (DE UN MES)	4,167,000	9.8
3.- CUENTAS POR COBRAR	4,167,000	9.8
4.- DINERO EN EFECTIVO (EQUIVALENTE A LOS GASTOS DE OPERACIÓN DE UN MES)	<u>2,064,470</u>	<u>4.8</u>
TOTAL DEL CAPITAL DE TRABAJO	<u>11,719,400</u>	27.5
CAPITAL TOTAL DE INVERSION.	42,483,190	100.0

RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION MENSUAL PARA
 UNA PLANTA DESTINADA A PRODUCIR PULPA MECANICA
 DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA.

BASES: CAPACIDAD: 11,650 TONELADAS
 POR MES DE BAGAZO COMPLETO
 CON 40% DE HUMEDAD ó 7,000
 TONELADAS POR MES DE BAGAZO
 COMPLETO SECO.

PRODUCCION MENSUAL: 4107 TONELADAS
 DE PULPA MECANICA SECA.

<u>C O N C E P T O</u>	<u>PESOS</u>	<u>PORCIENTO</u>
<u>COSTOS DIRECTOS:</u>		
BAGAZO COMPLETO	822,560	31.7
PRODUCTOS QUÍMICOS	498,370	19.2
SUPERVISIÓN Y MANO DE OBRA	88,780	3.4
ENERGÍA ELÉCTRICA	<u>583,590</u>	<u>22.7</u>
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS	1,993,300	77.0

<u>C O N C E P T O</u>	<u>PESOS</u>	<u>PORCIENTO</u>
<u>COSTOS INDIRECTOS.</u>		
ADMINISTRACIÓN	23,000	0.9
AMORTIZACIÓN	158,200	6.2
INTERESES Y SEGUROS	366,820	14.1
SERVICIOS GENERALES	<u>48,360</u>	<u>1.8</u>
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	<u>596,380</u>	<u>23.0</u>
COSTO TOTAL MENSUAL	2,589,680	100
COSTO POR TONELADA DE BAGAZO PROCESADO	222	
COSTO POR TONELADA DE PULPA MECANICA OBTENIDA	620	

RESUMEN DE LA UTILIDAD BRUTA ANUAL Y RENTABILIDAD BRUTA PARA UNA PLANTA DESTINADA A PRODUCIR PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA.

BASE: CAPACIDAD: 50,000 TONELADAS ANUALES DE PULPA MECÁNICA SECA.

PRECIO DE VENTA EN PESOS POR TONELADA DE PULPA MECÁNICA SECA 1,000

COSTO DE PRODUCCIÓN EN PESOS POR TONELADA DE PULPA MECÁNICA SECA 620

UTILIDAD BRUTA ANUAL EN PESOS:

$(1,000 - 620) 50,000 = 19,000,000$

CAPITAL TOTAL DE INVERSIÓN = 42,483,190

RENTABILIDAD BRUTA EN % CALCULADA POR LA RELACION:

$\frac{\text{UTILIDAD BRUTA ANUAL}}{\text{CAPITAL TOTAL DE INVERSIÓN}} = \frac{19,000,000}{42,483,190} \times 100 = 45.$

VII.- CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES.

EN EL PRESENTE TRABAJO SE HA EFECTUADO UN ESTUDIO TÉCNICO DE ALTERNATIVAS PARA LA UTILIZACIÓN DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y UN ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA ALTERNATIVA QUE PRESENTÓ MAYORES VENTAJAS DENTRO DEL FIN PERSEGUIDO EN LA ELABORACIÓN DE PULPA MECÁNICA PARA PAPELES DE IMPRESIÓN. LAS PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SON LAS SIGUIENTES:

1.- BAJO LAS CONDICIONES ESTUDIADAS, LOS MEJORES RESULTADOS EXPERIMENTALES SE OBTUVIERON PARA LA PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA SIN PARÉNQUIMA, CUYA CALIDAD PERMITE LA POSIBILIDAD DE COMPETIR CON PRODUCTOS ANÁLOGOS EN EL MERCADO.

2.- EL CAPITAL FIJO DE INVERSIÓN PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL DE PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA, POR CONCEPTO DE MAQUINARIA, EQUIPO, EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES CIVILES Y TERRENO REQUERIDO, ES DEL ORDEN DE 30,763,700 PESOS.

3.- EL CAPITAL DE TRABAJO MÍNIMO QUE SE PRECISA PARA OPERAR ESTA PLANTA INDUSTRIAL A SU CAPACIDAD MÁXIMA ES DE APROXIMADAMENTE 11,719,400 PESOS. EN ESTAS CONDICIONES LA INVERSIÓN TOTAL NECESARIA ASCIENDE A LA CANTIDAD DE 42,483,100 PESOS.

4.- EL COSTO NETO DE PRODUCCIÓN POR TONELADA DE PULPA MECÁNICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CA

ÑA CORRESPONDE A 620 PESOS, TRABAJANDO LA PLAN-
TA INDUSTRIAL A SU CAPACIDAD MÁXIMA.

LOS COSTOS DIRECTOS REPRESENTAN EL 77% DEL
COSTO DE PRODUCCIÓN Y EL 23% RESTANTE CORRESPON
DE A LOS COSTOS INDIRECTOS.

DE LOS COSTOS DIRECTOS, DESPUÉS DEL VALOR
DEBIDO A MATERIAS PRIMAS, EL RENGLÓN SIGUIENTE
EN IMPORTANCIA ES EL DE ENERGÍA ELÉCTRICA QUE
ALCANZA 22.7% DEL COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN.

5.- LA UTILIDAD BRUTA ANUAL ESTIMADA BAJO
LAS BASES CONSIDERADAS ASCIENDE A LA CANTIDAD
DE 19,000,000 PESOS. EN ESTAS CONDICIONES, LA
RENTABILIDAD BRUTA (RELACIÓN DE LA UTILIDAD BRU
TA AL CAPITAL TOTAL DE INVERSIÓN) CORRESPONDE A
45%, VALOR ACEPTABLE EN LA INDUSTRIA DE TRANS-
FORMACIÓN.

6.- EN VISTA DE QUE EN LAS CONDICIONES ES
TUDIADAS, EL PARÉNQUIMA RESULTÓ PERJUDICIAL EN
EL PAPEL ELABORADO, SE RECOMIENDA UNA INVESTIGA
CIÓN EXHAUSTIVA DE LA ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTI
CAS DEL MISMO, A FIN DE ENCONTRAR SU MEJOR APRO
VECHAMIENTO.

VIII.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA DE LA AMÉRICA LATINA. TRABAJOS TÉCNICOS PRESENTADOS A LA JUNTA LATINOAMERICANA DE EXPERTOS EN LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA. CAPITULO V. ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y CELULOSA A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR. PUBLICACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, PÁG. 300. MÉXICO, 1955.
- 2.- INSTITUTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN AZUCARERA. ING. GONZÁLEZ GALLARDO.
- 3.- ATCHISON E. JOSEPH. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCIÓN DE PROCESOS Y CÁLCULO DE EQUIPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA DE BAGAZO. PONENCIA PRESENTADA EN LA REUNIÓN LATINOAMERICANA DE EXPERTOS EN LA INDUSTRIA DE PULPA Y PAPEL. OCTUBRE 18, NOVIEMBRE 2, 1954. REVISADO. JULIO 1958. BUENOS AIRES, ARGENTINA.
- 4.- ATCHISON E. JOSEPH. MÉTODOS CONTINUOS Y RÁPIDOS PARA LA ELIMINACIÓN DEL PARÉNQUIMA Y OBTENCIÓN DE PULPA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR. PAPER TRADE JOURNAL.

AGOSTO 26, 1957.

- 5.- TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. (T.A.P.P.I.)
MONOGRAPH SERIES No. 21
MECHANICAL PULPING MANUAL
PAG. 1-12, 38-43.
NUEVA YORK, 1960.
- 6.- KLEMM K. H.
MODERN METHOD OF MECHANICAL PULP MANUFACTURE.
PAG. 202-9
LOCKWOOD TRADE JOURNAL CO. INC.
NUEVA YORK, 1958.
- 7.- CALKIN B. J.
MODERN PULP AND PAPER MAKING
PAG. 266-70
REINHOLD PUBLISHING CORPORATION
NUEVA YORK
CHAPMAN Y HALL LTD. LONDRES, 1957.
- 8.- TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY, (T.A.P.P.I.)
MONOGRAPH SERIES No. 10
THE BLEACHING OF PULP.
PAG. 214-25
NUEVA YORK, 1953.
- 9.- TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY, (T.A.P.P.I.)
TESTING METHODS RECOMENDED PRACTICES SPECIFICATIONS
NUEVA YORK.
- 10.- IDEM (!), PÁG. 383-85.
- 11.- GRÚAS LOCOMÓVILES JONES KL-15
PUBLICACIÓN No. KL-1524.

- 12.- TAGGART, A. F.
HANDBOOK OF MINERAL DRESSING.
JOHN WILEY AND SONS INC.
NUEVA YORK, 1945.
- 13.- STEPHEN S - ADAMSON
BELT CONVEYORS AND BUCKET ELEVATORS
CATÁLOGO No. 146
AURORA ILLINOIS.
- 14.- MARKS, S. L.
MECHANICAL ENGINEERS HANDBOOK
PAG. 1802 - 9. 5A. EDICIÓN.
MCGRAW HILL BOOK COMPANY INC.
NUEVA YORK, 1951.
- 15.- JEFFREY SWING HAMMER SHREDDERS.
CATÁLOGO 805 (1956).
- 16.- SPROUT WALDRON.
BOLETÍN 96-C. REFINADOR 36.2
MUNCY PENNSYLVANIA.
- 17.- DAVENPORT DEHYDRATING AND COOLING EQUIP-
MENT.
DAVENPORT MACHINE AND FOUNDRY.
COMPANY.
DAVENPORT IOWA. E. U. A.
- 18.- DENVER PROCESS PLANT EQUIPMENT
BOLETÍN No. G 3-858.
- 19.- ALLIES CHALMERS
BOMBAS CENTRÍFUGAS.
MILWAUKEE 1, WISCONSIN.
- 20.- THE DURIRON COMPANY INC.
EQUIPO DE PROCESO PARA LA INDUSTRIA QUÍMICA.
CATÁLOGO No. 60, PÁG. 4-7.

DAYTON, OHIO.

- 21.- BAUER DIGESTER
BOLETÍN P-30
SPRINGFIELD, OHIO.
- 22.- COMBUSTION ENGINEERING.
CATÁLOGO GENERAL.
- 23.- PAPER TRADE REVIEW.
VOL. 57, No. 22
MAYO 1962, PÁG. 1928.
- 24.- PETERS, M. S.
PLANT DESIGN AND ECONOMICS FOR CHEMICAL
ENGINEERS.
PÁG. 105-106.
MCGRAW HILL BOOK CO. INC.
NUEVA YORK, 1958.
- 25.- IDEM (24), PÁG. 109.
- 26.- ARIES S. R. Y NEWTON, D. R.
CHEMICAL ENGINEERING COST ESTIMATION
MCGRAW HILL BOOK CO. INC.
NUEVA YORK, 1955.
- 27.- COMUNICACIÓN DE UNITED STATES
MACHINERY COMPANY INC.
NUEVA YORK, ABRIL, 1962.
- 28.- COMUNICACIÓN DE CASA WILLIAM MAYER, S. A.
MÉXICO, D. F., AGOSTO, 1961.
- 29.- COMBUSTION ENGINEERING DE MÉXICO, S. A.
COTIZACIONES EFECTUADAS EN MARZO DE 1950
- 30.- IDEM (24), PÁG. 110-111.
- 31.- COMUNICACIÓN DE DAVENPORT MACHINE AND

FOUNDRY Co.
DAVENPORT, IOWA, NOVIEMBRE, 1961.
E. U. A.

32.- DENVER EQUIPMENT COMPANY HANDBOOK.
DENVER, COLORADO, 1954.

33.- COMUNICACIÓN DE SOSA TEXCOCO
MÉXICO, D. F. AGOSTO, 1961.

34.- TARIFAS DE LA CÍA. DE LUZ.
MÉXICO, D. F. 1961.

APENDICE.

EQUIPO REQUERIDO PARA LA PLANTA DE OBTENCION DE
PULPA MECANICA DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA.
BASE: 19.4 TON. -HR DE CAPACIDAD.

No. DE UN- DA- DES	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	COSTO NETO DEL EQUIPO EN PESOS	
		UNITARIO	TOTAL
A.- EQUIPO DE PRO- CESO.			
2	SIERRAS CIRCULARES DE EJE MOVIBLE DE 1 M DE DIÁMETRO (CON MOTOR DE 7 HP c/u) (26)	18,500	37,000
2	MOLINOS DE MARTI- LLOS "JEFFREY" (CON MOTORES DE 125 HP c/u) (26)	209,500	419,000
4	MOLINOS DE DISCOS "SPROUT WALDRON 36.2" (CON MOTOR DE 600 HP c/u) (26)	419,000	1,676,000

10	PRENSAS "DAVENPORT" (CON MOTOR DE 15 HP C/U) (31)	37,950	379,500
4	CRIBAS ROTATORIAS (CON MOTOR DE 3 HP C/U) (32)	68,200	272,900
2	TANQUES DE ACERO DE 82 M ³ C/U CON SER- PENTINES DE VAPOR PARA SOSA AL 50%. (26)	125,700	251,400
2	TANQUES DE ACERO DE 24 M ³ C/U PARA DILU- CIÓN DE SOSA AL 50% Y ALMACENAMIENTO DE SOSA AL 10%. (26)	62,900	125,800
10	SISTEMAS "BAUER M Y D" PARA EL PRETRATA- MIENTO ALCALINO (CON MOTOR DE 2 HP C/U) (27)	654,000	6,540,000
3	MOLINOS DE DISCOS "SPROUT WALDRON" (CON MOTOR DE 600 HP C/U) (26)	419,000	<u>1,257,000</u>
TOTAL EQUIPO DE PROCESO:			10,958,600

B.- EQUIPO DE
TRANSPORTE.

3	CAMIONES DE REDILAS CON CAPACIDAD ENTRE 4 Y 6 TONELADAS (C)	70,000	210,000
---	---	--------	---------

I	TRANSPORTADOR DE RASTRILLOS (CON MOTOR DE 1 HP) (26)	94,000	94,000
I	GRÚA MOVIBLE "JONES KL-15" (CON MOTOR DE 6 HP) (28)	68,500	68,500
I	TRANSPORTADOR DE BAN DA (CON MOTOR DE 1 HP) (26) (BOMBAS ADI CIONALES)	34,000	34,000
I	BOMBA CENTRÍFUGA PA RA 280 L/MIN (CON MOTOR DE 1.5 HP) (26)	6,400	6,400
I	BOMBA CENTRÍFUGA PA RA 150 L/MIN (CON MO TOR DE 1.0 HP) (26)	4,100	<u>4,100</u>
	TOTAL EQUIPO DE TRANS- PORTE:		417,000

C.- EQUIPO DE SER-
VICIO.

I	CALDERA DE VAPOR PA RA PRODUCIR 2,270 KG/HR A UNA PRESIÓN DE 10.8 KG/CM ² (29)	203,000	<u>203,000</u>
	TOTAL EQUIPO DE SERVI- CIO:		203,000

D.- EQUIPO AUXILIAR.

MUEBLES Y ENSERES (30)	100,000	<u>100,000</u>
---------------------------	---------	----------------

TOTAL EQUIPO AUXILIAR:		100,000
------------------------	--	---------

COSTO NETO DEL EQUIPO:		11,678,600
------------------------	--	------------

COSTO DE INSTALACION DEL EQUIPO.

(ESTIMADO EN 30% DEL COSTO NETO DEL EQUIPO) (30)		3,503,580
--	--	-----------

COSTO TOTAL DEL EQUIPO INSTALADO.		15,182,180
-----------------------------------	--	------------

TERRENO.

SUPERFICIE REQUERIDA 150,000 M ² (E) A RAZÓN DE \$40.00 EL M ² LISTO PARA CONSTRUIR (E)		6,000,000
---	--	-----------

EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES.

A) PLANTA DE PROCESO, 20,000 M ² (E) A RAZÓN DE \$350.00 EL M ²		7,000,000
---	--	-----------

B) ALMACENES, 900 m²
(E) A RAZÓN DE \$350.00
EL M² 315,000

C) OFICINAS, 400 m² (E)
A RAZÓN DE \$400.00 EL M² 160,000

TOTAL DE TERRENO, EDIFICIOS Y
CONSTRUCCIONES. 13,475,000

CONTINGENCIAS E IMPRE-
VISTOS.

A) POR CONCEPTO DE CONS-
TRUCCIONES (E) (10% DEL
COSTO CORRESPONDIENTE) 1,347,500

B) POR CONCEPTO DE EQUI-
PO (E) (5% DEL COSTO NE-
TO DEL EQUIPO) 759,110

TOTAL DE CONTINGENCIAS E IMPRE-
VISTOS. 2,106,610

AMORTIZACION.

A) EQUIPO INSTALADO EN
10 AÑOS (E) (10% ANUAL) 1,518,220

B) EDIFICIOS EN 20 AÑOS
(E) (5% ANUAL) 373,750

TOTAL DE AMORTIZACION. 1,881,970

SEGUROS (E) (0.5% DEL
CAPITAL FIJO DE INVER-
SIÓN) 1,538,190

INTERESES (E) (10% DEL
CAPITAL TOTAL DE INVER
SIÓN)

4,248,320

TOTAL DE SEGUROS E INTERESES

5,786,510

LOS NÚMEROS ENTRE PARÉNTESIS INDICAN LA REFEREN
CIA QUE APARECE EN LA BIBLIOGRAFÍA. CUANDO APA
REZCA UNA (E) SIGNIFICA QUE SE ESTIMÓ CON BASE
A DATOS EMPÍRICOS.

COSTOS UNITARIOS POR TONELADA DE PULPA MECANICA.

CONCEPTO	CONSUMO UNITARIO	PRECIO UNITARIO EN PESOS	PESOS/TONELADA DE PULPA MECÁNICA
BAGAZO COMPLETO SECO	1,680 Ton.	117.5 (E)	197.4
PRODUCTOS QUÍMICOS (SOSA CÁUSTICA 8% SOBRE FIBRA SECA)	0.094 Ton.	1272.5 (31)	119.6
AGUA	18 m ³	0.10(E)	1.8
VAPOR	0.33 Ton.	30.00(E)	9.9
ELECTRICIDAD	560 KWH	0.25(32)	140.0

RELACION DEL PERSONAL REQUERIDO.

DISTRIBUCIÓN	PESOS	
	PERCEPCIÓN MENSUAL PERSONAL	TOTAL
A.- MANO DE OBRA. (PARA 3 TURNOS/DÍA)		
<u>OPERARIOS.</u>		
A).- PERSONAL EN EL ALMACÉN DE LA MATERIA PRIMA.		
1 JEFE	2,500.00	2,500.00
4 OPERARIOS DE 3A.	700.00	2,800.00
3 CHOFERES	1,000.00	3,000.00
B).- PERSONAL EN LAS MÁQUINAS ABRIDORAS DE LAS PACAS.		
2 OPERARIOS DE 3A.	700.00	1,400.00
C).- PERSONAL EN LOS MOLINOS DE MARTILLOS		
2 OPERARIOS DE 3A.	700.00	1,400.00

D).- PERSONAL EN LOS MOLINOS DE DISCOS.

1 OPERARIO CALIFICADO	2,500.00	2,500.00
2 OPERARIOS DE 1A.	1,000.00	2,000.00

E).- PERSONAL EN LAS PRESAS.

3 OPERARIOS DE 3A.	700.00	2,100.00
--------------------	--------	----------

F).- PERSONAL EN LA OPERACIÓN DE TAMIZADO.

1 OPERARIO CALIFICADO	2,500.00	2,500.00
2 OPERARIOS DE 2A.	900.00	1,800.00

G).- PERSONAL EN LA PREPARACIÓN DEL LICOR DE PRETRATAMIENTO.

1 OPERARIO CALIFICADO	2,500.00	2,500.00
3 OPERARIOS DE 2A.	900.00	2,700.00

H).- PERSONAL EN LA PREPARACIÓN DE LA PULPA MECÁNICA.

1 OPERARIO CALIFICADO	2,500.00	2,500.00
-----------------------	----------	----------

2 OPERARIOS DE 1A.	1,000.00	2,000.00
1).- PERSONAL DE CALDERAS		
1 OPERARIO CALIFICADO	2,500.00	2,500.00
2 OPERARIOS DE 1A.	1,000.00	<u>2,000.00</u>
TOTAL PERSONAL OPERARIOS:		36,200.00

TECNICOS.

1 SUPERINTENDENTE	5,000.00	5,000.00
3 INGENIEROS QUÍMICOS DE TURNO	4,000.00	12,000.00
2 QUÍMICOS	3,000.00	6,000.00
2 INGENIEROS MECÁNICOS	4,000.00	8,000.00
4 AYUDANTES	2,500.00	<u>10,000.00</u>
TOTAL PERSONAL TECNICO.		41,000.00

ADMINISTRATIVO.

1 ADMINISTRADOR	5,000.00	5,000.00
1 CONTADOR	4,000.00	4,000.00
2 AYUDANTES	2,000.00	4,000.00
2 SECRETARIAS	1,500.00	3,000.00

I JEFE DE VENTAS	4,000.00	<u>4,000.00</u>
TOTAL PERSONAL ADMINISTRATIVO		20,000.00
NOMINA MENSUAL:		97,200.00
PRESTACIONES SOCIALES: (SEGURO SOCIAL, VACACIONES, ETC., 15% SOBRE NÓMINA)		14,580.00
COSTO MENSUAL DEL PERSONAL:		111,780.00

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA
CONSUMO DIARIO

A.- ENERGIA ELECTRICA.

DESCRIP- CIÓN	POTENCIA HP UNITARIO	TOTAL	TIEM- PO HORAS	ENERGIA HP-HR
1.- EQUIPO DE PROCESO				
2 SIERRAS CIRCULARES	7	14	24	336
2 MOLINOS DE MARTILLOS	125	250	24	6000
4 MOLINOS DE DISCOS	600	2400	24	57600
10 PRENSAS	15	150	24	3600
4 CRIBAS ROTATORIAS	3	12	24	288
10 UNIDADES DE PRETRATAMIENTO	2	20	24	480
3 MOLINOS DE DISCOS	600	<u>1800</u>	24	<u>43200</u>
TOTAL DEL EQUIPO DE PROCESO		4646		111,504

11.- EQUI-
PO DE TRANS-
PORTE.

1 TRANSPOR- TADOR DE RASTRILLOS	1	1	24	24
1 GRÚA MO- VIBLE	6	6	24	144
1 TRANSPOR- TADOR DE BANDA	1	1	24	24
1 BOMBA CEN- TRÍFUGA	1.5	1.5	24	36
1 BOMBA CEN- TRÍFUGA	1.0	<u>1.0</u>	24	<u>24</u>
TOTAL DEL EQUIPO DE TRANSPORTE		10.5		252

TOTAL

CONSUMO DIA-
RIO DE ENER-
GÍA

4656.5

111,756

EL CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA, SUPONIENDO UNA UTILIZACIÓN DEL 100% DE LA POTENCIA NOMINAL CORRESPONDE A: $111,756 \times 0.746 \times 28 = 2,334,359$ KWH/MES.

COSTO MENSUAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA A \$0.25 POR KWH(34) \$583,589.