

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

**El Control del Proceso de Fabricación
de Papel a Partir de Pulpa de Bagazo de
Caña en una Máquina de Alta Velocidad**

T E S I S

Que para obtener el título de
INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a :

MIGUEL DEL RIO HERNANDEZ

298

1975



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.

LAB Testi
NO MI 285
FECHA MI 285
PROC Testi



0.0110

A MIS PADRES

Con admiración y agradecimiento.

A MI ESPOSA

Por su comprensión y estímulo.

A MIS HIJOS
Mi motivación.

A MIS HERMANOS
Con cariño.

✓
39-41

INDICE.

	Página
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.	
Generalidades sobre el empleo de pulpa de bagazo de caña en la fabricación de papel. -----	3
CAPITULO II.	
Descripción de la máquina. ----	22
CAPITULO III.	
Condiciones de operación nor- males y tolerancias en máquina.-	39
a) Procedimientos de prueba - para el papel y equipo de laboratorio utilizado. -----	40
b) Experiencias en máquina ----	49
CAPITULO IV.	
Análisis estadístico de los - datos obtenidos. -----	90
CAPITULO V.	
Análisis de experiencias al - variar condiciones de operación	-110
CONCLUSIONES	116
BIBLIOGRAFIA	118

Jurado asignado originalmente según el tema:

PRESIDENTE: Prof. Adalberto Tirado Arroyave
VOCAL: " Mario Guevara Vera.
SECRETARIO: " Jorge A. Castañares Alcalá.
1 er. SUPLENTE " Pablo Aldrett Cruz.
2 do. SUPLENTE " Alberto de la Fuente Zuno.

Sitio donde se desarrolló el tema :

Fábrica de Papel México, S.A.

SUSTENTANTE :



Miguel del Río Hernández.

ASESOR :



Ing. Jorge A. Castañares Alcalá.

EL CONTROL DEL PROCESO DE FABRICACION
DE PAPEL A PARTIR DE PULPA DE BAGAZO DE
CAÑA EN UNA MAQUINA DE ALTA VELOCIDAD.

INTRODUCCION.

En la actualidad, la cuestión de la producción de papel a partir de pulpas celulósicas de materias primas anuales ó de rápido crecimiento, es una de las más apremiantes en países como México, donde el crecimiento demográfico y la industrialización progresiva exigen unos requerimientos cada vez mayores de éstos productos.

Tradicionalmente la materia prima para la fabricación de papel ha sido la madera, pero ante la insuficiencia de los recursos forestales, se ha tratado con materias primas no leñosas, tales como la paja de trigo, centeno, arroz y bagazo de caña. De todas éstas materias primas, se ha escogido a ésta última por su potencial celulósico así como por su disponibilidad y bajo costo.

La utilización de la pulpa de bagazo de caña presenta ciertas peculiaridades en la fabricación de papel, que dificultan el proceso. El propósito del presente trabajo, es el de exponer éstos factores particulares, así como las dificultades que trae consigo el manejo de

ésta materia prima en el proceso de fabricación de papel en una máquina de alta velocidad, y los procedimientos prácticos efectuados para reducir dichos problemas.

Al analizar la información recopilada, se puede considerar el presente trabajo como indicativo de las características de la máquina en cuanto a su tendencia a una operación eficiente ó fuera de lo normal.

CAPITULO I

GENERALIDADES SOBRE EL EMPLEO DE PULPA DE BAGAZO DE CAÑA EN LA FABRICACION DE PAPEL.

El bagazo de caña ha sido propuesto muchas ---- veces como una fuente de materia prima para la fabricación de papel, y con el cuál se han efectuado algunas pruebas.

En la actualidad, prácticamente pueden producirse a partir de bagazo todos los tipos de pulpa, y en consecuencia, diferentes tipos de papel.

El bagazo es una materia prima papelerera relativamente nueva, ya que su desarrollo industrial no tiene más de treinta años y su perfeccionamiento para la industria del papel aún no se ha alcanzado.

Inicialmente, la pulpa de bagazo fué pensada -- principalmente como pulpa de relleno, usándose en bajas -- proporciones, sin embargo, en años recientes se ha encontrado que ésta pulpa puede ser utilizada en muy altas proporciones en muchas clases de papel, y aún en algunos casos podría constituir el 100% de la composición fibrosa.

ASPECTOS TECNICOS, ECONOMICOS Y MORFOLOGICOS
DEL BAGAZO DE CAÑA PARA LA OBTENCION DE PULPA
CELULOSICA.

El bagazo ha sido seleccionado de entre otros -
residuos agrícolas bajo consideraciones tanto económicas
como tecnológicas.

CONSIDERACIONES ECONOMICAS.

El bagazo ha ejercido una mayor atracción como-
una materia prima apropiada para la manufactura de papel
en relación con otras materias provenientes de residuos -
agrícolas, por las siguientes razones:

1. El bagazo es un sub-producto de la industria
azucarera. Después que la caña ha sido procesada en los -
molinos, y extraída su miel, el bagazo es fácilmente al -
macenado; consecuentemente, a diferencia de los otros, la
recolección del bagazo no presenta problemas.

En el caso de la paja, por ejemplo, la recolec-
ción de una cantidad grande, el embalaje y la transporta-
ción puede resultar complicada.

2. Ya que el bagazo es usado en la industria - azucarera como combustible para las calderas, su valor - para la fábrica se calcula de acuerdo con su valor calorífico en comparación con el petróleo combustible.

El poder calorífico del bagazo es aproximadamente 3885.5 Kcal/Kg (7000 BTU/lb), y el del petróleo ---- 10102.2 Kcal/Kg (18200 BTU/lb). De acuerdo con lo anterior, generalmente se acepta que tres toneladas de bagazo (seco a la estufa) pueden reemplazar una tonelada de petróleo.

Este hecho ayuda a estabilizar el precio del bagazo, mientras que en el caso de la paja ú otras materias primas similares, el precio puede fluctuar dependiendo de varios factores; además muchas fábricas ó ingenios tienen un sobrante de bagazo el cuál en muchos casos es desperdiciado. La utilización de éste exceso sería una ganancia neta.

CONSIDERACIONES TECNOLOGICAS.

Cuando el bagazo se compara con otras materias primas tanto leñosas como no leñosas, muestra ciertas cua-

lidades que pueden explicar la razón de ésta selección.

La siguiente tabla muestra comparativamente las características de las fibras de distintas materias primas, incluyendo el bagazo de caña.

<u>MATERIAL</u>	<u>LONG. (micras)</u>			<u>DIAMETRO (micras)</u>			<u>RELACION</u>
	prom	max	min	prom	max	min	
Bagazo de caña	1700	2800	800	20	34.1	10.2	85:1
Paja de trigo y centeno	1480	3120	680	13.3	23.8	6.8	111:1
paja de arroz	1450	3480	650	8.5	13.5	5.1	170:1
MADERAS SUAVES							
Abeto	2700	-	-	32	-	-	85:1
Pino	3000	-	-	40	-	-	75:1
Alamo	1000	-	-	26	-	-	38:1
MADERAS DURAS							
Acacia	1600	-	-	32	-	-	50:1

Según aparece en la presente tabla, las fibras de bagazo son equivalentes en longitud a las de maderas duras y se comparan favorablemente con ellas en cuanto a la relación Long./Diám. de fibra (L/D); ésta relación es importante ya que es un indicador de capacidad de unión entre fibras.

Por otro lado, aunque la fibra de bagazo es apreciablemente inferior a la longitud de la fibra de las maderas suaves, tiene una mejor relación L/D.

Cuando la fibra de bagazo se compara con otros residuos agrícolas, es clara su superioridad en cuanto a longitud de fibra.

La relación anterior, hace que las pastas de bagazo presenten una menor resistencia al rasgado en comparación con las de fibra larga, aunque no sucede igual con otras propiedades mecánicas como estallido y longitud de ruptura, donde el bagazo puede lograr valores comparativos a las pastas de fibra larga.

CONSIDERACIONES SOBRE LA NATURALEZA DEL BAGAZO.

Cuando se evalúa la posibilidad de producir papel a partir de la pulpa de bagazo de caña, sería erróneo hacerlo sin el conocimiento de la naturaleza específica de ésta materia prima, tanto química como morfológicamente, siendo también necesaria la discusión del aspecto tecnológico del pulpeco.

a) COMPOSICION QUIMICA DEL BAGAZO.

La composición química del bagazo varía grandemente dependiendo de su origen, variedad y condiciones del terreno.

Químicamente hablando, es semejante a otros residuos agrícolas y difiere de las coníferas y residuos madereros cuyas composiciones son aproximadamente las siguientes:

COMPOSICION QUIMICA DE VARIAS MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACION DE PAPEL.

<u>MATERIAL</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>LIGNINA</u>	<u>PENTOSANOS</u>	<u>SOLUBLES EN AGUA</u>	<u>CELULOSA CROSS&BEVAN</u>
Bagazo	2-4%	18-20%	25-30%	5-10%	50-55%
Paja de trigo	7.4%	18.4%	26.7%	18.2%	46.8%
Paja de arroz	17.5%	12.5%	24%	13.9%	47.3%
<u>CONIFERAS.</u>					
Abeto	-	27.8%	12.1%	2.1%	60.6%
Pino	0.3%	29.9%	14%	3.1%	58.3%
Cicuta	-	31.2%	8.7%	4%	58.3%
Alamo	0.3%	23.4%	22.1%	3.3%	64.6%
Abedul	0.3%	26.8%	26.5%	2.1%	60.4%
Acacia	-	21.4%	20.7%	2.5%	60.5%

De la tabla anterior se puede deducir lo siguiente:

El contenido de cenizas es superior que en las maderas, esto debido en parte al contenido mineral propio de la caña, y en parte también al sistema de recolección.

En comparación con las pajas, el contenido es menor.

En cuanto al contenido de pentosanos, en el bagazo es superior al de la paja y al de la madera; esto hace pensar en la facilidad que tendrá esta fibra para la refinación, además que un alto contenido de pentosanos -- afecta la opacidad de la pulpa.

El contenido de lignina en el bagazo es mayor que en las pajas y menor que en ambos tipos de maderas, esto naturalmente se refleja en la blanqueabilidad de la pulpa cruda de bagazo.

En cuanto a la celulosa Cross&Bevan en el bagazo, es comparable con la de la madera y mayor que la de las pajas. De acuerdo con lo expuesto, dos propiedades fundamentales cabe esperar de las pastas de bagazo: facilidad de refinación, y consecuentemente, papeles de baja porosidad.

b) NATURALEZA MORFOLOGICA DEL BAGAZO.

Para un mayor entendimiento de la naturaleza del bagazo como planta, es necesario el estudio de la estructura de sus células y los diferentes componentes de sus fibras, para así poder desarrollar con mayor exactitud los aspectos tecnológicos de la producción de la pulpa de bagazo, por lo cuál se dará una breve descripción.

No se puede hablar del bagazo sin decir algo de la caña de azucar, de donde procede.

La caña de azucar, contiene un 12-18% de azucar, alcanza alturas de 2 a 4 metros, su diámetro mide de 4 a 6 cm., procede de India y China y es cultivada preferente mente en los países tropicales.

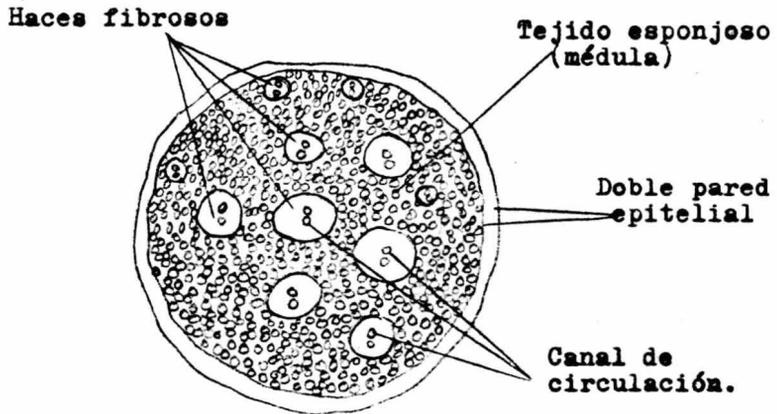
Fundamentalmente la caña de azucar consta de hojas y tallo; las hojas son de fibra corta sin interés desde el punto de vista celulósico, ya que su composición química tampoco es muy rica en celulosa.

En el tallo es donde se encuentra el jugo azucarado y distintos tipos de células. Las partes del tallo son:

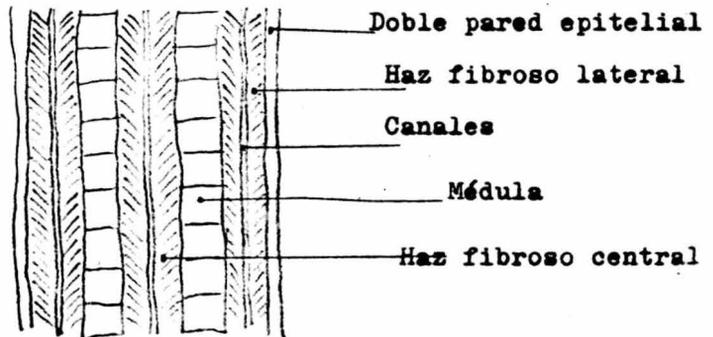
Corteza. Es la parte protectora formada por una

doble capa de tejido epitelial con fibras duras ó esclerenquimatosas, las cuáles confieren al tallo su rigidez.

Se presentan dos cortes del tallo de la caña - de azucar para describir los componentes presentes en el mismo:



SECCION TRANSVERSAL DEL TALLO



SECCION LONGITUDINAL DEL TALLO

Tejido medular. En el interior del tallo, con--
teniendo el azucar. Los tejidos medulares a su vez están
compuestos de:

Tejido fibroso, constituido por haces fibrovas-
culares.

Tejido esponjoso, formado por células esponjosas
que contienen el jugo azucarado.

En los tejidos fibrosos, son distintos los cen-
trales de los laterales; tanto unos como otros están for-
mados por paquetes de fibras por dentro de cada uno de los
cuáles hay dos canales dedicados a transportar el líquido
nutriente de la caña a lo largo del tallo.

Haces centrales. La fibra es larga, cilíndrica
y de diámetro menor que las de médula, rodeadas de célu-
las parenquimatosas (pith ó médula).

La pared celular es muy fina y por tanto el lumen
muy grande, mayor que en la madera. A veces se rompe la -
pared de éstas fibras a causa de la presión de los rodi -
llos del molino azucarero, ésto causa un daño considera -
ble a las células.

Haces laterales. Difieren de los centrales en -
lo siguiente:

1. Su número es mayor, si bien son más pequeños.
2. Los paquetes son más compactos, la pared celular más gruesa y por tanto el lúmen es menor, por lo -
cuál la facilidad de ataque de los reactivos es menor.
3. La relación superficie/peso, es menor que en los centrales.
4. Están rodeados de médula sólo por un lado, -
ya que por el otro los envuelve el tejido epitelial de la corteza. Se asemejan a las fibras de coníferas y sólo se diferencian en su menor diámetro.

La composición de la caña nos puede dar una idea de lo que será la composición, al menos física, del bagazo.

Desde el punto de vista físico, el bagazo es una materia prima muy heterogénea, compuesta principalmente por dos clases de células:

- a). La pared fibrosa, compuesta por una pared compacta de fibras largas, y
- b). La parte no fibrosa ó médula, células de -
pared delgada de tejido parenquimatoso.

Ambas fracciones de bagazo están íntimamente mezcladas ó entrelazadas en la planta y su separación completa entre ellas es imposible.

Aunque no hay una manera de medir exactamente la fracción de la médula, se ha establecido que ésta fracción constituye aproximadamente el 35% del bagazo total dependiendo de la variedad de caña.

En adición a éstas dos principales fracciones - del bagazo, hay una multiplicidad de fibras de diferentes longitudes y diámetros que, en términos generales, se pueden reducir a dos tipos:

Las fibras duras esclerenquimatosas que existen en la parte externa del tallo y los haces fibrovasculares unidos entre sí por el tejido esponjoso ó médula.

Estas dos fracciones de bagazo, fibras de corteza y médula, difieren esencialmente de sus propiedades físicas y en su conducta durante el proceso de pulpeo.

Como materia prima para la fabricación de papel, si la médula se deja en la pulpa, decrece la velocidad -

de drenado (disminuye el freeness) y las propiedades de resistencia. Además debido a su gran superficie específica expuesta a los reactivos en el proceso de fabricación de pulpa, hay un mayor consumo de éstos que en el caso de las células de la corteza. En consecuencia es imperativo que ésta fracción indeseable deba ser removida en su mayor parte, previamente al pulpeo.

Desde el punto de vista puramente químico, hay diferencias entre ambas fracciones del bagazo, como se ilustra en el siguiente análisis de una variedad.

ANALISIS DE BAGAZO MEDULA Y FIBRA/

<u>MATERIAL</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>LIGNINA</u>	<u>PENTOSANOS</u>	<u>CELULOSA</u>	<u>EXTRACCION CON AGUA</u>
Bagazo Tot.	1.63%	21.6%	27.1%	38.7%	2.6%
Médula	2.09%	21.5%	28.7%	35.3%	1.6%
Fibra	0.63%	22.0%	27.7%	42.5%	0.43%

Es evidente que la médula contiene más porcentaje de cenizas y menos alfa-celulosa que la fibra.

Además, por la diferencia en la naturaleza de los dos componentes del bagazo, se comportan diferente -

cuando son molidos en el ingenio y cuando son almacenados hasta llegar a la fábrica de celulosa.

CONSIDERACIONES POR LOS EFECTOS EN EL MOLINO.

Ya que las células de la médula almacenan más jugo que las del tallo, los molinos en el ingenio rompen éstas células para extraer el jugo. Esto causa un daño a las células de la médula; por otro lado, las fibras que no contienen jugo, sufren mucho mayor deterioro.

CONSIDERACIONES POR EFECTOS DE ALMACENADO.

Algunos ingenios operan solamente durante una temporada del año, de aquí que el bagazo destinado para la fábrica de pulpa sea embalado y almacenado para ser usado posteriormente.

El bagazo como sale del ingenio, contiene una pequeña cantidad de azúcar, 3-5% y su contenido de humedad es en algunas partes de alrededor de 45-50%.

Ya que la mayoría de los países productores de caña de azúcar están en regiones tropicales ó sub-tropicales, el bagazo almacenado se expone completamente a --

condiciones ambientales de muy altas temperaturas y humedades relativas.

En relación a éstos factores, el bagazo durante el almacenado experimenta:

Un complejo ataque químico por bacterias y hongos.

Un proceso bioquímico mediante el cual el azúcar residual fermenta a alcohol y posteriormente se oxida a ácidos orgánicos.

Como resultado de éstas complejas reacciones -- químicas y bioquímicas, las fibras de bagazo sufren deterioro en varios grados. Estas reacciones proceden hasta que el contenido de humedad en el bagazo almacenado se reduce a un nivel tal que lleguen a su fin. La forma en que el bagazo es almacenado juega un importante papel en esto.

TECNOLOGIA DEL PROCESAMIENTO DEL BAGAZO PARA LA OBTENCION DE PULPA.

La producción de pulpa de bagazo en sus procesos químico y semiquímico ha sido desarrollada en las últimas décadas, y en la actualidad está considerada como una industria bien establecida.

Entre los métodos ó procesos usados se

encuentran el alcalino, el sulfito neutro, el bisulfito, a la sosa, etc., aunque se ha visto que el proceso alcalino a la sosa, es el más adecuado para el bagazo.

Varias fábricas en todo el mundo producen pulpa de bagazo en forma satisfactoria y económica, la cuál se incorpora en varios porcentajes a la mezcla fibrosa de varias clases de papel, como el papel para escritura, de impresión, facial, corrugado etc.

Es importante mencionar, aunque sea brevemente las técnicas industriales anteriores a la producción de - pulpa, técnicas desarrolladas para satisfacer las necesidades de una pulpa apropiada para su uso en la fabricación de papel.

EMPACADO Y ALMACENADO DEL BAGAZO.

Se ha mencionado anteriormente que un apropiado almacenado del bagazo tiene un papel importante en la preservación de las fibras.

El bagazo que no es requerido inmediatamente por la fábrica de celulosa, es empacado y almacenado tal como sale del ingenio, debido a que algunos ingenios trabajan

sólo de 3 a 5 meses del año, mientras que las fábricas de celulosa trabajan todo el año.

El tipo de embalado depende del equipo usado y de las condiciones locales.

El acomodo de las tongas de bagazo debe permitir una buena ventilación para utilizar el calor generado por la fermentación del azúcar en el bagazo, para secar toda la masa de la pila y detener el efecto de las bacterias, hongos y ácidos orgánicos.

Si ésto se lleva a cabo adecuadamente, las pérdidas en peso del bagazo durante su almacenado puede limitarse a un 5-10%, mientras que un almacenado inapropiado puede causar pérdidas mucho mayores.

DESMEDULADO.

Según la descripción de los constituyentes del bagazo, es evidente que la médula no tiene ó tiene muy poco valor en la fabricación de papel, en consecuencia ha sido un procedimiento generalizado el de la separación de la médula anterior al tratamiento de la fibra.

En la estructura interior del bagazo, la médula se adhiere a la parte externa de los paquetes fibrovasculares, en virtud de éste hecho, si el bagazo se sujeta a una vigorosa acción mecánica como martilleo ó raspado, la médula es separada de la fibra por medio de colado, a éste proceso se le conoce como desmedulado.

ASPECTOS ECONOMICOS Y TECNICOS EN LA PRODUCCION DE PAPEL A PARTIR DE PULPA DE BAGAZO DE CAÑA.

La manufactura de papel de bagazo es un problema no sólo tecnológico sino también de orden económico, el -cuál, es a final de cuentas un factor decisivo. Cualquier nuevo proceso que tenga la probabilidad de propiciar una aplicación comercial, tiene que ser técnicamente seguro y al mismo tiempo económicamente factible.

La pulpa de bagazo puede reemplazar parte ó toda la fibra larga en la mezcla, sin embargo, ya que el bagazo es básicamente una pulpa de fibra corta, el porcentaje de fibra larga adicionada se hace con el objeto de compensar la diferencia en las propiedades de resistencia.

La pasta de bagazo, además de reducir el costo del papel terminado, confiere al papel buenas caracterís-

ticas en cuanto a longitud de ruptura, estallido, formación y facilidad de refinación.

Además, el bagazo confiere al papel ciertas propiedades como mejor formación de la hoja, mejor aptitud a la impresión, mejor alisado, y también, como ya se dijo - anteriormente, con el bagazo se consigue más fácilmente - el grado de refinación, lo que representa una economía en el consumo de energía.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA MAQUINA.

La máquina que nos ocupa, está diseñada para - la fabricación de papel en un rango de 22 a 180 g/m² , - capaz de una operación mecánica máxima de 455m/min. ----- (1500 ft/min), y con el siguiente equipo y características:

SECCION DE PREPARACION DE PASTAS.

La parte del proceso de fabricación de papel en el cuál la pulpa se trata tanto mecánica como químicamente, quedando lista para formar una hoja en la máquina, -- consta de la siguiente secuencia y equipo.

PULPEO DE LA CELULOSA.

El pulpeo de las pacas de fibra larga se efectúa en un hidrapulper con capacidad de 2700 Kg al 6% de consistencia, mediante un agitador despastillador de 140 cm (55") de diámetro el cuál gira a 289 rpm. La unidad está diseñada para operar intermitentemente, por lo cuál se cuenta también con un tanque de almacenamiento.

La refinación de ésta pulpa se efectúa en refinadores de doble disco de 66 cm (26") de diámetro, operan

do a 750 rpm por motores de 400 HP. Los discos son de acero inoxidable con un ancho de barras de 0.317 cm (1/8") ancho de ranuras también de 0.317 cm (1/8") y con una profundidad de ranuras de 0.635 cm (1/4"). La pasta una vez refinada, pasa al tanque de mezcla a una consistencia prefijada y debidamente controlada. La refinación se controla mediante el método del Canadian Standard Freeness (ml CSF).

Con el fin de proveer una adecuada capacidad de refinación y con objeto de ajustar y comprobar los consumos de energía, se usa el término HP/ton.

La pulpa de bagazo de caña, es suministrada en forma de suspensión por la fábrica de celulosa, directamente a un tanque de almacenamiento y a una consistencia aproximada de 4 %; ésta pulpa pasa después, sin refinar al tanque de mezcla a una consistencia controlada e igual a la de la fibra larga.

SISTEMA DE MERMAS.

El sistema consta de un tanque de almacenamiento, alimentado por otros dos tanques localizados en el ex

tremo seco de la máquina cuando se tienen reventadas.

Esta merma, antes de alimentarse al tanque de mezcla y máquina, pasa por un desintegrador de tolerancia fija en el rotor, operando a 3000 rpm; éste equipo tiene por función abrir los haces fibrosos que pudieran formarse.

Los aditivos internos tales como brea, caolín y anilinas, se adicionan directamente a la suspensión en el tanque de mezcla.

La mezcla de fibra larga, bagazo, mermas y aditivos perfectamente homogeneizada pasa posteriormente, através de un refinador cónico Jordan Fibremaster con cuchillas de 0.635 cm (1/4") de acero inoxidable, el cuál trabaja a 600 rpm y a una consistencia de 3-3.5% a la caja de nivel constante y a la bomba de alimentación del sistema de depuración.

El sistema de depuración consta de tres bancos de centricleaners dispuestos de la siguiente manera: 43 centricleaners primarios, 11 secundarios y 4 terciarios; 2 centriscreens, uno trabajando a 338 rpm y el otro a 261 rpm ; y una zaranda que selecciona la fibra aceptable para recuperación y los desechos.

La pasta debidamente depurada, se manda posteriormente a la succión de la Fan Pump, la cuál la alimenta a la caja de entrada a una consistencia de 0.5% aprox.

CAJA DE ENTRADA.

La caja de entrada esta equipada con un cabezal cónico de tubos múltiples de entrada, cámara hidráulica - mezcladora, sección de paso ajustable, cilindros rectificadores y dispositivos que permiten ajustes del labio. El cabezal y la caja en sí, así como los tubos de entrada -- son de acero inoxidable.

Dicho equipo está provisto también de una línea de recirculación para compensación de presión; ésta se efectúa mediante una bomba y una válvula de mariposa.

El colchón neumático lo proporciona un compresor Nash que desplaza el nivel de la pasta en la caja hasta el punto deseado para controlar la velocidad del flujo através del labio.

El flujo y cabeza a la caja, están dados por la Fan Pump y controlados por una válvula automática y el ajuste vertical del labio.

La válvula automática que se menciona anteriormente ó Stream-Flow, de 40.6cm (16") de diámetro está diseñada para proveer buenas características de flujo para el rango de operación de la máquina al evitar pulsaciones en el sistema. Esta válvula está operada por un motor de aire y un reductor de engranes.

El labio, de 4.52m (178") de ancho, tiene dispositivos que permiten ajustes tanto verticales como horizontales. Verticalmente se puede ajustar de 1.27 cm (1/2") a 11.43 cm (4.5") del labio inferior; horizontalmente se permite un ajuste de 5 cm (2") hacia atrás ó 2.5 cm (1") hacia adelante de una línea vertical al centro del cilindro de pecho.

MESA FOURDRINIER.

La Fourdrinier es una unidad de vigas voladizas diseñada para una operación confiable y rápidos cambios de tela; de materiales anticorrosivos y equipado con un control automático de guía y dispositivos para mantener una tensión constante en la tela y lograr condiciones uniformes de formación.

La Fourdrinier consta de:

Un cilindro de pecho, de 63.2 cm (24.87") de diámetro X 4.75 m (187") de largo, construido de acero con una cubierta de resina poliéster y fibra de vidrio.

Tres cilindros desgotadores lisos y cuatro ranurados de 24.13 cm (9.5") de diámetro X 4.75 m (187") de largo con cubiertas de resina poliéster y fibra de vidrio.

Diecinueve deflectores, dieciseis simples y tres dobles, así como un forming board de polietileno de alta densidad.

Nueve cajas de succión, siete secas de 30.5 cm (12") de ancho y dos húmedas de 61 cm (24") de ancho con cubiertas de polietileno de alta densidad.

Un cilindro de succión de la tela de 91.5 cm (36") de diámetro X 4.65 m (184") de largo con doble compartimiento de succión.

Cinco cilindros de retorno de la tela de 36.8 cm (14.5") de diámetro X 4.75 m (187") de largo.

Y un cilindro de vuelta de 63.2 cm (24.87") de diámetro X 4.75 m (187") de largo, cubierto al igual que los de retorno, de resina poliéster y fibra de vidrio.

SECCION DE PRENSAS.

La sección donde se efectúa el prensado del --- papel, se compone de una prensa de succión pick-up, una - segunda prensa Venta Nip y una prensa alisadora.

Prensa Pick-Up de Succión.

La prensa Pick-Up, es una combinación de Pick-Up de succión y Primera prensa. El rodillo superior, de-- 86.36 cm (34") de diámetro X 4.62 m (182") de largo, con cubierta de hule de 2.5 cm (1") de espesor y superficie - perforada, es capaz de operar a 62 Kg/cm (350 lb/in) en - el punto de contacto.

La caja de succión tiene tres compartimientos, dos de 10 cm (4") de ancho y el otro de 38 cm(15").

La Primera prensa inferior, es un rodillo de -- 47 cm (18.5"") de diámetro X 4.77m (188") de largo, con coronamiento controlado; el rodillo tiene una cubierta de hule de 1.9 cm (3/4") capaz de operar a 62 Kg/cm (350 --- lb/cm) en el punto de contacto. El coronamiento se ejerce mediante presión hidráulica aplicada sobre una zapata a - todo lo largo del rodillo.

Se cuenta también con un fieltro superior, de 4.87 m (192") de ancho X 18.3 m (60 ft) de longitud; y para el acondicionamiento del mismo, con una caja UHLE de succión y una prensa lavadora, con un rodillo inferior de 81.3 cm (32") de diámetro X 4.77 m (188") de largo con cubierta de hule de 2.5 cm (1") de espesor y capaz de operar a 49.1 Kg/cm (275 lb/in) en el punto de contacto.

Segunda prensa.

La segunda prensa incluye un fieltro inferior de 21.6 m (71 ft) de longitud X 4.87 m (192") ancho; -- una caja UHLE de succión para el acondicionamiento del mismo; una prensa plana superior de 73.66 cm (29") de diámetro X 4.77 m (188") de largo con recubrimiento de Micro--ros y una prensa inferior Venta Nip de 75 cm (29.5") de diámetro X 4.77 m (188") de largo con cubierta de hule ranurado, capaz de operar hasta 80.4 Kg/cm (450 lb/in) en el punto de contacto.

Prensa alisadora.

La prensa alisadora consta de un rodillo superior plano de 70 cm (28") de diámetro X 4.6 m (181") de largo con cubierta de hule, y otro inferior, plano también

de 68.6 cm (27") de diámetro X 4.6 m (181") de largo con cubierta de Microroc y con capacidad de operación de ---- 44.7 Kg/cm (250 lb/in) .

Los rodillos inferiores de la primera y segunda prensas, así como el de la aliadora, están montados en brazos móviles con partes de pivoteo y el equipo necesario para la aplicación y regulación de la presión en el punto de contacto.

SECCION DE SECADORES.

Para hacer la sección de secado del papel lo más flexible posible, y satisfacer la demanda de las numerosas clases de papel que se producen, el sistema es de tipo cascada y se ha dividido en seis grupos básicos:

El grupo sección húmeda, que consta de tres secadores con control individual; el grupo intermedio con nueve secadores; el grupo principal con dieciséis secadores y el grupo secadores de lona, de diez secadores.

Además, después de la prensa de apresto se cuenta con un grupo de cuatro secadores con control individual

y el grupo final de nueve secadores, los cuáles están arreglados para la corrección de ondulamiento; y consiste en que la fila superior de secadores puede funcionar a diferente presión que la fila inferior.

Tanto los tres secadores de la sección húmeda - como los tres posteriores a la prensa de apresto, drenan a un cabezal de vacío en el cuál se tiene alcance para operar a presiones de 50.8 mm Hg (20" Hg), dichos cilindros-- pueden alimentarse de vapor a presiones sub-atmosféricas capaces de dar temperaturas superficiales lo más bajas - posibles aminorando así el choque térmico de la hoja húmeda.

La sección de secadores se ha dividido en cinco secciones, arregladas de la siguiente forma:

SECCION	SECADORES PAPEL	SECADORES LONA	ENFRIADORES
1	6	2	
2	10	2	
3	12	2	
4	7	2	
5	6	2	2
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
TOTAL	41	10	2

Los secadores son unos cilindros de 152.5 cm - (60") de diámetro X 4.6 m (181") de largo construídos de una aleación especial de Fe-Ni para una resistencia y --- transferencia de calor eficientes, con una presión de tra**ba**jo de 3.4 Kg/cm² (50 lb/in²) y presión de diseño de --- 5.1 Kg/cm² (75 lb/in²).

Los dos enfriadores, al final de la sección de secado, tienen las mismas dimensiones que en el caso de - los secadores, construídos del mismo material y equipados con un atomizador interior rotatorio y embudos para la e-
vacuación de agua por medio de aire.

Para permitir que los secadores operen a su máxima eficiencia, el condensado formado en su interior, debe mantenerse al mínimo posible ya que cualquier acumulamiento del mismo, resultará en una disminución del coeficiente de transferencia de calor, y además, en una carga ma -
yor en el accionamiento.

La evacuación del condensado en los secadores se efectúa mediante un sifón rotatorio colocado en el inte -
rior del secador, el cuál lo extrae debido a la acción -

del vapor que pasa através de la ranura del sifón, llevan dolo fuera del sistema para ser separados posteriormente.

El sistema de vapor en cascada ofrece un método simple de control del grado de secado, mediante unas celdas de presión diferencial conectadas a los cabezales tanto de vapor como de condensado de cada grupo de secadores, operando de la siguiente manera:

El ajuste del controlador del primer grupo determina la presión en el cabezal de vapor del grupo. La presión de vapor en el cabezal del segundo grupo está determinada por el ajuste del controlador de presión diferencial, el cuál está controlando la presión en el cabezal de condensado del primer grupo y la presión del cabezal de vapor del segundo grupo, las cuáles son iguales entre sí, menos por supuesto, una pequeña caída de presión debida a las pérdidas por fricción de cabezal a cabezal por conducto del separador de vapor.

De una manera similar, la presión de vapor en el cabezal del tercer grupo está controlada por el ajuste del controlador de presión diferencial del segundo grupo.

El ajuste de la presión diferencial de cada grupo determinará una presión más baja para el siguiente grupo, lo cuál proporciona un medio de ajuste del gradiente de secado.

El sistema de presión diferencial se puede resumir de la siguiente manera:

Grupo Húmedo: Tres secadores individualmente controlados.

Grupo Intermedio: Nueve secadores en cascada al grupo húmedo.

Grupo Principal: Dieciseis secadores en cascada al grupo intermedio.

Grupo Secadores de Lona: Diéz secadores en cascada al grupo intermedio.

Grupo Posterior a Prensa de Apresto: Cuatro secadores individualmente controlados.

Grupo Seco: Nueve secadores controlados para corrección de ondulado.

PRENSA DE APRESTO.

El tratamiento superficial del papel se imparte en la prensa de apresto, la cual consta de:

Dos rodillos aplicadores de 76.2cm. (30 ") de ϵ

diámetro x 4.5 m (178") de largo, construidos de fierro - moldeado especial recubierto de hule con capacidad de operación de 44.7 Kg/cm (250 Lb/in), en el punto de contacto.

Dos rodillos interiores de 66 cm (26") de diám.
X 4.5 m (178") de largo construidos de acero inoxidable,
Y dos rodillos exteriores de 66 cm (26") de diám.
X 4.5 m (178") de largo construidos de fierro con cubierta de hule capaces de operar hasta 26.8 Kg/cm (150 lb/in) en el punto de contacto entre ellos.

CALANDRIAS.

Las calandrias están constituidas por un conjunto de hasta ocho rodillos de fierro, con enfriamiento por aire, situadas, una, entre la tercera sección de secadores y la prensa de apresto, y la otra entre la quinta sección de secadores y el enrollador.

La prensa demando, de 62.23 cm (24.5") de diám.
X 4.87 m (192") de largo no es necesario removerla de la calandria para rectificarla a un coronamiento dado para la presión requerida en el punto de contacto, ya que ésta prensa consiste de una carcasa cilindrica rectificada en

su interior y una flecha estacionaria a todo lo largo, -- con una cámara de presión hidráulica.

La deflexión de la carcasa ó coronamiento, se - controla variando la presión hidráulica en relación con - la carga en el punto de contacto.

Los rodillos intermedios son de 35.5 cm ----- (14") de diametro X 4.5 m (178") de largo, con dispositivos de alivio en el punto de contacto, que aplica una fuerza controlada hacia arriba en cada uno de éstos rodillos, y en el superior, de 45.7 cm (18") de diámetro X 4.5 m -- (178") de largo, con lo cuál se alivia una parte del peso de las prensas.

La combinación del alivio en el punto de contacto con el rodillo de coronamiento controlado está previsto en la calandria para aplicar varias presiones entre la prensa de mando y el primer rodillo intermedio, controlando así la densidad, el calibre y el perfil de la hoja; -- además se cuenta con un sistema de enfriamiento por aire, dirigido al punto de la prensa donde lo necesite.

ENROLLADOR.

El enrollador está constituido por un tambor de

91.5 cm (36") de diámetro X 4.5 m (178") de largo, accionado por un motor eléctrico y a velocidad constante.

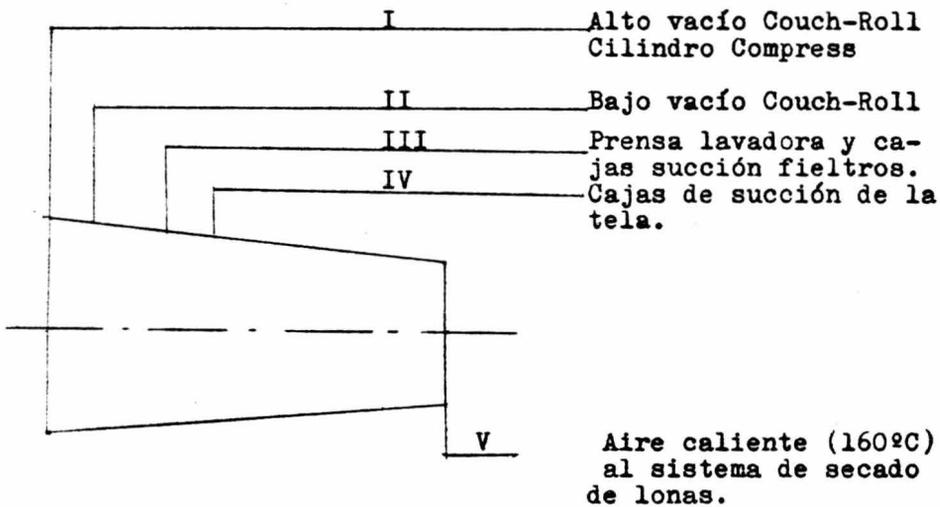
Unos brazos primarios y ganchos de sujeción --- donde se coloca una flecha de 31.75 cm (12.5") de diám. X 4.5 m (178") de largo en la cuál se efectúa el enrollado del papel.

Unos brazos secundarios accionados al igual que los anteriores neumáticamente, y a los cuáles se transfiere la flecha una vez iniciado el enrollado; ambos brazos están equipados con reguladores neumáticos separados, para el ajuste de presión en el punto de contacto, tanto del lado de operación como del de transmisión.

SISTEMA DE VACIO.

La remoción de agua de la hoja y el acondicionamiento de los fieltros se efectúa mediante un turbocompresor marca Sulzer, operado por un motor de 1120 HP y 1500 rpm. El turbocompresor tiene una velocidad de 7180 rpm y una capacidad de 508 mm Hg (20" Hg) de vacío dependiendo de la conexión del ramal.

A continuación se presenta esquemáticamente, el sistema de vacío en la máquina.



MATERIAL A SUCCIONAR ----- AIRE HUMEDO

	<u>RAMAL I</u>	<u>RAMAL II</u>	<u>RAMAL III</u>	<u>RAMAL IV</u>	<u>RAMAL V</u>
Vol. (m ³ /min)	587	97	297	95	526
Vacío (mm Hg)	460.	395	305	175	
Temperatura (°C)	20	20	20	20	160

CAPITULO III

CONDICIONES DE OPERACION NORMALES Y TOLERANCIAS
EN MAQUINA.

Para definir las características de la máquina, se efectuaron pruebas analíticas en el producto bajo ciertas condiciones de operación; los resultados obtenidos se consideran un indicativo de las tolerancias de la máquina así como de las tendencias de la misma a una operación -- fuera de lo normal.

Los resultados de los exámenes analíticos pueden tener varias aplicaciones inmediatas:

- a) Como guía de los operadores en su trabajo.
- b) Investigación de la eficiencia del control - operacional.

Para lo anterior, es muy importante que las -- muestras tomadas sean representativas de la fabricación - si de ellas se quieren obtener conclusiones dignas de confianza.

Como testigo para las pruebas de análisis, se - escogió un papel de 47-49 g/m²; ésto, debido a que es el más comunmente fabricado y que se puede considerar representativo de la máquina.

Este se analizó durante varias corridas de pro-

ducción y bajo diferentes condiciones operatorias, especialmente en lo que se refiere a la preparación de la pasta, y específicamente a refinación y proporción de bagazo alimentado.

La dosificación de todos y cada uno de los componentes de la mezcla, se mide por medio de unos medidores magnéticos de flujo, que al mismo tiempo controlan el gasto, mientras que la cantidad de fibra en la suspensión -- está controlada por unos reguladores controladores de consistencia.

A continuación se presenta una descripción de los diferentes métodos de prueba en el papel.

PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA PARA EL PAPEL Y EQUIPO DE LABORATORIO UTILIZADO.

En el control de proceso, es esencial asegurar se que las fallas de operación se rectifiquen a la mayor brevedad posible; el factor tiempo es decisivo, ya que la producción en una máquina de alta velocidad se lleva a -- cabo a escala masiva, y al no tener el resultado de una -- prueba lo suficientemente rápido, se puede producir mucho

papel defectuoso antes de que se pueda encontrar y eliminar la causa del problema.

De todo lo anterior se desprende que las operaciones analíticas en el producto terminado no abarquen más de las estrictamente necesarias para el fin que se persigue. Otro factor muy importante, es el que los métodos analíticos de que se disponga, sean además de rápidos consistentes con el grado de precisión requerido.

Entre las pruebas que se efectúan para definir las propiedades comunes más importantes de una hoja de papel, se encuentran las propiedades físicas; éstas son de carácter empírico y se han desarrollado para medir alguna propiedad especial del papel por medio de un procedimiento específico.

Los métodos de las pruebas efectuadas para efecto de control de proceso tratadas aquí, son hasta donde es posible, aquellas que generalmente se han aceptado como estándares.

Peso Base.

Es el peso de la unidad de área del -

papel y se determina pesando una hoja de dimensiones conocidas. En México, el método estandarizado es el de peso - en gramos por metro cuadrado de papel.

Calibre.

El método Standard TAPPI, especifica - que el papel se debe medir entre dos caras planas circulares horizontales y paralelas entre sí, bajo una presión estable de 7 a 9 lb/in²; de éstas dos caras, sólo una se puede mover y únicamente en una dirección perpendicular a la otra.

La cara móvil, de aprox. 1/4 in² de área está - engranada a un indicador en una escala circular, y el espesor ó calibre se mide directamente en la escala del micrómetro, graduada en milésimas de pulgada.

El procedimiento es tan simple como el poner la muestra entre las caras del micrómetro teniendo la precaución de disminuir la presión del pie presionador con la - mayor suavidad sobre la superficie del papel.

Humedad.

El contenido de humedad tiene especial importancia para efectos de control de proceso, ya que --

algunas pruebas, como las de resistencia, pueden variar - dependiendo del contenido de humedad de la muestra.

Si el papel difiere apreciablemente ya sea en - temperatura ó humedad con respecto al aire que lo rodea, el contenido de humedad cambia tan rápidamente que es muy difícil obtener una muestra representativa. Por tal motivo, usualmente se separan varias hojas con objeto de reducir el área expuesta; las hojas exteriores se descartan - y las interiores se colocan en un recipiente hermético. - El recipiente y su contenido se pesan, la muestra se seca en una estufa a apróx. 105°C hasta peso constante. La pérdida de peso es el peso del agua originalmente presente y se reporta la humedad como porcentaje en pérdida del peso original de la muestra.

PRUEBAS DE RESISTENCIA.

En muchas pruebas, especialmente las de resistencia, se especifica la dirección del papel en que se efectúa la prueba, ó se prueban ambas direcciones y se reportan con valores por separado. Esto se hace debido a - que hay diferencia entre la dirección de la máquina y la

dirección transversal (através de la máquina).

Las pruebas de resistencia que se efectúan en el papel para fines de control de proceso son:

Resistencia a la explosión.

Resistencia a la Tensión.

Resistencia al rasgado.

Resistencia a la explosión ó estallido.

La resistencia al estallido es definida como la presión hidrostática en lb/in^2 requerida para la ruptura del material (cuando la presión se aplica a una velocidad controlada) através de un diafragma de hule estando rígidamente mantenido en el cabezal de prueba.

La resistencia a la explosión, medida con un -- probador Müllen, es una combinación de la resistencia a -- la tensión y de la elongación del papel; siendo ésta la propiedad de resistencia que se determina con mayor fre -- cuencia.

Se reporta la resistencia al estallido en ---- lb/in^2 aunque es frecuentemente usado también el término puntos.

Resistencia a la Tensión.

La resistencia a la tensión y la elongación al

momento de la ruptura se miden simultáneamente en el aparato Schopper, con el que se efectúa ésta determinación.

Esta prueba mide la fuerza de tensión en Kg -- necesaria para romper una tira de papel de 10 mm de ancho.

Los resultados obtenidos en tiras cortadas en - dirección de máquina se reportan como resistencia a la - tensión en dirección máquina y en tiras cortadas através de la máquina, como resistencia a la tensión através de - máquina en valores promedio de la carga de ruptura calculada en Kg/10mm.

La elongación al momento de la ruptura, se registra en una escala del instrumento y se indica como porcentaje.

Resistencia al rasgado.

La prueba estandar de resistencia interna al rasgado se mide con un probador Elmendorf; ésta prueba mide en el papel una propiedad que depende primordialmente de la longitud de fibra.

El método está adaptado para la determinación - del promedio de fuerza en gramos requerida para rasgar - una muestra de papel una vez iniciado el rasgado. .

El trabajo hecho en el rasgado es medido por -- una pérdida en la energía potencial del péndulo del aparato. La escala en el probador está calibrada para indicar la fuerza promedio (en g-cm) ejercida (trabajo efectuado dividido entre la distancia total de rasgado).

Los resultados obtenidos se reportan para cada dirección principal en gramos.

Porosidad.

Esta prueba de velocidad de paso del aire através del papel bajo la influencia de una diferencia de presión, indica las características estructurales del papel y en particular, los diámetros y espacios de los pasajes de aire.

El densómetro Gurley es un aparato en el cuál -- el aire se fuerza através del papel por la caída de un cilindro invertido que flota libremente en un cilindro exterior, el cuál está parcialmente lleno de aceite.

La propiedad medida se define como el tiempo en segundos requerido para desplazar un volumen de aire (generalmente 100 ml) através de un círculo de muestra de -- una pulgada² de área.

Formación.

Este término se refiere al grado de uniformidad con el cuál se mantienen entrelazadas las fibras individuales.

Se observa mejor por medio de la luz transmitida, lo cuál generalmente se describe como "mirar através".

La formación se aprecia visualmente porque se carece de un método cuantitativo satisfactorio.

La formación está relacionada estrechamente con la porosidad, ya que ésta le proporciona entre otras cosas la clase de formación de hoja, grado de refinación que se está impartiendo a la pasta y del efecto de calandreado - sobre la hoja de papel.

Encolado.

La prueba efectuada para medir ésta cualidad del papel es a base de tinta. Se aplica como una - prueba práctica de la capacidad del papel para resistir el "corrimiento" de tinta al escribir en él. Esta prueba, por supuesto es solamente cualitativa y aproximada, y depende de muchos factores distintos al papel, como la naturaleza de la tinta y de la pluma, humedad etc.

La prueba se efectúa dibujando una línea uniforme de tinta a lo largo de la muestra bajo una presión constante de la mano y cruzando posteriormente otra línea para observar el efecto de la unión entre ambas.

Blancura.

El término brillantéz, como aplicado a la blancura, ha sido asociado con un valor numérico de su reflectancia a la luz en las proporciones del espectro -- azul y violeta.

La brillantéz del papel, se refiere a la reflectividad integrada de toda la superficie del papel.

Obviamente depende de la longitud de onda de la luz iluminante y del observador ó del instrumento usado para medirla.

La medición se hace mediante el aparato photo-volt; en el instrumento, la fuente de luz pasa por dos celdas fotoelectricas en paralelo, conectadas con las terminales de un galvanómetro y el cuál mide la reflexión --- del papel. La blancura o % de reflectancia obtenida en el aparato, es una relacion de reflectancias tomando como base, 100% para el óxido de magnesio.

Cenizas.

La única prueba de carácter químico que se efectúa en el papel para determinar la presencia de materiales no celulósicos, cargas en éste caso, es la determinación de cenizas, que no es otra cosa que los residuos después de incinerar el papel.

El método de prueba es definido como el residuo después de la combustión completa del papel a $925 \pm 25^{\circ}\text{C}$; - se calcula el porcentaje de cenizas sobre peso seco al -- aire de papel.

Todo lo anterior es por lo que respecta al producto terminado, en cuánto al control de preparación de - la pasta, se efectúa la prueba de Freeness tanto de Fibra Larga como de Bagazo y de la pasta a la máquina; ésta e--valuación se efectúa según el método Canadian Standard -- Freeness.

Además, en la mesa de formación, se hacen eva - luaciones del potencial de iones Hidrógeno (pH) de la pagta mediante un potenciómetro .

EXPERIENCIAS EN MAQUINA.

La primera corrida analizada, fué la de un ---

papel de 47 g/m^2 , producido bajo las siguientes condiciones de operación:

Dosificación a máquina

Fibra Larga	45%		
Bagazo	55%		
Brea	G- 0.5 a 10% sólidos.	-2000 Kg/Día	
Caolín	G- 0.9 a 25% sólidos	-12.15 T/Día	
Blanqueador Optico	G- 0.8 10 g/l	-4000 l/Día	
Anilina (Violeta)	G- 0.65 1g/l	-3125 l/Día	
Anilina (Azul)	G- 0.85 3.75g/l	-4250 l/Día	

Producción

Velocidad: 315 m/min.
 Ancho : 4.2 m
 Peso Base: 47 g/m^2
 Producción: 89.55 Ton/Día
 : 3.73 Ton/hr

Consumo de materiales

Brea: 2 Ton/Día : $\frac{2 \text{ Ton brea}}{89.55 \text{ Ton papel}}$: $\frac{22.3 \text{ g brea}}{\text{Kg de papel}}$

Caolín: $\frac{12.15 \text{ Ton}}{89.55 \text{ Ton papel}}$: $\frac{135.6 \text{ g caolín}}{\text{Kg de papel}}$

Blanq. Opt.: $\frac{40 \text{ Kg}}{89.55 \text{ Ton papel}}$: 0.4466 g/Kg papel.

Refinación

Fibra Larga: 1 Refinador a 84 Amp --- 480 ml CSF

84 ampX 2300 voltsX 1.73X 0.81 : 270.73 Kw-hr

270.73 Kw : 363 HP

$\frac{363 \text{ HP-hr}}{3.73 \text{ Ton-hr}}$: 97.31 HP/Ton

Bagazo

El bagazo suministrado por la fábrica de celulosa, llegó con un freeness de 370 ml CSF.

La refinación de la mezcla, efectuada con el - Jordan, fué:

Jordan a 39 Amp --- 250 ml CSF

39 ampX 2300 voltsX 1.73X 0.79 : 122.59 Kw-hr

122.59 Kw : 164.32 HP

$\frac{164.32 \text{ HP-hr}}{3.73 \text{ Ton-hr}}$: 44.05 HP/Ton

Condiciones en caja de entrada

Abertura válvula peso base: --- 58%

Abertura válvula Stream-Flow: - 15%

Consistencia de la pasta : ---- 0.401%

Posición del labio: Horizontal- 0 mm

Vertical -- 20 mm

Altura columna de agua: ----- 127 cm

Velocidad equivalente : ----- 300 m/min

Condiciones en mesa de formación:

Velocidad de la tela: ----- 306 m/min

pH de la pasta en la mesa: ----- 4.8

Vacío en cajas de succión:

Caja Nº 1 ----- 43 mm Hg

" Nº 2 ----- 40 mm Hg

" Nº 3 ----- 35 mm Hg

" Nº 4 ----- 50 mm Hg

" Nº 5 ----- 50 mm Hg

" Nº 6 ----- 50 mm Hg

Vacío en cilindro de succión tela: - 400 mm Hg

Condiciones en sección de prensado:Presión 1^a prensa C.C. _____ L. Op. 2 Kg/cm²
L. Tr. 2.2 Kg/cm²Presión de coronamiento ----- 3.5 Kg/cm²Presión 2^a prensa Venta-Nip ___ L. Op. 4 Kg/cm²
L. Tr. 4 Kg/cm²Tiro entre 1^a y 2^a prensas: -- 4.5 mPresión prensa lavadora: _____ L. Op. 2.35Kg/cm²
L. Tr. 2.30Kg/cm²

Succión prensa lavadora: ----- 340 mm Hg

Succión caja UHLE 1^{er} fieltro- 254 mm HgSucción caja UHLE 2^{do} fieltro- 292 mm Hg

Condiciones en sección de secado:

Presión de vapor-- secador N° 1	----	0 Kg/cm ²
secador N° 2	----	0.008 Kg/cm ²
secador N° 3	----	0.11 Kg/cm ²
Tiro entre 2 ^a prensa y 1 ^a sec. secado-		3 m
Presión de vapor sección principal	---	0.25 Kg/cm ²
" sección intermedia	---	0.185 Kg/cm ²
Tiro entre 1 ^a y 2 ^a sec. secado	-----	0.5 m
Tiro entre 2 ^a y 3 ^a sec. secado	-----	0.5 m
1 ^a calandria Coronamiento Controlado +		
Puntos de contacto-		1
Alivio (Kg/cm ²)	---	L. Op. 1.0
		L. Op. 1.0
Presión de coronamiento	---	1.0
Tiro entre 1 ^a calandria y 3 ^a sec. secado	---	0.6 m
Presión prensa de apresto:	-----	L. Op.- 0.265
(Kg/cm ²)		L. Tr.- 0.275
Tiro entre 1 ^a calandria y prensa apresto	--	0 m
Presión de vapor-- secador N° 29	----	0.004 Kg/cm ²
secador N° 30	----	0.01 Kg/cm ²
secador N° 31	----	0.005 Kg/cm ²
Tiro entre prensa de apresto y 4 ^a sec. secado		1.5 m
Presión de vapor 4 ^a y 5 ^a secs. secado	Inf.--	0.62 Kg/cm ²
	Sup.--	0.66 Kg/cm ²
Tiro entre 4 ^a y 5 ^a sec. secado	-----	0.5 m

Segunda calandria Coronamiento Controlado.

Puntos de contacto -- 5

Alivio (Kg/cm^2)	---	L. Op.	3
		L. Tr.	3.5
Presión de coronamiento (Kg/cm^2)	---		4.5

Bajo las anteriores condiciones de operación en la maquina, se obtuvieron las siguientes características en el producto:

Peso Base (g/m^2)	---	49.4
Calibre (0.001")	----	2.6
Humedad (%)	----	7
Desgarro (g)	D.M. -	25
	A.M. -	32
Factor desgarro	D.M. -	50.6
	A.M. -	64.7
Tensión (Kg)	D.M. -	3.56
	A.M. ---	2.08
Long. de ruptura	D.M. -	7206
(m)	A.M. -	4210
Elongación (%)	D.M. -	1.5
	A.M. -	2.0
Porosidad (segs)	----	37.8
Blancura ($^{\circ}$ ph)	----	77
Cenizas (%)	----	3.8
Encolado	-----	OK
Formación	-----	OK

Durante subsecuentes corridas de producción, se efectuaron ciertos cambios en lo referente a condiciones de operación tanto en dosificación como en refinación principalmente; éstos cambios, así como las propiedades obtenidas en el papel, se muestran en las siguientes tablas.

F. Larga (%)	40	40	40
Bagazo (%)	60	60	60
G	0.5	0.8	0.55
Brea (g/Kg)	22.3	33.9	23.4
G	0.5	0.9	0.8
Caolín (g/Kg)	135.67	128.77	115.13
G	0.8	0.8	0.75
Blanc. O. (g/Kg)	0.4466	0.424	0.399
G	0.6	0.45	0.5
Violeta (g/Kg)	.0335	.0238	.0266
G	0.85	0.65	0.65
Azul (g/Kg)	.1779	.129	.129
Velocidad (m/min)	315	330	330
Producción(Ton/día)	89.55	94.3	93.8
(Ton/Hr)	3.73	3.93	3.9

REFINACION

	Amp.	80	84	80
FIBRA LARGA (D.D.)	HP día/ton	92.65	92.34	88.61
	freeness	520	500	480
BAGAZO	freeness	354	385	365
	Amp.	36	39	34
JORDAN	HP día/ton.	40.66	41.81	36.73
	freeness	265	275	280

CAJA DE ENTRADA

Abertura válvula	peso base %	56.5	60	56
Abertura válvula	Sream F. %	14	16	18
Consistencia pasta	%	0.421	0.389	0.421
Posición labio mm	Horizontal	0	0	0
	Vertical	20	20	22.5
Altura columna	agua (cm)	130	137	146
Velocidad de	flujo (m/min)	303	318	318
Vel. de	tela (m/min)	305	320	320

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

Peso Base (g/m ²)		47	46.5	48.5
Calibre (0.001")		2.54	2.6	2.6
Humedad (%)		5.8	6.9	7.0
Desgarro (g)	DM	31	36	18
	AM	43	44	27
Factor desg.	DM	65.95	77.4	37.11
	AM	91.48	94.6	55.67
Tensión (Kg)	Dm	2.88	3.16	2.96
	AM	1.51	1.37	1.24
Long. ruptura (m)	DM	6127	6795	6103
	AM	3212	2946	2556
Elongación (%)	DM	1.2		1.1
	AM	1.8		2.1
Estallido (lb/in ²)				18.1
Fact. Explosión				25,38
Porosidad (segs)		33.5	20.25	47.3
Blancura (° ph)		79	76	78
Cenizas (%)		4.8	3.9	4.2
Encolado		OK	OK	OK
Formación		OK	OK	OK

DOSIFICACION A MAQUINA.

E. Larga (%)	35	35	35	35	35	35	35
Bagaso (%)	65	65	65	65	65	65	65
G	0.6	0.5	0.5	0.5	0.55	0.55	0.55
Brea (g/kg)	25.4	19	22.26	38.81	23.81	23.81	23.4
G	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
Caolín (g/kg)	100	79	105.21	101.88	116.9	116.9	115.13
G	0.8	0.8	0.8	0.9	0.75	0.75	0.75
Blanc.Op. (g/kg)	0.424	0.3937	0.4453	0.4851	0.4059	0.4059	0.3997
G	0.6	0.65	0.65	0.65	0.55	0.55	0.5
Violeta (g/kg)	.0318	.0319	.03618	.035	.0297	.0297	.0266
G	0.75	0.85	0.80	0.75	0.7	0.7	0.65
Azul (g/kg)	.1491	.1568	.167	.1516	.142	.142	.1299
velocidad (m/min)	325	350	316	319.5	325	325	330
Producción (Ton/día)	94.3	101.6	89.82	92.75	92.37	92.37	93.8
(Ton/hr)	3.93	4.23	3.74	3.864	3.848	3.848	3.908

REFINACION

	Amp.	84	70	80	71	80	80	80
FIBRA LARGA (D.D.)	HP dfa/ton	92.34	71.49	90.13	79.38	89.81	89.81	88.43
	Freeness	500	375	490	420	450	390	460
	Freeness	385	312	330	325	370	350	360
BAGAZO	Amp.	39	34	35.5	34	34	34	34
	HP dfa/ton	41.81	33.86	39.99	37.06	37.22	37.22	36.65
	Freeness	275	246	265	289	290	280	265

CAJA DE ENTRADA

Abertura válvula peso base%	60	60	56.5	56.5	55.5	55.5	56
Abertura válvula Stream F.%	16	16	15	19.5	18	18	18
Consistencia pasta %	0.389	0.449	0.411	0.391	0.472	0.395	0.421
Posición labio m m	Horizontal	0	0	0	0	0	0
	Vertical	20	25	20	23	24.5	24.5
Altura columna agua (cm)	137	156	135	139	135	135	146
Velocidad de flujo (m/min)	310	330	308	312	308	308	318
Vel. de tela (m/min)	312	339.5	305	310	316.5	316.5	320

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

Peso Base (g/m ²)	48.3	49	47	49	48.5	50.5	49.7
Calibre (0.001")	2.56	2.8	2.8	2.26	2.6	2.5	2.6
Humedad (%)	7.9	7.2		6.8	5.9	7.0	7.0
Desgarro (g)	DM	38	25	18	25	18	22
	AM	33	32	32	32	24	28
Factor desg.	DM	68.5	51	38.4	51	37.14	43.46
	AM	78.9	65.3	68	65.3	49.53	55.32
Tensión (Kg)	DM	3.36	3.82	2.84	2.65	3.08	3.39
	AM	1.27	1.12	1.88	1.7	1.31	1.2
Long. ruptura (m)	DM	6956	7795	6042	5408	6350	6712
	AM	2629	2285	4000	3469	2701	2376
	DM	1.9	1.0	1.0	2.0	1.0	1.16
	AM	2.7	1.65	1.7	1.5	1.7	1.3
Estallido (lb/in ²)		17.98		11.5	19.32	19.85	17.27
Fac.Explósión		24.96		15.96	27.09	26.73	23.63
Porosidad (segs)	22.5	28.84	38.6	49	36.4	49.24	53.92
Blancura (° ph)	76.5			81			79
Cenizas (%)	3.9	40	4.8	3.8	5.0	5.6	4.2
Encolado	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Formación	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

DOSIFICACION A MAQUINA.

F. Larga (%)	30	30	30	30	30	30	30
Bagazo (%)	70	70	70	70	70	70	70
G	.55	.55	.55	.5	.5	.5	.55
Brea (g/Kg)	23.4	23.4	20.95	19.04	19.04	19.04	22.96
G	.8	.8	1.0	.6	.6	.6	.8
Caolín (g/Kg)	115.13	115.13	128.57	77.14	77.14	77.14	112.73
G	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75
Blanq.Op. (g/kg)	.3997	.397	.3571	.3571	.3571	.3571	.3914
G	.5	.5	.55	.55	.55	.55	.45
violeta (g/Kg)	.0266	.0266	.0261	.0261	.0261	.0261	.0234
G	.65	0.65	.6	.6	.6	.6	.65
azul (g/Kg)	.1299	.1299	.1071	.1071	.1071	.1071	.1272
velocidad (m/min)	330	330	361.8	361.8	361.8	361.8	330
Producción (Ton/día)	93.804	93.804	105	105	105	105	95.799
(Ton/Hr)	3.9085	3.9085	4.375	4.375	4.375	4.375	3.9916

REFINACION

	Amp.	80	80	70	70	70	66	80
FIBRA LARGA (D.D.)	HP día/ton	86.24	86.24	69.12	69.12	69.12	65.17	34.44
	freeness	400	440	458	473	478	478	437
BAGAZO	freeness	340	360	312	302	294	300	353
	Amp.	33	33	34	34	34	34	34
JORDAN HP día/ton		35.57	35.57	32.74	32.74	32.74	32.74	35.88
	freeness	240	260	276	295	270	264	244
CAJA DE ENTRADA								
	Abertura válvula peso base	53	53	60	60	60	60	53
	Abertura válvula Strea F. %	18	18	14	14	14	14	13
	Consistencia pasta %	0.381	0.393	0.399	0.396	0.377	0.348	0.442
	horizontal	0	0	0	0	0	0	0
	Posición labio mm							
	vertical	23	23	23	23	23	23	22.5
	Altura columna agua (cm)	145	145	174	174	174	174	143
	Velocidad de flujo(m/min)	320	320	350	350	350	350	317
	Vel. de tela(m/min)	320	320	350	350	350	350	321

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

Peso Bate(g/m ²)	47.6	45.5	47.4	47.5	46.2	48.3	48.3
Calibre(0.001")	2.5	2.23	2.5	2.5	2.6	2.7	2.46
Humedad (%)	6.0	5.8	6.3	6.4	6.0	6.3	6.2
Desgarro(g) DM	14	15	25	24	24	22	19
AM	17	19	28	32	26	31	29
Factor desg. DM	29.7	32	52	50	51	45	39
AM	35.1	41.7	59	67	56	64	60
Tensión (Kg) DM	2.09	2.27	3.04	3.22	2.8	2.7	2.8
AM	1.25	1.25	1.35	1.26	1.27	1.41	1.25
Long.ruptura (m) DM	4369	4989	6413	6778	6060	5590	5797
AM	2626	2747	2848	2652	2749	2919	2588
Elongación (%) DM	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.6
AM	1.0	1.2	1.9	1.5	1.8	1.5	2.0
Estallido (lb/in ²)	14.97	15.22	16.1	17.19	16.82	15.11	18.1
Fact.Explosión	21.39	22.75	23.10	24.61	24.76	21.28	25.49
Porosidad(segs)	40.28	42.46	28.34	29.74	36.9	18.5	27.97
Blancura(%ph)							
Cenizas(%)	5.6	5.0	3.2	3.4	3.5	3.0	3.9
Encolado	OK						
Formación	OK						

DOSIFICACION A MAQUINA

F. Larga (%)	25	25	25	25	25	25	25
Bagazo (%)	75	75	75	75	75	75	75
G	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.55	0.5
Brea (g/Kg)	20.204	20.204	20.204	20.204	19.98	27.14	21.5
G	.775	.775	.6	.6	.6	18	16
caolín (g/Kg)	105.69	105.69	91.82	91.82	80.919	112.736	87.09
G	.75	.75	.75	.75	.8	.75	.75
Blanq.Op. (g/Kg)	.3788	.3788	.3788	.3788	.3996	.3914	.4032
G	.45	.45	.45	.45	.65	.50	.75
violeta (g/Kg)	.0227	.0227	.0227	.0227	.0324	.026	.0403
G	.6	.6	.6	.6	.85	.65	.85
Azul (g/Kg)	.1136	.1136	.1136	.1136	.1592	.1272	.1713
Velocidad (m/min)	341	341	341	341	350	330	321
Producción (ton/día)	98.99	98.99	98.99	98.99	100.1	95.799	93
(Ton/hr)	4.1247	4.1247	4.1247	4.1247	4.1708	3.9916	3.875

REFINACION

	Amp.	80	80	75	75	75	80	81
FIBRA LARGA (D.D.)	HP día/ton	81.72	81.72	78.55	78.55	77.68	84.44	90.30
	freeness	354	395	437	478	375	400	316
BAGAZO	freeness	312	322	312	332	312	335	332
	Amp.	34	34	34	34	34	33	34
JORDAN	HP día/ton	34.72	34.72	34.72	34.72	34.34	34.83	36.96
	freeness	248	257	286	296	246	240	258

CAJA DE ENTRADA

Abertura válvula peso base %		56	56	56	56	60	53	50
Abertura válvula Stream F. %		16	16	16	16	16	18	14
Consistencia pasta %		0.282	0.252	0.231	0.263	0.452	0.395	0.332
Posición labio m m	horizontal	0	0	0	0	0	0	0
	vertical	25	25	25	25	25	23	23
Altura columna agua(cm)		155	155	155	155	155	145	135
Velocidad de flujo(m/min)		330	330	330	330	330	320	309
Vel. de tela (m/min)		330	330	330	330	339.5	320	310

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

Peso Base (g/m ²)	48	48	48.5	48.7	49	51	48.8
Calibre(0.001")	2.66	2.75	2.86	2.85	2.9	2.53	2.66
Humedad(%)	6.4	6.2	6.1	7.0	7.0	7.3	6.0
Desgarro(g)DM	20	19	21	16	20	18	20
AM	21	26	27	39	30	23	25
DM	45	39	43	32	40	37	45
Factor desg.							
AM	47	54	55	80	61	49	53
DM	2.4	2.97	3.37	3.15	2.8	2.66	2.9
Tensión(Kg)							
AM	1.31	1.4	1.32	1.18	1.25	1.19	1.25
DM	5000	6187	6947	6468	5714	5215	5942
Long. ruptura (m)							
AM	2729	2916	2721	2422	2551	2333	2561
DM	1.5	1.55	1.28	1.98	1.2	1.2	1.2
Elongación (%)							
AM	2.4	2.42	2.6	1.5	2.0	1.8	1.2
Estallido (lb/in ²)	18.58	19	21.2	19.6	16.6	15.07	17.3
Fact. Explosión	26.33	26.92	29.73	27.37	23.04	20.10	24.11
Porosidad(segs)	40	40.2	42.7	32.5	40.3	47.6	41.8
Blancura(°ph)							
Cenizas (%)	3.9	4.0	4.0	3.8	4.0	5.1	4.0
Encolado	OK						
Formación	OK						

DOSIFICACION A MAQUINA

F. Larga (%)	25	25	25	25	25°	25	25
BAGAZO (%)	75	75	75	75	75	75	75
G	.55	.55	.55	.5	.5	.5	.5
BREA (g/Kg)	22.96	22.96	22.96	20.26	20.26	21.52	21.52
G	.8	.8	.8	.9	.7	.6	.6
caolín (g/Kg)	112.73	112.73	112.73	123.1	95.7	87.19	87.19
G	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75
Blanq.Op. (g/Kg)	.3914	.3914	.3914	.3799	.3799	.4036	.4036
G	.45	.45	.45	.45	.45	.75	.75
violeta (g/Kg)	.0234	.0234	.0234	.0227	.0227	.0403	.0403
G	.65	.65	.65	.6	.6	.85	.85
azul (g/Kg)	.1272	.1272	.1272	.1139	.1139	.1715	.1715
velocidad (m/min)	330	330	330	340	340	320	320
producción (Ton/día)	95.8	95.8	95.8	98.7	98.7	92.895	92.895
(Ton/hr)	3.9916	3.9916	3.9916	4.1125	4.1125	3.87	3.87

REFINACION

Amp.	80	80	80	80	80	80	80
FIBRA LARGA (D.D.) HP día/ton	84.44	84.44	84.44	81.96	81.96	87.1	87.1
Freeness	414	414	437	395	395	437	345
BAGAZO Freeness	332	332	352	318	312	382	322
Amp.	34	34	34	34	34	34	34
JORDAN HP día/ton	35.88	35.88	35.88	34.83	34.83	37.01	37.01
Freeness	202	220	220	248	257	238	220

CAJA DE ENTRADA

Abertura válvula peso base %	53	53	53	57	57	52	52
Abertura válvula Strea F. %	18	18	18	16	16	14	14
Consistencia pasta %	0.442	0.382	0.395	0.101	0.113	0.396	0.390
Horizontal	0	0	0	0	0	0	0
Posición labio m m							
Vertical	22.5	22.5	22.5	25	25	23	23
Altura columna agua (cm)	143	143	143	154	154	136	136
Velocidad de Flujo (m/min)	317	317	317	329	329	310	310
Vel. de tela (m/min)	321	321	321	329	329	310	310

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

Peso Base (g/m ²)	49.5	46	47	50	49.5	49	49.8	
Calibre (0.001")	2.5	2.3	2.26	2.8	2.9	2.66	2.6	
Humedad (%)	7.0		6.8	6.8	6.9	6.0	6.2	
Desgarro (g)	DM	20	20	22	23	20	25	21
	AM	24	30	26	32	27	26	26
G Factor desg	DM	41.15	43.49	55	46	41	51	42.1
	AM	49.38	65.21	65	64	54	53	52.2
Tensión (Kg)	DM	2.51	2.76	2.45	2.69	2.84	3.09	2.45
	AM	1.18	1.28	1.29	1.30	1.30	1.37	1.40
Long. ruptura (m)	DM	5070	6000	5212	5380	5737	6306	4919
	AM	2383	2782	2744	2600	2626	2796	2811
Elongación (%)	DM	2.0	1.2	1.0	1.3	1.24	1.2	1.6
	AM	2.3	1.9	1.6	2.98	3.04	1.8	2.0
Estallido (lb/in ²)	13.4	17.11	16.35	17.9	20.7	18.33	17.73	
Fact. Explosión	18.41	25.30	23.66	24.35	28.44	25.44	24.21	
Porosidad (segs)	58.28	39.92	35.38	35.3	39.8	37.6	39.6	
Blancura (°ph)								
Cenizas (%)	5.1	4.5	3.7	4.7	4.4	4.4	5.0	
Encolado	OK							
Formación	OK							

DOSIFICACION A MAQUINA

F. Larga (%)	20	20	20	20	20	20	20	20
Bagazo (%)	80	80	80	80	80	80	80	80
G	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Brea (g/kg)	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	19.6	19.6
G	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
caolín (g/Kg)	87.09	87.09	87.09	87.09	87.09	87.09	79.72	79.72
G	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75
Blanq,Op. (g/Kg)	.4032	.4032	.4032	.4032	.4032	.4032	.369	.369
G	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.85	.85
violeta (g/Kg)	.0403	.0403	.0403	.0403	.0403	.0403	.0418	.0418
G	.85	.85	.85	.85	.85	.85	1.0	1.0
azul (g/Kg)	.1713	.1713	.1713	.1713	.1713	.1713	.1845	.1845
velocidad(m/min)	321	321	321	321	321	321	350	350
Producción (Ton/día)	93	93	93	93	93	93	101.6	101.6
(Ton/hr)	3.875	3.875	3.875	3.875	3.875	3.875	4.23	4.23

REFINACION

Amp.	80	80	80	75	75	75	75	75
Fibra larga HP día(ton) (D.D.)	86.99	86.99	86.99	83.61	83.61	83.61	76.6	76.6
Freeness	257	345	320	335	354	354	475	475
BAGAZO Freeness	342	338	342	312	322	332	330	320
Amp.	34	34	33	33	33	33	33	33
JORDAN HP día(ton)	36.96	36.96	35.88	35.88	35.88	35.88	32.86	32.86
Freeness	248	248	230	257	238	257	285	295

CAJA DE ENTRADA

Abertura válvula peso base %	52	52	53	53	53	53	601	60
Abertura válvula Stream F. %	14	14	13.5	13.5	13.5	13.5	16	16
Consistencia pasta	0.405	0.399	0.499	0.441	0.431	0.415	0.422	0.487
Horizontal	0	0	0	0	0	0	0	0
Posición labio m m vertical	23	23	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
altura columna agua (cm)	136	136	134	134	134	134	158	158
Velocidad de flujo(m/min)	310	310	308	308	308	308	333	333
Vel. de tela (m/min)	310	310	311.5	311.5	311.5	311.5	339	339

DOSIFICACION A MAQUINA

F. Larga (%)	15	15	15	15	15	15	15	15
Bagazo (%)	85	85	85	85	85	85	85	85
G	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5
Brea (g/Kg)	19.68	19.68	19.68	19.68	20	20	20	20
G	0.6	.6	.6	.6	.7	.7	.7	.7
caolín (g/Kg)	79.72	79.72	79.72	79.72	94.5	94.5	94.5	94.5
G	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75	.75
Blanq.Op. (g/Kg)	.369	.369	.369	.369	.375	.375	.375	.375
G	.75	.75	.75	.75	.6	.6	.6	.6
Violeta (g/Kg)	.0369	.0369	.0369	.0369	.03	.03	.03	.03
G	.85	.85	.85	.85	.65	.65	.65	.65
Azul (g/Kg)	.1568	.1568	.1568	.1568	.1218	.1218	.1218	.1218
velocidad(m/min)	350	350	350	350	352	352	352	352
Producción (Ton/día)	101.6	101.6	101.6	101.6	100	100	100	100
(Ton/hr)	4.233	4.233	4.233	4.233	4.166	4.166	4.166	4.166

REFINACION

Amp.	75	75	72	72	75	75	80	80
Fibra Larga HP día/ton (D.D.)	76.54	76.54	73.48	73.48	77.75	77.75	82.94	82.94
Freeness	458	437	437	437	416	416	395	395
BAGAZO								
Freeness	325	317	302	302	317	307	346	332
Amp.	35	35	35	35	34	34	34	34
JORDAN HP día/ton	34.83	34.93	34.83	34.83	34.38	34.38	34.38	14.38
Freeness	266	256	257	238	237	237	248	220
CAJA DE ENTRADA								
Abertura válvula peso base %	58	58	58	58	58	58	58	58
Abertura válvula Stream F. %	16	16	16	16	16	16	16	16
Consistencia pasta %	0.402	0.416	0.441	0.422	0.397	0.442	0.378	0.390
Horizontal	0	0	0	0	0	0	0	0
Posición labio m m								
Vertical	22.5	22.5	22.5	22.5	20.5	20.5	20.5	20.5
Altura columna agua (CM)	160	160	160	160	162	162	162	162
Velocidad de flujo (m/min)	335	335	335	335	338	338	338	338
Vel. de tela (m/min)	338	338	338	338	340	340	340	340

A continuación se resumen las características obtenidas en el producto para cada porcentaje de bagazo trabajado, así como su tendencia a un valor central y su variancia.

FACTOR DE RASGADO D.M.			
60% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 60.15$	$\sigma = 26.61$	$\bar{X} + \sigma = 86.36$ $\bar{X} - \sigma = 33.54$ $\bar{X} + 2\sigma = 113.37$ $\bar{X} - 2\sigma = 6.93$
65% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 47.68$	$\sigma = 20.75$	$\bar{X} + \sigma = 68.43$ $\bar{X} - \sigma = 26.93$ $\bar{X} + 2\sigma = 89.18$ $\bar{X} - 2\sigma = 6.18$
70% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 42.67$	$\sigma = 20.64$	$\bar{X} + \sigma = 63.31$ $\bar{X} - \sigma = 22.03$ $\bar{X} + 2\sigma = 83.95$ $\bar{X} - 2\sigma = 1.39$
75% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 42.91$	$\sigma = 15.03$	$\bar{X} + \sigma = 57.94$ $\bar{X} - \sigma = 27.88$ $\bar{X} + 2\sigma = 72.97$ $\bar{X} - 2\sigma = 12.85$
80% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 41.0$	$\sigma = 15.02$	$\bar{X} + \sigma = 56.02$ $\bar{X} - \sigma = 25.98$ $\bar{X} + 2\sigma = 71.04$ $\bar{X} - 2\sigma = 10.96$

85% Bagazo Valor Medio Desv. Estd.

$$\bar{X} = 35.25 \qquad \sigma = 18.91$$

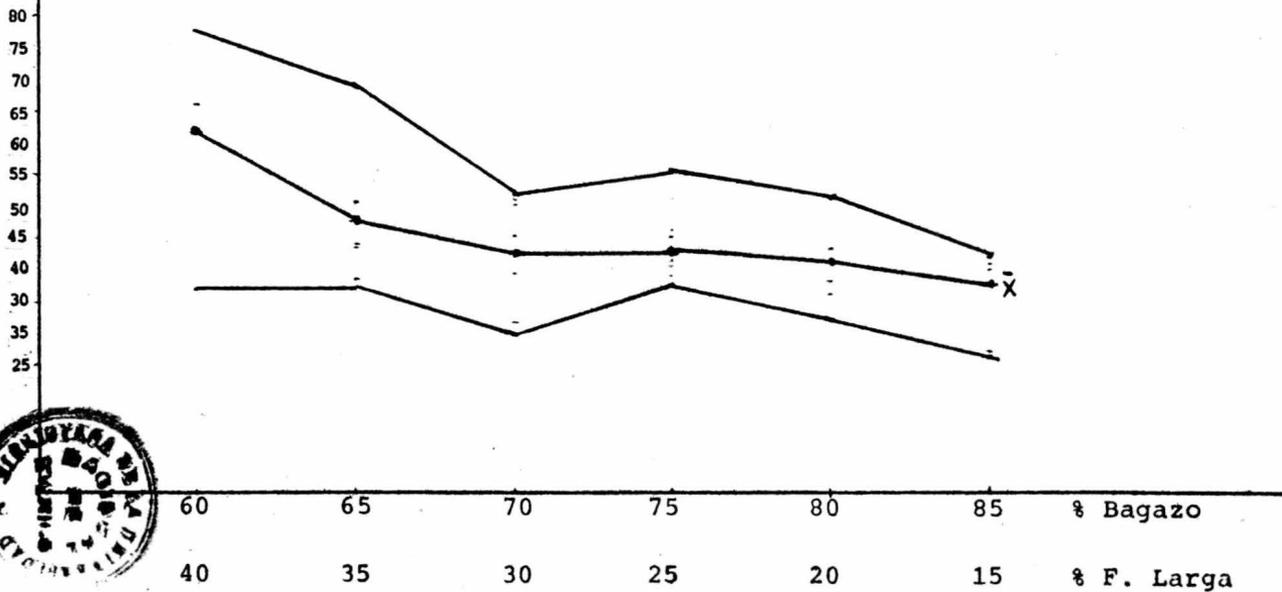
$$\begin{aligned} \bar{X} + \sigma &= 54.16 \\ \bar{X} - \sigma &= 16.34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{X} + 2\sigma &= 73.07 \\ \bar{X} - 2\sigma &= -2.57 \end{aligned}$$

01110



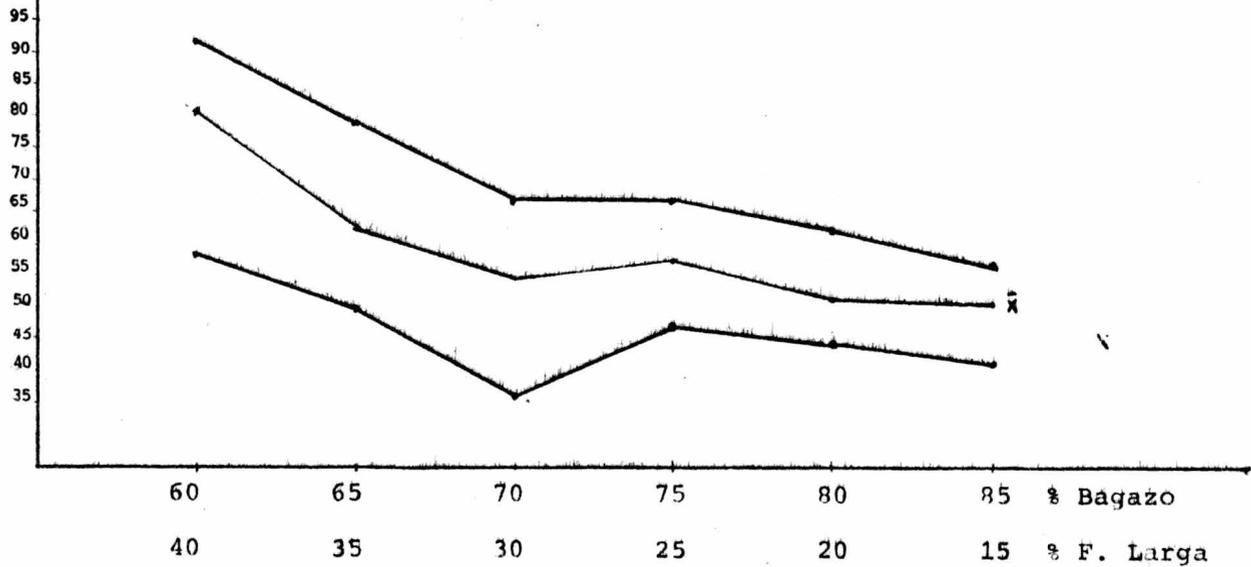
FACTOR RASGADO D.M.



FACTOR DE RASGADO A.M.

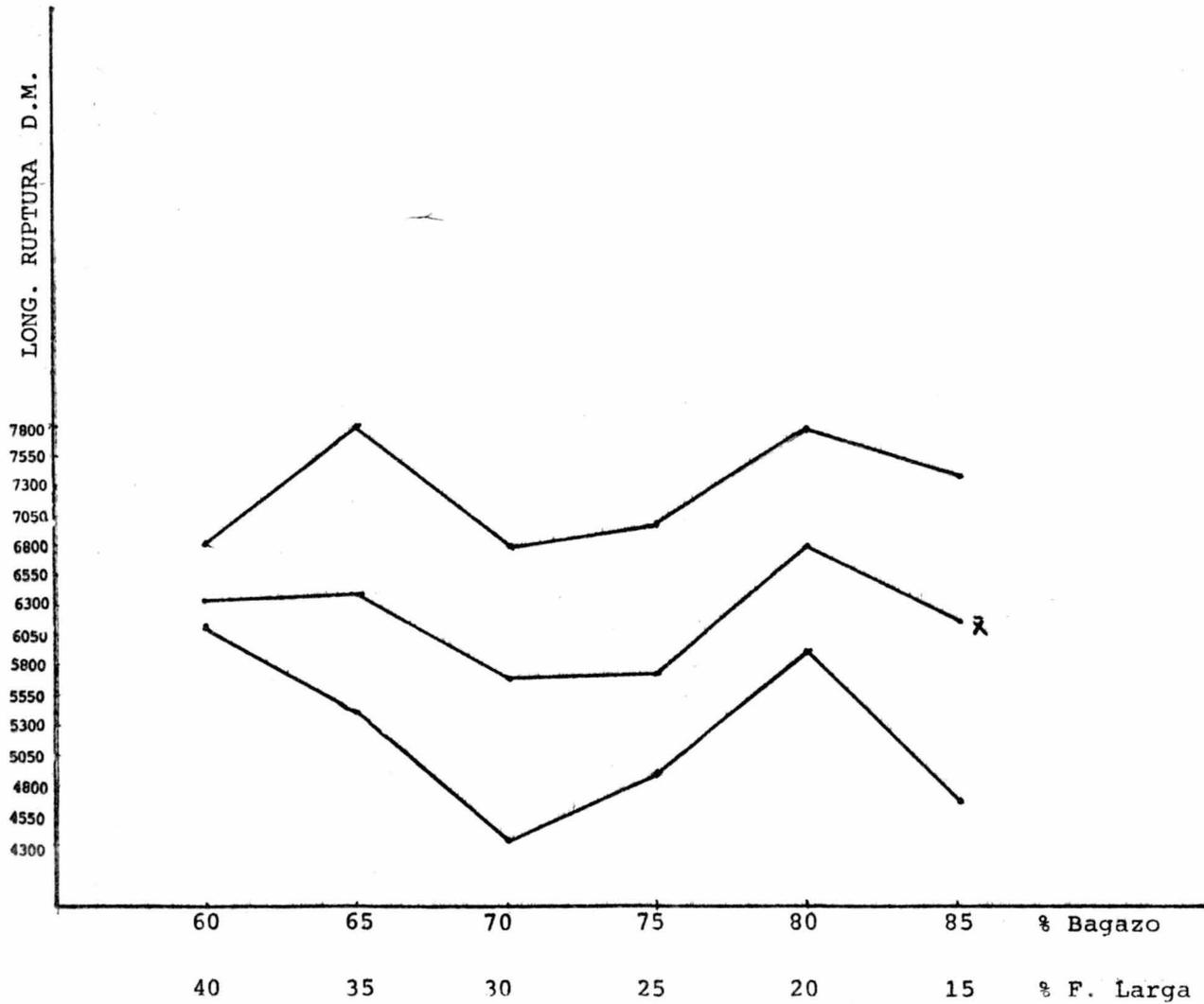
60% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 80.58$	$\sigma = 28.76$	$\bar{X} + \sigma = 109.34$ $\bar{X} - \sigma = 51.82$ $\bar{X} + 2\sigma = 138.1$ $\bar{X} - 2\sigma = 23.06$
65% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 62.38$	$\sigma = 20.97$	$\bar{X} + \sigma = 83.35$ $\bar{X} - \sigma = 41.41$ $\bar{X} + 2\sigma = 104.32$ $\bar{X} - 2\sigma = 20.42$
70% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 54.81$	$\sigma = 24.10$	$\bar{X} + \sigma = 78.91$ $\bar{X} - \sigma = 30.71$ $\bar{X} + 2\sigma = 103.01$ $\bar{X} - 2\sigma = 6.61$
75% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 57.19$	$\sigma = 26.29$	$\bar{X} + \sigma = 83.48$ $\bar{X} - \sigma = 30.9$ $\bar{X} + 2\sigma = 109.77$ $\bar{X} - 2\sigma = 4.61$
80% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 51.025$	$\sigma = 13.01$	$\bar{X} + \sigma = 64.03$ $\bar{X} - \sigma = 38.01$ $\bar{X} + 2\sigma = 77.04$ $\bar{X} - 2\sigma = 25.0$
85% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 50.25$	$\sigma = 12.55$	$\bar{X} + \sigma = 62.8$ $\bar{X} - \sigma = 37.7$ $\bar{X} + 2\sigma = 75.35$ $\bar{X} - 2\sigma = 25.15$

FACTOR RASGADO A.M.



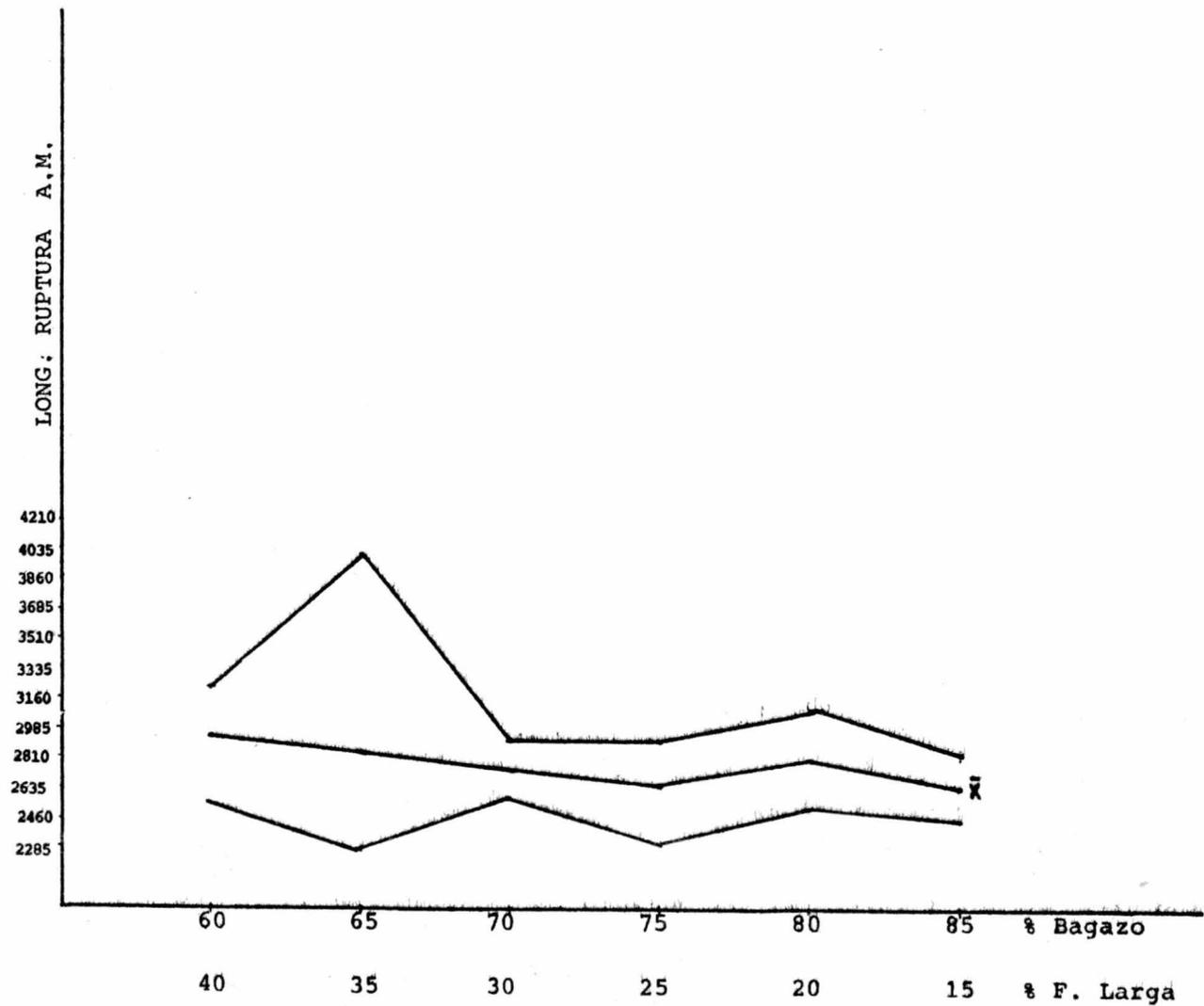
LONGITUD DE RUPTURA D.M.

60% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 6341.6$	$\sigma = 523.42$	$\bar{X} + \sigma = 6865.02$ $\bar{X} - \sigma = 5818.18$ $\bar{X} + 2\sigma = 7388.44$ $\bar{X} - 2\sigma = 5294.76$
65% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 6365$	$\sigma = 1744.68$	$\bar{X} + \sigma = 8129.68$ $\bar{X} - \sigma = 4640.32$ $\bar{X} + 2\sigma = 9874.36$ $\bar{X} - 2\sigma = 2895.64$
70% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 5713.71$	$\sigma = 1657.86$	$\bar{X} + \sigma = 7371.57$ $\bar{X} - \sigma = 4055.85$ $\bar{X} + 2\sigma = 9029.43$ $\bar{X} - 2\sigma = 2397.99$
75% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 5721.28$	$\sigma = 1389.26$	$\bar{X} + \sigma = 7110.54$ $\bar{X} - \sigma = 3832.02$ $\bar{X} + 2\sigma = 9499.8$ $\bar{X} - 2\sigma = 1942.76$
80% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 6781.87$	$\sigma = 1657.19$	$\bar{X} + \sigma = 6947.06$ $\bar{X} - \sigma = 6616.68$ $\bar{X} + 2\sigma = 7112.25$ $\bar{X} - 2\sigma = 6451.49$
85% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 6177.5$	$\sigma = 2061.21$	$\bar{X} + \sigma = 8238.71$ $\bar{X} - \sigma = 4116.0$ $\bar{X} + 2\sigma = 10299.92$ $\bar{X} - 2\sigma = 2055.08$



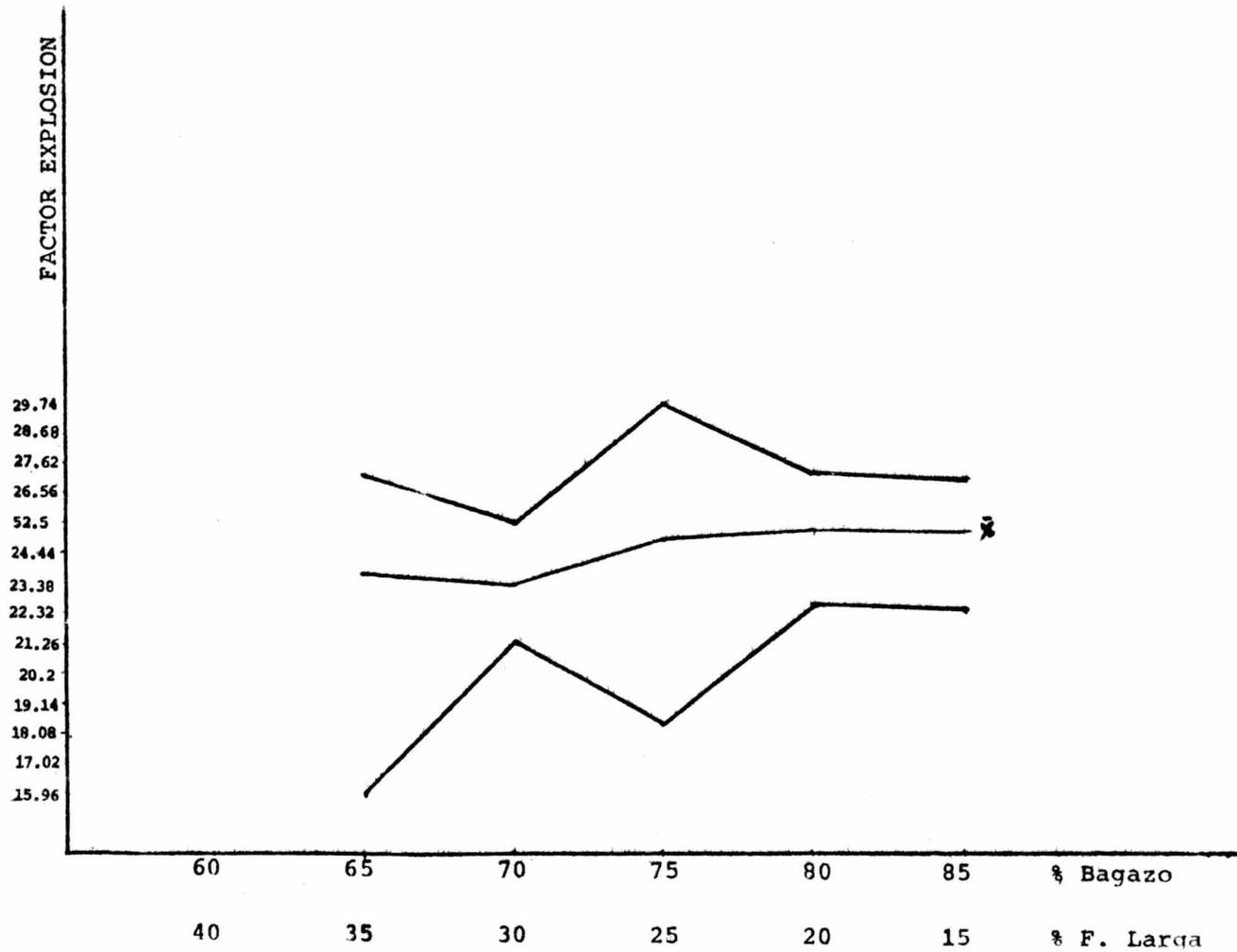
LONGITUD DE RUMPIURA A.M.

60% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 2904.6$	$\sigma = 402.64$	$\bar{X} + \sigma = 3307.24$ $\bar{X} - \sigma = 2501.96$ $\bar{X} + 2\sigma = 3709.88$ $\bar{X} - 2\sigma = 2099.32$
65% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 2836.28$	$\sigma = 1357.96$	$\bar{X} + \sigma = 4194.24$ $\bar{X} - \sigma = 1478.32$ $\bar{X} + 2\sigma = 5552.2$ $\bar{X} - 2\sigma = 120.36$
70% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 2732.71$	$\sigma = 251.07$	$\bar{X} + \sigma = 2983.78$ $\bar{X} - \sigma = 2481.64$ $\bar{X} + 2\sigma = 3234.85$ $\bar{X} - 2\sigma = 2230.57$
75% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 2641.07$	$\sigma = 540.67$	$\bar{X} + \sigma = 3181.74$ $\bar{X} - \sigma = 2100.43$ $\bar{X} + 2\sigma = 3722.41$ $\bar{X} - 2\sigma = 1559.73$
80% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 2306$	$\sigma = 712.76$	$\bar{X} + \sigma = 3518.76$ $\bar{X} - \sigma = 2093.24$ $\bar{X} + 2\sigma = 4231.52$ $\bar{X} - 2\sigma = 1380.48$
85% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 2631.12$	$\sigma = 310.06$	$\bar{X} + \sigma = 2741.18$ $\bar{X} - \sigma = 2321.06$ $\bar{X} + 2\sigma = 3251.24$ $\bar{X} - 2\sigma = 2011.0$



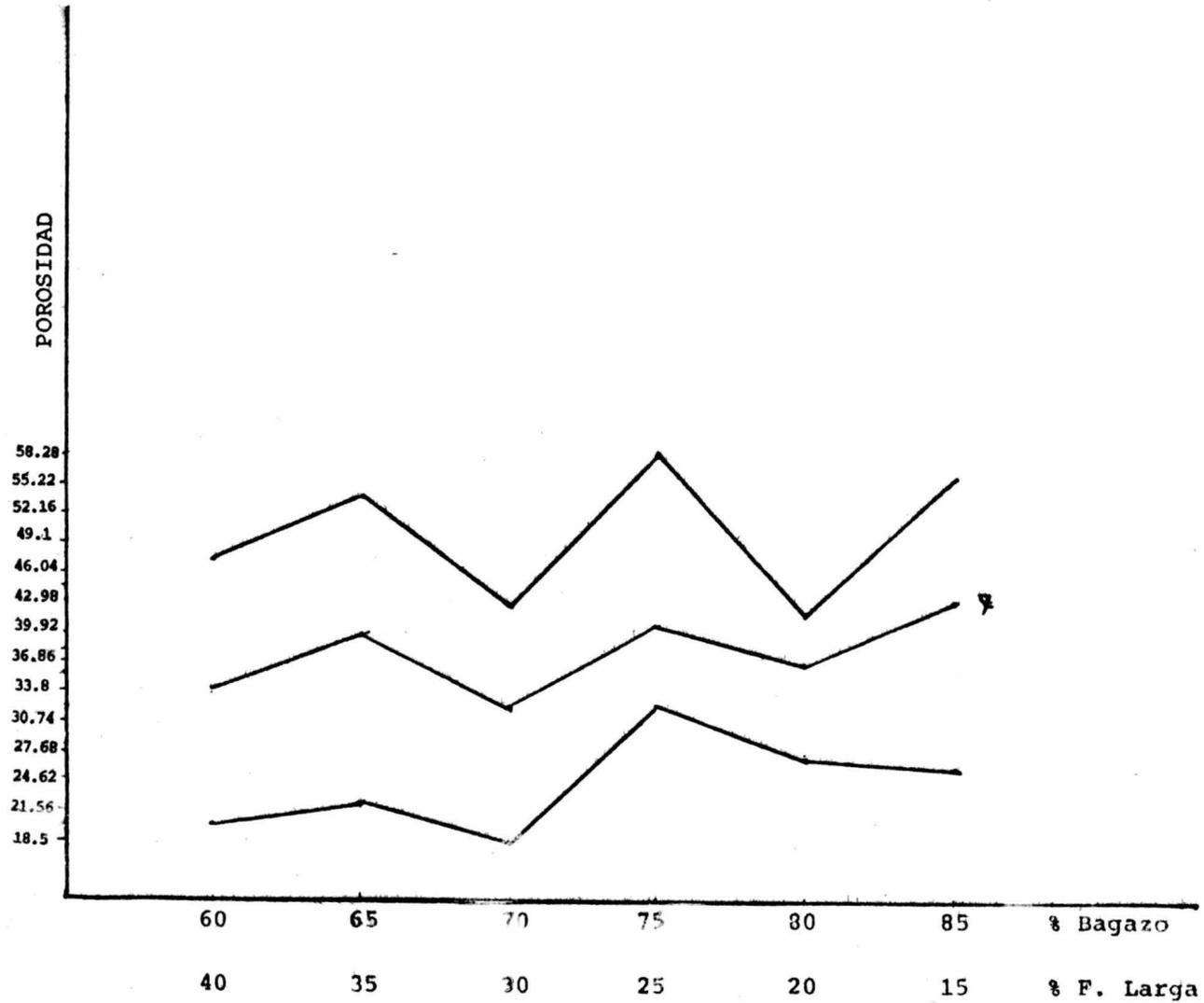
FACTOR EXPLOSION

60% Bagazo	Datos insuficientes.		
65% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 23.674$	$\sigma = 6.94$	$\bar{X} + \sigma = 30.614$ $\bar{X} - \sigma = 16.734$ $\bar{X} + 2\sigma = 37.554$ $\bar{X} - 2\sigma = 9.794$
70% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 23.34$	$\sigma = 3.65$	$\bar{X} + \sigma = 26.99$ $\bar{X} - \sigma = 19.69$ $\bar{X} + 2\sigma = 30.64$ $\bar{X} - 2\sigma = 16.04$
75% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 24.84$	$\sigma = 8.45$	$\bar{X} + \sigma = 33.29$ $\bar{X} - \sigma = 16.39$ $\bar{X} + 2\sigma = 41.74$ $\bar{X} - 2\sigma = 7.94$
80% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 25.26$	$\sigma = 3.75$	$\bar{X} + \sigma = 29.01$ $\bar{X} - \sigma = 21.51$ $\bar{X} + 2\sigma = 32.76$ $\bar{X} - 2\sigma = 17.76$
85% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 25.1$	$\sigma = 3.86$	$\bar{X} + \sigma = 28.96$ $\bar{X} - \sigma = 21.24$ $\bar{X} + 2\sigma = 32.82$ $\bar{X} - 2\sigma = 17.38$



POROSIDAD.

60% Bagazo.	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 33.68$	$\sigma = 15.72$	$\bar{X} + \sigma = 49.4$ $\bar{X} - \sigma = 17.96$ $\bar{X} + 2\sigma = 65.12$ $\bar{X} - 2\sigma = 2.24$
65% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 39.78$	$\sigma = 24.79$	$\bar{X} + \sigma = 64.57$ $\bar{X} - \sigma = 14.99$ $\bar{X} + 2\sigma = 89.36$ $\bar{X} - 2\sigma = -9.8$
70% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 32.01$	$\sigma = 17.84$	$\bar{X} + \sigma = 49.85$ $\bar{X} - \sigma = 14.17$ $\bar{X} + 2\sigma = 67.69$ $\bar{X} - 2\sigma = -3.67$
75% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 40.78$	$\sigma = 14.55$	$\bar{X} + \sigma = 55.33$ $\bar{X} - \sigma = 26.23$ $\bar{X} + 2\sigma = 69.88$ $\bar{X} - 2\sigma = 11.68$
80% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 36.58$	$\sigma = 8.90$	$\bar{X} + \sigma = 45.48$ $\bar{X} - \sigma = 27.68$ $\bar{X} + 2\sigma = 54.38$ $\bar{X} - 2\sigma = 18.78$
85% Bagazo	<u>Valor Medio</u>	<u>Desv. Estd.</u>	
	$\bar{X} = 43.17$	$\sigma = 25.72$	$\bar{X} + \sigma = 68.89$ $\bar{X} - \sigma = 17.45$ $\bar{X} + 2\sigma = 94.61$ $\bar{X} - 2\sigma = -8.27$



CAPITULO IV

ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS.

Los datos que se analizan estadísticamente en éste capítulo, son del papel producido durante todas las corridas de producción de la máquina, independientemente de condiciones de operación tanto de dosificación, refinación ó condiciones generales.

Esto se hace con objeto de conocer las tendencias de la máquina, así como sus tolerancias durante el proceso de producción en toda la gama de condiciones bajo las que normalmente se trabaja.

FACTOR RASGADO D.M.

Rango: 26.0 a 77.4

: 77.4-26.0 : 51.4

n : 48

Amplitud de las clases : $\frac{51.4}{10}$: 5.14

<u>CLASE</u>	<u>frec.</u>	<u>*/2 CLASE</u>
26.0 - 31.14	2	28.57
31.14 - 36.28	5	33.71
36.28 - 41.42	15	38.85
41.42 - 46.56	13	43.99
46.56 - 51.7	8	49.13
51.7 - 56.84	2	54.27
56.84 - 61.98	0	59.41
61.98 - 67.12	1	64.55
67.12 - 72.26	1	69.69
72.26 - 77.4	1	74.83

Valor Medio del factor de rasgado en D.M.

$$\bar{X} : \frac{\sum f_i x_i}{n} : \frac{f_1 x_1 + f_2 x_2 + \dots + f_n x_n}{f_i}$$

$$\bar{X} : \frac{2090.96}{48} : 43.56$$

Desviación Media.

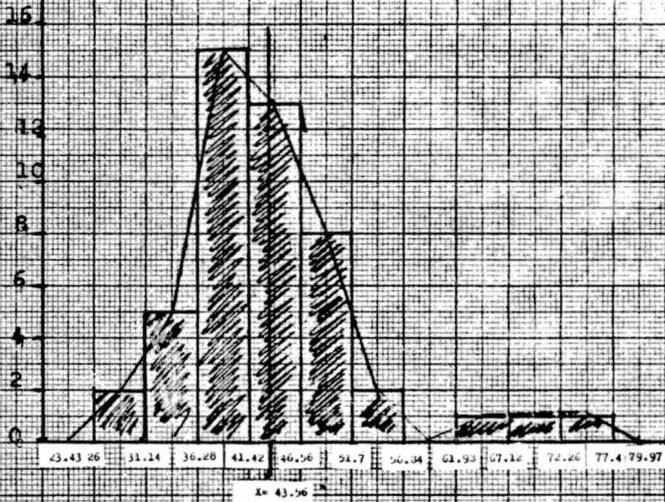
$$D.M. : \sum f_i \frac{|x_i - \bar{X}|}{n} : \frac{310.34}{48} : 6.46$$

Desviación estandar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{X})^2}{n}} : \sqrt{\frac{3954.525}{48}} : 9.076$$

Histograma y Polígono de Frecuencia.

Frecuencia.



Factor rasgado D.M.

FACTOR RASGADO A.M.

Rango: 36.1 a 94.6

: 94.6-36.1 : 58.5

n : 48

Amplitud de las clases : $\frac{58.5}{10}$: 5.85

<u>CLASE</u>	<u>frec.</u>	<u>·/2 CLASE</u>
36.1 - 41.95	2	39.025
41.95 - 47.8	4	44.875
47.8 - 53.65	14	50.725
53.65 - 59.5	12	56.575
59.5 - 65.35	10	62.425
65.35 - 71.2	2	68.275
71.2 - 77.05	0	74.125
77.05 - 82.9	2	79.975
82.9 - 88.75	0	85.825
88.75 - 94.6	2	91.675

Valor Medio del factor de rasgado A.M.

$$\bar{X} : \frac{\sum f_i x_i}{n} : \frac{f_1 x_1 + f_2 x_2 + \dots + f_n x_n}{f_1}$$

$$\bar{X} : \frac{2750.7}{48} : 57.306$$

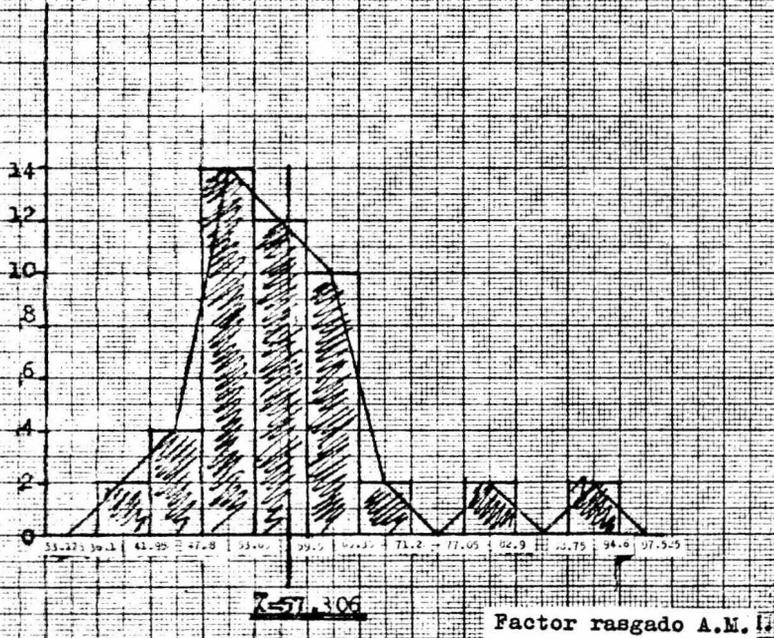
Desviación Media.

$$D.M. : \frac{\sum f_i |x_i - \bar{X}|}{n} : \frac{374.396}{48} : 7.7999$$

Desviación estandar.

$$S : \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{X})^2}{n}} : \sqrt{\frac{5792.1316}{48}} : 10.9849$$

Histograma y Polígono de Frecuencia



LONGITUD DE RUPTURA D.M.

Rango: 4369 a 7795

: 7795 - 4369 : 3426

n : 48

Amplitud de las clases : $\frac{3426}{10}$: 342.6

<u>CLASE</u>	<u>frec.</u>	<u>* /2 CLASE</u>
4369 - 4711.6	2	4550
4711.6 - 5054.2	3	4882.9
5054.2 - 5396.8	5	5225.5
5396.8 - 5739.4	7	5568.1
5739.4 - 6082	8	5910.7
6082 - 6424.6	7	6253.3
6424.6 - 6767.2	4	6595.9
6767.2 - 7109.8	7	6938.5
7109.8 - 7452.4	5	7281.1
7452.4 - 7795	1	7623.7

Valor Medio de la long. de ruptura en D.M.

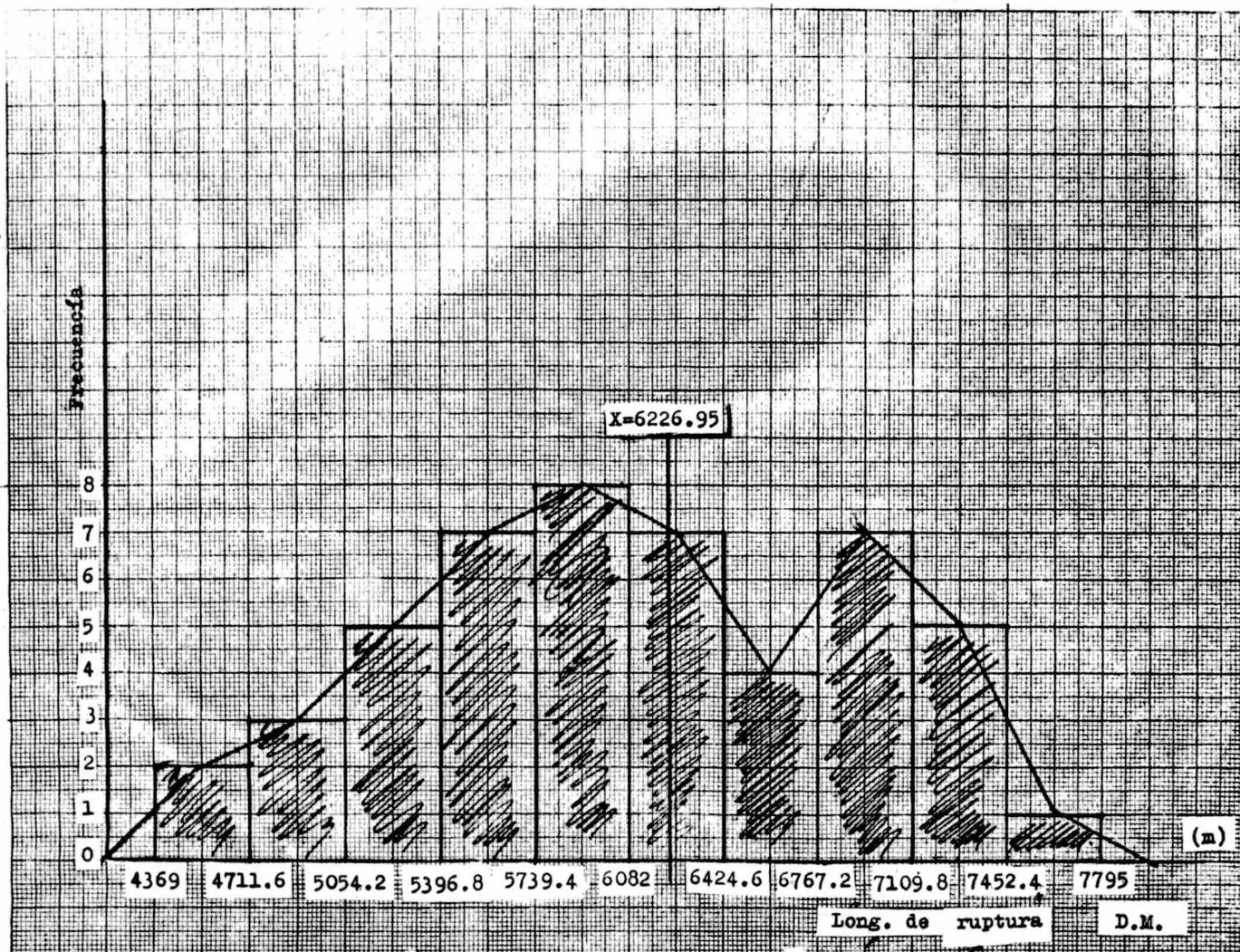
$$\bar{X} : \frac{\sum f_i x_i}{n} : \frac{298893.9}{48} : 6226.95$$

Desviación Media.

$$D.M. : \frac{\sum f_i |x_i - \bar{X}|}{n} : \frac{32843.85}{48} : 684.24$$

Desviación estandar.

$$S : \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{X})^2}{n}} : \sqrt{\frac{31497426}{48}} : 810.059$$



LONGITUD DE RUPTURA A.M.

Rango: 2285 a 4210

: 4210-2285 : 1925

n : 48

Amplitud de las clases : $\frac{1925}{10}$: 192.5

<u>CLASES</u>	<u>frec.</u>	<u>/2 CLASE</u>
2285 - 2477.5	8	2381.25
2477.5 - 2670	16	2573.75
2670 - 2862.5	12	2766.25
2862.5 - 3055	6	2958.75
3055 - 3247.5	3	3151.25
3247.50 - 3440	0	3343.75
3440 - 3632.5	1	3536.25
3632.5 - 3825	0	3728.75
3825 - 4017.5	1	3921.25
4017.5 - 4210	1	4113.75

Valor Medio de la long. de ruptura A.M.

$$\bar{X}: \frac{\sum f_i x_i}{n} : \frac{125900}{48} : 2622.9$$

Desviación Media.

$$D.M. : \sum f_i \frac{|x_i - \bar{X}|}{n} : \frac{11742.5}{48} : 244.635$$

Desviación Estandar.

$$S: \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{X})^2}{n}} : \sqrt{\frac{7009173.8}{48}} : (146024.45)^{1/2}$$

$$S: \underline{\underline{382.13}}$$

Frecuencia.

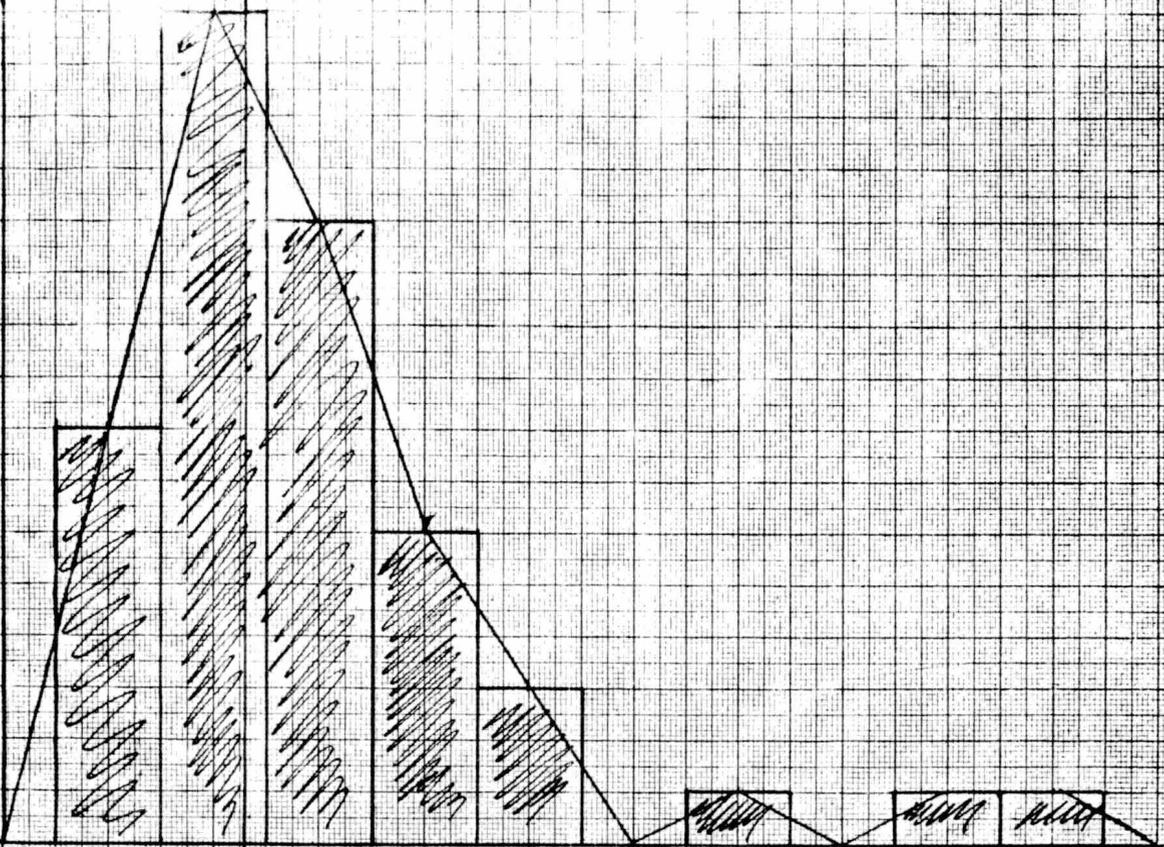
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

$\bar{x} = 2622.91$

2285 2477.5 \bar{x} 2670 2862.5 3055 3247.5 3440 3632.5 3825 4017.5 4210

(m)

Long. ruptura A.M.



ELONGACION D.M.

Rango: 1.0a 2.0

: 2.0 - 1.0 : 1.0

n : 44

Amplitud de las clases : $\frac{1.0}{10}$: 0.1

<u>CLASES</u>	<u>frec.</u>	<u>*/2 CLASE</u>
1.0 - 1.1	16	1.05
1.1 - 1.2	8	1.15
1.2 - 1.3	4	1.25
1.3 - 1.4	2	1.35
1.4 - 1.5	5	1.45
1.5 - 1.6	3	1.55
1.6 - 1.7	2	1.65
1.7 - 1.8	2	1.75
1.8 - 1.9	1	1.85
1.9 - 2.0	1	1.95

Valor Medio de la elongación D.M.

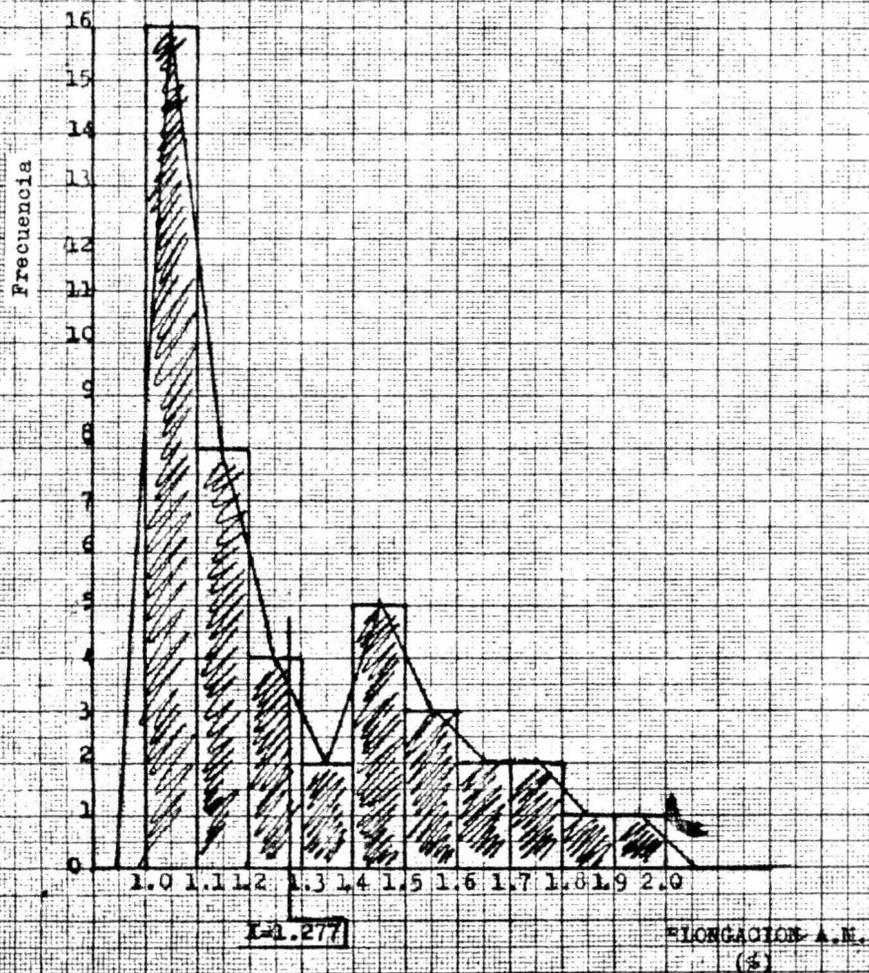
$$\bar{X} : \frac{\sum f_i x_i}{n} : \frac{56.2}{44} : 1.277$$

Desviación Media.

$$D.M. : \frac{\sum f_i |x_i - \bar{X}|}{n} : \frac{9.254}{44} : 0.21$$

Desviación Estandar.

$$S : \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{X})^2}{n}} : \sqrt{\frac{2.84732}{44}} : 0.2543$$



ELONGACION A.M.

Rango: 1.0 a 3.04

: 3.04 - 1.0 : 2.04

n : 44

Amplitud de las clases : $\frac{2.04}{10}$: 0.204

<u>CLASES</u>	<u>Frec</u>	<u>*/2 CLASE</u>
1.0 - 1.204	3	1.102
1.204 - 1.408	2	1.306
1.408 - 1.612	8	1.510
1.612 - 1.816	8	1.714
1.816 - 2.02	14	1.918
2.02 - 2.224	3	2.122
2.224 - 2.428	3	2.326
2.428 - 2.632	0	2.53
2.632 - 2.836	1	2.734
2.836 - 3.04	2	2.938

Valor Medio de la elongación A.M.

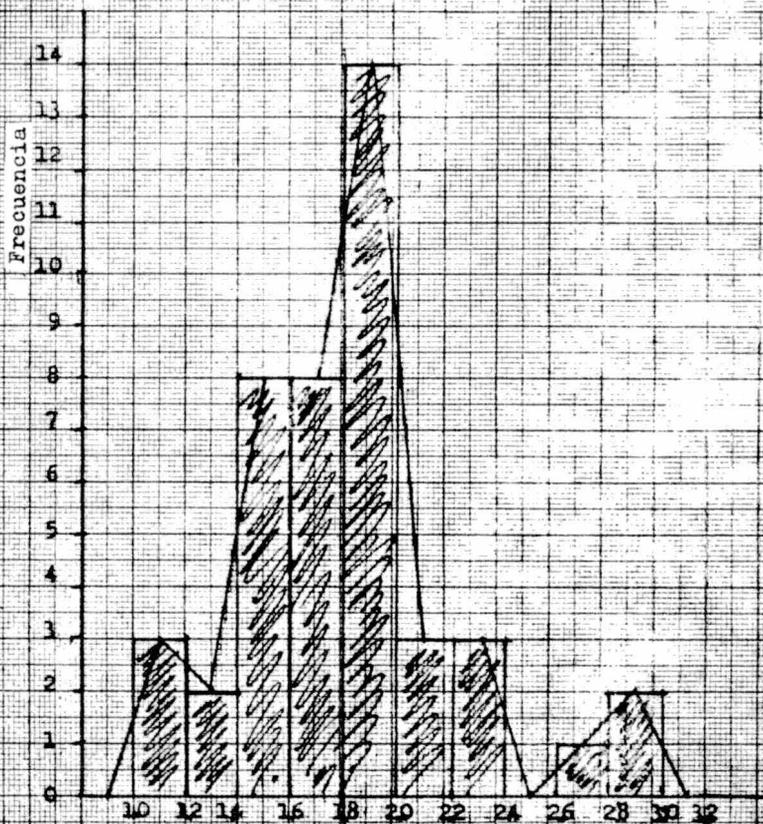
$$\bar{X} : \frac{\sum f_i x_i}{n} : \frac{80.516}{44} : 1.83$$

Desviación Media.

$$D.M. : \sum f_i \frac{|x_i - \bar{X}|}{n} : \frac{13.4362}{44} : 0.305$$

Desviación Estandar.

$$S : \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{X})^2}{n}} : \sqrt{\frac{7.440768}{44}} : 0.4112$$


 $\bar{x} = 17.83$

ELONGACION A.M.

(4)

INDICE DE ESTALLIDO

Rango: 15.965 a 29.735

: 29.735 - 15.965 : 13.77

n : 43

Amplitud de las clases : $\frac{13.77}{10}$: 1.377

<u>CLASES</u>	<u>frec.</u>	<u>*/2 CLASE</u>
15.965 - 17.342	1	16.6535
17.342 - 18.719	1	18.0305
18.719 - 20.096	0	19.4075
20.096 - 21.473	3	20.7845
21.473 - 22.85	3	22.1615
22.85 - 24.227	8	23.5385
24.227 - 25.604	13	24.9155
25.604 - 26.981	9	26.2925
26.981 - 28.358	3	27.6695
28.358 - 29.735	2	29.0465

Valor Medio Indice de Estallido

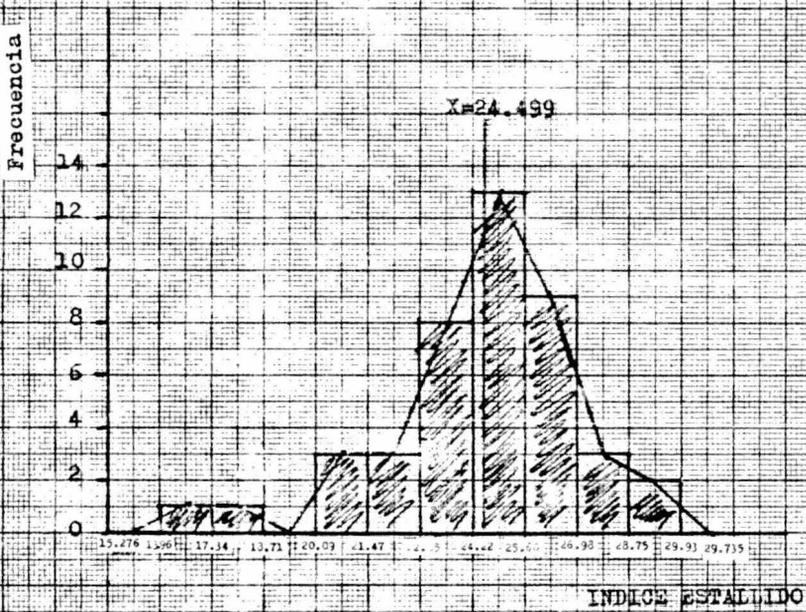
$$\bar{X} : \frac{\sum f_i x_i}{n} : \frac{1053.465}{43} : 24.499$$

Desviación Media.

$$D.M. : \sum f_i \frac{|x_i - \bar{X}|}{n} : \frac{80.3165}{43} : 1.8678$$

Desviación Estandar.

$$S : \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{X})^2}{n}} : \sqrt{\frac{271.2758}{43}} : 2.5117$$



POROSIDAD

Rango: 18.5 a 58.28

: 58.28 - 18.5 : 39.78

n : 48

Amplitud de las clases : $\frac{39.78}{10}$: 3.978

<u>CLASE</u>	<u>frec</u>	<u>·/2 CLASE</u>
18.500 - 22.478	2	20.489
22.478 - 26.456	2	24.467
26.456 - 30.434	6	28.445
30.434 - 34.412	4	32.423
34.412 - 38.39	12	36.401
38.39 - 42.368	9	40.379
42.368 - 46.346	3	44.357
46.346 - 50.324	5	48.335
50.324 - 54.302	3	52.313
54.302 - 58.28	2	56.291

Valor Medio de la porosidad

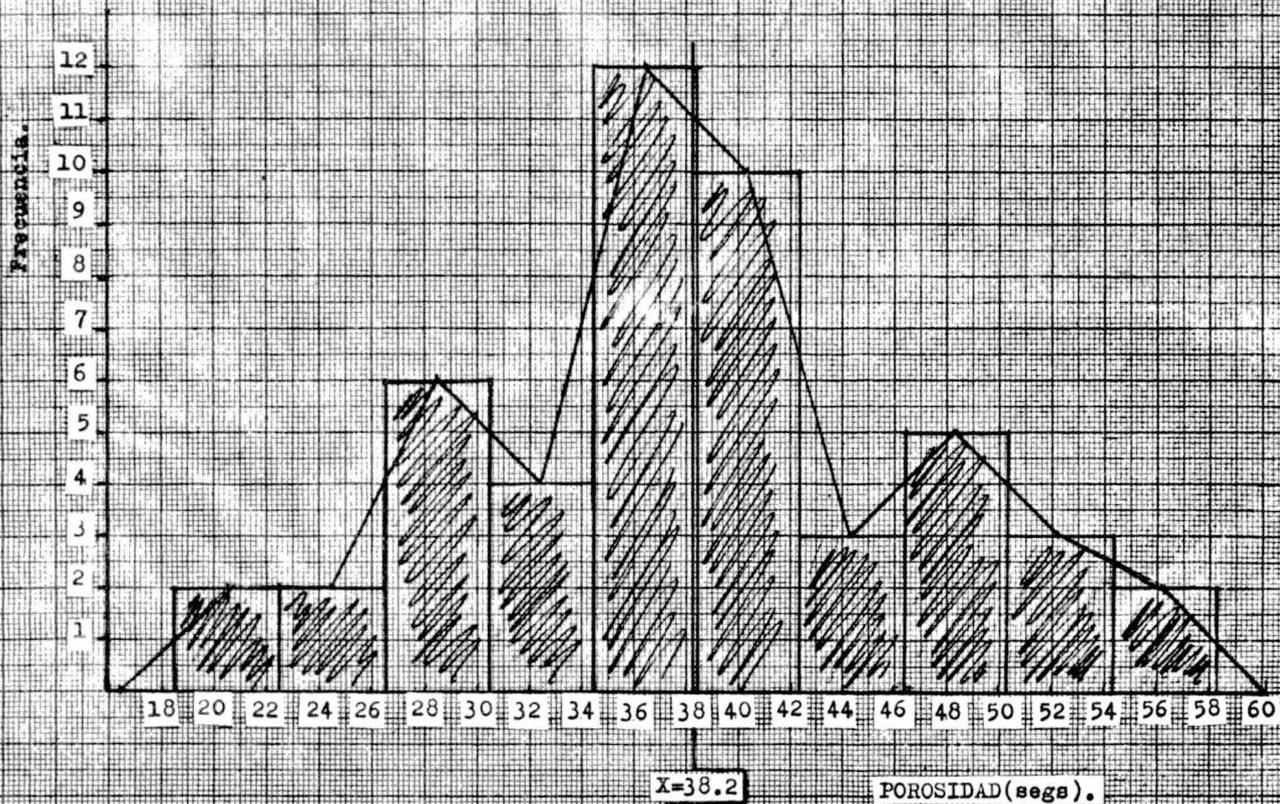
$$\bar{X} : \frac{\sum f_i x_i}{n} : \frac{1834.83}{48} : 38.225$$

Desviación Media.

$$D.M. : \sum f_i \frac{|x_i - \bar{X}|}{n} : \frac{333.492}{48} : 6.947$$

Desviación Estandar.

$$S : \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{X})^2}{n}} : \sqrt{\frac{3669.92}{48}} : 8.743$$



HUMEDAD

Rango: 5.0 a 7.9

: 7.9 - 5.0 : 2.9

n : 43

Amplitud de las clases : $\frac{2.9}{10}$: 0.29

<u>CLASE</u>	<u>frec</u>	<u>*/2 CLASE</u>
5.0 - 5.29	5	5.145
5.29 - 5.58	1	5.435
5.58 - 5.87	2	5.725
5.87 - 6.16	9	6.015
6.16 - 6.45	8	6.305
6.45 - 6.74	1	6.595
6.74 - 7.03	13	6.885
7.03 - 7.32	2	7.175
7.32 - 7.61	1	7.465
7.61 - 7.9	1	7.755

Valor Medio de la Humedad

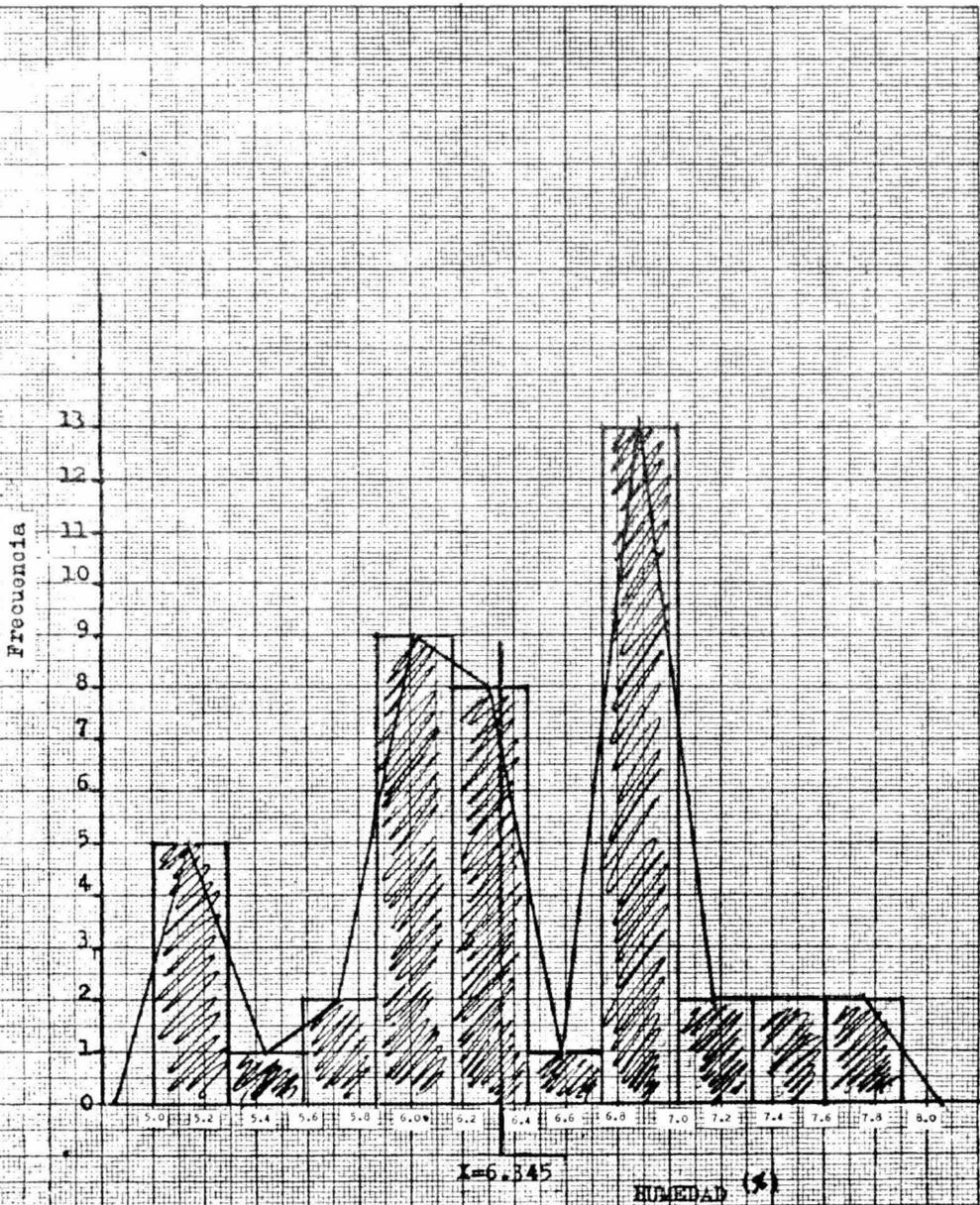
$$\bar{X} : \frac{\sum f_i x_i}{n} : 6.3454$$

Desviación Media.

$$D.M. : \sum f_i \frac{|x_i - \bar{X}|}{n} : 0.5326$$

Desviación Estandar.

$$S : \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{X})^2}{n}} : 0.6517$$



Después del análisis efectuado, se pueden resumir las características de los papeles así como las tolerancias esperadas en la siguiente tabla:

		Rango	Valor Medio	Desviación Media	Desviación Estandar
Factor de Rasgado	DM	26.0-77.4	43.56	6.46	9.076
	AM	36.1-94.6	57.30	7.79	10.984
Longitud de ruptura	DM	4369-7795	6226.95	684.24	810.059
	AM	2285-4210	2622.9	244.63	382.13
Elongación	DM	1.0-2.0	1.277	0.21	0.2543
	AM	1.0-3.04	1.83	0.305	0.4112
Indice de Estallido	---	15.96-29.73	24.49	1.867	2.511
Porosidad	----	18.5-58.28	38.225	6.947	8.743
Humedad	-----	5.0-7.9	6.345	0.5326	0.6517

El presente análisis muestra los límites en -- los que pueden oscilar las características del producto -- bajo condiciones adecuadas de eficiencia.

Además es útil para llevar un historial interno de fabricación con el cuál se conozca la calidad que se obtiene durante el proceso de producción, y si ésta fué aceptada por el cliente, ya que sobre ésta base deben conse -- guirse las características de calidad.

CAPITULO VANALISIS DE EXPERIENCIAS AL VARIAR CONDICIONES
DE OPERACION.

Al analizar algunas corridas de producción en las cuáles se variaron únicamente la proporción de fibra corta (bagazo), manteniendo constantes dosificación de componentes y refinación, se nota cómo influye, sobre la calidad del producto, una mayor proporción de ésta, en mezcla con pulpa de fibra larga. Para tal, se analizaron las siguientes corridas:

% de Fibra Corta (Bagazo)	60	65	70
Refinación en D.D. (HP/Ton)	88.61	88.43	86.24
Refinación Jordan (HP/Ton)	36.73	36.65	35.57

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO.

Factor desgarró	D.M.	37.11	44.2	29.7
	A.M.	56.67	54.3	36.1
Longitud ruptura	D.M.	6103	5432	4369
	A.M.	2556	2394	2626
Elongación	D.M.	1.1	1.16	1.1
	A.M.	2.1	1.3	1.0
Factor Estallido	-----	25.3	23.6	21.3
Humedad	-----	7.0	7.0	6.0
Calibre	-----	2.6	2.6	2.5
Canizas	-----	4.2	4.2	5.6
Porosidad	-----	47.3	53.9	40.2

Siguiendo el mismo análisis anterior, se comparan ahora unas corridas con mayor porcentaje de bagazo, - manteniendo condiciones de operación tanto de refinación como de dosificación:

% de Fibra Corta (Bagazo)		70	75
Refinación en D.D. (HP/Ton)		84.44	84.44
Refinación Jordan (HP/Ton)		35.88	34.83
Obteniendose un producto con unas características:			
Factor desgarró	D.M.	39	37
	A.M.	60	48
Longitud ruptura	D.M.	5797	5215
	A.M.	2588	2333
Elongación	D.M.	1.6	1.8
	A.M.	2.0	1.2
Factor Estallido	-----	25.49	20.1
Humedad	-----	6.2	7.3
Calibre	-----	2.46	2.56
Cenizas	-----	3.9	5.1
Porosidad	-----	27.8	47.6

Al efectuar una tercera prueba comparativa con los mayores porcentajes de bagazo trabajados, se encontró:

% de Fibra Corta (Bagazo)	80	85
Refinación en D.D. (HP/Ton)	76.6	76.54
Refinación Jordan (HP/Ton)	32.86	34.83
- CARACTERISTICAS DEL PAPEL -		
Factor desgarro	D.M.	51 40
	A.M.	55.1 53
Longitud ruptura	D.M.	6836 5562
	A.M.	2551 2556
Elongación	D.M.	2.0 1.8
	A.M.	1.5 1.3
Factor Estallido	-----	25.54 22.48
Humedad	-----	7.0
Calibre	-----	2.8 2.8
Cenizas	-----	4.0 3.5
Porosidad	-----	33.9 44.24

Las condiciones de operación a las que se obtuvo una mayor calidad del papel, después de analizar todas las corridas de producción, independientemente de la mezcla de pulpas y freeness de bagazo fueron:

BAGAZO (%)	60	65	70	75	80	85
F. LARGA (%)	40	35	30	25	20	15
D.D. (HP/Ton)	92.34	89.81	69.12	78.55	83.61	73.48
Freeness (ml CSF)	500	390	478	437	354	437
Bagazo (ml CSF)	385	350	302	312	322	302
Jordan (HP/Ton)	40.66	37.22	32.74	34.72	35.88	34.83
Freeness (ml CSF)	275	280	295	286	238	238

Con las siguientes características en el producto:

Factor desgarró	DM	77.4	43.46	50	43	36	41
	AM	94.6	55.32	67	55	46	52
Long. ruptura	DM	6795	6712	6778	6948	7289	7395
	AM	2946	2376	2652	2721	3032	2583
Elongación	DM			1.1	1.28	1.7	1.4
	AM			1.5	2.06	2.0	1.6
Factor Estallido	--		26.73	24.61	29.58	27.20	26.25
Porosidad	-----	20.25	49.24	29.74	42.7	36.2	26.2
Humedad	-----	6.9	7.0	6.4	6.1	6.2	5.2
Cenizas	-----	3.9	5.6	3.4	4.0	4.0	3.2

Durante una corrida de producción con 75% de -- Bagazo en la composición, el freeness del bagazo suministrado bajó; por tal motivo se experimentó disminuyendo -- también el grado de refinación con el refinador de Doble Disco, mientras se mantenía el mismo grado con el Jordan; los resultados obtenidos se enlistan enseguida:

BAGAZO (ml CSF)	322	312
F. LARGA (HP/Ton)	81.72	78.55
(ml CSF)	395	437
MEZCLA (HP/Ton)	34.72	34.72
(ml CSF)	257	286

CARACTERISTICAS DEL PAPEL

Factor Desgarro	DM	39	43
	AM	54	55
Long. ruptura	DM	6187	6948
	AM	2916	2721
Elongación	DM	1.55	1.28
	AM	2.46	2.06
Factor Explosión --		26.9	29.7
Porosidad -----		40.2	42.7
Calibre -----		2.75	2.86
Humedad -----		6.2	6.1
Cenizas -----		4.0	4.0

En éste caso, al disminuir la refinación con el refinador de Doble Disco, se obtuvo un papel de mayor calidad.

Por otro lado, durante otra corrida, y al tener una disminución en el freeness del bagazo suministrado por la fábrica de celulosa, se redujo la refinación con el Jordan, obteniéndose :

BAGAZO (ml CSF)	385	330
F. LARGA (HP/Ton)	92.34	92.34
(ml CSF)	500	490
MEZCLA (HP/Ton)	41.81	39.99
(ml CSF)	275	265

CARACTERISTICAS DEL PAPEL

Factor Desgarro	DM	68.5	38.4
	AM	78.9	68.0
Long. ruptura	DM	6956	6042
	AM	2629	4000
Elongación	DM	1.9	1.0
	AM	2.7	1.7
Factor Explosión	--	---	---
Porosidad	-----	22.5	38.6
Calibre	-----	2.56	2.8
Humedad	-----	---	---
Cenizas	-----	3.9	4.8

CONCLUSIONES.

Después de analizar las características del producto en base a condiciones de operación, se puede concluir lo siguiente:

1. Al aumentar la proporción de pulpa de bagazo de caña en mezcla con pulpa de fibra larga, manteniendo condiciones de operación en máquina tanto de dosificación de aditivos y cargas, como de refinación, en general, las propiedades que se ven afectadas son principalmente las de resistencias mecánicas, las cuáles tienden a disminuir; es decir, se obtiene un papel de menor calidad.

Esta es una de las principales desventajas que se presentan durante el proceso de fabricación al trabajar con ésta clase de fibra.

2. Para contrarrestar ésta disminución en la calidad del producto, hay necesidad de variar las condiciones de operación, especialmente en lo referente a refinación. En general, al ir aumentando la proporción de bagazo, hay necesidad de ir disminuyendo la refinación para obtener tanto una buena calidad del producto por un lado, co-

no una buena eficiencia de producción por el otro.

3. Los consumos óptimos de energía para cada proporción de bagazo en las corridas efectuadas en la máquina, dependen de la mezcla de pastas y del freeness del bagazo alimentado.

4. Al tenerse una disminución en el freeness del bagazo y , consecuentemente una reducción en el freeness de la mezcla, lo que se hace inicialmente es disminuir la potencia específica impartida a la fibra larga (con el refinador de Doble Disco), desarrollándose hasta un cierto punto las características del papel; éste desarrollo de resistencias que podrían considerarse como óptimos, deberán verificarse experimentalmente.

Todo lo anterior se debe considerar únicamente como guía a los operadores en su trabajo para establecer condiciones operacionales en máquina al iniciar una fabricación; condiciones que en última instancia, deberán ser comprobadas mediante el análisis en laboratorio del producto obtenido.

BIBLIOGRAFIA..

1. Ciencia y Tecnología sobre Pulpa y Papel.
(Tomo II) C. Earl Libby CECSA 1969.
2. Manual sobre la fabricación de Pulpa y Papel
Julius Grant CECSA 1966.
3. Los controles en la fabricación de Papel.
Dr. Juan Rodríguez Ed. Blume 1970
4. Manual de Operaciones Máquina VI.
Fábrica de Papel México, S.A.
5. Probabilidad y Estadística.
Stephen S. Willoughby Pub. Culturales
1974
6. Statistica.
Murray R. Spiegel Schaums Publishing Co.
1961
7. Refinación de Pulpas separadamente y en mezclas
A.T.C.P. Vol. XIII N°3 Mayo-Junio 1973
Dr. Abanish Panda
8. Refinador de Discos.
A.T.C.P. Vol. XII N°1 1972 Enero-Febrero
Henry S. Gilbert
9. Refinación Cíclica ó continua con refinadores
cónicos ó de discos.
2^{da} Jornadas Papeleras. Asociación de -
Investigación Técnica de la Industria
Papelera Española. 1967
V. Constanzi.

10. Factores que afectan la operación de refino.
2^{as} Jornadas Papeleras A.I.T. de la I.P.E. 1967
W. Siewert y J. Hefter.
11. Descripción de las características fisico-
químicas del Bagazo.
A.I.T. de la I.P.E.
Juán Rodríguez J.
12. Aplicaciones celulósico-papeleras del bagazo.
A.I.T. de la I.P.E.
Juán Rodríguez J.
13. Newsprint from Bagasse.
Expert Group Meeting on Pulp and Paper.
Viena 13-17 Sept. (1971).
Youssef A. Fouad.