

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION
DE UNA FABRICA QUE PRODUCIRA TABLEROS AGLO-
MERADOS A PARTIR DE LA CASCARILLA DE ARROZ

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:
INGENIERO MECANICO

PRESENTADA POR :

CARLOS OSWALDO VILLAGRAN REYES

GUAYAQUIL - ECUADOR

1.988

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimiento a la **ESPOL** y a los Profesores de la **Facultad de Ingeniería Mecánica**, por los conocimientos que de ellos adquirí.

Agradezco a los siguientes profesores de la Facultad: Ing. Nelson Cevallos, Ing. Manuel Helguero, Ing. Henry Aguirre, Ing. Marcos Tapia, Ing. Alfredo Torres, que me ayudaron en el presente estudio.

Además agradezco en forma muy especial al profesor y amigo que me guió y ayudó con sus conocimientos a culminar esta etapa universitaria y, salir adelante en este trabajo. Ing. Omar Maluk Salem .

Al Ing. Gustavo Guerrero por haber aceptado este tema como Director de Tesis, le agradezco su participación en el.

A mi Tía Isabel que me apoyó económicamente y me ayudó siempre durante la vida de estudiante.

Mis más gratos recuerdos a todas las personas que me ayudaron, en forma de apoyo o de estímulo, siempre estaré agradecidos de ellas.

DEDICATORIA

Esta Tesis se la dedico a mis padres Sergio y Carmen Ofelia, a mis Tías: Isabel, Carmen Alicia, Beatriz y Mariana que me ayudaron en todo momento de mi vida estudiantil, de igual forma a mis Hermanas: Carmen Rosa y Marcia.

i Que Dios los ayude a todos ellos !



ING. MARCOS TAPIA

SUBDECANO

FACULTAD DE ING. MECANICA



ING. GUSTAVO GUERRERO

DIRECTOR DE TESIS



ING. ALFREDO TORRES

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



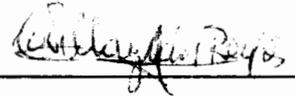
ING. JORGE DUQUE

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

" La responsabilidad de los hechos, ideas i doctrinas expuestos en la Tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma a la **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).



Carlos Villagrán Reyes

RESUMEN

Tratando de encontrar una fuente de desarrollo para el País, con un producto que hasta la presente fecha no se ha llegado a comprobar una utilidad, pero en este estudio se trata de hacer ver que si tiene aplicacion a nivel industrial.

Para ello se ha investigado la cantidad exacta de cascarilla de arroz, tanto de un Ciclo de Invierno como de un Ciclo de Verano, y esto nos hace ver que se tiene una materia prima en exceso con respecto a la cantidad deseada para aplicar en el presente estudio.

Haciendo un analisis se presenta una comparacion de tableros aglomerados de madera, con tableros aglomerados de cascarilla de arroz mediante uso de: *Esfuerzos de Flexion, Esfuerzos de Tension, Esfuerzos de Compresion, Grados de Absorcion Hinchamiento y Humedad*, ademas se determina *la Densidad y Resistencia al Fuego* de ambos tipos de tableros.

Entrando en la Ingenieria del Proyecto se hace un analisis de cada una de las etapas que se requiere y se calcula la capacidad de los equipos que van constituir la planta industrial, luego se estudia la parte economica haciendo un Analisis de Inversion previa cotizacion de la maquinaria.

ABREVIATURAS

- A** = Area
A_p = Area proyectada
A_{ft} = Factor del tamaño del transportador
a = Coeficiente que mide el origen de la recta
b = Pendiente de la recta
C = Cantidad de material
CC = Caballos de caldera
C_p = Calor específico del grano
C_v = calor específico de vaporización
C_l = Coeficientes de longitudes
CV = Energía requerida del motor
Cap = Capacidad de Transporte
D = Diámetro exterior
d = Diámetro interior
E = Modulo Aparente de Elasticidad
F = Fuerza Carga
FIG = Figuras
F_m = Factor del material
Gr = Granos
g = Aceleración de la gravedad
GPM = Galones por minutos
Gr_{esp} = Gravedad específica
H = Alturas
h = Horas
Ha = Hectareas
h_e = Perdidas a la entrada
h_i = Coeficiente de conductividad en el interior
h_o = Coeficiente de conductividad en el exterior
hg = Entalpías
hp = Caballos de potencia
K = Coeficiente de conductividad
Kcal = Kilocalorías
Kw = Potencia consumida
Kg = Kilogramos

- L** = Longitud de la tubería
l = Largo
m^o = Flujo masico
m² = Metro cuadrados
m³ = Metros cubicos
mm = Milímetros
N = Velocidad de rotacion
n = Numeros de datos, numeros de codos
N_m = Coeficiente de eficiencia mecanica
N_{em} = Eficiencia de junta empernada
N^o = Numero
Ox = Oxido
P = Presion
(P₁-P₂)_a = Diferencia de presion por aceleracion
(P₁-P₂)_r = Diferencia de presion por rozamiento
(P₁-P₂)_c = Diferencia de presion por cambio de direccion
(P₁-P₂)_g = Diferencia de presion por gravedad
(P₁-P₂)_t = Diferencia de presion total
Q = Caudal
qq = Quintales
q_{an} = Calor anadido
q_t = Transferencia de calor total
R = Modulo de Rotura o de Flexion
r = Coeficiente de correlacion
S = Factor de forma
Seg = Segundos
SP = Presion Estatica
St = Esfuerzos de Tension
SPL = Esfuerzo Limite Proporcional
T = Momento de Torsion
T_o = Temperatura inicial
T_f = Temperatura final
T_v = Temperatura de vapor
T_{gr} = Temperatura del grano
T_{req} = Temperatura requerida

T_{sal} = Temperatura de salida
 T_{gas} = Temperatura del gas
 T_m = Toneladas metricas
 TIR = Tasa Interna de Retorno
 t = Espesor
 t_o = Tiempo Optimista
 t_n = Tiempo normal
 t_p = Tiempo pesimista
 U = Coeficiente Total de Transferencia de Calor
 V_s = Velocidad de suspension
 V_v = Velocidad del viento
 Vol = Volumen
 VAN = Valor Actual Neto
 V_p = Velocidad de presion
 W = Potencia
 w = Ancho
 W_g = Peso del grano
 w_{ml} = ,Carga de trabajo maxima
 X = Variable independiente
 x_a = Espesor de placa del secador
 x_b = Espesor de lamina aislante
 Y = Variable dependiente
 Y_{est} = Variable estimada
 Y_{prom} = Variable promedio
 Z = Presion de descarga
 Σ = Sumatorias
 J_f = Densidad del fluido
 θ = Diferencia de temperatura
 ΔP = Caída de presión.

INDICE GENERAL

	<u>Pag</u>
Resumen	6
Abreviaturas	7
Indice General	10
Indice de Tablas	15
Indice de Figuras	17
Introducción	19

CAPITULO I

BREVE RESEÑA SOBRE MERCADOS PARA TABLEROS

1.1 Características y usos del producto	22
1.2 Demanda potencial de tableros	22

CAPITULO II

ANALISIS DE LAS FUENTES DE MATERIA PRIMA

2.1 Aspecto generales del cultivo de arroz en el País.	28
2.2 Principales áreas de cultivos y rendimientos	29
2.3 Cuantificación de la disponibilidad de la cascarilla de arroz	32
2.4 Números de piladoras y molinos existentes.	32

2.5 Estimación del rendimiento de la cascarilla de arroz en las piladoras	33
--	----

CAPITULO III

ESTUDIO DE MERCADO

3.1 Recopilación de antecedentes	35
3.2 Precio y costo de tableros aglomerados de madera	35
3.3 Comparación de tableros aglomerados de: madera y de bagazo de caña de azúcar con tableros aglomerados de cascarilla de arroz.	36
3.4 Consultas al mercado para la aceptación del nuevo pro- ducto.	37
3.5 Análisis del efecto precio	47
3.6 Análisis de la demanda actual y de la demanda cautiva	47
3.7 Análisis de los efectos de: INGRESOS, PUBLICIDAD, SUSTI- TUCION.	74
3.8 Posibilidad de exportación.	74

CAPITULO IV

INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 Tamaño y localización de la planta	75
4.2 Especificaciones del producto , tipos de las medidas a producirse	78

4.3	Procesos de producción	78
4.3.1	Análisis de la demanda y descripción de cada una de las etapas.	80
4.3.2	Diagrama de flujo del proceso.	84
4.4	Maquinarias y equipos	88
4.4.1	Estimación del costo de la maquinaria y los equipos.	88
4.4.2	Proveedores principales.	90
4.4.3	Distribución de la planta	91
4.5	Cálculos y análisis de los elementos que constituyen los equipos	91
4.5.1	Cálculo de transportadores neumáticos	93
4.5.1.1	Caudal de aire	100
4.5.1.2	Capacidad de transporte	101
4.5.1.3	Caida de presión	102
4.5.2	Diseño del silo de almacenamiento	109
4.5.3	Cálculo del secador	118
4.5.3.1	Area y distribución de los tubos	124
4.5.3.2	Caida de presión.	130
4.5.3.3	Capacidad del ventilador	130
4.5.4	Cálculo del sistema de separación del producto	132
4.5.4.1	Molino de frotamiento de discos	132
4.5.4.2	Clasificadora vibrante	134
4.5.5	Cálculo de la mezcladora	137
4.5.6	Cálculo del sistema de prensado	138
4.5.6.1	Determinación del calor requerido	139
4.5.6.2	Extractor de humo	144
4.5.7	Cálculo de la cámara de combustión	145

4.5.7.1 Tanque de agua de alimentación	148
4.5.7.2 Bomba de agua de alimentación	150
4.5.7.3 Tanque de combustible	151
4.5.7.4 Bomba de combustible	152
4.5.7.5 Diámetro de tubería	154
4.5.7.6 Chimenea.	154
4.5.8 Cálculo del sistema de enfriamiento	156
4.5.9 Cálculos de transportadores mecánicos	156
4.5.9.1 Transportadores de tornillo sin fin	158
4.5.9.2 Elevadores de canguilones	161
4.5.9.3 Transportadores de banda.	162
4.6 Requerimiento de materia prima	164
4.7 Requerimientos de insumos y servicios	164
4.8 Obra civil	165
4.8.1 Costos estimados de los edificios	165
4.8.2 Construcción montaje y puesta en marcha	166
4.9 Requerimiento de personal	166
4.9.1 Mano de obra directa	166
4.9.2 Mano de obra indirecta	167
4.9.3 Personal administrativo	167
4.9.4 Programa PERT para la ejecución del proyecto.	167

CAPITULO V

ANALISIS DE LAS INVERSIONES

5.1 Cuadro de inversiones	174
---------------------------	-----

5.2	Análisis del punto de equilibrio	174
5.3	Evaluación del proyecto	174
5.4	Valor Actúal Neto	175
5.5	Tasa Interna de Retorno	176
5.6	Financiación del proyecto	177
5.7	Cálculo de la amortización semestral.	182

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Evaluación social	183
Conclusiones y recomendaciones	184
Apéndices	185
Bibliografía.	235

INDICE DE TABLAS

<u>Tablas</u>	<u>Pag.</u>
I Propiedades de la cascarilla de arroz	23
II Composición mineral promedio de la cascarilla de arroz	23
III Estadística de superficie de producción y rendimiento de arroz	30
IV Área cosechada, rendimiento y producción ciclo de invierno.	31
V Número de piladora, capacidad de pilado por hora	34
VI Valores de densidad	38
VII Esfuerzo de flexión	39
VIII Esfuerzo de compresión	40
IX Esfuerzo de tensión	41
X Porcentajes de absorción, hinchamiento y humedad	42
XI Absorción de agua	43
XII Hinchamiento del espesor	44
XIII Contenido de humedad	45
XIV Resistencia al fuego	46
XV Exportación de madera prensada	49
XVI Producción nacional de tableros	50
XVII Resultados obtenidos de la ec. recta de mínimos cuadrados	52
XVIII Valores en m^3 según la recta de mínimos cuadrados	54
XIX Medición de variables explicadas y no explicadas	55
XX Resultados obtenidos de la ec de la parábola de los mínimos cuadrados	57
XXI Valores en m^3 según la ec. parábola de los mínimos cuadrados	58
XXII Valores promedio bianuales de producción	62

XXIII Resultados obtenidos de la ec. recta bianual	63
XXIV Valores en m ³ segun la ec. recta de los mínimos cuadrados	64
XXV Resultados tabulados de la ec. de la parábola bianual	67
XXVI Valores en m ³ segun la ec. parábola de los mínimos cuadrados	68
XXVII Proyección de la demanda futura según la ecuación de la recta anual de los mínimos cuadrados.	70
XXVIII Proyección de la demanda futura según la Parábola bianual de los Mínimos Cuadrados	72
XXIX Efecto de la inclinación de álabes en ventiladores centrífugos	97
XXX Intensidad (DB) de dos superpuestos fondo y ventilador	99
XXXI Plan fundamental y calendario de ejecución de actividades con sus tiempos.	170
XXXII Resumen del Diagrama Pert.	172
XXXIII Inversiones	178
XXXIV Estados de perdidas y ganancias	179
XXXV Flujo de fondos	180
XXXVI Tabla de amortización semestral.	182
XXXVII Consumo de tableros de madera	235

INDICE DE FIGURAS

<u>Fig.</u>	<u>Pág.</u>
1.1 Propiedades de la cascarilla de arroz	24
1.2 Composición de la cascarilla de arroz	25
3.1 Valores anuales, ecuación de la recta	56
3.2 Valores anuales, ecuación de la parábola	59
3.3 Valores bianuales, ecuación de la recta	65
3.4 Valores bianuales, ecuación de la parábola	69
3.5 Valores anuales futuro, ecuación de la recta	71
3.6 Valores bianuales futuro, ecuación de la parábola	73
4.1 Preparación de partículas	85
4.2 Formación y prensaje	86
4.3 Acabamiento	87
4.4 Diagrama de flujo del proceso	89
4.5 Distribución de la fábrica de tableros	92
4.6 Ventiladores de álabes	96
4.7 Ciclón	107
4.8 Recepción de la cascarilla de arroz	110
4.9 Silo de almacenamiento	114
4.10 Distribución de fuerzas	115
4.11 Secciones del silo	119
4.12 Distribución de líneas de flujo	124
4.13 Factor de forma	142
4.14 Sistema de circulación del calor	143

4.15 Tanque de combustible.	153
4.16 Sistema de enfriamiento	157
4.17 Diagrama Pert.	171
4.18 Distribucion normal de probabilidades	173
5.1 Curvas VAN vs TIR (i)	181
5.1-A Punto de equilibrio	227

INTRODUCCION

El desarrollo de la madera aglomerada empezó en el año de 1942 en Europa. Venía de la necesidad de producir un material maderero a base de desperdicios como: aclarados forestales, residuos de aserraderos, ramas, residuos de otras fábricas que trabajan con madera, leña, etc., para la fabricación de muebles como también para la de las contrucciones de los edificios.

La idea de producir un tablero bastante homogéneo por medio de colar pequeñas partículas de madera, ha sido conocido ya por algún tiempo. Pero solamente la construcción y el mejoramiento continuo de máquinas especiales, como también el desarrollo de colas útiles y baratas para esta industria específica, nos llevó al actual nivel tecnológico y, al enorme éxito de la madera aglomerada.

Haciendo una consideración de los materiales ordinarios (madera) en la elaboración de desechos agrícolas para fabricar materiales de construcción de uso interior y exterior se han de seguir ciertas pautas especiales. En primer lugar es importante el tamaño de la partícula, para obtener la debida uniformidad, a fin de fabricar económicamente productos de dimensiones mayores, es preciso regular el tamaño mediante selección apropiada de los productos que se han de fabricar mediante el proceso de desmenuzamiento ulterior de las partículas.

Así tenemos que en la fabricación de tableros aglomerados de madera se realiza este proceso, lo mismo sucede en la fabricación de tableros de bagazo de la caña de azúcar.

En el Ecuador se utiliza una mínima proporción de la cáscarilla de arroz del total de toda de su producción, en la elaboración de un tipo de polvos limpiadores rudimentarios para uso doméstico, el resto de cáscarilla de arroz es quemada existiendo a veces necesidad de quemarla toda debido a la mínima demanda y esto se puede apreciar cuando nos dirigimos hacia los Cantones o Provincias del País.

En los últimos años se ha desarrollado una tecnología para el aprovechamiento de la cáscarilla de arroz en la fabricación de paneles debido al descubrimiento de una resina adecuada que se utiliza para compactar los tableros tanto de madera, de bagazo de caña de azúcar como de cáscarilla de arroz que es tema de nuestro estudio, estas resinas son: Fenol-Formaldehido, que dá buenos resultados en Canadá y; la Urea-Formaldehido que es utilizada en Alemania .

Para evitar la contaminación al medio ambiente debido a la quema de la cáscarilla de arroz y más aún para ayudar nuestra economía que tiene un carácter eminentemente agrícola que presenta condiciones favorables para la industrialización de ciertas materias primas y residuos provenientes de este sector, se hace el presente estudio para industrializar este producto. La cáscarilla de arroz comparada con la madera, presenta características similares en sus propiedades

físicas, ya que es resistente a la humedad, una vez hechos los tableros se los puede atornillar tan fácilmente, se los puede clavar y en cuanto a su composición química, posee la cualidad de tener un cierto porcentaje de Sílice, que lo hace a estos tableros invulnerables a las termitas y resistentes a las bacterias, la Sílice está dada en un 18%.

CAPITULO I

BREVE RESEÑA SOBRE MERCADOS PARA TABLEROS

1.1 CARACTERISTICAS Y USOS DEL PRODUCTO

La principal característica de este tipo de tableros comparados con los tableros de madera y bagazo de caña de azúcar está en el tiempo de vida que le da la Sílice.

En las Tablas y Figuras I y II respectivamente están las propiedades y composición mineral promedio de la cascarilla de arroz.

USOS: Se van a producir una variedad de tableros de diferentes medidas que serán utilizados en la construcción de puerta interiores y exteriores, anaqueles de cocina, cielo raso, closets, marcos, tapamarcos, contrapisos, encofrados, tabiques en la separación de ambientes, casas y jaulas para animales, embalajes en pequeño y gran tamaño, edificios prefabricados, letreros, etc.

1.2. DEMANDA POTENCIAL DE TABLEROS

TABLA I

PROPIEDADES DE LA CASCARA DEL ARROZ

COMPONENTES	PORCENTAJES
HUMEDAD	8,50
CENIZAS	18,59
PROTEINA CRUDA	3,56
EXTRACTO SOLUBLE DE ETHER	0,83
FIBRA CRUDA	30,05
EXTRACTO NO NITROGENADO	29,38

TABLA II

COMPOSICION MINERAL PROMEDIO DE LA CASCARA DE ARROZ

COMPONENTES	PORCENTAJES
SILICE	94,50
OXIDO DE CALCIO	0,25
OXIDO DE MAGNESIO	0,23
OXIDO DE POTASIO	1,10
OXIDO DE SODIO	0,78
SULFATOS	1,13

FUENTE: REVISTA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER, BUCARAMANGA COLOMBIA
OCTUBRE 1973

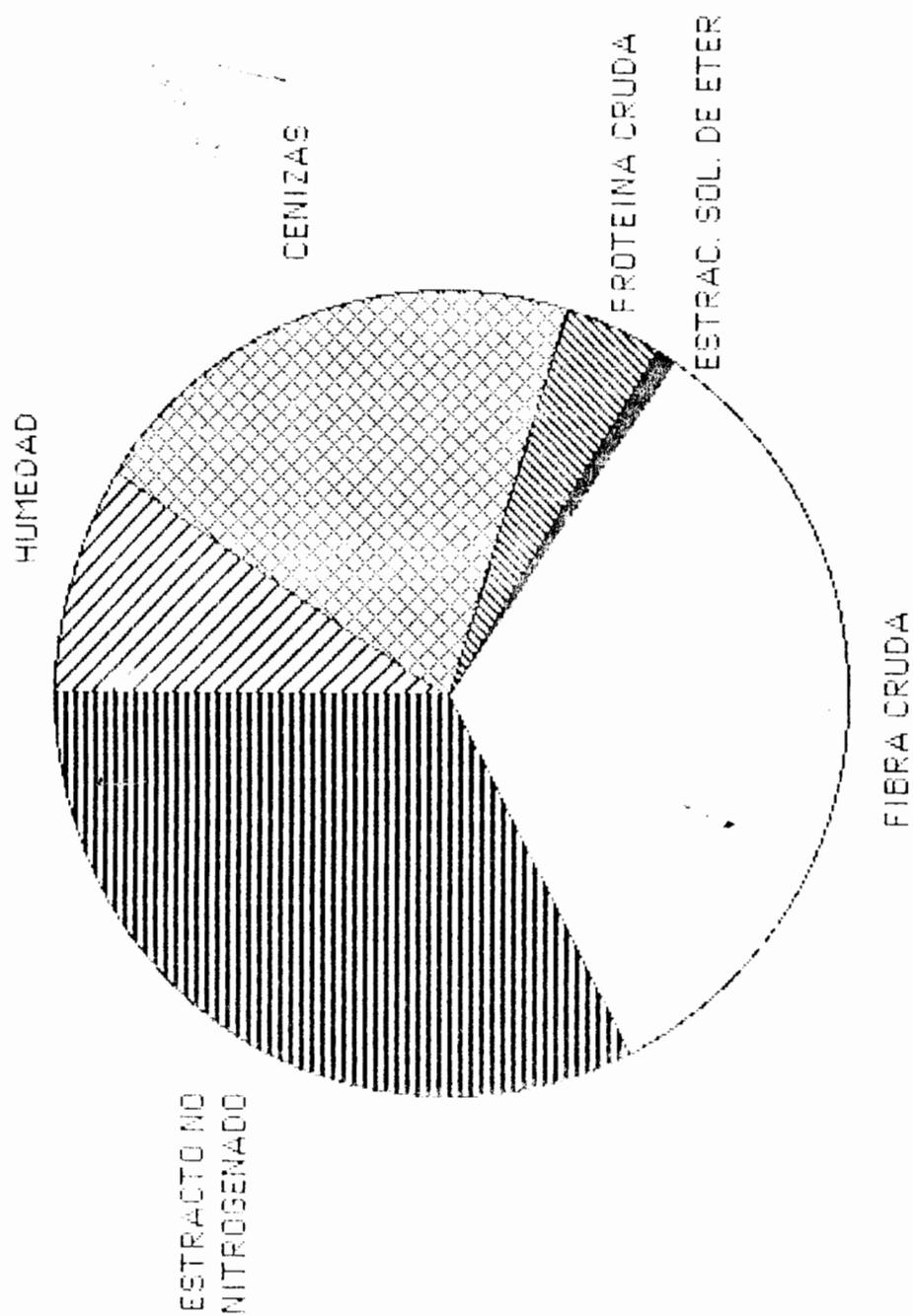
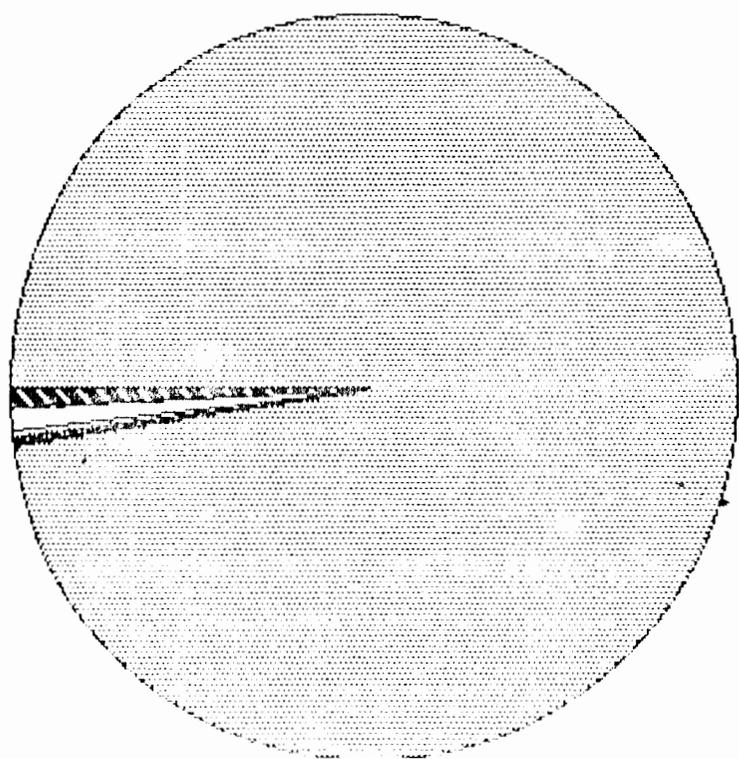


FIG. 1.1 PROPIEDADES DE LA CASCARILLA DE ARROZ



	SILICE		OX. DE CALCIO		OX. DE MAGNESIO		OX. DE POTASIO
	OX. DE SODIO						

FIG. 1.2 COMPOSICION DE CASCARILLA DE ARROZ

Cada vez se hace necesario utilizar tableros para diferentes aplicaciones, lo cual se demuestra con las investigaciones realizadas por el INEC, solo en 1983 se utilizaron 693.821m^2 de madera contrachapada para la construcción y 111.051m^2 en la fabricación de muebles.

El área de la construcción de la vivienda aumenta cada año debido a las necesidades habitacionales como lo demuestra los programas de vivienda, no solo la demanda es a nivel nacional sino también en el área de las exportaciones según el informe del BANCO CENTRAL DEL ECUADOR en que cada año existe una mayor demanda de tableros tanto aglomerados como de madera contrachapada, todo esto se lo demuestra en los Capítulos siguientes.

Los tableros aglomerados de cascarilla de arroz se pueden fabricar de dos formas debido que se pueden utilizar dos tipos de resinas.

El un tipo es con UREA FORMALDEHIDO que usado para fabricar paredes que se usarán en interiores, y en todo lo que no va a estar expuesto al agua. El otro tipo de resina es, FENOL FORMALDEHIDO que es usados para las partes exteriores osea que estan en contacto con el medio, se hace

este tipo de aplicación con esta resina ya que una vez endurecida no deja penetrar el agua al material que esta cubriendo.

Con éste análisis vemos que se puede trabajar con cualquiera de las dos resinas viendo la necesidad de la demanda de nuestro producto.

CAPITULO II

ANALISIS DE LAS FUENTES DE MATERIA PRIMA

2.1. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE ARROZ EN EL PAIS.

El cultivo de arroz está prácticamente concentrado en las Provincias del Guayas y de Los Rios y en una menor cantidad en las Provincias de Manabí, El Oro, Cañar, Napo, Pastaza, Loja y Esmeraldas .

Las estadísticas de superficie de producción y rendimiento de arroz desde el año de 1975 en cosecha de invierno y verano fueron de 146.240Ha. sembradas, y se cosecharon 135.400Ha. lo que dió una producción de 449.077Tm. de arroz en cáscara , y en el año de 1985 en cosecha de invierno y verano se sembraron 159.851,80Ha. y dejó una producción de 371.586,43Tm de cascarilla de arroz, en este año se perdieron 23.870,52Ha. en cosecha, ver Tabla III.

Esto nos indica que la cosecha de arroz es óptima en nuestro suelo y no se puede desperdiciar un producto como es la cascarilla de arroz.

TABLA III

ESTADÍSTICA DE SUPERFICIE DE PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE ARROZ

AÑO	COSECHA	SUPERFICIE SEMBRADA (Ha)	SUPERFICIE COSECHADA (Ha)	SUPERFICIE PERDIDA (Ha)	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PRODUCCION (T.m.)
1975	Invierno	86240.00	78400.00	7840.00	3350.00	262640.00
	Verano	60000.00	57000.00	3000.00	3800.00	186437.00
	TOTAL	146240.00	135400.00	10840.00	7150.00	449077.00
1976	Invierno	83090.00	77340.00	5750.00	2979.99	230473.00
	Verano	52000.00	50000.00	2000.00	3176.57	158828.75
	TOTAL	135090.00	127340.00	7750.00	6156.56	389301.75
1977	Invierno	75000.00	65000.00	10000.00	2939.23	191050.00
	Verano	40000.00	38000.00	2000.00	3375.00	128250.00
	TOTAL	115000.00	103000.00	12000.00	6314.23	319300.00
1978	Invierno	42000.00	39037.00	2963.00	3158.38	123293.74
	Verano	44000.00	42063.00	1937.00	2967.22	124810.40
	TOTAL	86000.00	81100.00	4900.00	6125.60	248104.14
1979	Invierno	68765.00	65327.00	3438.00	2801.50	183013.86
	Verano	47000.00	45000.00	2000.00	2979.26	134067.00
	TOTAL	115765.00	110327.00	5438.00	5780.76	317080.86
1980	Invierno	80100.00	75200.00	4900.00	2945.00	221464.00
	Verano	54800.00	51300.00	3500.00	3100.00	159030.00
	TOTAL	134900.00	126500.00	8400.00	6045.00	380494.00
1981	Invierno	85570.00	82600.00	2970.00	3340.00	275884.00
	Verano	50709.00	47500.00	3209.00	3300.00	156750.00
	TOTAL	136279.00	130100.00	6179.00	6640.00	432634.00
1982	Invierno	97416.00	87722.00	9694.00	2882.51	252869.00
	Verano	55084.00	41304.00	13780.00	3031.59	125217.00
	TOTAL	152500.00	129026.00	23474.00	5914.20	378086.00
1983	Invierno	43245.00	35097.20	8147.80	2766.53	97099.51
	Verano	64301.80	53137.00	6164.80	2977.53	173110.73
	TOTAL	107546.80	93234.20	14312.60	5744.11	270210.24
1984	Invierno	81325.00	77894.80	3431.00	3205.55	249696.07
	Verano	61916.00	58021.00	3895.00	3121.55	181115.70
	TOTAL	143241.00	135915.80	7326.00	6327.10	430811.77
1985	Invierno	93623.20	81098.50	12524.70	2541.02	206072.12
	Verano	66268.60	54882.78	11345.82	3015.00	165514.31
	TOTAL	159891.80	135981.28	23870.52	5556.02	371586.43

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA: Programa Nacional del Arroz

Tomando en consideración sólo las dos Provincias que más producen como lo son: Guayas y Los Rios, se tuvo una cosecha para el año de 1985, por la Provincia del Guayas 32.949 Ha. lo que trajo un rendimiento de 2.534,89 Kg/Ha. produciendo un arroz en cáscara de 83.522,39 Tm. que arrojó una producción de arroz pilado de 1'047.370,77 qq y quedando 35.929'46 Tm (299.412 m³) de cascarilla de arroz; mientras que en la Provincia de los Rios se cosecharon 44.777,50 Ha lo que dió un rendimiento de 2.558Kg/Ha produciendo 114.551,78Tm de arroz en cáscara, quedando una producción de arroz pilado de 1'436.479,32qq y dejando 49.257.27 Tm (410.477,25 m³) de cascarilla de arroz, ver Tabla IV.

Esto se ha considerado solo en el ciclo de invierno lo que nos indica que se tiene una buena cantidad de materia prima para elaborar nuestro producto en estudio, el otro elemento que forma la materia prima es la resina sintética ya sea la UREA - FORMALDEHIDO o el FENOL - FORMALDEHIDO que se procesan en el País, estando la fábrica ubicada en Quito cuyo nombre es QUIMICA BORDEN ECUATORIANA S. A.

2.2. PRINCIPALES AREAS DE CULTIVO Y RENDIMIENTO

Las principales áreas de cultivos y rendimiento en la Provincia del Guayas son: la zona de Daule que está considerada como Zona No. 1, luego le siguen las Zonas de Yaguachi, El Triunfo, Urbina

**AREA COSECHADA, RENDIMIENTO Y PRODUCCION
CICLO DE INVIERNO DEL AÑO 1985**

PROVINCIA CANTON	AREA COSECHADA	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PROD. DE ARROZ	
			CASCARA (Tm)	PILADO (qq)
GUAYAS	32,949.10	2,534.89	83,522.39	1,047,042.34
Balzar	852.10	2,320.40	1,976.98	24,791.33
Yelasco Ibarra	210.00	2,015.70	423.29	5,308.06
Daule	9,569.10	2,659.70	25,450.83	319,153.41
Urbina Jado	4,136.00	2,531.30	10,469.21	131,283.89
Samborondón	2,845.50	2,684.30	7,638.12	95,782.02
Yaguachi	4,519.40	2,322.30	10,495.40	131,283.89
Milagro	374.60	2,254.20	844.42	10,589.03
Naranjito	428.70	2,435.70	1,044.20	13,094.27
El Triunfo	5,655.00	2,345.70	13,264.70	166,339.34
Naranjal	3,733.00	2,731.60	10,197.10	127,871.63
Gusyaquil	520.00	2,827.60	1,470.49	18,439.94
Pedro Carbo	105.70	2,342.90	247.65	3,105.53
LOS RIOS	44,777.50	2,558.00	114,551.78	1,436,479.32
Babahoyo	14,611.50	2,340.13	34,192.80	428,777.71
Montalvo	7,436.80	2,345.12	17,440.19	218,699.98
Ventanas	2,774.90	2,561.89	7,108.98	89,146.61
Pueblo Viejo	2,879.10	2,570.58	7,400.95	92,807.91
Urdaneta	3,660.70	2,443.80	8,946.01	112,182.97
Vinces	1,061.50	2,468.12	2,619.91	32,853.67
Baba	1,525.00	2,241.17	3,417.78	42,858.96
Quevedo	10,828.00	3,086.92	33,425.16	419,151.51
LOJA	544.00	4,500.00	2,448.00	30,697.92
Macará	544.00	4,500.00	2,448.00	30,697.92
ESMERALDAS	574.00	1,900.00	1,090.60	13,676.12
Esmeraldas	190.00	1,900.00	361.00	4,526.94
Quindé	384.00	1,900.00	729.60	9,149.18
MANABI	472.00	1,800.00	849.60	10,653.98
Rocafuerte	116.00	1,800.00	406.80	5,101.27
Sucre	226.00	1,800.00	208.80	2,618.35
Portoviejo	8.00	1,800.00	14.40	180.58
Santa Ana	122.00	1,800.00	219.60	2,753.78
CAÑAR	575.00	2,300.00	1,322.50	16,584.15
La Troncal	252.00	2,300.00	579.60	7,268.18
Manuel de J. Calle	323.00	2,300.00	742.90	9,315.97
EL ORO	362.00	2,000.00	644.00	9,078.96
Santa Rosa	113.00	2,000.00	226.00	2,834.04
Zaruma	144.00	2,000.00	208.00	3,611.52
Arenillas	105.00	2,000.00	210.00	2,633.40
NAPO	738.00	1,850.00	1,365.30	17,120.86
PASTAZA	107.00	1,850.00	187.95	2,482.28
TOTAL	81,098.60	2,541.02	205,794.17	2,581,333.65

Jado, Naranjal y Samborondon.

En la Provincia de Los Rios las mayores producciones están en Quevedo, Babahoyo, Montalvo, Urdaneta. Todas estas Zonas dan un rendimiento de arroz que alcanzan a cubrir las necesidades ecuatorianas sumandoles a éstas las zonas las de menor producción, ver Tabla IV

2.3. CUANTIFICACION DE LA DISPONIBILIDAD DE CASCARILLA DE ARROZ.

Como se ve en la Tabla III desde 1975 hasta 1985, la producción de arroz ha sido excelente, salvo en 1983 que hubo un invierno fuerte en que solamente se tuvo una producción de 270.210,24 Tm de arroz en cáscara. Pero esto no dificulta la instalación de la planta para fabricar los paneles debido a que es producto que todos los años se dá en el País. Tomando como referencia solo la cosecha de invierno de 1985 nos dejó en la Provincia del Guayas 35.929.46 Tm (299.412,17 m³) de cascarilla de arroz lo que abastece para nuestro estudio.

2.4. NUMEROS DE PILADORAS Y MOLINOS EXISTENTES

El número de piladoras y molinos que existen en el País están divididas en tres categorías. Sólo en las Provincias del Guayas y de Los Rios existen 1046 piladoras, y en todo el País hay 1194

piladoras y molinos, ver Tabla V.

Las categorías están analizadas de acuerdo a la capacidad de rendimiento de la piladora.

2.5. ESTIMACION DEL RENDIMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ

Del análisis precedente a cerca del número de piladoras y su respectiva localización se concluye que son las Provincias, del Guayas y la de Los Rios donde se puede obtener el mayor volumen de cascarilla de arroz para la industria de tableros aglomerados. Como vemos que la producción de cascarilla de arroz es grande, solo en un ciclo de invierno contando con una producción anual de este producto, sería ilógico pensar que la industria a instalarse podría contar con ese volumen de cascarilla, puesto que la recolección presentaría dificultad y se encarecería el costo de la materia prima por la presencia de una mayoría de piladoras localizadas en puntos distante

NUMERO DE PILADORAS Y CAPACIDAD DE PILADO POR HOR

PROVINCIA	TOT AL (Tm/h)		PRIMERA CATEGORIA (Tm/h)		SEGUNDA CATEGORIA (Tm/h)		TERCERA CATEGORIA (Tm/h)	
	Piladoras		Piladoras		Piladoras		Piladoras	
GUAYAS	631	285	110	110	358	138	163	37
LOS RIOS	415	173	35	49	246	93	134	31
TODO EL PAIS	1194	507	154	153	667	253	372	86

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
Programa Nacional del Arroz

CAPITULO III

ESTUDIO DE MERCADO

3.1. RECOPIACION DE ANTECEDENTES

Una vez determinado cuál es la cantidad de materia prima de nuestro producto en estudio, de donde sólo de un ciclo (invierno), vemos que si es posible llevar adelante nuestro estudio, y para esto se ha investigado en, las siguientes fuentes:

- Ilustre Municipalidad de Guayaquil; Dpto. de Construcción y Ornato;
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC: "ENCUESTA ANUAL DE MANUFACTURAS Y MINERIAS", Sección Industria de la Madera y Productos de Madera., año 1983.
- Datos de Exportaciones del BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, Sección de Productos Industrializados de Madera Prensadas".
- Datos de Estadísticas del Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización, INEN.

3.2 PRECIOS Y COSTOS DE TABLEROS DE MADERA AGLUMERADA Y CONTRACHAPADA

Los precios son anotados con fecha del 20 de Enero de 1988, y solo se tiene el valor de los tableros en la medida que se están

fabricando en estos momentos.

TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA

ESPESOR (mm)	PRECIO (sucres)
4	550
6	750
10	1.150
12	1.250
16	1.600
18	1.935

TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA

ESPESOR (mm)	PRECIO (sucres)
9	1.370
12	1.735
15	2.135
18	2.900

3.3 COMPARACION DE TABLEROS AGLOMERADOS DE: MADERA BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y CASCARILLA DE ARROZ.

La comparación se las hace en base al estudio de las RESISTENCIA DE MATERIALES, previa la construcción de los aglomerados de la cascarilla de arroz con el fin de presentar

la bondad del producto investigado. La manera como se construyó y las formulas utilizadas para el cálculo de las propiedades estan dadas en el ANEXO I

A continuación anotamos los valores obtenidos para los diferentes esfuerzos, ver las siguientes Tablas VI a XIV.

No constan las pruebas de tablero aglomerado de bagazo de caña, porque desde hace dos años dejó de producir la fabrica y los distribuidores no tienen en los almacenes este producto.

Según referencias se tiene conocimiento, que este material cuando se mojaba no resistía la compactación debido a que se comenzaba a despegar.

Vamos a observar según las Tablas hechos referencia arriba, que las propiedades mecánicas de los tableros de cascarilla de arroz, estan cercanas a los tableros de madera, y sea tenido que hacer una investigación del tablero de madera también, debido que hasta la presente fecha no existe normas de tableros aglomerados de madera según informe dado por el INEN .

3.4. CONSULTAS AL MERCADO PARA LA ACEPTACION DE UN NUEVO PRODUCTO

TABLA VI
VALORES DE DENSIDAD

PRODUCTO	DENSIDAD (Gr/cm³)
CASCARILLA DE ARROZ	0,12
TABLEROS AGLOMERADOS DE MADERA	0,72 0,90
TABLEROS AGLOMERADOS DE CASCARILLA DE ARROZ	0,86

TABLA VII
ESFUERZO DE FLEXION

ESFUERZOS	TABLERO AGLOMERADO DE MADERA	TABLERO AGLOMERADO CASCARILLA DE ARROZ	UNIDADES
MODULO DE ROTURA	17.00	14.00	(Kg/mm ²)
LIMITE DE ESFUERZO PROPORCIONAL	5.60	5.22	(Kg/mm ²)
MODULO APARENTE DE ELASTICIDAD	346,657.00	280,315.60	(Kg/mm ²)
MAXIMA CARGA DE TRABAJO	0,36	0.33	(Kg/mm ³)

TABLA VIII
ESFUÉRZO DE COMPRESION

ESFUERZOS	TABLEROS AGLOMERADOS DE MADERA	TABLEROS AGLOMERADOS DE CASCARILLA DE ARROZ	UNIDADES
MODULO DE ROTURA	10.94	8.00	(Kg/mm ²)
LIMITE DE ESFUERZO PROPORCIONAL	6.32	6.08	(Kg/mm ²)
MODULO APARENTE DE ELASTICIDAD	592,905.40	570,101.35	(Kg/mm ²)
MAXIMA CARGA DE TRABAJO	0.42	0.41	(Kg/mm ³)

TABLA IX
ESFUERZO DE TENSION

	TABLERO AGLOMERADO DE MADERA	TABLERO AGLOMERADO DE CASCARILLA DE ARROZ	UNIDADES
ESFUERZO DE TENSION	0.5	0.3	(Kg/mm ²)

TABLA X

PORCENTAJES DE ABSORCION HINCHAMIENTO Y HUMEDAD

ESPECIFICACION	ABSORCION (%)	HINCHAMIENTO (%)	HUMEDAD (%)
CASCARILLA DE ARROZ			13.60
TABLERO AGLOMERADO DE MADERA	24.30	33.00	6.30
TABLERO AGLOMERADO DE CASCARILLA DE ARROZ UREA-FORMOL	25.70	22.70	7.12
TABLERO AGLOMERADO DE CASCARILLA DE ARROZ FENOL-FORMOL	1.90	3.00	10.60

TABLA XI

ABSORCION DE AGUA

	PESO SECO (Gr)	PESO MOJADO (Gr)
TABLERO AGLOMERADO DE MADERA	45.40	60.00
TABLERO AGLOMERADO DE CASCARILLA DE ARROZ UREA-FORMOL	47.20	63.50
TABLERO AGLOMERADO DE CASCARILLA DE ARROZ FENOL-FORMOL	47.20	48.10

HINCHAMIENTO DE ESPESOR

	ESPEJOR SECO (mm)	ESPEJOR MOJADO (mm)
TABLERO AGLOMERADO DE MADERA	10.00	14.98
TABLERO AGLOMERADO DE CASCARILLA DE ARROZ UREA- FORMOL	10.00	12.95
TABLERO AGLONERADO DE CASCARILLA DE ARROZ FENOL-FORMOL	10.00	10.41

TABLA XIII

CONTENIDO DE HUMEDAD

	PESO HUMEDO (Gr)	PESO SECO (Gr)
TABLERO AGLOMERADO DE MADERA	49.20	46.30
TABLERO AGLOMERADO DE CASCARILLA DE ARROZ; UREA-FORMOL	49.00	46.30
TABLERO AGLOMERADO DE CASCARILLA DE ARROZ; FENOL-FORMOL	49.00	44.30

TABLA XIV
RESISTENCIA AL FUEGO

	TEMPERATURA (°C)
CASCARILLA DE ARROZ	275.00
TABLERO AGLOMERADO DE MADERA	214.00

Los distribuidores de madera prensada y aglomeradas aceptan el nuevo producto con la condición de que presente una buena calidad y un precio aceptable, los ebanistas aseguran también la utilización del nuevo producto siempre que esté de acuerdo a sus necesidades .

3.5. ANALISIS DEL EFECTO PRECIO

La demanda de nuestro producto es elastica debido a la cantidad demanda por calidad y por precio.

La fórmula siguiente nos dá los cambios porcentuales de la cantidad demanda dividida para el cambio porcentual de precio: (1)

$$E = (\Delta Q/Q) / (\Delta P/P) \quad (3.1)$$

Para nosotros, E es mayor que 1 por lo tanto esto implica que es elastico. La cantidad demandada la sacamos del análisis de la demanda y el precio se determina en base a los cálculos de costos de producción y diseño de la planta, como se van a producir tableros de varios espesores los precios van a variar.

3.6. ANALISIS DE LA DEMANDA ACTUAL Y DEMANDA CAUTIVA

La demanda de los tableros cada vez aumenta debido a los

diferentes usos que se le da a este producto. En la Tabla XV tenemos los Kilos Netos de Exportación obtenidos del BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, en la Tabla XVI se presenta el análisis tabular de los datos que han sido proporcionados por el INEN, durante el Período de 1974 a 1985, esta información del INEN se ajusta más a nuestro estudio para realizar los cálculos de la demanda.

Es importante conocer como ha evolucionado la producción o la demanda de un producto en función del tiempo. Para esto analizamos por medio de la ecuación de la recta y de la parábola mediante la utilización de los MINIMOS CUADRADOS, para saber cuál será la *demanda optimista* y la *demanda pesimista* através del COEFICIENTE DE CORRELACION, la demanda futura se la obtiene del análisis de estas dos funciones.

Aplicando la Ecuación de la Recta y los Mínimos Cuadrados: (2)

$$Y = a + bX \quad (3.2)$$

Y = Variable dependiente

X = Variable independiente

a = Coeficiente que mide el origen de la recta de tendencia sobre la ordenada.

b = Pendiente de la recta.

n = Números de datos

TABLA XY
EXPORTACION DE MADERA PRENSADA

AÑOS	KILOS NETOS	CANTIDAD DE TABLEROS
1974	1.503,00	73,00
1975	1.289,00	62,00
1976	3.198,00	154,00
1977	7.440,00	359,00
1978	8.863,00	428,00
1979	14.022,00	677,00
1980	29.861,00	1.442,00
1981	39.404,00	1.902,00
1982	42.698,00	2.061,00
1983	42.698,00	2.061,00
1984	42.698,00	2.061,00
1985	42.698,00	2.061,00

FUENTE: Anuario del Banco Central del Ecuador

TABLA XVI
PRODUCCION NACIONAL DE TABLEROS

AÑOS	CANTIDAD m³	CANTIDAD DE TABLEROS *
1974	20,027.00	420,481.00
1975	20,460.00	429,572.00
1976	22,649.00	475,532.00
1977	36,633.00	769,136.00
1978	42,748.00	897,524.00
1979	54,406.00	1,142,292.00
1980	62,405.00	1,310,237.00
1981	69,318.00	1,455,380.00
1982	69,982.00	1,469,322.00
1983	78,483.00	1,647,806.00
1984	79,122.00	1,661,222.00
1985	82,725.00	1,736,870.00

FUENTE: Estadísticas llevadas por el INEN

* tomando como espesor promedio 16mm

$$b = (n \sum X Y - \sum X \sum Y) / [n \sum X^2 - (\sum X)^2] \quad (3.3)$$

$$a = Y - b X \quad (3.4)$$

El resultado de este análisis, se lo obtiene a partir de la Tabla XVII Reemplazo en las fórmulas (3.3) y (3.4)

$$n = 12$$

$$b = (12 \times 4'445.733 - 66 \times 638.958) / 12 \times 506 - 4.356$$

$$b = 6.513,73$$

$$a = 53.246,5 - 6.513,8 \times 5,5$$

$$a = 17.420,98$$

de donde, los valores de **a** y **b** los coloco en la ecuación (3.1)

$$Y = 17.421 + 6.513,8 X$$

estos resultados se encuentran tabulados en la Tabla XVIII, y los valores de la cantidad en m^3 , **Y**, estan en la Fig. 3.1

En la Tabla XIX se van a obtener: la medición de la Variación Explicada y la No Explicada y, la Variación Total, por medio de ellas medimos el Coeficiente de Correlación. La

TABLA XVII

RESULTADOS OBTENIDOS DE RECTA DE MINIMOS CUADRADOS

AÑOS	X	Y	X ²	XY
1974	0	20,027	0	0
1975	1	20,460	1	20,460
1976	2	22,649	4	45,298
1977	3	36,633	9	109,899
1978	4	42,748	16	170,992
1979	5	54,406	25	272,030
1980	6	62,405	36	374,430
1981	7	69,318	49	485,226
1982	8	69,982	64	559,856
1983	9	78,483	81	706,347
1984	10	79,122	100	791,220
1985	11	82,725	121	909,975
SUMA TOTAL	66	638,958	506	4,445,733

fórmula matemática de la medición de las variables es: (3)

Variación Total= Variación Explicada + Variación No Explicada

$$E(Y - Y_{prom})^2 = E(Y_{est} - Y_{prom})^2 + E(Y - Y_{est})^2 \quad (3.5)$$

$$\text{VARIACION TOTAL} = Y - Y_{prom}$$

$$\text{VARIACION EXPLICADA} = Y_{est.} - Y_{prom.}$$

$$\text{VARIACION NO EXPLICADA} = Y - Y_{est.}$$

$$E(Y - Y_{prom.})^2 = 6,06683 \times 10^9 + 2,326112 \times 10^8$$

$$E(Y - Y_{prom.})^2 = 6,29944 \times 10^9$$

el Coeficiente de Correlación r es;

$$r^2 = \text{Variación explicada} / \text{Variación total}$$

$$r^2 = \Sigma(Y_{est.} - Y_{prom.})^2 / \Sigma(Y - Y_{prom.})^2 \quad (3.6)$$

$$r^2 = (6,06683 \times 10^9)^2 / (6,29944 \times 10^9)^2$$

$$r = 0,9614$$

Haciendo que la Recta Anual de los Mínimos Cuadrados corresponda a un Polinomio de Segundo Grado, para esto utilizamos la Ecuación de la Parábola . (2)

$$Y = a + b X + c X^2 \quad (3.7)$$

de donde:

TABLA XVIII

VALORES EN m³ SEGUN LA RECTA DE MICHOS CUADRADOS

AÑO	X	CANTIDAD m ³ Yest.
1974	0	17,421.00
1975	1	23,935.00
1976	2	30,448.50
1977	3	39,693.00
1978	4	43,475.00
1979	5	49,988.50
1980	6	56,502.00
1981	7	63,015.50
1982	8	69,529.00
1983	9	76,043.00
1984	10	82,556.00
1985	11	89,069.00

TABLA XIX

MEDICION DE VARIABLES EXPLICADAS Y NO EXPLICADAS

Y	Yest.	Y prom.	Yest-Yprom. var. exp.	Y-Yest. var. no exp.
20,027.00	17,421.00	53,246.50	-35,825.50	2,606.00
20,460.00	23,935.00	53,246.50	-29,311.50	-3,475.00
22,649.00	30,448.50	53,246.50	-22,798.00	-7,799.50
36,633.00	39,693.00	53,246.50	-13,553.50	-3,060.00
42,748.00	43,475.00	53,246.50	-9,771.50	-727.00
54,406.00	49,988.50	53,246.50	-3,258.00	4,417.50
62,405.00	56,502.00	53,246.50	3,255.50	5,903.00
69,318.00	63,015.50	53,246.50	9,769.00	6,302.50
69,982.00	69,529.00	53,246.50	16,282.50	453.00
78,483.00	76,043.00	53,246.50	22,796.50	2,440.00
79,122.00	82,556.00	53,246.50	29,309.50	-3,434.00
82,725.00	89,069.00	53,246.50	35,822.50	-6,344.00

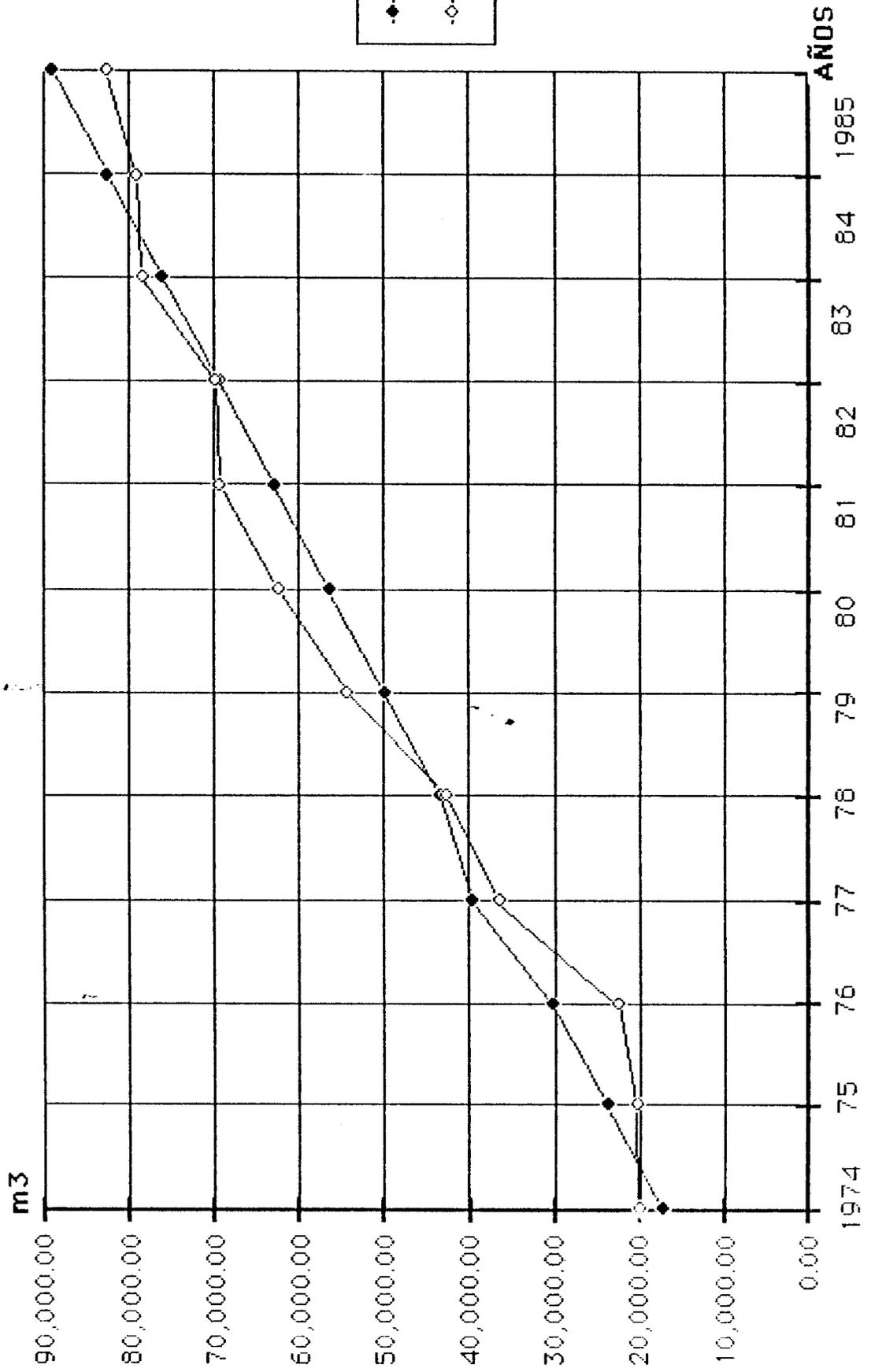


FIG. 3.1 VALORES ANUALES, EC. DE LA RECTA

TABLA XX

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PARABOLA DE LOS MINIMOS CUADRADOS

OS	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y
74	0.00	20,027.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75	1.00	20,460.00	1.00	1.00	1.00	20,460.00	20,460.00
76	2.00	22,649.00	4.00	8.00	16.00	45,298.00	90,596.00
77	3.00	36,633.00	9.00	27.00	81.00	109,899.00	329,697.00
78	4.00	42,748.00	16.00	64.00	256.00	170,992.00	683,968.00
79	5.00	54,406.00	25.00	125.00	625.00	272,030.00	1,360,150.00
80	6.00	62,405.00	36.00	216.00	1,296.00	374,430.00	2,246,580.00
81	7.00	69,318.00	49.00	343.00	2,401.00	485,226.00	3,396,582.00
82	8.00	69,982.00	64.00	512.00	4,096.00	559,856.00	4,478,848.00
83	9.00	78,483.00	81.00	729.00	6,561.00	706,347.00	6,357,123.00
84	10.00	79,122.00	100.00	1,000.00	10,000.00	791,219.00	7,912,200.00
85	11.00	82,725.00	121.00	1,331.00	14,641.00	909,975.00	10,009,725.00
TAL	66.00	638,958.00	506.00	4,356.00	39,974.00	4,445,733.00	36,885,929.00

TABLA XXI

VALORES EN m³ SEGUN LA PARABOLA ANUAL
DE LOS MINIMOS CUADRADOS

AÑO	X	CANTIDAD m ³ Y _{exp.}
1974	0	13,262.26
1975	1	22,045.39
1976	2	30374.52
1977	3	38,249.65
1978	4	45,670.78
1979	5	52,637.91
1980	6	59,151.04
1981	7	65,210.17
1982	8	70,815.30
1983	9	75,966.43
1984	10	80,663.56
1985	11	84,906.69

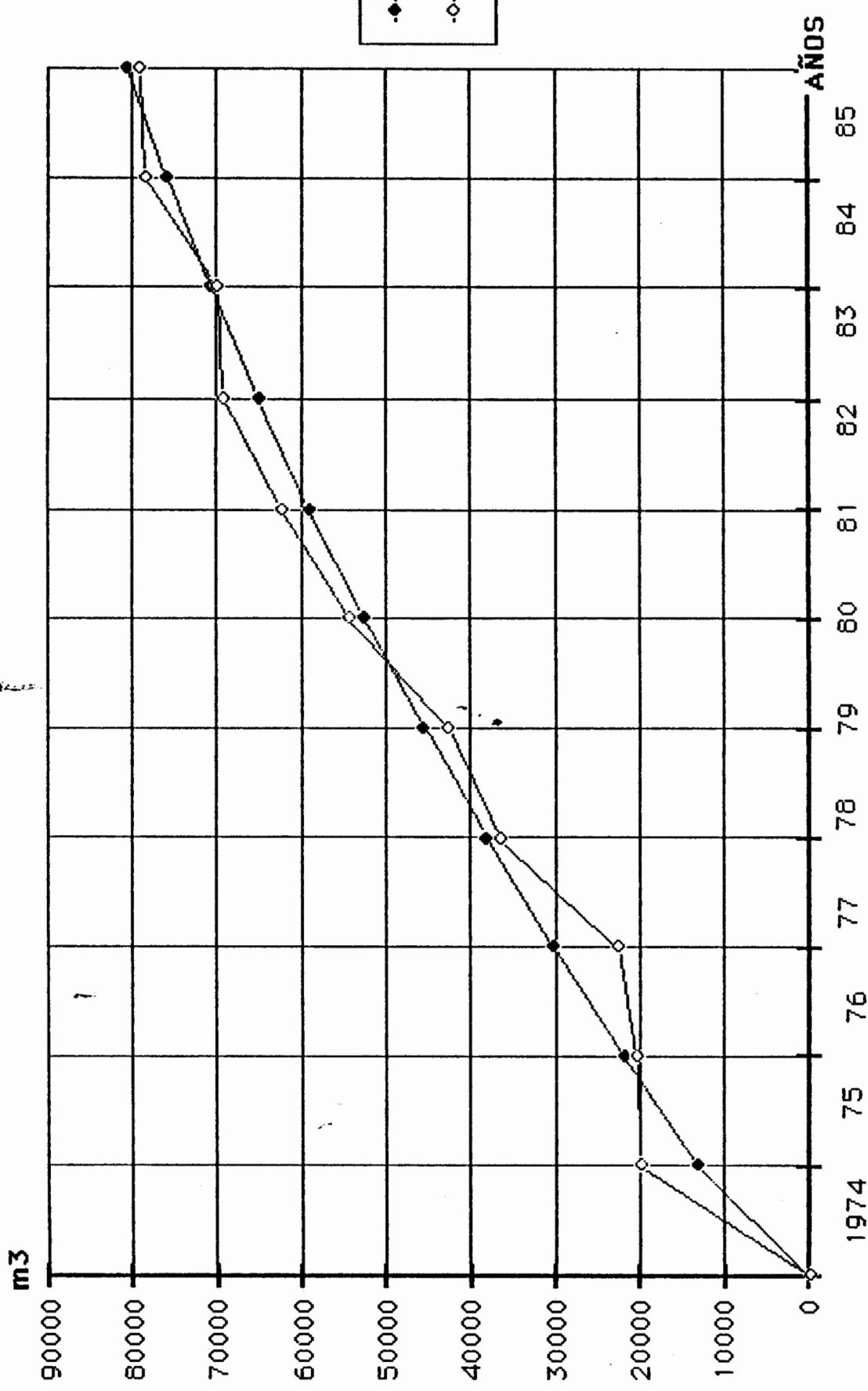


FIG. 3.2 VALOR ANUAL, EC. DE LA PARABOLA

3.2 que es una función de la Parábola Anual de los Mínimos Cuadrados y Valor Real de Producción.

Haciendo el mismo procedimiento que se hizo para medir el Coeficiente de Correlación de la Ecuación de la Recta, lo aplicamos aquí para obtener el valor de r de la parábola, que realizando los cálculos algebraicos tenemos:

$$r = 0,9859$$

Ahora se hace la evaluación para una Recta y una Parábola Bianual mediante la aplicación de los Mínimos Cuadrados, los valores promedios están dados en la Tabla XXII y se los analiza por separado tanto para la Recta como para la Parábola, con el mismo procedimiento anterior, ver Tabla XXIII de la recta bianual.

$$X = 15/6 = 2,5$$

$$Y = 319.484 / 6 = 53.246,8$$

Aplicando la fórmula (3.3) y (3.4).

$$n = 6$$

$$b = 6 \times 1'025.933 - 15 \times 319.484 / 6 \times 55 - 225$$

$$b = 12.984,17$$

$$a = 53.246,6 - 12.984,17 \times 2,5$$

$$a = 20.786,9$$

Reemplazando en la ecuación de la recta (3.1), nos queda;

$$Y = 20.786,9 + 12.984,17 (X)$$

Este resultado se encuentra en la Tabla XXIV, y graficados en la Fig. 3.3 y son obtenidos según la recta bianual de los Mínimos Cuadrados y los Valores Reales de Producción.

El Coeficiente de Correlación se lo obtiene mediante el análisis de las Variaciones Explicadas y No Explicadas.

$$r = 0,9862$$

Realizando en cálculo de la parábola bianual de los mínimos cuadrados se tiene los valores tabulados y estos se ven en la Tabla XXV. y son ;

Aplicando las formulas (3.8), (3.9), (3.10), nos queda;

$$6a + 15b + 55c = 319.484$$

$$15a + 55b + 225c = 1'025.933$$

$$55a + 225b + 1.077c = 4'027.535$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones tenemos ;

TABLA XXII

VALORES PROMEDIO BIANUALES DE PRODUCCION

AÑO	CANTIDAD m ³	CANTIDAD DE TABLEROS
1974 1975	20,244.00	355,150.00
1976 1977	29,641.00	520,018.00
1978 1979	48,577.00	852,229.00
1980 1981	65,862.00	1,155,466.00
1982 1983	74,233.00	1,303,825.00
1984 1985	80,924.00	1,419,711.00

TABLA XXIII

VALORES TABULADOS DE LA PECTA BIANUAL

AÑO	X	Y	X ²	X*Y
1974 1975	0.00	20,244.00	0.00	0.00
1976 1977	1.00	29,641.00	1.00	29,641.00
1978 1979	2.00	48,577.00	4.00	97,154.00
1980 1981	3.00	65,662.00	9.00	197,586.00
1982 1983	4.00	74,233.00	16.00	296,932.00
1984 1985	5.00	80,924.00	25.00	404,620.00
SUMA TOTAL	15.00	319,481.00	55.00	1,025,933.00

TABLA XXIV

VALORES SEGUN LA ECUACION DE LA RECTA
BIANUAL DE LOS MINIMOS CUADRADOS

AÑO	X	CANTIDAD EN m ³ Y _{exp.}
1974 1975	0	20,786.90
1976 1977	1	33,771.07
1978 1979	2	46,755.24
1980 1981	3	59,739.41
1982 1983	4	72,723.58
1984 1985	5	85,707.75

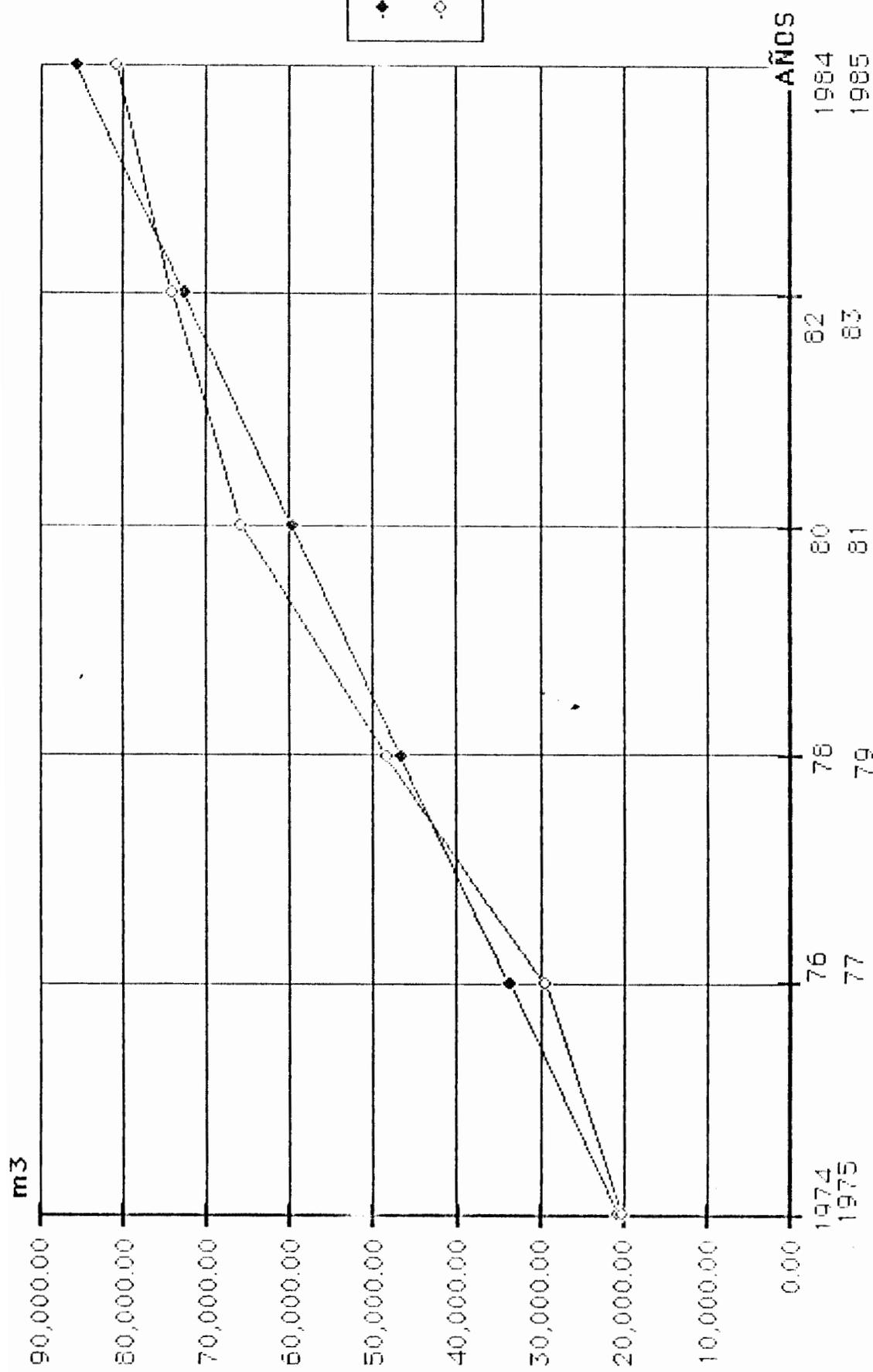


FIG. 3.3 VALOR BIANUAL, EC. DE LA RECTA

$$a = 19.871$$

$$b = 1'435.813$$

$$c = -274,80$$

Reemplazo estos valores en la ecuación (3.7);

$$Y = -274,80 X^2 + 14.358,13X + 19.871$$

Reemplazando estos valores en la Tabla XXVI, y además se grafica en la Fig. 3.4

El Coeficiente de Correlación mediante procedimientos anteriores es el siguiente valor;

$$r = 0,9890$$

DEMANDA CAUTIVA

Según los datos proporcionados por el Banco Central del Ecuador, el volumen de pedidos cada vez aumenta tanto para tableros de madera aglomerada como tableros demadera contrachapada con esto se tiene una seguridad que nuestro producto si va tener aceptación en el mercado extranjero. Nuestra demanda cautiva va a ser aquella que se logre obtener por precio, calidad y comercialización, por lo tanto la parte más importante y mucha relevancia es el *Efecto Precio*.

TABLA XXV

VALORES TABULADOS DE LA PARABOLA DIANUAL

AÑOS	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	X ² Y	X ³ Y
1974 1975	0.00	20,244.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976 1977	1.00	29,641.00	1.00	1.00	1.00	29,641.00	29,641.00
1978 1979	2.00	48,577.00	4.00	8.00	16.00	97,154.00	194,308.00
1980 1981	3.00	65,832.00	9.00	27.00	81.00	197,586.00	592,758.00
1982 1983	4.00	74,233.00	16.00	64.00	*256.00	296,932.00	1,187,728.00
1984 1985	5.00	80,924.00	25.00	125.00	625.00	40,620.00	2,023,100.00
TOTAL	15.00	319,481.00	55.00	225.00	979.00	1,025,933.00	17,571,455.00

TABLA XXVI

VALORES SEGUN LA ECUACION DE LA PARABOLA
BIANUAL DE LOS MINIMOS CUADRADOS

AÑO	X	CANTIDAD EN m ³ Y _{exp.}
1974 1975	0	19,871.00
1976 1977	1	33,954.33
1978 1979	2	47,488.06
1980 1981	3	60,472.19
1982 1983	4	72,906.72
1984 1985	5	84,791.65

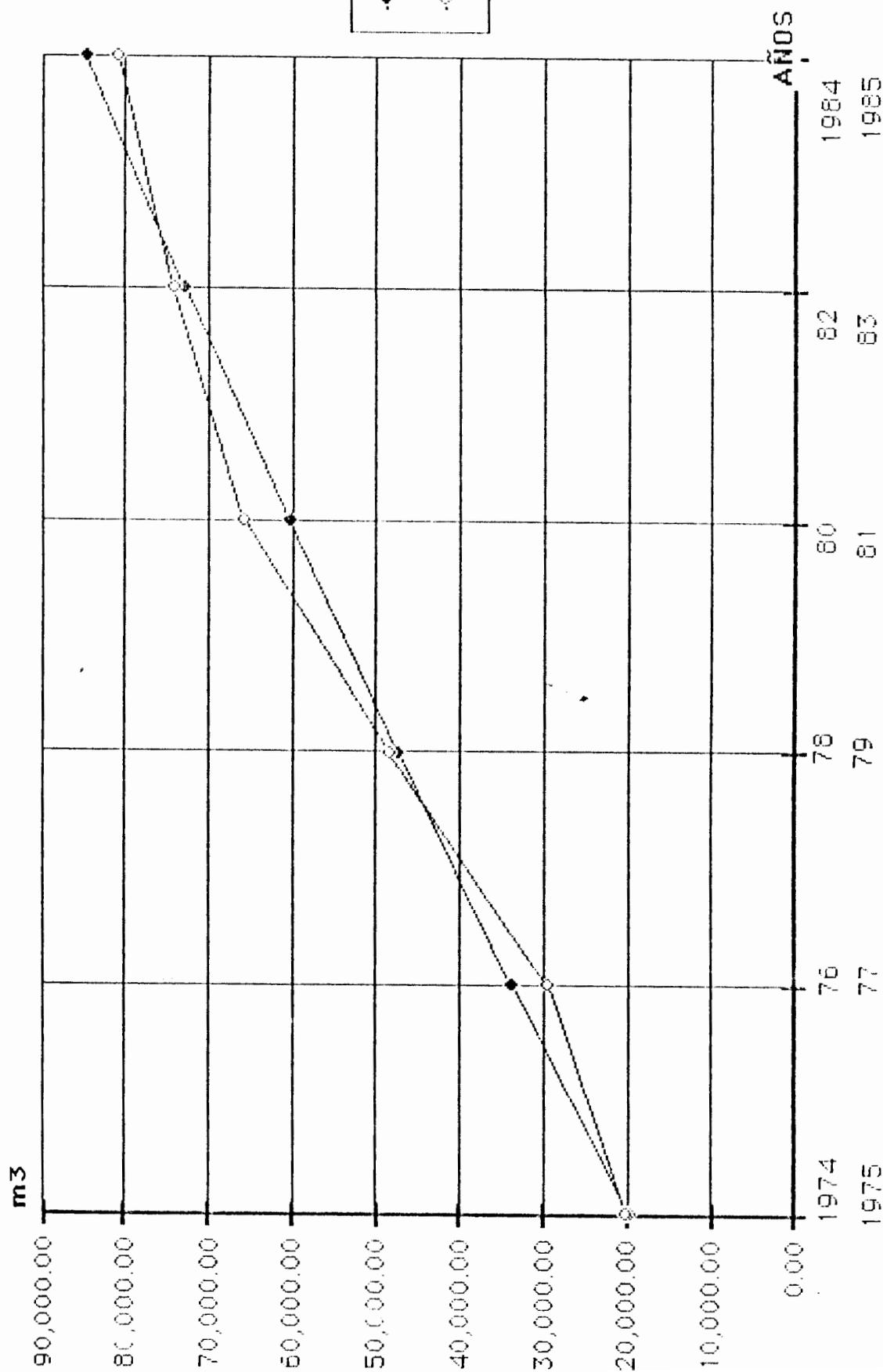


FIG. 3.4 VALOR BIANUAL, EC. DE PARABOLA

TABLA XXVII

**PROYECCION DE LA DEMANDA FUTURA
SEGUN LA RECTA ANUAL DE LOS MINIMOS CUADRADOS**

AÑOS	CANTIDAD m³	CANTIDAD DE TABLEROS
1987	102.100,00	2.143.661,00
1988	108.614,00	2.809.427,00
1989	115.128,00	2.417.193,00
1990	121.641,00	2.553.938,00
1991	128.156,00	2.690.724,00
1992	134.669,00	2.827.470,00
1993	141.183,00	2.964.236,00
1994	147.697,00	3.101.002,00
1995	154.211,00	3.237.770,00
1996	160.725,00	3.374.534,00
1997	167.235,00	3.511.216,00

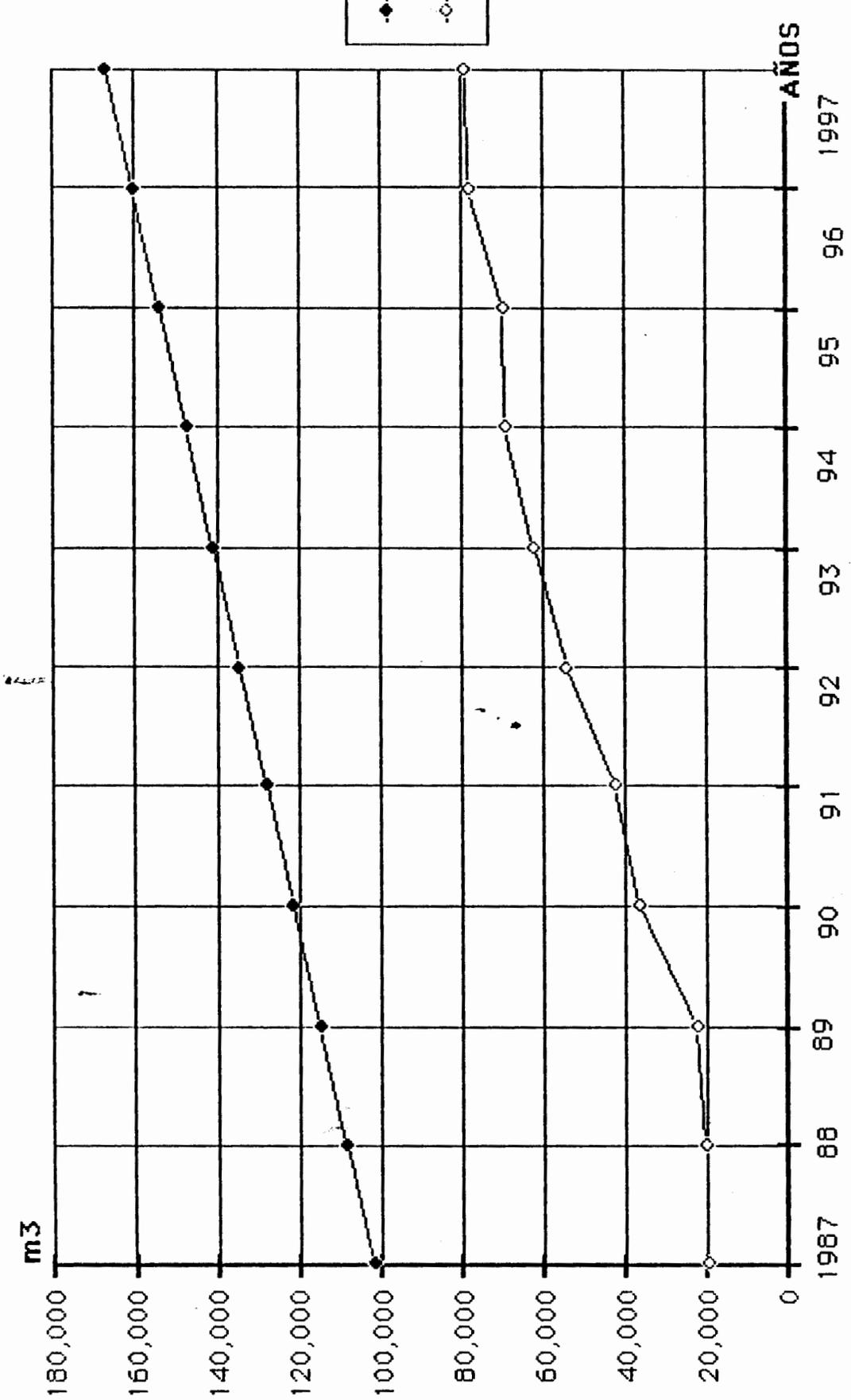


FIG. 3.5 VALOR ANUAL FUTURO, EC RECTA

TABLA XXVIII

PROYECCION DE LA DEMANDA FUTURA
SEGUN LA PARABOLA BIANUAL DE
LOS MINIMOS CUADRADOS

AÑOS	CANTIDAD m ³	CANTIDAD DE TABLEROS
1987	106,912.00	2,244,708.00
1988 1989	117,149.00	2,459,605.00
1990 1991	126,836.00	2,663,011.00
1992 1993	135,972.00	28,548,287.00
1994 1995	144,559.00	3,035,118.00
1996 1997	152,597.00	3,203,881.00

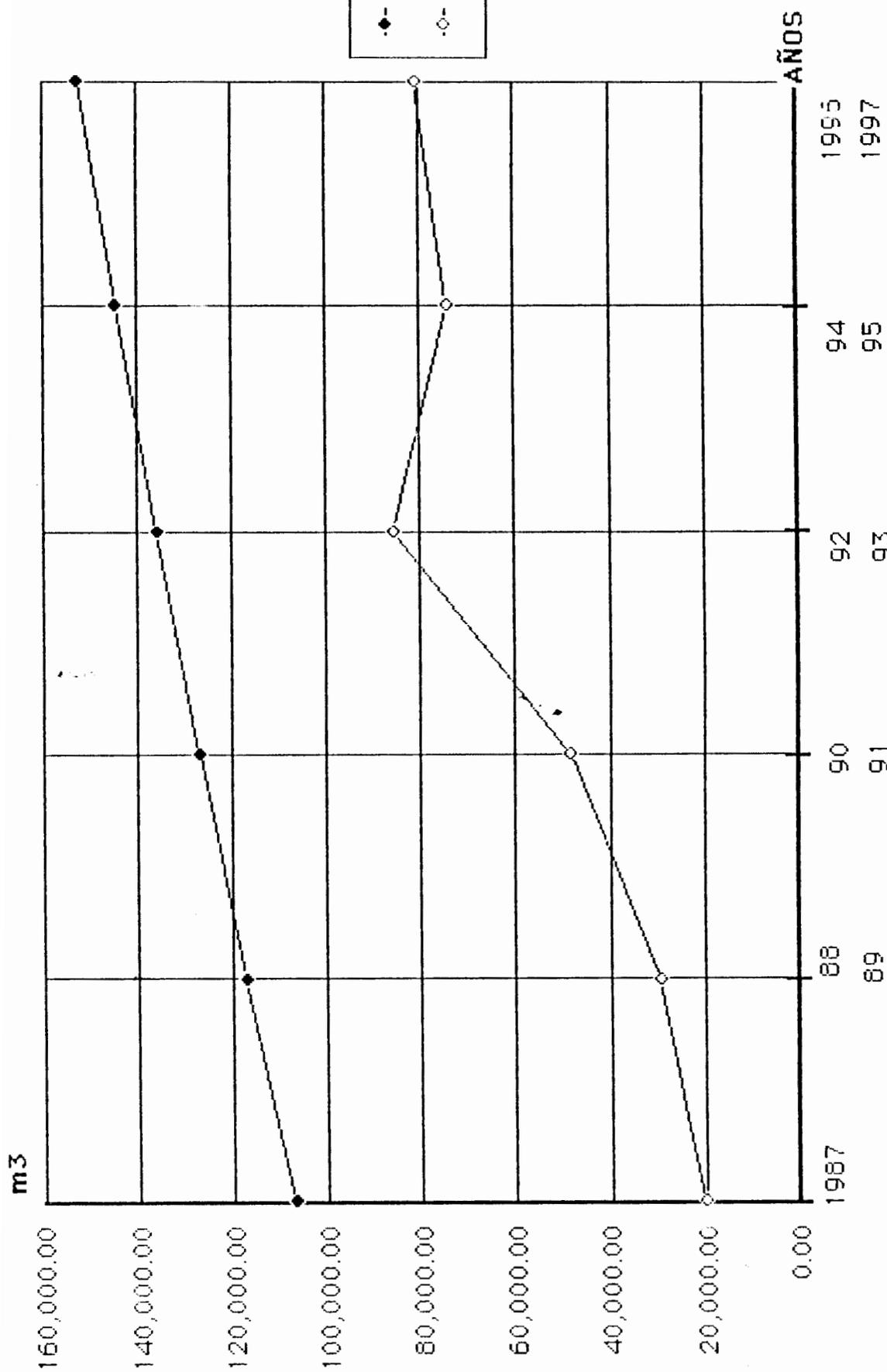


FIG. 3.6 VALOR BIANUAL FUTURO, EC. PARABOLA

3.7. ANALISIS DE LOS EFECTOS INGRESOS PUBLICIDAD Y SUSTITUCION.

EFECTO INGRESO.- Este proceso es bién acogedor para la economía del País, ya que genera capitales y puestos de trabajos. Nuestro estudio es una nueva industria ya que no existe ninguna en el País y más aún, a nivel de América Latina.

EFECTO PUBLICIDAD.- Es un gran considerando para una industria y para todo tipo de negocio ya que es la mejor forma de hacer conocer a un producto, en nuestro caso está dirigido hacia los constructores , ebanistas, carpinteros y, público en general.

EFECTO SUSTITUCION.- Para poder sustituir a la madera aglomerada habrá que instalar grandes fábricas y que se llegue a tener un volumen de producción bién elevado que satisfaga al mercado interno y externo, pero lo que nos proponemos es entrar con un producto nuevo y que cubra una pequeña necesidad del consumidor.

3.8 POSIBILIDAD DE EXPORTACION

Sólo en América Latina o en los Países que forman el Pacto Andino, nuestro producto tiene un mercado bueno ya que no existe ninguna planta que produzca este artículo.

De acuerdo a lo que se puede observar, el Coeficiente de Correlación siempre se ha mantenido **positivo (+)**, lo cual nos indica, que las variables han sido perfectas, además, ha ido aumentando, por lo que decimos, que la Ecuación de la Recta Anual se la considera para una *demanda pesimista* y la Ecuación de la Parábola Bianual se la considera como una *demande optimista*, estas tabulaciones se encuentran en las Tablas No. XXVII y XXVIII, Fig. 3.5 y 3.6 respectivamente

CAPITULO IV

INGENIERIA DEL PROYECTO.

4.1 TAMAÑO Y LOCALIZACION DE LA PLANTA INDUSTRIAL

TAMAÑO.- La determinación del tamaño óptimo de una planta consiste en, elegir aquella capacidad de producción que esté de acorde con las limitaciones del mercado y nos permita obtener menos costos posibles.

De los datos obtenidos en el capítulo anterior, se puede observar que en el análisis de la demanda futura, para el año 1988 se necesitan $108.614m^3$ (2'280.427 tableros) para que cubran la necesidad del mercado tanto interno como externo. Como se vé, el mercado es muy amplio para consumir más material del que se tiene pensado producir, y aquí entra la parte de la desventaja que tiene todo producto, como es el recelo propio para hacer una gran inversión para elaborar un producto que es considerado como un artículo nunca antes utilizado.

De este producto solo se conocen las propiedades, y esto nos hace planear una planta de dimensiones especificadas, por lo que, los proveedores de los equipos ofrecen ciertos tamaños a los que hay que adoptarles una solución, ya que ellos establecen los límites para este tipo de industria debido a las características

de sus maquinarias.

No existen industrias para maderas que procesen menos de 10Tm diarias (se indica así por que se ha hecho comparación del tablero aglomerado de cascarilla de arroz con el aglomerado de madera), y esto nos vemos obligados a seleccionar una planta que procese 15.000 m³ anuales (269.500 tableros) con espesores de 8 a 32mm, que se los trabajarían en tres turnos de 8 horas diarias y 250 días al año.

Para la planta se necesitan 5600Tm (45.000m³) de cascarilla de arroz. Tomando en consideración la cosecha de invierno de 1985, de la Provincia del Guayas es de 15,03% y de la Provincia de Los Rios es de 11%.

LOCALIZACION.- La localización de la planta juega un papel muy importante debido a que tiene que estar en la proximidad de donde existe la materia prima, y en nuestro caso existen dos lugares a donde se puede instalar la industria, y los lugares son; la Provincia del Guayas y la Provincia de Los Rios, por la primera Provincia está la zona de Daule y por la segunda Provincia la zona de Babahoyo, existen criterios de ventajas y desventajas y esto hay que considerar.

PRIMERA PROVINCIA

VENTAJAS -

1. Cerca de los distribuidores, y mayor capacidad de comercialización
2. Cerca de la materia prima (cascarilla de arroz) ya que la fábrica se la instalaría por este sector.
3. Cerca del Puerto Máritimo cuando se necesite exportar.
4. Dispone de suministros de agua, energía eléctrica, líneas telefónicas.

DESVENTAJAS

1. No goza de los incentivos para el desarrollo industrial y regional
2. Terreno más caro para la instalación de la planta.

SEGUNDA PROVINCIA

VENTAJAS

1. Goza de los incentivos para el desarrollo industrial y regional ver ANEXO No. 4.
2. Terreno es más barato para la instalación de la fábrica.
3. Dispone de suministros de: agua, energía eléctrica, líneas telefónicas, todo a los precios normales.
4. Cerca de la materia prima (cáscarilla de arroz.)

DESVENTAJAS

1. Para la exportación está lejos del Puerto Marítimo
2. Lejos de los lugares de mayor centro de comercialización.

Para las dos Provincias ya señaladas hay que utilizar transportes para traer la cascarilla de arroz desde la piladora hasta la fábrica, además las resinas se las trae desde Quito porque allá esta ubicada la planta que procesa este producto químico, y es enviada en tanqueros.

4.2 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO, TIPO DE MEDIDAS A PRODUCIRSE

El producto va a ser un tablero aglomerado cuya composición es; cascarilla de arroz como compuesto sólido, y resinas de úrea-formol o fenol-formol como aglutinantes, además un catalizador agregado a la primera resina. Las dimensiones del tablero son de **1220 x 2440mm** de ancho y largo respectivamente, el espesor es variable desde; **4,6,8,9,10,12,13,16,19,22,24,25,30mm.**

4.3 PROCESOS DE PRODUCCION

Se va a describir cada una de las etapas que se realiza, a fin obtener el producto terminado: la cascarilla de arroz es dejada en el depósito de almacenamiento **(1.1)** por los camiones que la

ecogen de las piladoras, es llevada por medio de transportación neumática, ventilador con ciclón **(1.2)** al silo de almacenamiento **(1.3)**, de allí por un tornillo sin fin **(1.4)** pasa la cascarilla de arroz al secador **(1.5)** y por medio de transportes mecánicos **(1.6) (1.7)** es llevada la cascarilla de arroz al molino lijador **(1.8)**, con el fin de partirlas a lo largo de su eje mediante un corte longitudinal, la cascarilla de arroz es recibida por un transporte vibratorio **(1.9)** para separar el polvo de la viruta que cae a **(1.10)**, el recorrido que realiza en este tramo es pequeño, luego la viruta es transportada por elevadores de cangilones **(1.11)** a un silo de almacenamiento o también se lo puede llamar silo de criba peler o dosificador **(1.12)**, de aquí sale la viruta y es llevada a una balanza **(1.14)**, luego las virutas entran al mezclador o encoladora **(1.15)** para ser mezclada con la cantidad exacta de cola requerida, las virutas encoladas se las transporta mecánicamente a la formadora **(2.1)** de los colchones, aquí se tiene unas máquinas que ponen la cantidad exacta de mezcla y la esparcían en todas las dimensiones de la chapa de aluminio, de allí se las transportan a las chapas de aluminio, en **(2,3)** salen los colchones que son limpiados los bordes **(2.4)** y se pesa en una balanza **(2.5)** pasan por un ascensor **(2.6)** a la prensa hidráulica **(2.7)**, para que sean prensadas a la presión y temperatura requerida, después son recibidos los tableros y se los lleva a la cámara de enfriamiento **(2.10)**, una vez cumplido este ciclo se colocan en la mesa elevadora **(3.1)** para que entren a la sierra esquadadora **(3.3)**,

luego a la pulidora (3.6) y por último a la bodega (3.9). (3.5) llevan los trozos al molino lijador, (3.7) llena el polvo al silo de polvo (1.10).

4.3.1 ANALISIS DEL PROCESO Y DESCRIPCION DE CADA UNA DE LAS ETAPAS

ANALISIS DEL PROCESO.- Dentro del análisis del proceso vamos a hacer una comparación entre los tableros aglomerados de madera y de cascarilla de arroz.

a. PROCESO UTILIZADO EN LA PRODUCCION DE TABLEROS

AGLOMERADOS DE MADERA

- 1.- Astillado
- 2.- Secado
- 3.- Tamizado
- 4.- Encolado
- 5.- Formación
- 6.- Prensado
- 7.- Acabado

b. PROCESO UTILIZADO EN LA PRODUCCION DE TABLEROS

AGLOMERADOS DE CASCARILLA DE ARROZ:

- 1.- Triturado

- 2- Encolado
- 3- Formación
- 4- Prensado
- 5- Acabado

DESCRIPCION DE LAS ETAPAS- Dividiendo la descripción de cada una de las etapas en tres secciones y estas son:

1- Preparación de las partículas

- a. Producción de partículas (virutas)
- b. Encolado

2- Formar, prensar i modular.

- a. Formación de los tableros
- b. Prensado de los tableros

3- Acabado de los tableros

- a. Línea de acabado

Desarrollando cada una de las etapas para definir las mejor.

1. PREPARACION DE PARTICULAS

La preparación de partículas se realiza de la siguiente manera:

1.a. PRODUCCION DE PARTICULAS (VIRUTAS)

Prácticamente, la producción de la viruta consiste en que la cascarilla de arroz entra al molino lijador el cual la corta en forma longitudinal más no transversal, la herramienta de corte puede ser de tornillo helicoidal o de placas de discos, a donde a ésta última se le hace una graduación bien consistente con el fin de las superficie de los discos haga fricción con las cascarillas de arroz y se realice el corte.

De aquí pasa la viruta a la transportadora vibrante donde se desplaza horizontalmente dando saltos para separar el polvo, tanto la viruta como el polvo es almacenado.

1.b. ENCOLADO.

Se accionan los controles de mando para que caiga sobre una banda transportadora la viruta llevándola a la encoladora, donde cae formando anillos rotatorio de virutas através de un eje principal hueco perforado, se introduce la cola por medio de una bomba dosificadora pulverizando el anillo rotatorio. El eje de la encoladora tiene paletas mezcladoras que forzosamente están homogenizando en forma rápida la viruta con la cola y más aún está sacándole el aire que queda al realizar la mezcla.

2. FORMAR PRENSAR MADURAR

2.a. Formación de los tableros

Las máquinas de formar y espaciar la mezcla ponen la cantidad exacta en las chapas de aluminio, las virutas mezcladas que caen por los lados estrechos, entre un molde y el siguiente es recogidas y devueltas a la línea de viruta encolada. El peso exacto de cada chapa ya cargada se la examina al pasar por una balanza de precisión, una vez hecho este control se empuja la chapa de aluminio por adentro del ascensor de carga que está ubicado delante de la prensa.

2.b. PRENSADO DE TABLEROS

La prensa es de varios pisos y para realizar el prensado hay que esperar que esté llena o sea todas las chapas colocadas, por encima de la prensa están ubicados unos extractores de humo. Una vez realizado el prensado se retira las chapas de aluminio justo antes de que la próxima carga entre a la prensa. Las chapas de aluminio y el tablero prensado son separados, a las chapas de aluminio se las coloca en un transporte para llevarlas a pasar por un cepillo rotatorio que las limpia y se las pasa por un canal de agua para refrigerarlas. Los tableros se están enfriando en la cámara de enfriamiento, para pasar a la línea de

acabado.

3. ACABADO DE LOS TABLEROS

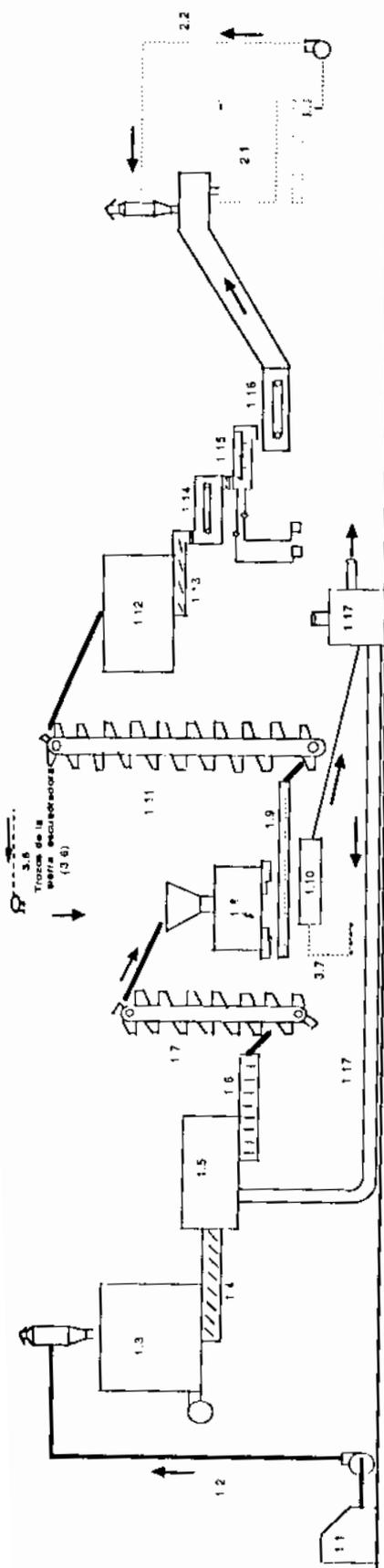
3.a. LINEA DE ACABADO

Esta línea trabaja en forma independiente de la línea de producción, los tableros aglomerados se los coloca en pila, sobre una mesa elevadora donde es accionada por un dispositivo de avance que los transporta a una sierra escuadradora de cuatro cantos. El trabajo consiste en rebordear los extremos, luego pasan a una máquina calibradora-lijadora, donde serán lijadas simultáneamente las dos caras y al mismo tiempo calibra su espesor nominal.

Después se les hace el *Control de Calidad* y si cumplen, son embodegados y quedando ya listos para salir al mercado. ver Figuras 4.1, 4.2, 4.3.

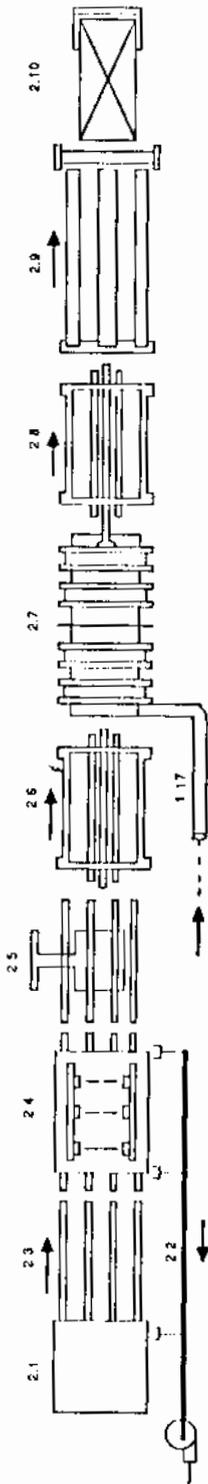
1.3.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

El diagrama de flujo se lo hace con el fin de facilitar el análisis del proceso productivo y localizar los puntos de estrangulamiento, para ver las operaciones que se realizan siguiendo las secuencias del producto y máquinas que participan en cada operación, logrado con esto un estudio más profundo de

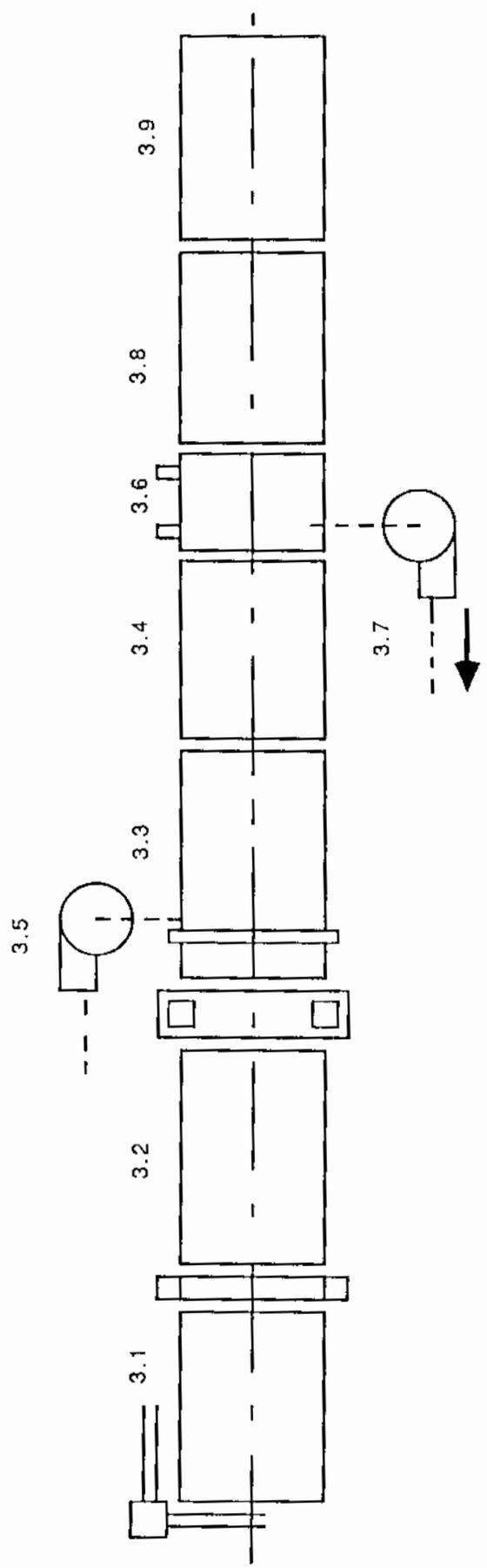


(3.8) Poyo de la lijadora

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	ESPOL
PREPARACION DE PARTICULAS		Fig. No. 4.1



UNIVERSIDAD DE VALPARAISO	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	ESPOL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA	INGENIERIA MECANICA	
FORMACION Y PRENSAJE		FIG. No. 4.2



FECHA	NOMBRE	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	ESPOL
DIBUJO	Villagrán		
REVISO	Villagrán		
CCMPR.	MALUK		

ACABADO

FIG. No. 4.3

los aspectos constitutivos que intervienen en el proceso, ver Figura 4.4

4.4. MAQUINARIAS Y EQUIPOS

En un proceso productivo en serie las maquinarias y equipos, juegan un papel preponderante, ya que hay que considerar que se va a trabajar la materia prima mediante un método de fabricación. El cálculo de las máquinas que se van a emplear se detalla en la Ingeniería de Proyecto.

4.4.1. ESTIMACION DEL COSTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS

Se pidieron cotizaciones a las siguientes Compañías en: Alemania a HERMAL HOLZVERADLUNSGESELLSCCHAFT m.b.h. , INDUMA INDUSTRIE MASCHINEN G. m.b.h. , G. SIEMPELKAMP G.m.b.h. and Co. Esta última Compañía informa que hasta la presente fecha ellos no tienen conocimientos, que exista una fábrica de así.

De los Estados Unidos la DAKE CORPORATION, pidió la dirección para mandar la información pero hasta la presente fecha no llega desde el mes de Marzo de 1988. Y de Canada la CORTECH RESEARCH LTD.

De informes y publicaciones recibidas se ve que si es posible

levantar una fabrica de esta naturaleza ya que se tiene una cosecha de arroz bastante optima, y esto no sucede solamente aqui sino tambien en otros paises tales como El Salvador , Filipinas, Japon, China etc. de donde no se tiene conocimiento que hacen ellos con la cascarilla de arroz.

Como se ha podido demostrar en el Capitulo III que las propiedades de la cascarilla de arroz esta cercana a la de la madera por lo tanto si se puede industrializarla.

4.4.2. SELECCION DE LAS MAQUINARIAS, EQUIPOS

Para una selección adecuada, es necesario hacer una preparación de especificaciones y una evaluación de ofertas.

En la preparación de especificaciones, se debe proporcionar factores tales como: *nombre y dirección de la empresa, descripción del producto y localización de la planta y clima, capacidad a producirse a la deseada, clase de operaciones a realizarse, calidad del producto ya terminado, descripción de los servicios disponibles, posibilidad de expansión de la fábrica, análisis y especificaciones de las materias primas disponibles, información más detallada de la maquinaria y equipo que se requieren.*

En cuanto a la evaluación de las ofertas se le asigna ventajas

que resulta de los siguientes parámetros y son: *determinación de criterios o factores que se deben considerar en la evaluación, asignación de alternativas, asignación de puntajes a los criterios, total de decisión.*

4.4.3. DISTRIBUCION DE LA PLANTA (LAY-OUT)

La distribución de la planta o lay-out se puede clasificar en base a dos tipos de factores principales (1) y son:

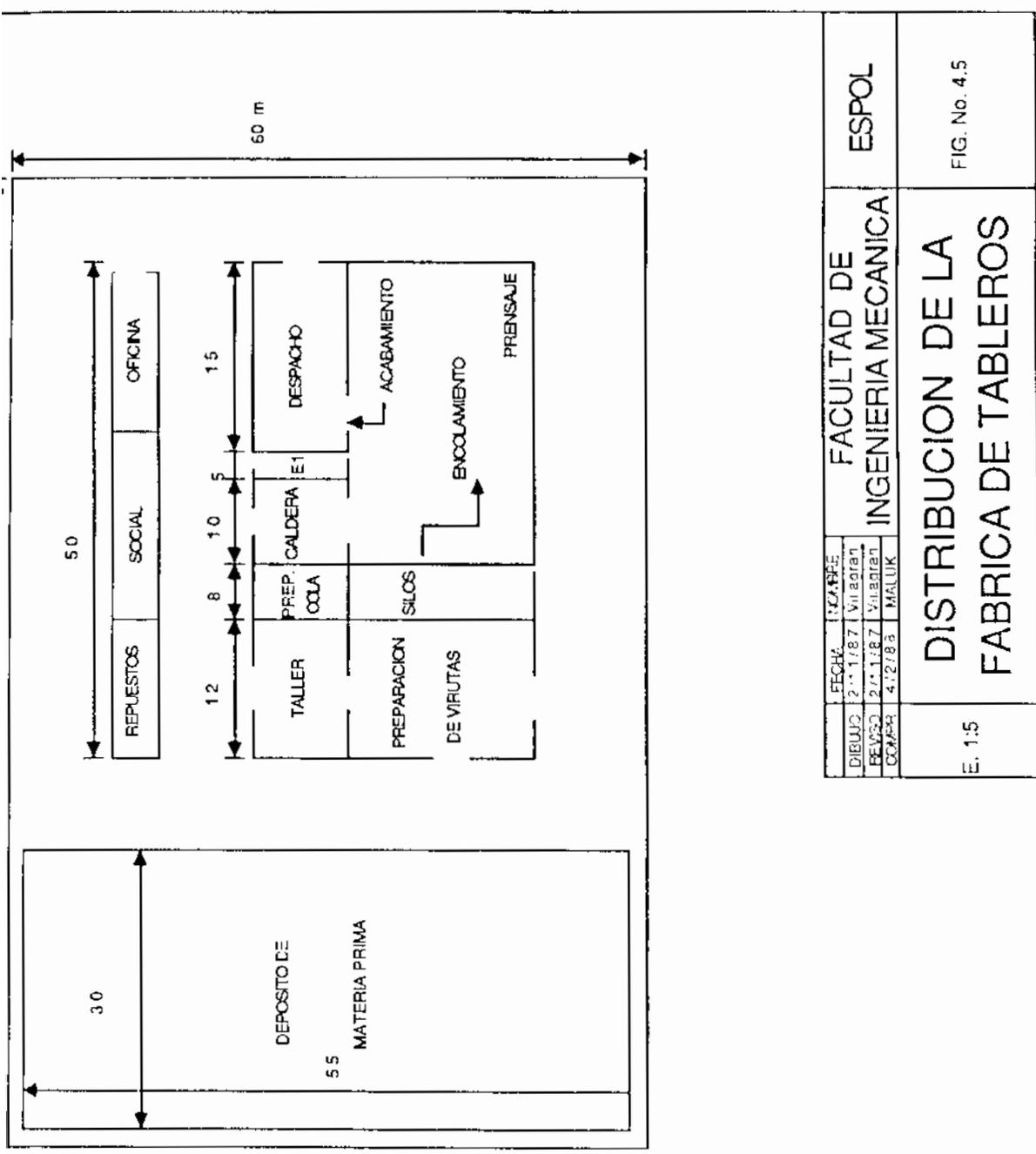
Distribución por proceso

Distribución por producto

La distribución por proceso es una *distribución funcional*, en cambio la distribución por producto es una *distribución rectilínea*. Nuestra distribución es rectilínea para aplicar al estudio debido a que la secuencia de él, es en una dirección recta, en la Fig. 4.5 se presenta la distribución de la planta.

5 CALCULOS Y ANALISIS DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LOS EQUIPOS

Se realiza un cálculo para cada uno de los equipos que se utilizan en el proceso, siguiendo la misma secuencia del proceso ya indicado en secciones anteriores, desde la entrada de la materia



FECHA		LUGAR		FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	ESPOL
DIBUJO	27.1.87	Villagran			
REVISO	27.1.87	Villagran			
COMPR.	4/2/88	MALLUK			
E. 1:5	DISTRIBUCION DE LA FABRICA DE TABLEROS				FIG. No. 4.5

prima hasta cuando sale el producto terminado.

4.5.1 CALCULO DEL TRANSPORTADOR NEUMATICO

Una de las técnicas más importantes de manejo de materiales en la industria, es el desplazamiento de materiales suspendidos en una corriente de aire sobre distancias horizontales y verticales, van desde unos pocos metros hasta varios centenares de metros. La capacidad de un sistema de transporte neumático depende de (5):

- 1.- Densidad de masa del producto (así hasta cierto punto la forma y tamaño de la partícula.
- 2.- Contenido de energía del aire a lo largo de todo el sistema.
- 3.- Diámetro de la línea de transporte.
- 4.- Longitud equivalente de la línea de transporte.

Se logra una capacidad mínima cuando la energía del aire de transporte es apenas suficiente para hacer que el producto se desplace a largo de la línea sin detenerse. Para evitar las detenciones es conveniente proporcionar un incremento adicional a la energía del aire de 50% , con el fin de que exista un factor de seguridad que permita cambios mínimos.

Para esto se usa un aire de transporte que proporcione a los ventiladores un desplazamiento positivo, y por lo tanto es

necesario conocer el tipo de ventilador más adecuado para el sistema y entre estos se tiene, (6).

- a. Ventiladores centrífugos álabes curvados hacia adelante
- b. Ventiladores centrífugos de álabes rectos
- c. Ventiladores centrífugos de álabes curvados hacia atrás

a. VENTILADORES DE ALABES CURVADOS HACIA ADELANTE

Se usa por el nivel de ruido muy bajo que presentan, además tienen otras características y el número de álabes de 48 a 60; para una velocidad determinada, cuadal superior y dimensiones menores que las de cualquier otro tipo de ventilado, rendimiento bajo 65-75% máximo.

b. VENTILADORES DE ALABES RECTOS

También se los llama *ventiladores de álabes de salida radial*, y son de menor número de álabes que los anteriores, se emplean para impulsar aire o gases sucios a elevadas temperatura, gracias a la facilidad con que son eliminados los depósitos sólidos por la fuerza centrífuga.

c. VENTILADORES DE ALABES CURVADOS HACIA ATRAS

Tienen mejor rendimiento que los otros dos tipos, llegando

moderadamente a alcanzarse con el 90%, son los utilizados. En cuanto a la potencia se dice que estos ventiladores son del tipo no sobrecargados, no así, los anteriores tienen que sobrecargarse conforme sobrepasa el caudal de diseño. Figura No. 4.6

La Tabla XXIX da las características de cada uno de los tipos de ventiladores, y a la vez pueden servir como guía para la selección de compra o de diseño.

Como parte final se debe describir el ruido de los ventiladores, siendo el ruido, en ciertos casos un factor determinante en el diseño del ventilador y se hace necesario saber los factores que producen.

Varios autores concluyen que el ruido de los ventiladores se debe a las siguientes causas:

- Presión y caudal desarrollados.
- Velocidad del rodete.
- Número de álabes, paso, forma y tamaño del rodete.
- Número de álabes de la corona directriz y su distancia al rodete inadecuada.
- Distancia rodete-lengua muy corta.
- Mal diseño de la caja espiral.
- Acabado.
- Puntos de trabajos del ventilador. El ruido disminuye cuando

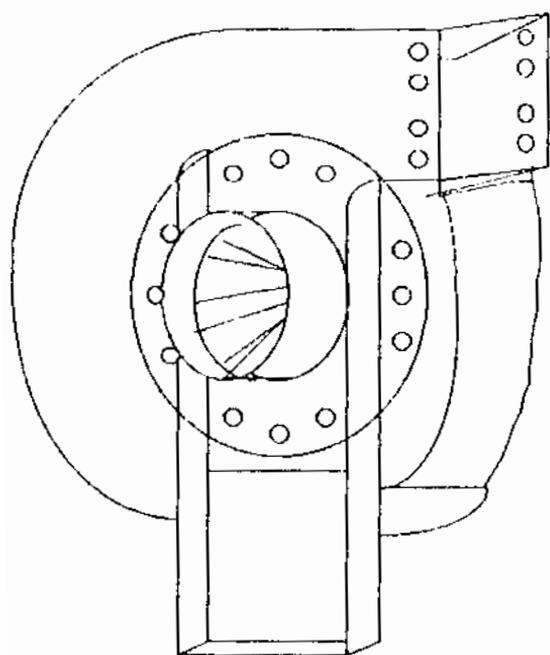


FIG. 4.6 VENTILACION NEUMATICA

EFFECTO DE LA INCLINACION DE ALABE EN VENTILADORES CENTRIFUGO

CARACTERISTICAS	HACIA ATRAS	RADIAL	HACIA ADELANTE
NUMERO DE ALABES	PEQUEÑO	MEDIANO	ALTO
TAMAÑO PARA IGUAL PRESION Y CAPACIDAD	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO
CAUDAL PARA IGUAL TAMAÑO Y VELOCIDAD	PEQUEÑO	MEDIANO	ALTO
RANGO DE CAUDAL PRODUCIDO	ANCHO	MEDIANO	ESTRECHO
PRESION PARA IGUAL TAMAÑO Y VELOCIDAD	BAJO	MEDIANO	ALTO
EFICIENCIA	ALTA	MEDIANA	BAJA
VELOCIDAD USUAL DE OPERACION	ALTO	MEDIANA	BAJA
CARACTERISTICAS DE SOBRECARGADO	NO	GENERALMETE NO	EN CIERTAS CONDICIONES
REVERSIBILIDAD	NO	CON ALABE RECTO	NO
APROPIADO PARA OPERACION EN PARALELO	BUENO	MEDIANO	MALO
APROPIADO PARA ACOPLER DIRECTO DEL MOTOR	BUENO	MEDIANO	MALO
CARACTERISTICAS DE AUTO LIMPIEZA	NO	SI	NO
COSTO PARA IGUAL TAMAÑO IMPULSOR	ALTO	BAJO	ALTO

el punto de trabajo coincide con el de la máxima eficiencia.

- Materiales usados.
- Factores mecánicos como: desalineación, desbalanceamiento, vibración de la carcasa y/o ductos.

La Tabla XXX relaciona el ruido producido por un ventilador comparado con el ruido de fondo.

Una vez conocidos algunos factores necesarios para la ventilación, determinamos la velocidad de suspensión del grano en la tubería, haciendo uso de la fórmula:

$$V_s = \sqrt{(2 W_g / J_f A_p)} \quad (4.1)$$

V_s = Velocidad de suspensión (m/seg)

W_g = Peso del grano (Kg)

J_f = Densidad del fluido (Kg.seg²/mm³)

A_p = Área proyectada (m²)

El área proyectada se obtiene haciendo un muestreo del grano para determinar las dimensiones y saber cual es el valor.

$$A_p = w l \quad (4.2)$$

w = Ancho (mm)

AD (DB) DE DOS SUPERPUESTOS DE FCNDO Y VENTILADOR

RUIDO DE FONDO (DB)		RUIDO DEL VENTILADOR (DB)									
		50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
50	53.01	56.19	60.41	65.13	70.04	75	80	85	90	95	
55	56.19	58.01	61.19	65.41	70.13	75.04	80	85	90	95	
60	60.41	61.19	63.01	66.19	70.41	75.13	80.04	85	90	95	
65	65.13	65.41	66.19	68.01	71.19	75.41	80.13	85.04	90	95	
70	70.04	70.13	70.41	71.19	73.01	76.19	80.41	85.13	90.04	95	
75	75	75.04	75.13	75.41	76.19	78.01	81.19	85.41	90.13	95.04	
80	80	80	80.04	80.13	80.41	81.19	83.01	86.19	90.41	95.13	
85	85	85	85	85.04	85.13	85.41	86.19	88.01	91.19	95.41	
90	90	90	90	90	90.04	90.13	90.41	91.19	93.01	96.19	
95	95	95	95	95	95	95.04	95.13	95.41	96.19	98.01	

l = Largo (mm)

$$A_p = 3 \times 9$$

$$A_p = 27 \text{ mm}^2$$

El grano es pesado, de un total de 20 granos da 0,0919 gr. de donde se tiene que la cascarilla de arroz pesa $4,595 \times 10^{-6}$ Kg, estos valores los reemplazo en (4.1).

$$V_s = \sqrt{(2 \times 4,595 \times 10^{-6} / 0,118 \times 27 \times 10^{-6})}$$

$$V_s = 1,70 \text{ m/seg}$$

$$V_s = 1,70 + 0,85$$

$$V_s = 2,55 \text{ m/seg}$$

Para determinar la potencia del ventilador se hace necesario determinar primero: el caudal de aire, la capacidad de transporte y la caída de presión.

4.5.1.1 CAUDAL DE AIRE

Para una corriente de partículas sólidas entre **0,014 a 0,33 pulg.** de diámetro, se usa una tubería que esté de acuerdo a la capacidad de producción (5) no sobredimensionada, el diámetro de la tubería es de 0,254 m (10 pulg),aplicamos la fórmula:

$$Q = A V_s \quad (4.3)$$

Q = Caudal de aire necesario (m^3/min)

D = Diámetro de la tubería (m)

$$Q = (\pi \times 0,254^2 / 4) \times 2,55 \times 60$$

$$Q = 7,75 \text{ m}^3/min$$

Considerando las pérdidas al caudal se lo multiplica por un factor de seguridad de 1,5

$$Q = 11,63 \text{ m}^3/min$$

4.5.1.2 CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Para cualquier análisis, la Capacidad por unidad de tiempo de los equipos dinámicos (tales como transportadores, máquinas) se debe definir en forma precisa y realista mediante un enunciado de la cantidad de lb, Kg: Tm, qq por hr. que circula por la tubería, además es necesario conocer el peso específico de la mezcla y el caudal de aire requerido.

$$CAP = \Omega Q \quad (4.6)$$

CAP = Capacidad de transporte (Tm/hr). (qq/hr.)

Ω = Peso específico de la mezcla (Kg/m^3)

$$\text{CAP} = 1,64 \times 11,63$$

$$\text{CAP} = 19,07 \text{ Kg/min}$$

Expresando este valor en Tm/hr. y en qq/hr. tenemos:

$$\text{CAP} = 1,144 \text{ Tm/hr} \quad 22,88 \text{ qq/hr}$$

4.5.1.3 CAIDA DE PRESION

La diferencia de presión entre los extremos de una tubería transportadora ($P_1 - P_2$), es la suma de caída de presión ocasionada por los siguientes componentes (7).

- a. Aceleración del grano desde su estado de reposo.
- b. Rozamiento en la tubería.
- c. Cambios de dirección.
- d. Fuerzas gravitacionales.

a. ACELERACION DEL GRANO DESDE SU ESTADO DE REPOSO

El grano entra en el tubo a una velocidad aproximadamente igual a cero y es acelerado hasta la velocidad de transporte, absorbiendo energía en el proceso. La fuerza necesaria para acelerar el grano expresada como diferencia de presión es:

$$(P_1 - P_2)_a = (F_1 / 2g) V_s^2 \Omega \quad (45)$$

$(P_1 - P_2)_a$ = Diferencia de presión por aceleración (Kg/m²)

F_1 = Constante para considerar las pérdidas en las zonas de aceleración debida a la turbulencia

V_s = Velocidad del sólido (m/seg)

Ω = Peso específico de la mezcla aire grano (Kg/m³)

g = Aceleración de la gravedad (m/seg)

El valor de F_1 , se lo obtiene de datos experimentales ya establecidos, se trabaja con un valor convencional de **2,5**.

Ω = 1,64 kg de cascarilla de arroz/m³ de aire

Estos valores y los otros ya obtenidos los reemplazo en (45)

$$(P_1 - P_2)_a = (2,5 / 2 \times 9,8) \times 2,55^2 \times 1,64$$

$$(P_1 - P_2)_a = 1,36 \text{ Kg/m}^2$$

b. ROZAMIENTO EN LA TUBERIA

Una vez que el grano a sido acelerado, es transportado a lo largo de la tubería a una velocidad constante, produciendo un rozamiento que queda expresado como una diferencia de presión, el flujo que se produce de aire es turbulento, la relación de flujo en el fluido es :

$$(P_1 - P_2)_r = (F_2 L V_s^2 \Omega) / (D 2g) \quad (46)$$

$(P_1 - P_2)_r$ = Diferencia de presión debido al rozamiento en las paredes de la tubería (Kg/m²)

F_2 = Coeficiente de rozamiento para tubos rectos

L = Longitud de la tubería (m)

D = Diámetro de la tubería (m)

El valor de F^2 se lo determina de figura 3.30 (7) pag. 59, de valores de coeficientes trazados en relación a la velocidad de aire de acarreo.

$$(P_1 - P_2)_r = (0,12 \times 19 \times 2,55^2 \times 1,64) / (0,254 \times 2 \times 9,8)$$

$$(P_1 - P_2)_r = 4,88 \text{ Kg/m}^2$$

c. CAMBIOS DE DIRECCION

Los codos producen una resistencia adicional, por lo que la pérdida en los codos puede expresarse como una diferencia de presión por medio de la ecuación:

$$(P_1 - P_2)_c = (F_3 V^2 \Omega N) / (2g) \quad (47)$$

$(P_1 - P_2)_c$ = Diferencia de presión de debido al rozamiento en los codos (Kg/m²)

F_3 = Factor de rozamiento para codos

N = Número de codos 4.

Se tiene un valor de F_3 que varía con la razón entre el radio de curvatura y diámetro de la tubería, medido en forma convencional ya que es difícil medirlo con precisión, de los valores recomendados por la Tabla No. 4 (7) pag. 61, se toma para F_3 un valor de 0,5 para una relación r/D mayor o igual de 6.

$$(P_1 - P_2)_c = (0,5 \times 2,55^2 \times 1,64 \times 4) / (2 \times 9,8)$$

$$(P_1 - P_2)_c = 1,088 \text{ Kg/m}^2$$

d. FUERZAS GRAVITACIONALES

Se aplica estas fuerzas gravitacionales cuando un grano es transportado desde un sitio a otro por elevación, lo que este procedimiento exige una cantidad neta de energía que se expresa de la siguiente manera:

$$(P_1 - P_2)_g = \Omega H \quad (4.8)$$

$(P_1 - P_2)_g$ = Diferencia de presión por la gravedad (Kg/m²)

H = Altura hasta donde se eleva el grano (m)

$$(P_1 - P_2)_g = 1,64 \times 13,59$$

$$(P_1 - P_2)_g = 22,29 \text{ Kg/m}^2$$

Al aplicar $(P_1 - P_2)_g$ hay que tener cautela, por cuanto el grano es levantado por una corriente de aire, la velocidad del grano es menor que la del aire debido al "resbalamiento". Por lo tanto la verdadera densidad de la mezcla aire/grano es mayor que la calculada y la verdadera diferencia de presión debida a la gravedad es mayor que del valor obtenido.

El valor obtenido se multiplica por un factor de resbalamiento que está entre un rango de 1,1 a 1,5; entonces tenemos:

$$(P_1 - P_2)_g = 1,5 \times 22,29$$

$$(P_1 - P_2)_g = 33,43 \text{ Kg/m}^2$$

De (7) se toma separadores de polvo (que en nuestro caso es grano) tabla No. 6, se tiene la caída de presión para un sistema de colector, de donde la diferencia de presión en el ciclón es de:

$$(P_1 - P_2)_{\text{ciclón}} = 50,8 \text{ Kg/m}^2$$

El ciclón es una cámara dinámica de deposición, en la cual el aire se inyecta tangencialmente dentro del cilindro. La fuerza centrífuga obliga al grano a precipitarse contra la pared del cilindro, como se parecía en la Fig. 4.7. El rendimiento del aire es relativamente bajo, debido a que la salida de aire está en la parte superior del torbellino, y su masa arremolinada

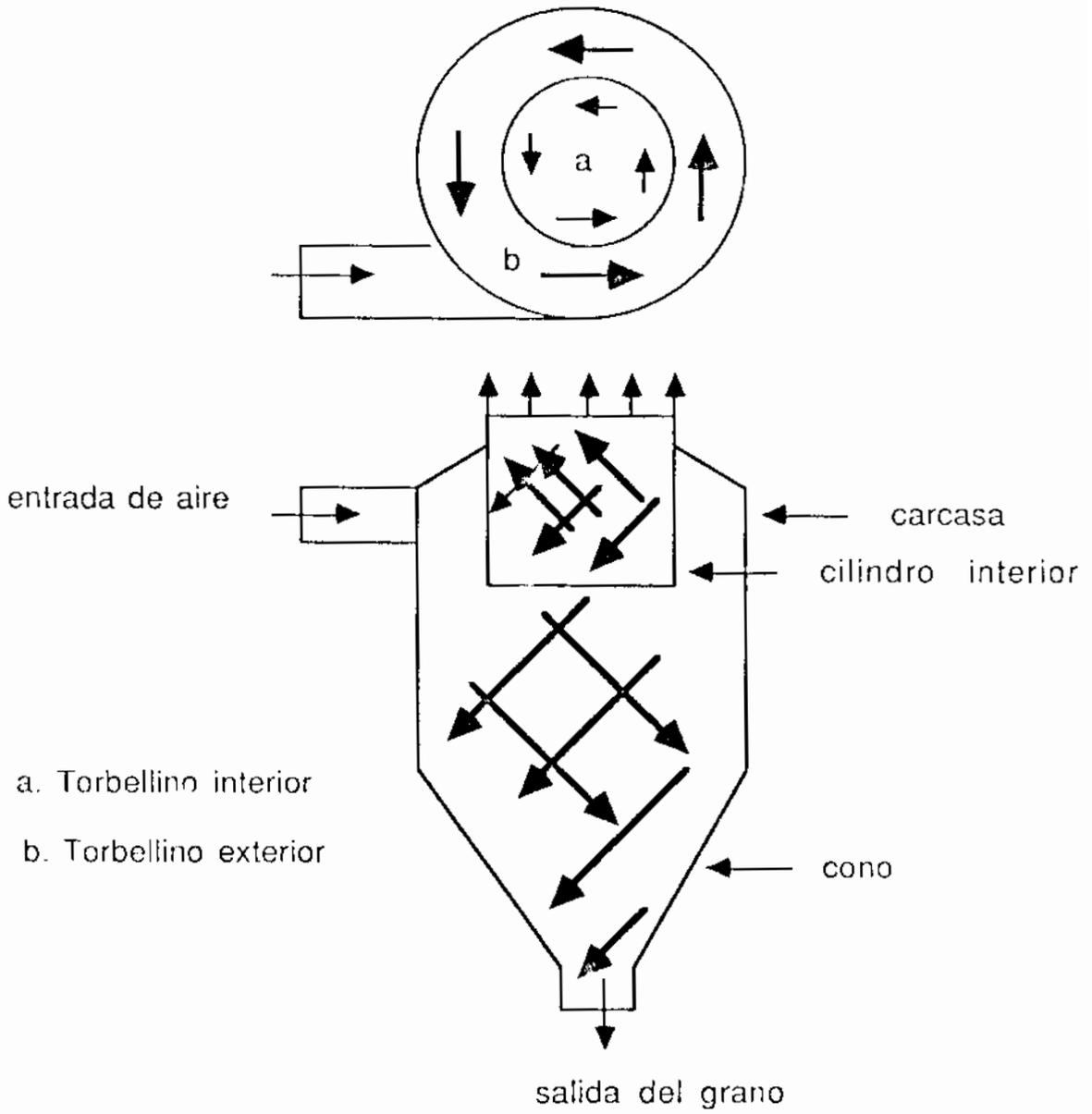


Fig. 4.7 CICLON

de aire sale a gran velocidad.

La acción de un ciclón hace que sea posible obtener excelentes rendimientos en la separación o recuperación de grandes partículas (8)

En la exclusiva también existe pérdidas y estas están tabuladas en la Tabla No. 2 de (7)

$$(P_1 - P_2)_{\text{exclusa}} = 25,4 \text{ Kg/m}^2$$

DIFERENCIA DE PRESION TOTAL

Se suman los valores obtenidos de $(P_1 - P_2)$

$$(P_1 - P_2)_T = 1,36 + 4,88 + 1,088 + 33,43 + 50,8 + 25,4$$

$$(P_1 - P_2)_T = 117 \text{ Kg/m}^2$$

La energía requerida para la transportación neumática, es la energía gastada en vencer las diversas resistencias que se oponen al flujo de grano através de la tubería transportadora, se la expresa en función de: diferencia de presión, caudal de aire, y un coeficiente de eficiencia mecánica.

$$CV = \{(P_1 - P_2)Q\} / 75 N_m \quad (4.9)$$

CV = Energía requerida del ventilador (CV)

N_m = Coeficiente de eficiencia mecánica

$$\text{Energía requerida (CV)} = (117 \times 11,63) / 75 \times 0,70$$

$$\text{Energía requerida (CV)} = 25,9 \text{ CV}$$

La potencia consumida por el motor eléctrico es :

$$\text{Potencia consumida (Kw)} = 25,90 / (1,36 \times 0,90)$$

$$\text{Potencia consumida (Kw)} = 21,17 \text{ Kw}$$

4.5.2 DISEÑO DEL SILO DE ALMACENAMIENTO

El silo de almacenamiento va a estar compuesto de: un techo, superficie cilíndrica, tornillo sin fin para el vaciado, columnas para soportar la estructura, escaleras laterales, ventilador para secar el grano.

El cuerpo estará compuesto por unas series de anillos cilíndricos producto de la unión a tope de planchas emperradas va a tener una puerta de acceso para realizar el mantenimiento en el interior cuando se lo requiera.

En cuanto al tornillo sin fin se tiene que de acuerdo a su capacidad indica la cantidad de grano que tiene que salir en forma constante, es de apariencia cilíndrica que está conectado

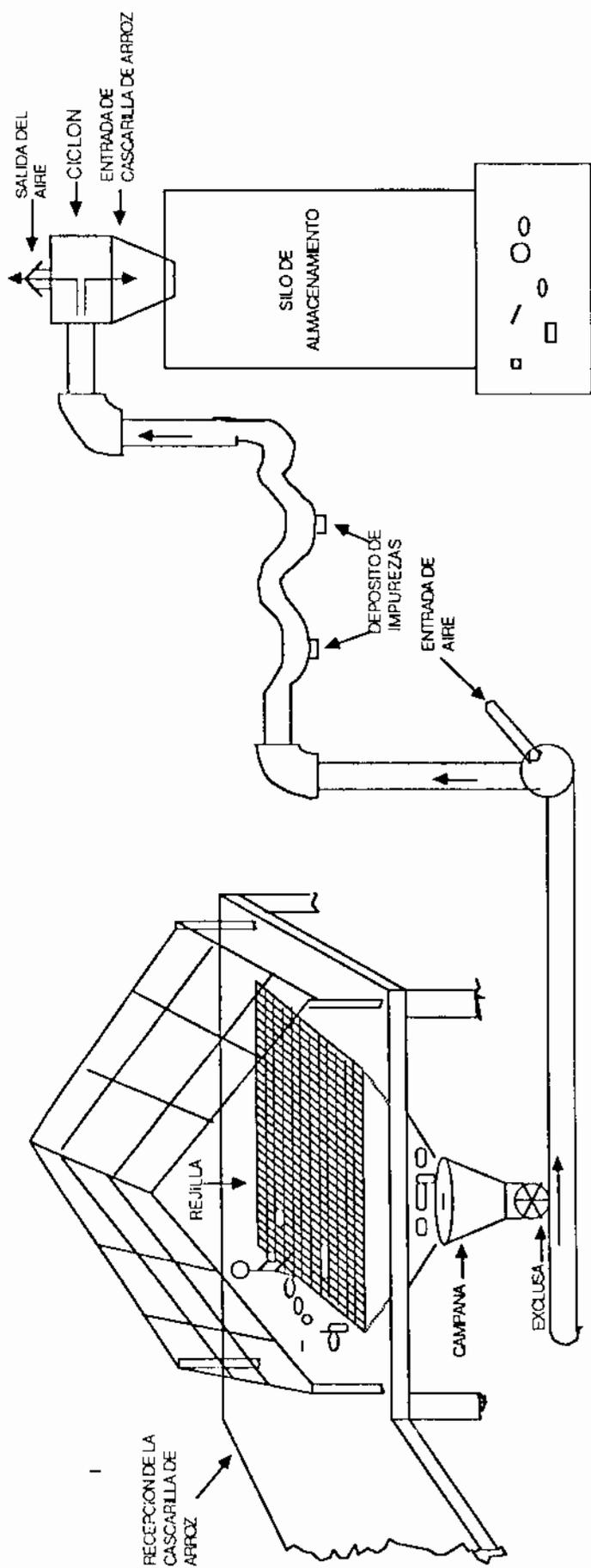


FIG. 4.8 Transporte de la cascarilla de arroz desde puesto de recepción hasta el silo de almacenamiento

a un eje y este al motor.

Para el diseño del silo hay que considerar: cargas de viento, (estas información se la obtiene de INOCAR, para nuestro País en condiciones de verano son del orden de 10 m/seg), peso total del silo y peso del grano que se desea almacenar. La presión que ejerce la carga de viento está dada por la ecuación (9):

$$P = V/16 \quad (4.10)$$

P = Presión (Kg/m²)

V = Velocidad del viento (m/seg)

Como se puede apreciar la presión que ejerce el viento es baja. Cuando el silo no está cargado la presión externa de viento es igual a la unidad de presión interna del silo, pero cuando está cargado no corre riesgo ya que el peso hace que sea estable.

Con estas indicaciones se procede a realizar el dimensionamiento del silo, para lo cual hay que anotar que no existe una fórmula establecida para saber de cuanto es la altura y diámetro del silo, de acuerdo a informes de empresas constructoras, se debe basar en una relación que dice: la altura debe ser de 2 a 2,5 veces con respecto al diámetro, selecciono una altura de 2 veces el diámetro, y para ello utilizo la ecuación:

$$\text{Vol} = \left\{ \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) 2D \right\} + \left\{ \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) D/2 \times 1/3 \right\} \quad (4.11)$$

Vol = Volumen (m³)

D = Diámetro (m)

Arreglando la ecuación (4.11) nos queda:

$$\text{Vol} = \left(\frac{\pi D^3}{4} \right) \left(2 + 1/6 \right) \quad (4.12)$$

$$120 \text{ Kg/m}^3 = \text{Peso/volumen} \quad (4.13)$$

Como la capacidad de transporte es de 1,144 Tm/hr para 24 horas de trabajo y realizando la conversión de unidades nos queda 27 456Kg. despejando ecuación (4.13):

$$\text{Vol} = 27.456 / 120$$

$$\text{Vol} = 228,8 \text{ m}^3$$

Reemplazando en fórmula (4.12).

$$D = 5,039 \text{ m}$$

$$H = 10.078 \text{ m}$$

Las dimensiones de las planchas son de 1,22 x 2,44 m, por lo tanto el número de m planchas verticales es :

Numero de planchas verticales (m) = $1,22 \times 10$

Número de planchas verticales (m) = 12,2m

12 planchas es una altura "tentativa". Para alrededor del cilindros se necesitan:

$$\pi D = \text{N}^{\circ} \text{ de planchas} \times 2,44 \quad (4.14)$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ planchas} = (\pi \times 5) / 2,44$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ planchas} = 6,44$$

Las dimensiones del silo son de:

$$D = (7 \times 2,44) / \pi$$

$$D = 5,44 \text{ m}$$

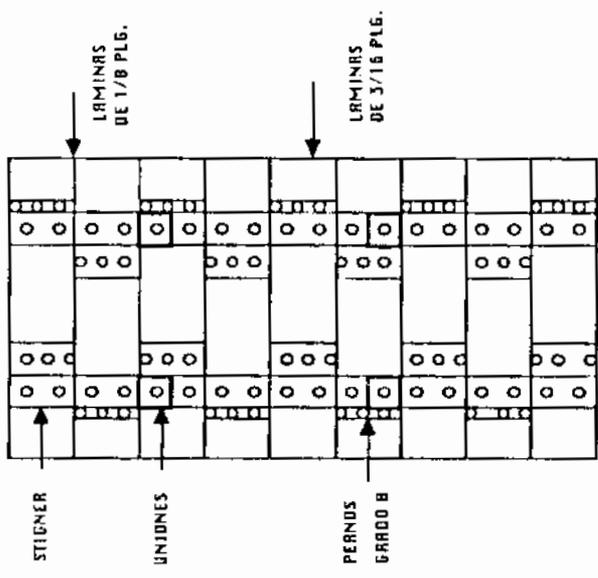
$$H = 10,87 \text{ m}$$

Para el diámetro y la altura se necesitan 7 y 9 planchas respectivamente. Figuras 4.8 y 4.9

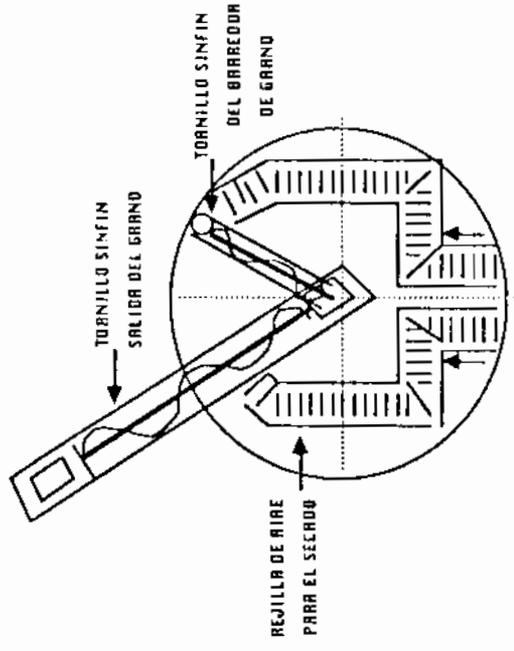
ESPESOR DE PLANCHAS

Cuando se trata de recipientes cilíndricos cuya pared tiene un espesor de $1/10$ de su radio, se puede considerar que el esfuerzo radial producido por la presión del contenido en el cilindro, es muy pequeña en comparación con el esfuerzo tangencial y está

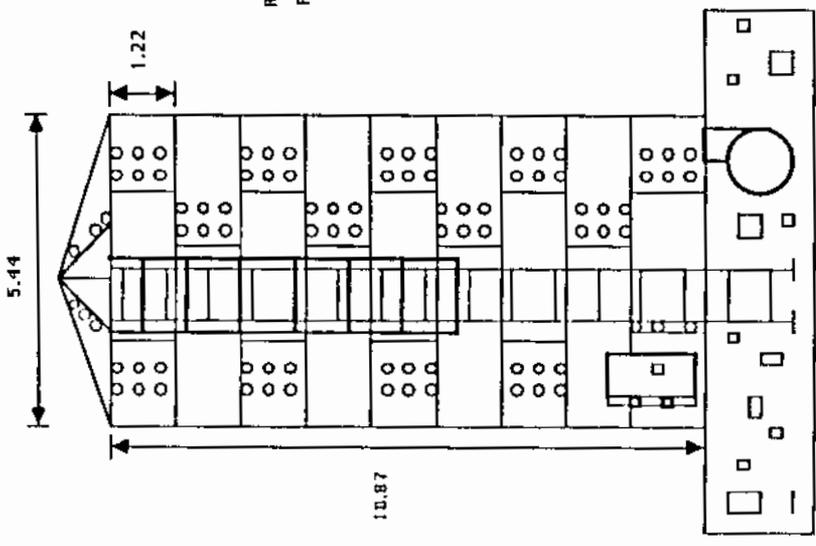
C



B



A



FECHA	NOMBRE
7/11/87	VILLAGRAN
7/11/87	M. ACCAN
7/2/88	MALLO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESPOL

VISTAS: DEL SILO DE ALMACENAMIENTO
 A. FRONTAL EXTERIOR
 B. INFERIOR BASE
 C. FRONTAL INTERIOR

E. 1:1

FIG. No. 4.9

uniformemente distribuido en todo el grosor de la pared.

Esta hipótesis se llama *recipiente de pared delgada*. En los cilindros existe una consideración, en que *los esfuerzos tangenciales son dos veces a los esfuerzos longitudinales*(10).

La Figura No 4.10, muestra la presión interna actuando en la superficie lateral de un cilindro con espesor "t" y diámetro interior "d", la fuerza que tiende a separar las dos mitades de un tramo es PdL, y esta carga resiste al esfuerzo tangencial que actúa uniformemente en el área resistente que viene a ser una igualdad de:

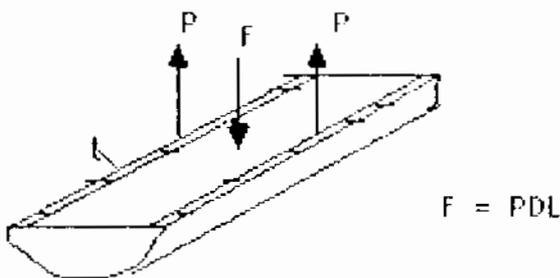


FIG 4.10

$$PdL = 2tL \quad (4.14)$$

Despejando t nos queda:

$$t = (Pd)/2 \quad (4.15)$$

$$P = J H \quad (4.16)$$

Agregando una eficiencia por efecto del perno entre juntas de 0,8 y tomando el valor de densidad del agua de 1000 Kg/m^3 , debido a que cuando se diseña silos hay que buscar un valor de densidad mayor al producto que se va a almacenar, y por lo tanto se busca el valor del agua, el valor del esfuerzo permisible se lo toma de la Tabla No. 12.6 de (11). Reemplazo en (4.15).

$$t = (JHD)/2E_s \quad (4.17)$$

t = espesor de placa (mm)

J = densidad del agua (Kg/m^3)

H = altura del silo (m)

d = Diámetro del silo (m)

E_s = Esfuerzo permisible (Kg/m^2)

N_s = Eficiencia de junta empernada

El silo va a tener 9 secciones de 1,22 m cada una. Figura No. 4.11

Sección No. 1

$$t = (1000 \times 10,87 \times 5,44 \times 1000) / (2 \times 10568203 \times 0,8)$$

$$t = 3,5 \text{ mm}$$

Sección No. 2

$$t = (1000 \times 9,67 \times 5,44 \times 1000) / (2 \times 10568203 \times 0,8)$$

$$t = 3,11 \text{ mm}$$

Sección No. 3

$$t = (1000 \times 8,45 \times 5,44 \times 1000) / (2 \times 10568203 \times 0,8)$$

$$t = 2,72 \text{ mm}$$

Sección No. 4

$$t = (1000 \times 7,23 \times 5,44 \times 1000) / (2 \times 10568203 \times 0,8)$$

$$t = 2,33 \text{ mm}$$

Sección No. 5

$$t = (1000 \times 6,01 \times 5,44 \times 1000) / (2 \times 10568203 \times 0,8)$$

$$t = 1,93 \text{ mm}$$

Sección No. 6

$$t = (1000 \times 4,81 \times 5,44 \times 1000) / (2 \times 10568203 \times 0,8)$$

$$t = 1,55 \text{ mm}$$

Sección No. 7

$$t = (1000 \times 3,59 \times 5,44 \times 1000) / (2 \times 10568203 \times 0,8)$$

$$t = 1,16 \text{ mm}$$

Sección No. 8

$$t = (1000 \times 2,37 \times 5,44 \times 1000) / (2 \times 10568203 \times 0,8)$$

$$t = 0,77 \text{ mm}$$

Sección No. 9

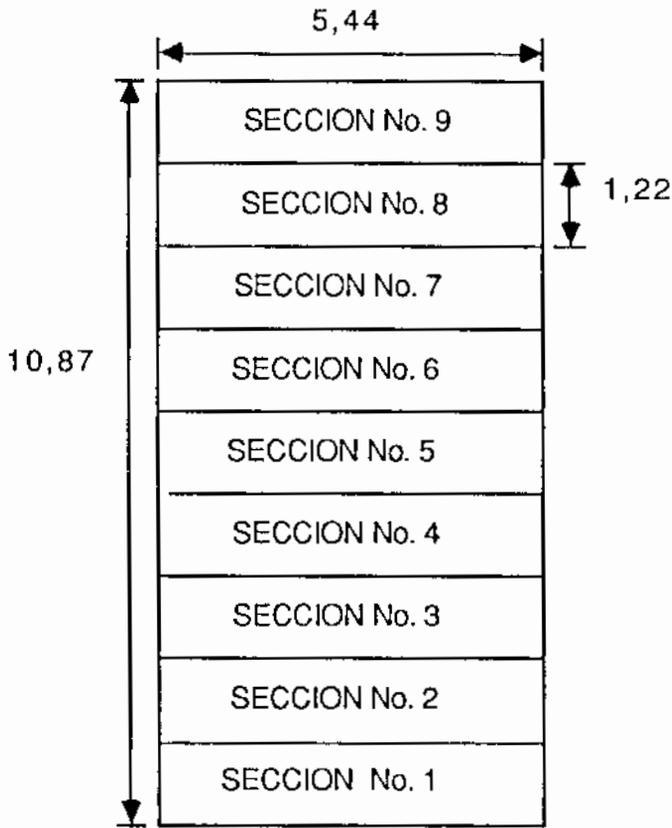
$$t = (1000 \times 1,15 \times 5,44 \times 1000) / (2 \times 10568203 \times 0,8)$$

$$t = 0,38 \text{ mm}$$

Las dos primeras secciones van a ser de un espesor de láminas de 4,7625 mm (3/16 pulg), el resto de las secciones serán de 3,175 mm (1/8 pulg), Fig. 4.11

4.5.3 CALCULO DEL SECADOR

Existen muchos tipos y formas de secadores, pero todas ellas son basadas en el principio en que se requiere altas temperaturas para acelerar el proceso de secado. Con la introducción de calor lo que se requiere es evaporar la humedad del grano. La evaporación siempre consume calor por lo tanto el calor suptido debe ser mantenido constante, o sinó ciertas dependencia de la cámara se enfriará. Vamos a considerar la



	FECHA	NOMBRE	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	ESPOL
DIBUJO	30/10/87	Villagrán		
REVISO	30/10/87	Villagran		
COMPR	4/2/88	MALUK		
E. 1:1	SECCIONES DEL SILO			FIG. No. 4.11

transferencia de calor por convección, ya que es una manera práctica en que el calor entre en el producto. El tipo de secado es de contraflujo, donde por los tubos va a circular el vapor que viene de la caldera.

De pruebas experimentales se obtuvo el porcentaje de humedad que es 13,6%, que de acuerdo (12), nos dice que se debe trabajar con una humedad de 8%, la temperatura de vapor es la misma de la prueba, el grano se lo quiere secar a una temperatura mayor que la temperatura de evaporación, y los parámetros son los siguientes:

Cantidad de cascarilla de arroz a ser secado	937,5 Kg/hr
Porcentaje de humedad inicial	13,6 %
Porcentaje de humedad final	8,0 %
Temperatura de entrada de la cascarilla de arroz	25,0°C
Temperatura de salida de la cascarilla de arroz	105,0°C
Temperatura de entrada de vapor	130,0°C
Temperatura de salida de vapor	130,0°C

$$\text{Contenido de agua a extraerse del grano} = 937,5 \times 0,136$$

$$\text{Contenido de agua a extraerse del grano} = 127,5 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{Peso del grano a secarse por horas} = 937,5 - 127,5$$

$$\text{Peso del grano a secarse por horas} = 810 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{Contenido de agua del grano seco} = 810 \times 0,08$$

$$\text{Contenido de agua del grano seco} = 64,8 \text{ Kg/hr}$$

$$\text{Peso del grano seco por horas} = 810 - 64,8$$

$$\text{Peso del grano seco por horas} = 745,2 \text{ Kg/hr}$$

Para hallar la cantidad de calor se procede mediante el análisis de cuatro parámetros:

- Calor sensible del producto (q_1)
- Calor sensible del agua (q_2)
- Calor latente de vaporización del grano (q_3)
- Calor sensible del vapor (q_4)

a. CALOR SENSIBLE DEL GRANO

Para determinar el calor sensible del grano se usa la ecuación:

$$q_1 = m^{\circ} C_p (T_v - T_{gr}) \quad (4.18)$$

q_1 = Calor sensible del grano (Kcal/hr)

m° = Cantidad de grano humedo (Kg/hr)

C_p = Calor específico del grano (Kcal/Kg°C)

T_v = Temperatura de vapor (°C)

T_{gr} = Temperatura de entrada del grano (°C)

$$q_1 = 937,5 \times 0,67 \times (130 - 25)$$

$$q_1 = 65.953,13 \text{ Kcal/hr}$$

b. CALOR SENSIBLE DEL AGUA

Se hace uso la ecuación:

$$q_2 = m^{\circ}H_i C_p (T_{ev.ag} - T_{gr}) \quad (4.19)$$

q_2 = Calor sensible del agua (Kcal/hr)

$m^{\circ}H_i$ = Cantidad de agua a extraerse por hora (Kg/hr)

$T_{ev.ag}$ = Temperatura de evaporación del agua (°C)

T_{gr} = Temperatura de entrada del grano (°C)

C_p = Calor específico del agua (Kcal/Kg°C)

$$q_2 = 127,5 \times 1 \times (100 - 25)$$

$$q_2 = 9.562,5 \text{ Kcal/hr}$$

c. CALOR LATENTE DE VAPORIZACION DEL GRANO

Se lo determina de la siguiente manera:

$$q_3 = m^{\circ}H_i C_p (H_i - H_f) h_{fg} \quad (4.20)$$

q_3 = Calor latente de vaporización del grano (kcal/hr)

$m^{\circ}H_i$ = Cantidad de agua extraída por hora (Kg/hr)

C_p = Calor específico del grano (Kcal/hr°C)

H_i = Humedad inicial del grano

H_f = Humedad final del grano

h_{fg} = Entalpía de evaporización (Kcal/Kg)

$$q_3 = 127,5 \times 0,67 (0,136 - 0,08) 518$$

$$q_3 = 21.913,37 \text{ Kcal/hr}$$

d. CALOR SENSIBLE DE VAPOR

Hacemos uso de la siguiente fórmula:

$$q_4 = m^{\circ} H_i C_v (H_i - H_f) (T_v - T_{\text{evap. ag}}) \quad (4.21)$$

q_4 = Calor sensible de vapor (Kcal/hr)

C_v = Calor específico de vapor (Kcal/Kg°C)

$$q_4 = 127,5 \times 0,44 (0,136 - 0,08) (130 - 100)$$

$$q_4 = 94,25 \text{ Kcal/hr}$$

CANTIDAD TOTAL DE CALOR

Sumando las cuatros cantidades de calor encontradas.

$$q_T = 65.953,13 + 9.562,5 + 21.913,27 + 94,25$$

$$q_T = 97.523,15 \text{ Kcal/hr}$$

4.5.3.1 CALCULO DEL AREA Y DISTRIBUCION DE TUBOS

Para el cálculo del área y la distribución de tubos en el secador uso la ecuación general de transferencia de calor (13).

$$q = U A \theta \quad (4.22)$$

q = Cantidad total de transferencia de calor (Kcal/hr)

U = Coeficiente total de transferencia de calor (Kcal/hrm²°C)

θ = Diferencia de temperatura (°C)

El valor de θ se lo obtiene de la ecuación:

$$\theta_{med} = (\theta_{max} - \theta_{min}) / \ln(\theta_{max} / \theta_{min}) \quad (4.23)$$

θ_{max} = Diferencia de temperatura entre 2 fluidos de una temperatura máxima.

θ_{min} = Diferencia de temperatura entre 2 fluidos de una temperatura mínima.

En el grafico de la Fig. 4.12 se determina el valor de θ_{med}

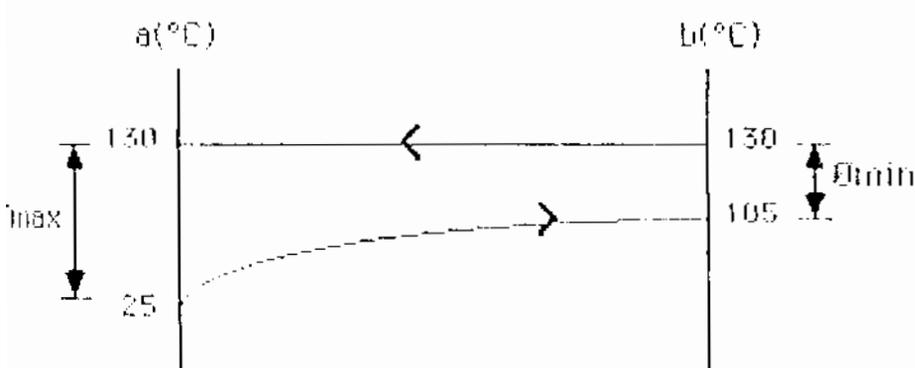


FIG. 4.12 Calentamiento en contraflujo

$$\theta_{\max} = 130 - 25$$

$$\theta_{\max} = 105 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{\min} = 130 - 105$$

$$\theta_{\min} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Reemplazo en ecuación (4.23)

$$\theta_{\text{med}} = (105 - 25) / \ln(105 / 25)$$

$$\theta_{\text{med}} = 55,75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

El coeficiente total de transferencia de calor **U** se lo calcula :

$$U = 1 / (1/h_o + 1/h_i + x_o/K_o + x_b/K_b) \quad (4.24)$$

h_o = Coeficiente de conductancia para el exterior de la superficie
(Kcal/hr m²°C)

h_i = Coeficiente de conductancia para el interior de la superficie
(Kcal/hr m²°C)

x_o = Espesor de placa del secador (m)

x_b = Espesor de lámina aislante (m)

K_o = Coeficiente de conductividad térmica del hierro
(Kcal/hr m²°C)

K_b = Coeficiente de conductividad de asbesto (Kcal/hr m²°C)

Hallando el espesor de la lámina aislante (14).

$$\Delta X^2 = (2 K \Delta t) / Ca j \quad (4.25)$$

ΔX = Espesor de lámina aislante (cm)

Δt = intervalo de tiempo (hr)

Ca = Calor específico del asbesto (Kcal/Kg°C)

j = Densidad del asbesto (Kg/m³)

Utilizando el diagrama de Schmidt (14), que hace referencia a las temperaturas que existe en un intercambiador de calor nos determina un valor de "t" después de realizar 7 intervalos:

$$\Delta t = 1/3 \text{ hr.}$$

Reemplazo en (4.25)

$$\Delta X = \sqrt{(2 \times 0,42 / 3) / 0,25 \times 470}$$

$$\Delta X = 0,49 \times 7$$

$$\Delta X = 3,43 \text{ cm}$$

Los valores de: h_j son tomados de (13) Tabla No. 7.2

$$h_j = 48,82 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

Segun (15) el coeficiente laminar para fluidos en el exterior de la

superficie es igual :

$$h_o = 1,2 (h_b F_t F_d) \quad (4.26)$$

h_b = Coeficiente laminar base. Diagrama No. 27 (Kcal/hr m²°C)

F_t = Factor de corrección de temperatura. 1.17 Tabla No. 22

F_d = Factor de corrección de diámetro exterior. 0,67 Tabla No 23

$$h_o = 1,2 (13 \times 1,17 \times 0,67) 4,882$$

$$h_o = 59,70 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_{\text{hierro}} = 47,68 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_{\text{asbesto}} = 0,42 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

La plancha del secador es de 0,32 cm (1/8 pulg) es hierro.

$$U = 1 / (1/48,82 + 1/59,70 + 0,0032/47,68 + 0,0343/0,42)$$

$$U = 8,40 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

Considerando una cantidad de calor en el sistema, hay que añadir como dato previo, que para este tipo de secador (se utiliza el mismo secador para tablero aglomerado de madera) los fabricantes aconsejan un secador que tenga un diámetro de 1800 mm, longitud 7000 mm, que sea de 46 tubos estando dividido en cuatro hileras los tubos, mitad a cada lado, va a tener dos tipos de diámetros, los menor diámetro van a estar en la hilera

inferior, y los de mayor diámetro en la hilera superior.

Reemplazo todos los valores en ecuación (4.22)

$$q = 6,40 \times \pi \times 1,0 \times 7 \times 55,75$$

$$q = 18.549,69 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

El calor total de todo el sistema en el secador es :

$$q_T = 97.523,15 + 18.549,69$$

$$q_T = 116.072,84 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

El valor de $U\Delta T$ para este tipo de secadores tiene un valor de 900 debido a los valores estándar de diseño que está dentro de un rango de 10 a 50 $\text{Kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, y en nuestro caso es de :

$$U\Delta T = 900 / 55,75$$

$$U\Delta T = 16 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

El área de transferencia de calor es de :

$$A = 116.072,84 / 900$$

$$A = 128,97 \text{ m}^2$$

Para comprobar este valor se divide el área en tres secciones:

a) Área global del secador

- b. Area de la fila superior de tubos
- c. Area de la fila inferior de tubos

a. AREA GLOBAL DEL SECADOR

$$A_1 = \pi D L$$

$$A_1 = \pi \times 1,6 \times 7$$

$$A_1 = 39,58 \text{ m}^2$$

b. AREA DE LA FILA SUPERIOR DE TUBOS

$$A_2 = \pi \times 0,09525 \times 7 \times 23$$

$$A_2 = 48,18 \text{ m}^2$$

c. AREA DE LA FILA INFERIOR DE TUBOS

$$A_3 = \pi \times 0,0762 \times 7 \times 23$$

$$A_3 = 38,54 \text{ m}^2$$

Sumando las tres áreas tenemos:

$$A = 39,58 + 48,18 + 38,54$$

$$A = 126,30 \text{ m}^2$$

Esto nos dá un porcentaje de 2,1% de error, lo considero aceptable, los diámetros son de 0,09525 m (3,75 pulg) y 0,0762

m (3pulg) para la fila superior e inferior respectivamente.

4.5.3.2 CAIDA DE PRESION

Se la determina mediante la ecuación:

$$\Delta P = \Delta P_0 F_r \quad (4.27)$$

ΔP = Caída de presión (Kg/m²)

ΔP_0 = Valor base de la caída de presión (Kg/m²)

F_r = Factor de corrección

El valor de ΔP_0 se lo obtiene de la Figura No. 44 (15), F_r se lo obtiene haciendo interpolación

$$\Delta P = 0,13 \times 0,1296$$

$$\Delta p = 0,0169 \text{ Kg/m}^2$$

Este valor es a la entrada de los tubos, ΔP en todo el sistema es:

$$\Delta P = 0,0169 \times 46$$

$$\Delta P = 0,77 \text{ Kg/m}^2$$

4.5.3.3 CAPACIDAD DEL VENTILADOR

El secador tiene un ventilador que actúa como un extractor, para

sacar el aire número de datos tomados de (16) se diseña y se determina la potencia:

$$\text{Potencia (w)} = \frac{SPQ}{N_m} \quad (4.28)$$

SP = Presión estática (N/m²)

Q = Caudal (m³/seg)

N_m = Eficiencia mecánica

El caudal es de 20,09 m³/seg. (42,564 ft³/min), la velocidad de transporte es de 10,16 m/seg (2,000 ft/min) se halla la presión estática de la siguiente manera:

$$VP = 0,6 V^2 \quad (4.29)$$

VP = Velocidad de presión (N/m²)

V = Velocidad de transporte (m/seg)

$$VP = 0,6 \times 10,16^2$$

$$VP = 61,94 \text{ N/m}^2$$

$$he = 0,50 VP \quad (4.30)$$

he = pérdidas a la entrada (N/m²)

$$he = 0,50 \times 61,94$$

$$h_e = 30,97 \text{ N/m}^2$$

$$SP = -61,94 - 30,97$$

$$SP = 92,90 \text{ N/m}^2$$

Reemplazando en (4.28) se tiene:

$$\text{Potencia (w)} = 92,90 \times 20,09$$

$$\text{Potencia (w)} = 2195,72 \text{ w}$$

$$\text{Potencia (Kw)} = 2,196 \text{ (Kw)}$$

4.5.4 CALCULO DEL SISTEMA DE SEPARACION DEL GRANO

El sistema de separación del grano va a consistir en dos procesos, el uno consiste en pasar la cascarilla por los molinos lijadores , y el otro consiste en separar el polvo que sale del grano al ser molido.

4.5.4.1 MOLINOS-LIJADORES

Se calcula para el tipo de molino-lijador que se empleó para realizar las pruebas experimentales. Los molinos de frotamiento de discos son de acero en los que se montan las placas de moliendas intercambiables ya sean metálicas o abrasivas que giran a velocidades grandes, que para diseño se admiten entre **400 a 750 rpm**, estas máquinas tienen un lugar especial en la

molienda de materiales orgánicos y resistentes, tales como la pulpa de la madera, harina de maiz, soya etc.

La molienda se lleva a cabo entre placas que pueden operar en plano horizontal y vertical, uno o dos discos giran, y cuando lo hacen, giran en direcciones opuestas. El conjunto que comprende, un eje, los discos, y las placas de trituración se denomina impulsor.

El material de alimentación entra por un canal cerca del eje, pasa entre las placas de moliendas y se descarga en las periferias de los discos. Las placas de molienda se sujetan a los discos por medio pernos, y la distancia entre ellos es ajustable.

Estos molinos de discos o fricción sus discos son de 30,48 a 121,92 cm (12 a 48 pulg) de diámetros y la potencia llega hasta 1500 hp.

Para nuestro caso uso dos molinos uno a cada lado pero de un solo impulsor con discos de 30,48 cm de diámetro, la potencia del motor es :

$$CV = 2\pi TN/75 \times 60 \quad (4.31)$$

CV = potencia requerida del motor (CV)

T = Momento de torsión (Kg-m)

N = Velocidad de rotación (RPM)

El momento de torsión es igual a:

$$T = F d \quad (4.32)$$

$$T = FD/2 \quad (4.33)$$

F = Carga (Kg)

D = Diámetro de discos (m)

$$T = 937,5 \times 0,3048/2$$

$$T = 142,88 \text{ Kg-m}$$

Reemplazo en (4.31):

$$\text{Potencia absorbida (CV)} = 2 \pi \times 142,88 \times 400 / 75 \times 60$$

$$\text{Potencia absorbida (CV)} = 80 \text{ CV}$$

La potencia del motor eléctrico es de:

$$\text{Potencia (Kw)} = 80 / 1,36 \times 0,85$$

$$\text{Potencia (Kw)} = 69,20 \text{ Kw}$$

4.5.4.2 CLASIFICADORA VIBRANTE

La clasificadora vibrante se la utiliza para realizar el tamizado

con el propósito de separar el polvo del grano que sale cortado longitudinalmente de los molinos, también este proceso se lo conoce como *cribado vibratorio*.

La determinación de la potencia necesaria se la halla en base al área de tamizado, para realizar esto se tiene que emplear valores experimentales tales como: Tamaño de las perforaciones del tamiz, porcentaje de retención y el peso del material tamizado por unidad de área.

Esto está dentro de un rango de **0,3 a 0,4 Kg/m²**, además una longitud estándar para la superficie tamizadora que es de **2,40 m**, siendo de esta longitud que viene las planchas tamizadoras, hay que comunicarle una velocidad a la criba entre **0,30 a 0,40 m/seg**, (se le dá una velocidad de 0,3 m/seg), la criba va a realizar **tres avances**.

La cantidad que se procesa es **937,5 Kg/hr**, y los cálculos son:

$$0,30 \text{ m/seg} \times 3.600 \text{ seg/1 hr} = 1.080 \text{ m/hr}$$

El área que va a cubrir la cascarilla de arroz por hora es:

$$\text{Area por hora} = 1.080 \times 2,4$$

$$\text{Area por hora} = 2.592 \text{ m}^2/\text{hr}$$

Se quiere saber la cantidad de cascarilla que pasa por m^2 y es:

$$\text{Cantidad por } m^2 = 937,5 / 2592$$

$$\text{Cantidad por } m^2 = 0,36 \text{ Kg}/m^2$$

Comparando con el peso del material tamizado por área;

$$0,30 < 0,36 < 0,40$$

Como se ve se está dentro del rango, ahora la superficie cubierta por segundo es:

$$\text{Superficie cubierta} = 2.592 / 3600$$

$$\text{Superficie cubierta} = 0,72 \text{ m}^2/\text{seg}$$

Para tres avances por segundo, el área cubierta es de:

$$\text{Area cubierta} = 0,72 \times 3$$

$$\text{Area cubierta} = 2,16 \text{ m}^2$$

La potencia necesaria con un factor de diseño de 1,5 por m^2 es:

$$\text{Potencia (CV)} = 2,16 \times 1,5$$

$$\text{Potencia (CV)} = 3,24 \text{ CV}$$

La potencia consumida por el motor eléctrico es:

$$\text{Potencia consumida (Kw)} = 3,24 / 1,36 \times 0,90$$

$$\text{Potencia consumida (Kw)} = 2,65 \text{ Kw}$$

El motor va a ser de 4 caballos y la criba es de una fracción, solo va a separar polvo, este tipo de transporte vibratorio se lo puede fijar con facilidad en plataformas de cribado, haciendo las mismas operaciones que hace la criba.

Estos transporte en su mayoría son de impulso direccional que consiste en una placa horizontal apoyada en resortes, vibra por la acción de un brazo excéntrico de conexión directa, peso excéntricos giratorios, un electroimán o un cilindro neumático o hidráulico.

El movimiento impartido a las partículas del material puede variar, pero su finalidad es la de impulsar el material hacia arriba y adelante, de modo que se dispone a lo largo de la trayectoria del transportador dando saltos. .

4.5.5 CALCULO DE LA MEZCLADORA

Se va a determinar la capacidad de la mezcladora, para saber los caballos que necesita el brazo para su movimiento

$$CV = 200NT/75 \times 60 \quad (4.34)$$

$$T = 10,7 \times 0,60/2$$

$$T = 3,21 \text{ Kg-m}$$

Reemplazo en (4.34)

$$\text{Potencia requerida (CV)} = 2 \pi \times 3,21 \times 400 / 75 \times 60$$

$$\text{Potencia requerida (CV)} = 1,79 \text{ CV}$$

La potencia del motor eléctrico es:

$$\text{Potencia (Kw)} = 1,79 / 1,36 \times 0,85$$

$$\text{Potencia (Kw)} = 1,55 \text{ Kw}$$

4.5.6 CALCULO DEL PROCESO DE PRENSADO

Se diseña para saber de cuantos pisos o abertura va a ser la prensa que se requiere para compactar el colchón de cascarilla ya preparado con la resina, las dimensiones del colchón son de 1.270 x 2.490 x 65 mm, para obtener un tablero compactado de 19mm, las 937,5 Kg/hr. nos dá un total de 7,82m³/hr.

El volumen del colchón es :

$$\text{Vol} = 1.270 \times 2.490 \times 65$$

$$\text{Vol} = 0,20 \text{ m}^3$$

Cantidad de tablero por hora, se la halla haciendo regla de tres;

$$\begin{array}{rcl} 0,20 \text{ m}^3 & & 1 \text{ tablero} \\ 7,82 \text{ m}^3/\text{hr} & & x \end{array}$$

$$\text{Cantidad por hora} = 39 \text{ tab/hr}$$

De datos experimentales se toma el tiempo de prensado que es de 8 min, a esto hay que sumarle el tiempo que se demora en cargar y descargar la prensa, y son de 4 min. dándonos un total de 12 min. o 0,20 hr. para realizar cada ciclo.

Números de tableros por ciclo:

$$\text{Tableros por ciclo} = 39 \times 0,20$$

$$\text{Tableros por ciclo} = 7,8 \text{ tab/ciclo}$$

Por lo tanto se utiliza una prensa de 6 pisos, para darnos 7 planchas por ciclo y esta es la capacidad de la prensa.

4.5.6.1 DETERMINACION DEL CALOR REQUERIDO

El ciclo de prensado se realiza aplicando vapor, con el propósito que quede bien adherida la resina a la cascarilla de arroz, se tiene que calcular la cantidad de calor que se necesita.

Primariamente se calcula un factor de forma.

En términos generales la temperatura de la prensa es 100 a 150 °C la resina de úrea-formol curan entre 100 a 140 °C y las resinas fenólicas curan entre 170 a 190 °C siendo aceptable utilizar 185°C para esta resina.

Por los datos experimentales obtenidos la temperatura de la cara exterior de la placa es de 125°C y la temperatura del fluido proveniente de la caldera es de 185°C. Las placas de la prensa tienen un grueso de 60 a 100 mm y estan separadas 180 mm, las dimensiones de las chapas son de 5 x 1.210 x 2.950 mm cuyo material es de Aluminio especiales de Al, Zn, Mg, Cu1,5 , F45 templadas en calientes, con tolerancias en el espesor de ± 0,1 mm, además las placas poseen un agujero para que entre el vapor.

Como se ha anunciado se calcula la cantidad de calor requerida mediante uso de la ecuación.

$$q = n/M K (T_1 - T_2) \quad (4.35)$$

$$q = S K (T_1 - T_2) \quad (4.36)$$

q = Rapidez de flujo de calor (kcal/hr)

n = Números de tubos

M = Números de cuadrados curvilíneos

T_1 = Temperatura del fluido proveniente de la caldera (°C)

T_2 = Temperatura de la cara externa de la placa (°C)

K = Coeficiente de conductividad del material (Kcal/m²hr°C)

S = Factor de forma

El factor de forma se lo determina haciendo uso del método gráfico, cada placa tiene tres secciones de calefacción (agujeros) cuyo diámetro es de 32 mm y están separadas una distancia de 85 mm ver Figura 4.13, y de ella se obtiene:

$$S = n/l$$

$$S = 7,4 / 13,5$$

$$S = 0,54$$

Dentro de cada placa el fluido sirve para calentarlas y circula mediante un sistema patentado llamado *Matsla* que se utilizan en prensas de tableros aglomerados ver Figura 4.14.

Reemplazo en ecuación (4.36)

$$q = 0,54 \times 19,04 (185 - 125)$$

$$q = 616,89 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Este valor se multiplica por el número de sección de calefacción

$$q = 616,89 \times 3$$

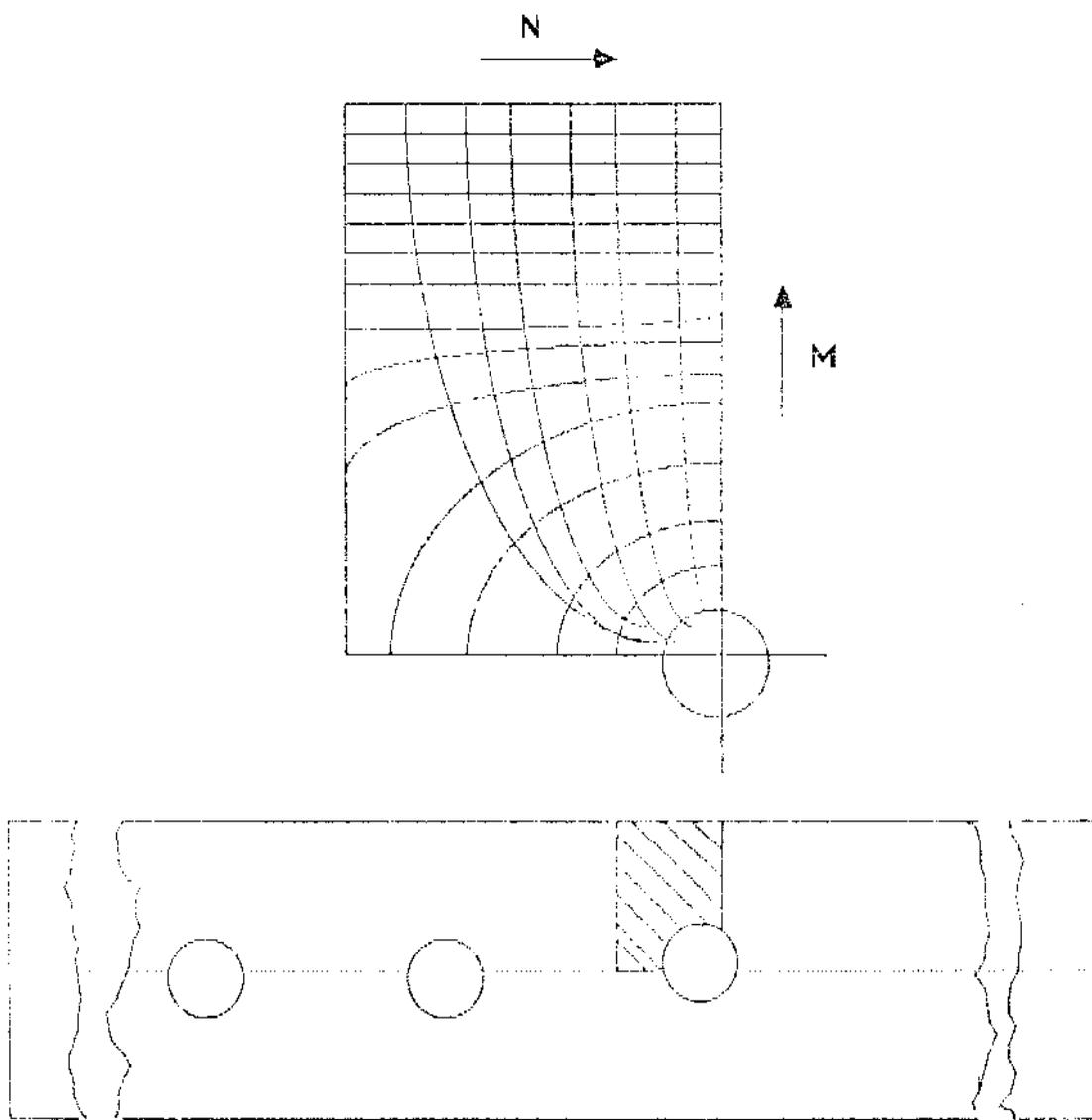


Fig. 4.13 Factor de Forma

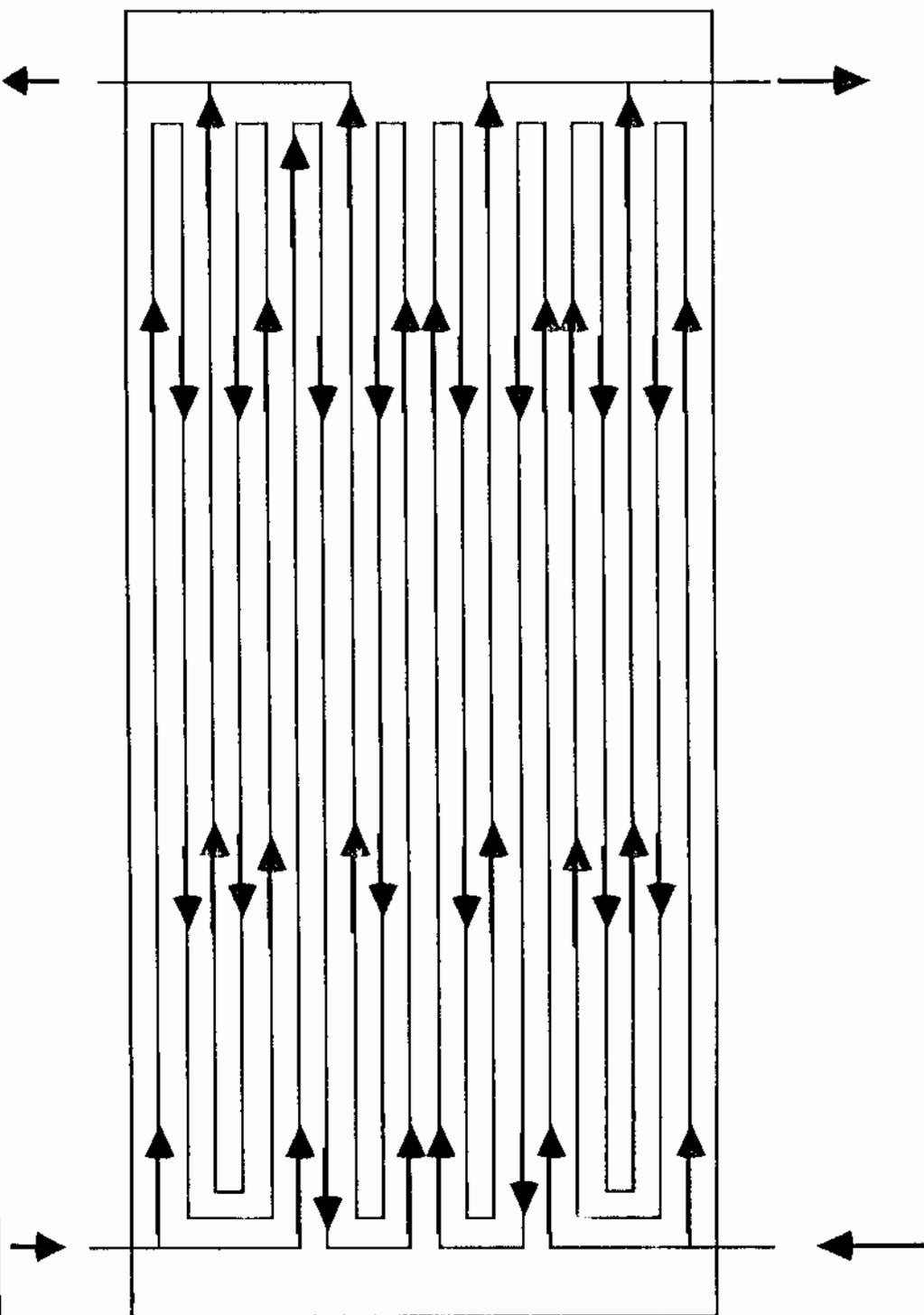


Fig. 4.14 Sistema patentado MOTALA para la circulación del calor en placas para prensas de tableros aglomerados.

$$q = 1.850,69 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Utilizando el sistema Motala se tiene 20 líneas de tubos, 7 secciones

$$q = 1.850,69 \times 20 \times 7$$

$$q = 259.096,32 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Dentro de la prensa circula agua alrededor de las placas como líquido refrigerante, el agua circula después de realizar el ciclo de prensado.

4.5.6.2. VENTILACION DE GASES

A la salida de los tableros de la prensa se coloca una campana con el fin de extraer los gases tóxicos que vota el aglomerante para lo cual se calcula la capacidad del ventilador utilizando principios de ventilación industrial (16).

La campana tiene un ángulo de inclinación de 45°C , la velocidad de captura de vapor es 1,62 m/seg, la velocidad de transporte mínima es 10,16 m/seg, el caudal de aire es $13,20 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Se necesita conocer la presión estática SP de donde:

$$VP = 0,6 \times 10,16^2$$

$$VP = 61,94 \text{ N/m}^2$$

$$h_e = 0,1 \times 61,94$$

$$h_e = 6,194 \text{ N/m}^2$$

h_f = Pérdidas por fricción en pulgadas de agua/100 pie (16)

$$h_f = (0,55 \times 39,36 / 100) \times 249,09$$

$$h_f = 53,92 \text{ N/m}^2$$

Pérdidas totales

$$h_T = h_e + h_f \quad (4.37)$$

$$h_T = 6,194 + 53,92$$

$$h_T = 60,11 \text{ N/m}^2$$

$$SP = -61,94 - 53,92$$

$$SP = 122,05 \text{ N/m}^2$$

La capacidad del ventilador es:

$$\text{Potencia (w)} = 122,05 \times 13,20 / 0,85$$

$$\text{Potencia (w)} = 1895 \text{ w}$$

$$\text{Potencia (Kw)} = 1,895 \text{ Kw}$$

4.5. 7 CALCULO DE LA CAMARA DE COMBUSTION

Se ha determinado la cantidad de calor requerido se halla ahora la capacidad del caldero, se va a utilizar diesel como combustible y polvo de la cascarilla de arroz, la temperatura es de 190°C con una presión de 12,82 Kg/cm². El calor que necesita el sistema es la suma de la cantidad de calor de la prensa más la cantidad de calor del secador.

$$q_c = q_p + q_s \quad (4.38)$$

q_c = Cantidad de calor del caldero (Kcal/hr)

q_p = Cantidad de calor de la prensa (Kcal/hr)

q_s = Cantidad de calor del secador (Kcal/hr)

$$q_c = 259.096,32 + 111.823,29$$

$$q_c = 370.919,61 \text{ Kcal/hr}$$

Multiplico por un factor de seguridad de 1,5

$$q_c = 556.379,42 \text{ Kcal/hr}$$

El calor añadido por la caldera (17) es:

$$q_{añ} = h_g \cdot (\Gamma_{req} - 32) \quad (4.39)$$

$q_{añ}$ = calor añadido por la caldera (kcal/hr)

h_g = Entalpía de vapor (kcal/kg)

T_{req} = Temperatura requerida (°C)

$$q_{añ} = 664,4 - (190 - 32)$$

$$q_{añ} = 506,4 \text{ Kca/hr vapor}$$

Factor de evaporación se lo halla de (18) Tabla No.1.2 para una presión de 12,82 Kg/cm² y una temperatura de 25°C.

$$\text{Factor de evaporación} = 1,1827$$

Desarrollo de potencia en la caldera (18).

$$\text{Pot. (CC)} = \text{Calor prod. por la caldera} / 15,65 \quad (4.40)$$

CC = Caballos caldera (CC)

15,65 = Factor de CC (Kg/hr)

Calor producido por la caldera (Kg/hr)

El número de Kg/hr producido por la caldera:

$$\text{No.} = q_c / h_g \quad (4.41)$$

$$\text{No.} = 556379,42 / 664,4$$

$$\text{No.} = 837,42 \text{ Kg/hr}$$

Reemplazo en (4.40)

$$\text{Potencia (CC)} = 837,42 / 15,65$$

$$\text{Potencia (CC)} = 53,50 \text{ CC}$$

Considerando una eficiencia de caldera

$$\text{Potencia (CC)} = 53,50 / 0,95$$

$$\text{Potencia (CC)} = 56,31 \text{ CC}$$

El combustible utilizado es diesel oil ya que es recomendado en calderas de hasta 60 CC con un tiempo de operación diaria de 10 a 16 horas, siendo un combustible relativamente limpio y fácil de almacenar, no requiriendo gran cantidad de equipo para su manipulación, además el tipo de caldera a emplearse se toma en cuenta la presión requerida. Para usar calderas pirotubulares se necesita una presión de $17,61 \text{ Kg/cm}^2$ y una capacidad de vapor de $11\,363,64 \text{ Kg/hr}$, con lo que la presión y la capacidad de vapor utilizada está dentro de este rango se usa una caldera pirotubular.

4.5.7.1 TANQUE DE AGUA DE ALIMENTACION

Como la generación de vapor en una caldera depende directamente de la cantidad de agua que se suministra a ésta, es recomendable una cantidad de agua de reserva y la capacidad del

tanque de alimentación, almacene una cantidad mínima de agua suficiente para mantener la evaporación en la caldera, por lo menos durante 20 min.

Para satisfacer la demanda de agua de un caballo caldero se requieren 0,069 GPM o sea 0,261 lt/min. De acuerdo a esto la caldera de 57 CC de capacidad evaporará:

$$57 \times 0,261 = 14,88 \text{ lt/min.}$$

La reserva mínima de agua deberá satisfacer la evaporación en la caldera durante 20 min, por lo tanto la reserva mínima será:

$$\text{Reserva mínima} = 14,88 \times 20$$

$$\text{Reserva mínima} = 297,54 \times 0,001$$

$$\text{Reserva mínima} = 0,29754 \text{ m}^3$$

Además el tanque de agua de alimentación nunca deberá estar completamente lleno, sinó es recomendable que se encuentre sobre un nivel de agua que cubra el 70% de la capacidad. Esto significa que la reserva mínima de agua deberá ser determinada conforme a la siguiente relación:

$$\text{Reserva mínima de agua}/0,70 \quad (4,42)$$

de donde se tiene que la capacidad de agua es:

$$\text{Capacidad de agua} = 297,54 / 0,70$$

$$\text{Capacidad de agua} = 425,06 \times 0,001$$

$$\text{Capacidad de agua} = 0,42506 \text{ m}^3$$

4.5.7.2 BOMBA DE AGUA DE ALIMENTACION

El agua de alimentación de una caldera constituye la materia prima para la producción de vapor; por lo tanto este elemento debe ser suministrado permanentemente a la caldera, a fin de mantener una generación constante de vapor.

Para bombas destinadas a calderas de tubo de fuego la operación de la bomba es intermitente, y esto se debe a que este tipo de calderas trabajan generalmente con un flotador sobre el cual actúa un switch, este switch hace que el motor que impulsa la bomba para o arranque entre cierto nivel (18).

La potencia requerida para la bomba de agua de alimentación se determina por medio de la ecuación:

$$\text{Potencia (hp)} = QZGr_{\text{esp}}/75 N_{\text{m}} \quad (4.43)$$

Q = Caudal de aire (m^3/min)

Z = Presión de descarga (cm de H_2O)

Gr_{esp} = Gravedad específica del agua

El caudal volumétrico para alimentar calderas es tomado de (18), que nos dice que para calderas de 57 CC es de $0,015 \text{ m}^3/\text{min}$ (3,92 Gal/min). La presión de descarga seselecciona entre un rango de 0,35 a $1,76 \text{ Kg/cm}^2$, por encima de la operación de la caldera o sea:

$$12,82 \times 0,50 = 13,32 \text{ Kg/cm}^2$$

1000 cm H ₂ O	1Kg/cm ²
x	13,32 Kg/cm ²

Reemplazo en ecuación (4.43)

$$\text{Potencia (hp)} = 0,015 \times 13320 \times 1 / 75 \times 0,80$$

$$\text{Potencia (hp)} = 3,33 \text{ hp}$$

La potencia consumida por el motor eléctrico es :

$$\text{Potencia (Kw)} = 3,33 / 0,90 \times 1,341$$

$$\text{Potencia (kw)} = 2,76 \text{ Kw}$$

1.5.7.3 TANQUE DE COMBUSTIBLE

El material de construcción del tanque es de acero, siendo la capacidad mínima de almacenamiento con respecto a la cantidad

de caballo caldera de 2 m^3 (2.000 lt), el diámetro de 960 mm la longitud de 2.746 mm con un calibre de lámina 14, ver Fig. 4.15. El consumo de combustible para el diesel oil es:

$$0,295 \text{ GPH/CC} = 0,01862 \text{ lt/min /CC}$$

Por lo tanto se tiene:

$$\text{Consumo de comb. (m}^3\text{/min)} = 0,01862 \times 57 \times 0,001$$

$$\text{Consumo de comb. (m}^3\text{/min)} = 0,001061 \text{ m}^3\text{/min}$$

El tanque lleno de combustible dura:

$$\text{T tiempo} = 0,001061 \times 960$$

$$\text{T tiempo} = 1,0186 \text{ m}^3$$

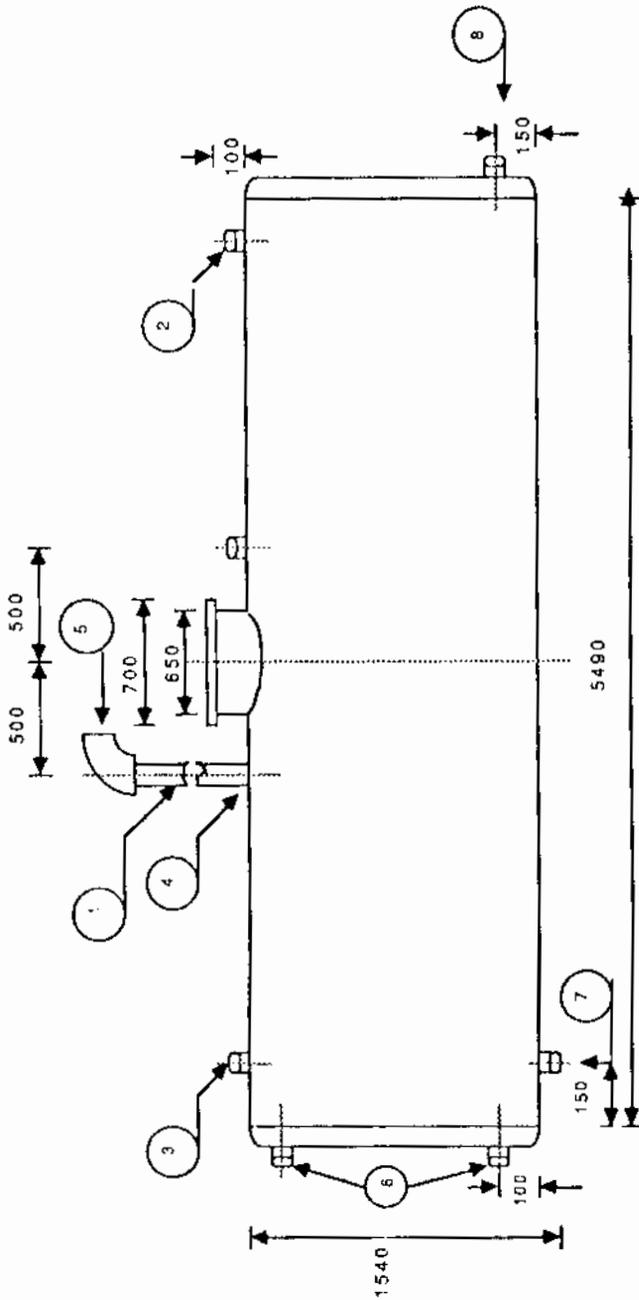
$$\text{T tiempo} = \text{para dos turnos de trabajo de 8 horas}$$

5.7.4. BOMBA DE COMBUSTIBLE

La presión de descarga para el diesel oil va a fluctuar entre 2,81 a $13,30 \text{ Kg/cm}^2$, para el estudio se selecciona una presión de $4,25 \text{ Kg/cm}^2$, por tener un número de 57 CC, utilizando ecuación (4.43)

$$\text{Potencia (hp)} = 0,001061 \times 4250 \times 0,85 / 75 \times 0,80$$

$$\text{Potencia (hp)} = 0,06 \text{ hp}$$



DENOMINACION ○

1. TUBO DE VENTILACION
2. RETORNO DE COMBUSTIBLE 1/2 COPLÉ 19mm (3/4") Ø
3. LLENADO, 1/2 COPLÉ 51mm (2") Ø
4. 1/2 COPLÉ 32mm (1 1/4") Ø
5. SUPRESOR FLAMA O MALLA DE ALAMBRE
6. VALVULAS CRISTAL NIVEL 1/2 COPLÉ 11mm (1/2") Ø
7. PURGA 1/2 COPLÉ 10mm (3/4") Ø
8. SALIDA DE COMBUSTIBLE 1/2 COPLÉ 19mm (3/4") Ø

FECHA	NOMBRE
15/11/87	VILLAGRAN
DES/SD	VILLAGRAN
CON/SD	MALIZ

FACULTAD DE
INGENIERIA MECANICA

ESPOL

TANQUE DE
COMBUSTIBLE DIESEL OIL
CAPACIDAD 10.000 lts

FIG. No. 4.15

MATERIAL ACERO
LAMINAS CALIBRE 32

Se selecciona una bomba de 0,25 hp.

4.5.7.5 DIAMETRO DE TUBERIA PRINCIPAL

El procedimiento para tuberías de vapor se basa en diagramas experimentales y por lo tanto no constituye un procedimiento exacto de cálculos, sin embargo sirve para efectos de dimensionamiento de instalaciones de vapor de poca magnitud, como aquellos usados en calderas industriales de capacidades medianas.

Para esto se hace uso de los diagramas 11.1 de (18) , como se conoce la presión de vapor que es $12,82 \text{ Kg/cm}^2$ y la capacidad de vapor que es $837,43 \text{ Kg/hr}$, la velocidad de vapor para tuberías principales está entre un rango de 15 a 60 m/seg, se selecciona 50 m/seg, con estos tres valores se entra al diagrama y se determina el tamaño de la tubería dandonos un valor de **3,175 cm (1 1/4 pulg) de diámetro**

4.5.7.6 CALCULO DE LA CHIMENEA

La chimenea sirve para dos propósitos: 1. Producir la corriente de aire necesaria para el flujo de aire adentro del horno, y producir la descarga a la atmósfera. 2. Liberar los productos de combustión y llama a una aceptable altura. Los gases que salen de la chimenea son de alta temperatura, el peso de la columna

caliente de gases en la chimenea es menor que la columna de aire a la temperatura de afuera, la intensidad de la corriente de aire producida por la chimenea depende de la altura, se aplica la siguiente ecuación para calcular la corriente de aire en una chimenea.

$$D = 0,52HP(1/T_a - 1/T_s) \quad (4.44)$$

D = Corriente de aire en la chimenea (cm de H₂O)

H = Altura de la chimenea. (cm)

P = Presión atmosférica (Kg/cm²)

T_a = Temperatura a la salida (°K)

T_s = Temperatura del gas en la chimenea (°K)

Para elevaciones sobre el nivel del mar hasta 457 m se toma el valor de la presión atmosférica.

$$T_a = 25 + 273$$

$$T_a = 298 \text{ °K}$$

$$T_s = 186 + 273$$

$$T_s = 459 \text{ °K}$$

$$D = 0,52 \times 2500 \times 1,033 (1/298 - 1/459)$$

$$D = 1,58 \text{ cm de H}_2\text{O}$$

4.5.8 CALCULO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de enfriamiento se lo diseña por medio de un eje que va a estar conectado al motor, el eje va estar soportando cuatro paredes que estan en movimiento enfriando 14 tableros (dos ciclos) que salen de la prensa, ver Figura 4.16, y el análisis es el siguiente usando ecuación (4.31), el peso de cada tablero es 10,7 Kg

$$F = 14 \times 10,7 \times 5/2$$

$$F = 59,92 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Energía requerida (CV)} = 2 \pi \times 59,92 \times 400 / 75 \times 60$$

$$\text{Energía requerida (CV)} = 33,46 \text{ CV}$$

La potencia del motor eléctrico es:

$$\text{Potencia (Kw)} = 33,46 / 1,36 \times 0,85$$

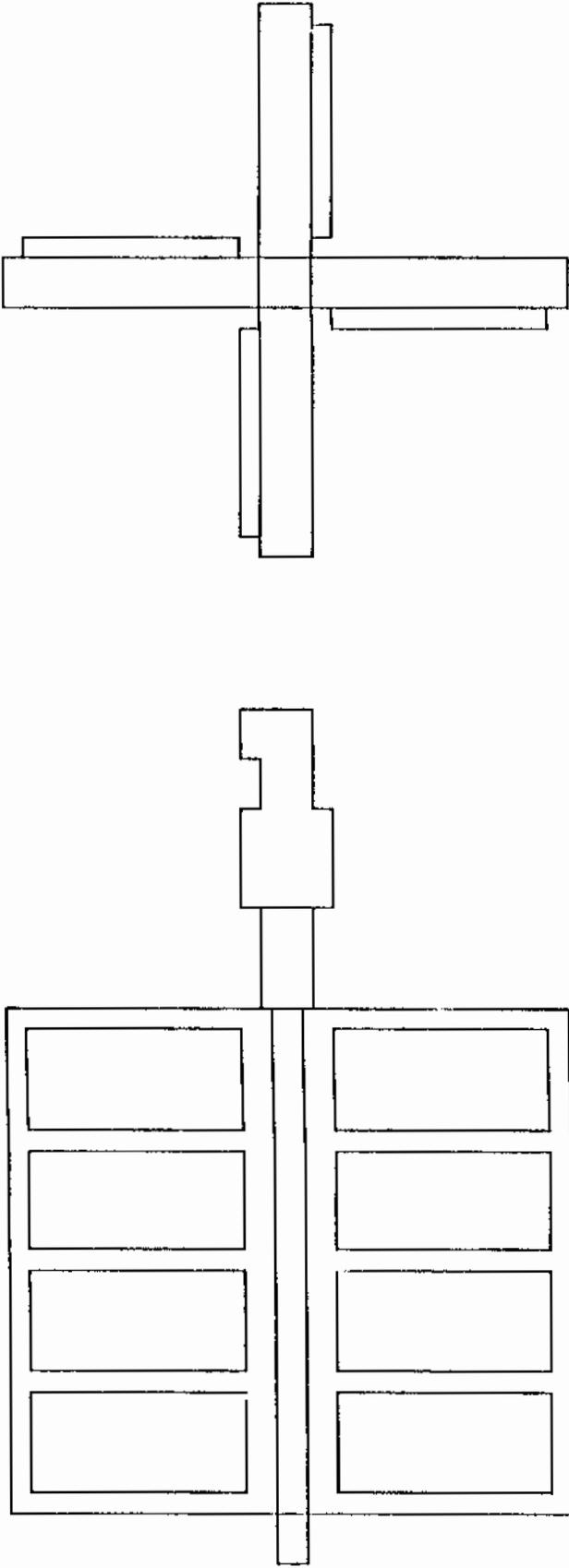
$$\text{Potencia (Kw)} = 28,94 \text{ Kw}$$

4.5.9 CALCULO DE TRANSPORTADORES MECANICOS

Los transportadores mecánicos estan agrupados en:

Transportadores de tornillo sin fin

Elevador de conglones



FECHA	NO. PPE	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	ESPOL		
DIBUJO	12/12/87			SISTEMA DE ENFRIAMIENTO VISTA FRONTAL VISTA LATERAL	
REVISOR	12/12/87				FIG. No. 4.16
CONTR	8/2/88				

Transportador de banda

4.5.9.1 TRANSPORTADORES DE TORNILLO SIN FIN

Este medio de transporte se lo emplea para llevar materiales pulverizados o granulares, cuando la capacidad necesaria es moderada, se lo diseña con el fin de utilizarlo para que lleve el grano del silo al secador, del secador al molino-lijador, y del silo de grano triturado a la encoladora.

Tienen la facilidad de trabajar en inclinación hasta 35° considerando el margen suficiente, la potencia necesaria para transportadores horizontales de tornillo modelo y paso estándares es determinada por la Link-Belt Co. (19)

$$HP = (ALN + CWLF / 0,454) 3,33 \times 10^{-6} \quad (4.45)$$

HP = Caballos métricos en el árbol de cabeza del transportador

A = Factor del tamaño del transportador

L = Longitud de transportador (m)

C = Cantidad del material (m^3/hr)

W = Densidad del material (Kg/m^3)

F = Factor del material. ver Tabla 8 de (19)

N = Revoluciones del transportador (RPM)

a. DESCARGA DEL SILO AL SECADOR

$$L = 11 \text{ m}$$

$$C = 7,81 \times 1,5$$

$$C = 11,72 \text{ m}^3/\text{hr}$$

El sistema de transporte se lo diseña para un diámetro de 35 cm (14 pulg) de el factor A de Tabla 10 ,(19) es 114; N es 70 RPM.

Reemplazo en ecuación (4.44).

$$hp = \{255 \times 11 \times 70 + (11,72 \times 120 \times 11 \times 0,5/0,454)\} 3,3 \times 10^{-6}$$

$$\text{Caballos métricos en el árbol (hp)} = 0,71 \text{ hp}$$

Los caballos del motor son:

$$\text{Caballos del motor} = hp \ G/N_m \quad (4.46)$$

G = Margen adicional que depende de la potencia de caballos,

$$\text{Caballos del motor (hp)} = 0,71 \times 2 / 0,90$$

$$\text{Caballos del motor (hp)} = 1,58 \text{ hp}$$

La potencia del motor eléctrico es:

$$\text{Potencia (Kw)} = 1,58 / 0,746 \times 0,90$$

$$\text{Potencia (Kw)} = 2,35 \text{ Kw}$$

b. SECADOR AL MOLINO-LIJADOR

Se usa un elevador de cangilones para una altura de 6 m. y la potencia es:

$$\text{Potencia (hp)} = 2\text{Cap. elevación}/272 \quad (4.47)$$

$$\text{Potencia (hp)} = 2 \times 1,144 \times 6/272$$

$$\text{Potencia (hp)} = 0,019 \text{ hp}$$

La potencia consumida por el motor eléctrico es :

$$\text{Potencia (Kw)} = 0,019/0,746 \times 0,90$$

$$\text{Potencia (Kw)} = 0,028 \text{ Kw.}$$

Se utiliza un motor de 0,25 Kw. porque desde esta capacidad hay en el mercado.

c. DEL GRANO TRITURADO A LA ENCOLADORA

Los caballos métricos en el árbol de leva son:

$$\text{hp} = \{255 \times 4 \times 50 + (11,72 \times 120 \times 4 \times 0,5/0,454)\} 3,33 \times 10^{-6}$$

$$\text{Caballos métricos (hp)} = 0,19 \text{ hp}$$

$$\text{Caballos del motor (hp)} = 0,19 \times 2/0,90$$

Caballos del motor (hp) = 0,422 hp.

Potencia consumida por el motor eléctrico;

Potencia (Kw) = $0,422/0,746 \times 0,90$

Potencia (Kw) = 0,63 Kw

4.5.9.2 ELEVADORES DE CANGILONES

A la descarga del transporte vibratorio, la cascarilla de arroz tamizada es recogida por los cangilones la que es transportada hasta el silo de almacenamiento.

Los elevadores de cangilones son unidades más sencillas y seguras para el desplazamiento vertical de materiales, se la encuentra en una gama amplia de capacidades y pueden funcionar en lugares abiertos y cerrados. Los cangilones de descarga centrífugas son los más comunes y manejan casi todos los materiales de flujo libre, finos o de terrones pequeños, tales como granos, carbón, arena, o productos químicos secos.

Los cangilones se cargan parcialmente mediante el material que fluye directamente a ellos y en parte, a recoger el material de la bota, el cálculo de la potencia se lo hace en base a la ecuación (4.47).

$$\text{Potencia (hp)} = 2 \times 1,144 \times 10/272$$

$$\text{Potencia (hp)} = 0,084 \text{ hp}$$

Potencia del motor eléctrico

$$\text{Potencia (Kw)} = 0,084/0,746 \times 0,90$$

$$\text{Potencia (Kw)} = 0,125 \text{ Kw}$$

4.5.9.3 BANDA TRANSPORTADURA

Se la calcula para llevar el producto mezclado desde la encoladora hacia la formadora de los tableros, para lo cual se utiliza una banda de 500 mm y una velocidad de banda de 4.573 m/hr que rueda sobre rodillos locos, la encoladora está ubicada a una altura de 3 m de donde la potencia del motor es:

$$\text{Pot}_t \text{ (CV)} = \text{Pot. elevación} + \text{Pot. arrastre de carga} + \text{Pot. arrastre en vacío}$$

$$\text{Pot}_t \text{ (CV)} = (Q_m Z + f C_L Q_m + 0,06 f C_L V P_m) / 270 \quad (4.48)$$

Pot_t = Potencia total (CV)

Q_m = Toneladas transportadas por horas (Ton/hr)

Z = Desnivel (m)

f = Factor de fricción, para cojinetes corrientes;

C_L = Coeficientes de longitudes

$$C_L = L_1 + L_0$$

L = Longitud de la banda (m)

L_0 = longitud ficticia de valor constante, para cojinetes ordinarios;

V = Velocidad de banda (m/hr)

P_m = Suma de peso de las partes móviles, (rodillos: superior e inferior) (Ton/m)

$$L_0 = 30,5 \text{ m}$$

$$C_L = 7,61 + 30,5$$

$$C_L = 38,11 \text{ m}$$

$$Q_m = 16,4 \text{ Ton/hr}$$

$$f = 0,05$$

$$P_m = 20 \text{ Kg/m ; } 0,022 \text{ Ton /m}$$

Reemplazo en ecuación (4.48)

$$\text{Potencia}_t \text{ (CV)} = (16,4 \times 3 + 0,05 \times 38,11 \times 16,4 + 0,06 \times 0,05 \times 38,11 \times 4573 \times 0,022) / 270$$

$$\text{Potencia}_t \text{ (CV)} = 0,1822 + 0,116 + 0,043$$

$$\text{Potencia}_t \text{ (CV)} = \mathbf{0,34 \text{ CV}}$$

Potencia del motor eléctrico

$$\text{Potencia (KW)} = 0,34 / 1,36 \times 0,90$$

$$\text{Potencia (KW)} = \mathbf{0,27 \text{ Kw.}}$$

4.6 REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA

Como se vé en el Capítulo II, las zonas tan extensas de producción de arroz son las Provincias de Guayas y Los Rios, por lo que la materia prima no se va a escasear aunque se tenga un año tan crítico en cuestiones de clima (como en 1983) siempre se va a abastecer la planta para elaborar los tableros aglomerados. La resina se la trae de Quito.

4.7 REQUERIMIENTO DE INSUMOS Y SERVICIOS

Para el requerimiento de insumos y servicios se a tomado en cuenta que la planta trabajará en tres turnos de 8 horas cada uno, considerando los sueldos y precios que entraron en vigencia a partir del 1° de Enero de 1988, y de aquí en adelante se incrementará el 30% para cada año por motivo de inflación.

Los servicios básicos que se requieren son de: energía eléctrica, agua, teléfono.

La energía eléctrica hasta el mes de Enero del presente año cuesta el Kw. \$/ 185,94 , y el Kwh. vale \$/ 7,14 a estos valores hay que agragarle un aumento mensual de 3% debido al incremento de las tarifas eléctricas, al año dá un valor de 2.231,28 \$/Kw anuales.

Nuestra empresa esta localizada en la Categoría B, para el agua, en esta Categoría teniendo un consumo mayor de 51m^3 mensuales el m^3 cuesta $\text{s}/88,43$, mensualmente se tiene un incremento del 1,5%. Pero para la Ley de Fomento Industrial estamos ubicados en la Categoría A. Los gastos de suministros se presenta en el próximo Capitulo.

4.8 OBRA CIVIL

La Ubra Civil corresponde a las contrucciones de: la planta y oficinas para el funcionamiento de la industria.

4.81 COSTO ESTIMADOS DE LOS EDIFICIOS

El terreno para la planta de 6.000m^2 , siendo 60m de frente y 100m de fondo, donde se van a construir 2.250m^2 para las máquinas, 330m^2 para oficina, sede y repuestos. El resto de terreno es para depósito de materia prima. La armazón de la planta va ser de estructura metálica a un valor de $\text{s}/6.000$ m^2 lo que corresponde a: cemento armado, enlucida de pared, cimentación y el resto de obra civil tiene un valor de $\text{s}/25.000$ el m^2 , el cerramiento del terreno será con una malla metálica de ojo No. 5 teniendo un valor de $\text{s}/570$ el m^2 .

El terreno se lo cotizó en INMACONSA, que tiene terrenos

industriales en el Kilómetro 10 1/2, del lado por donde va ser la vía Perimetral a un valor de $\text{s}/980 \text{ m}^2$ sin relleno. Lotización Industrial Pascuales localizada en el Kilómetro 17 1/2 vía a Daule a razón de $\text{s}/1.300 \text{ m}^2$ sin relleno.

El terreno relleno y compactado en cualquiera de los dos lugares anotados, tiene un valor de $\text{s}/3.000 \text{ m}^2$. En la Ciudad de Babahoyo los terrenos cuestan $\text{s}/550 \text{ m}^2$.

4.8.2 CONSTRUCCION MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA.

La construcción la realizará un Ingeniero Civil, previa la elección de las firmas participantes, el montaje de las maquinarias y de equipos serán con personal de la compañía a la que se le compre, la puesta en marcha se realizará con personal de la compañía vendedora y el trabajadores que va ser contratado para que laboren en la planta.

4.9 REQUERIMIENTO DE PERSONAL.

El personal que se requiere esta distribuido en la siguiente manera.

4.9.1 MANO DE OBRA DIRECTA

La planta va a tener 23 Obreros de los cuales 3 son calificados y

20 son no calificados, donde 14 van a laborar en los 2 primeros turnos y los 6 en el tercer turno, cada turno será de acuerdo al Código de trabajo que son de 8 horas, a partir de las 19.00 horas se aplica un recargo del 25% del jornal con respecto al primer turno.

4.9.2. MANO DE OBRA INDIRECTA.

Se va a tener un Jefe de Planta, tres Supervisores uno para cada turno, dos Choferes que serán los encargados de traer la cascarrilla del arroz desde las piladoras a la planta, un Mecánico, un Laboratorista que se encargará en hacer los análisis de control de calidad del producto en general.

4.9.3. PERSONAL ADMINISTRATIVO.

El personal administrativo va a estar compuesto de un Gerente General una Secretaria, un Contador, dos ayudantes de Contabilidad, un Conserje y tres Porteros. Todos los gastos estan detallados en el Capitulo V.

4.9.4 PROGRAMA PERT PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO.

Para realizar el estudio del PERT se lo hace en base a estudios probabilísticos con duración de tareas, asignándole a cada uno un

tiempo, por lo que se estiman cuatro valores que son:

- tiempo optimista (t_o)
- tiempo normal (t_n)
- tiempo pesimista (t_p)
- tiempo medio (t_m)

El tiempo medio o tiempo promedio se lo halla mediante la ecuación:

$$t_m = (t_o + 4t_n + t_p) \times 1/6 \quad (4.49)$$

El plan fundamental en el calendario de ejecución de las actividades con sus tiempos, y el resumen están en las Tablas XXXI y XXXII respectivamente y el Diagrama PERT está graficado en la Fig. 17

Analizando el Diagrama se puede observar la menor holgura del desarrollo del proyecto que también se la conoce como la Ruta Crítica, y esta es: **A, B, Q, R, S, T, U, Z, A.A, A.E, A.H, A.I, A.M** y de la Tabla XXXII son los números: **1, 2, 3, 4, 6, 10, 11, 13, 19, 27, 35, 49, 50, 51, 54, 56, 59, 61, 62.**

Haciendo un análisis estadístico para determinar la varianza para cada actividad mediante la ecuación:

$$V = [(t_p - t_o)/6]^2 \quad (4.50)$$

$$V = 14 + 25 + 44,5 + 25 + 11,11 + 14,69 + 25 + 7,11 + 11,11 \\ + 5,44 + 100 + 14,69 + 1,77$$

$$V = 299,42$$

La desviación típica de la ruta crítica es:

$$rc = \sqrt{V} \quad (4.51)$$

$$rc = \sqrt{299,42}$$

$$rc = 17,30 \text{ días}$$

El gráfico de la densidad de la distribución normal está en la Fig 4.18.

TABLA XXXI

**PLAN FUNDAMENTAL Y CALENDARIO DE EJECUCION DE ACTIVIDADES
CON SUS TIEMPOS**

EJECUCION DE ACTIVIDADES	ACTIVIDAD PREVIA	TIEMPO EN DIAS			
		to	tn	tp	tm
A. Preparación de planes del proyecto	INICIO	7	15	30	16
B. Preparación de planes detallado del proyecto	A	15	21	45	24
C. Aprobación de planes detallados del proyecto	B	5	15	30	15
D. Decisión de iniciar la ejecución	C	5	15	30	15
E. Preparación del plan financiero del proyecto	D	15	30	45	30
F. Aprobación del proyecto por el organismo financiero	D,C	7	15	30	16
G. Obtención del terreno	D	5	15	30	15
H. Constitución de la Compañía	D	15	30	45	30
I. Afiliación a Cámara de Industrias	H	5	8	15	5
J. Clasificación de la Compañía en la Ley de Fomento Industrial	H	4	12	30	14
K. Selección de la empresa constructora	G	5	15	30	15
L. Diseño Arquitectónica de la Fábrica	K	15	20	30	20
M. Realización de estudios Topográficos	K	5	15	25	13
N. Obtención del permiso de construcción	L	7	15	30	16
O. Compactación del terreno	M	7	15	25	12
P. Construcción de los edificios	O, N, K, L, M	90	180	270	180
Q. Cotización de la maquinaria y equipos	B	5	30	45	28
R. Adquisición de maquinaria y equipos	Q	15	30	45	30
S. Embarque de la maquinaria	R	10	18	30	18
T. Retirada de aduana la maquinaria y equipos	S	7	15	30	16
U. Instalación de la maquinaria equipos y sistema eléctrico	T	30	45	60	45
V. Creación de organización de la fábrica	D	15	20	30	20
W. Realización de estudio sobre mano de obra	V, F, E	7	15	30	16
X. Aprobación de los socios la contratación y contratación del personal	Y	3	7	20	8
Y. Realizar el levantamiento del acta de puesta en marcha por el MICIP.	V	7	15	30	16
Z. Preparación de especificación de utilaje	U	5	15	21	14
AA. Diseño, fabricación y entrega de utilaje	Z	20	35	45	34
AB. Contratación del personal de planta	W, X	4	7	15	8
AC. Contratación del personal administrativo	W, X	5	15	20	14
AD. Compra de muebles y demás para oficina y planta	X	5	7	15	8
AE. Adquisición de materiales y componentes	AA	7	15	21	14
AF. Prueba de la maquinaria	U, A, B	4	7	15	8
AG. Fabricación del lote inicial para puebas de laboratorio	A, F	1	2	7	3
AH. Contratación de los distribuidores	A, G	30	60	90	60
AI. Preparación contratación para publicación	A, G, A, H	7	15	30	16
AJ. Puesta en marcha	A, G	7	15	21	14
AK. Resultados de laboratorio, orden de entrar en funcionamiento	A, G	1	3	7	3
AL. Fabricación del lote inicial	A, K	3	7	15	8
AM. Despecho del inicial	A, J	2	5	10	5

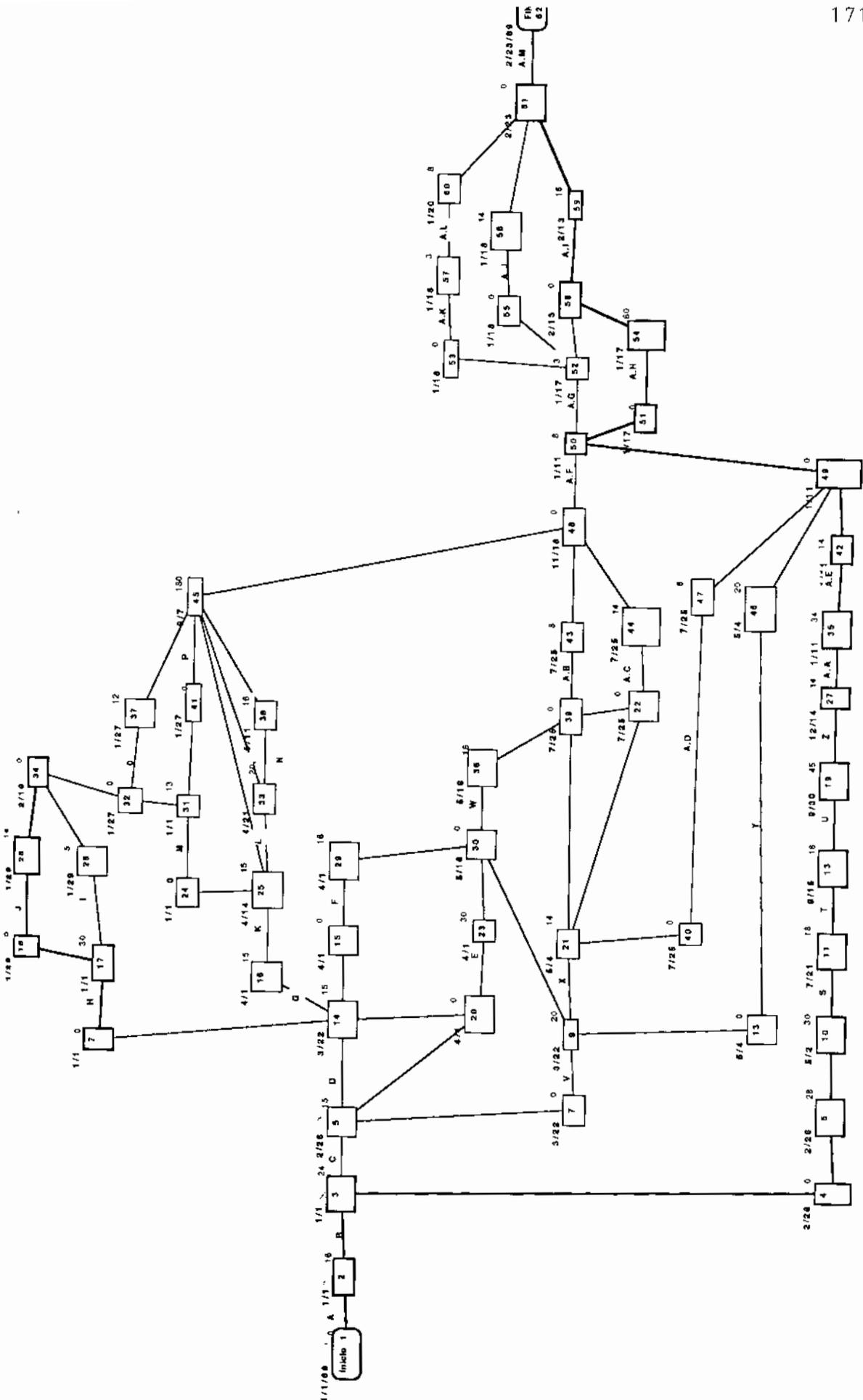


Fig. 4.17 DIAGRAMA PERT

TABLA DE RESUMEN DE LA PRUEBA

Nombre tarea	Días	Inicio temprano	Fin temprano	Inicio tardío	Fin tardío
Inicio	0	1/1	1/1	1/1	1-1-88
A. Prep. planes del proyecto	16	1/1	1/22	1/1	1/22
B. Prep. planes detallados	24	1/1	2/19	1/19	2/26
Actividad ficticia	0	2/26	2/26	2/26	2/26
C. Aprob. planes detallados	15	2/26	3/22	4/19	5/12
Q. Cotización de maq. y equipos	28	2/26	5/2	2/26	5/2
Actividad ficticia	0	3/2	3/22	8/22	8/22
Actividad ficticia	0	1/1	1/1	1/1	1/1
V. Creación Org. fábrica	20	3/22	5/4	8/22	10/4
R. Adquisición maq. y equipos	30	5/2	7/21	5/2	7/21
S. Embarque de la maquinaria	18	5/4	5/4	12/29	12/29
D. Decisión de iniciar ejecución	15	3/22	4/1	5/12	5/25
Actividad ficticia	0	4/1	4/1	10/19	10/19
G. Obtención del terreno	15	4/1	4/14	5/25	6/7
H. Constitución de Compañía	30	1/1	1/29	1/1	1/29
Actividad ficticia	0	1/29	1/29	1/29	1/29
T. Retirada de aduana maq. eq.	16	7/21	9/15	7/21	9/15
Actividad ficticia	0	4/1	4/1	11/10	11/10
X. Aprob. cont. personal	8	5/4	7/25	10/4	12/26
Actividad ficticia	0	7/25	7/25	1/3	1-3-89
E. Prep. del plan financiero	30	4/1	5/16	10/19	11/30
Actividad ficticia	0	1/1	1/1	1/26	1/26
K. Selección empr. constructora	15	4/14	4/21	6/7	6/13
I. Afiliación Cámara de Industrias	5	1/29	2/3	2/16	2/19
T. Retiro comp. maq.	16	9/15	9/30	9/15	9/30
J. Clas. Cia Ley de Fomento Ind.	14	1/29	2/19	1/29	2/19
F. Aprob. plan financiero	16	4/1	4/22	11/10	11/30
Actividad ficticia	0	5/16	5/16	11/30	11/30
M. Realización est. Topográficos	13	1/1	1/27	1/26	2/19
Actividad ficticia	0	1/27	1/27	2/19	2/19
L. Diseño arq. fábrica	20	4/21	5/11	6/13	7/4
Actividad ficticia	0	2/19	2/19	2/19	2/19
U. Inst. maq. eq. sit. elect.	45	9/30	12/14	9/30	12/14
U. Realización est. mano obra	16	5/16	6/8	11/30	12/26
Actividad ficticia	24	1/27	2/17	7/8	7/29
N. Obtención permiso constr.	16	5/11	6/7	7/4	7/29
Actividad ficticia	0	7/25	7/25	12/26	12/26
Actividad ficticia	0	7/25	7/25	12/26	12/26
Actividad ficticia	0	1/27	1/27	7/29	7/29
Z. Prep. de utilaje	14	12/14	1-11-89	12/14	1/11
AB Contrat. personal planta	8	7/25	8/5	12/29	1/11
AC Contrat. personal adm.	14	7/25	8/10	12/26	1/11
AA Diseño, fab. entrega utilaje	34	1/11	2/6	1/11	2/6
P. Construcción de edificio	180	6/7	11/18	7/29	1/11
Y. Real. lev. puesta en marcha	16	5/4	5/16	12/29	1/11
AD Compra de muebles.	8	7/25	8/2	1/3	1/11
AE Adquisición materiales	14	1-11-89	2/5	1/11	2/5
Actividad ficticia	0	11/18	11/18	11/18	11/18
Actividad ficticia	0	1/11	1/11	1/11	1/11
AF Prueba de la maquinaria	8	1/11	1/19	1/11	1/19
Actividad ficticia	0	1/17	1/17	1/17	1/17
AG Fabr. lote inicial lab.	3	1/17	1/21	2/9	2/13
Actividad ficticia	0	1/18	1/18	1/18	1/18
AH Contratación de los distr.	60	1/1	2/25	1/1	2/25
Actividad ficticia	0	1/18	1/18	2/13	2/13
Actividad ficticia	0	2/13	2/13	2/13	2/13
AK Resultado de Laboratorio	3	1/18	1/20	2/16	2/17
AL Fabricación lote inicial	8	1/18	1/31	2/13	2/23
AI Prep. contr. publicaciones	16	2/13	2/23	2/13	2/23
AL Fabricación lote inicial	3	1/20	1/26	2/17	2/23
Actividad ficticia	0	2/23	2/23	2/23	2/23
Fin	5	2/23	2/27	2/23	2-27-89

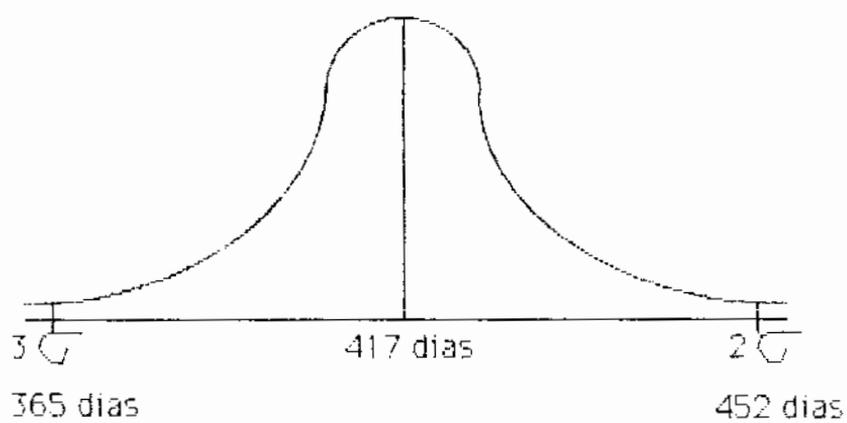


FIG 4. 18 DISTRIBUCION NORMAL DE PROBALIDADES

CAPITULO V

ANALISIS DE LAS INVERSIONES

5.1 CUADRO DE INVERSIONES

Las inversiones se encuentran detalladas en la Tabla XXXIII, el Estado de Pérdidas y Ganancias para una proyección de 10 años que se encuentra en la Tabla XXXIV y los Anexos en la parte correspondiente al Apéndice. El costo de la maquinaria y el terreno es con fecha del mes de Diciembre de 1987, los sueldos se han tomado en cuenta a partir del 1° de Enero de 1988.

5.2 ANALISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio se lo calcula en el Anexo 5.1 y se lo anota con su respectivo Gráfico, nos indica que vendiendo 188.913 tableros que corresponde a un porcentaje del 70,09% del total de la producción requerida estamos en un punto óptimo. Lo importante está en siempre mantenerse por encima de este valor.

5.3 EVALUACION DEL PROYECTO

La evaluación del proyecto se lo hace analizando el flujo de fondo para 10 años a partir del momento de producción, tomando en consideración una inflación del 30% anual, por aumento de sueldos y salarios, precio de los combustible, etc. está para su

análisis en la Tabla XXXV

El primer año la planta trabajará al 80%, el segundo año será del 90% y en el tercer año tendrá una producción del 100%. Se hace esto con el fin de que se conozca la bondad del producto en los mercados internos y externos, además se entregará mercadería los distribuidores con pagos a 60 días.

5.4 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El VAN se lo calcula a partir del Flujo de Fondo considerando la depreciación y después del pago de impuestos, se lo hace con una tasa de rendimiento o de corte que se le exige al proyecto, en nuestro caso se le considera el 36% debido al valor del dinero que se encuentra en estos momentos en inversión

Es una tasa de corte bastante alta y para proyectos de inversión es aceptable, siendo su valor de 587'620.150 sucres con signo positivo, para llegar a este resultado se aplicó la siguiente fórmula, con los datos de Tabla XXXV

$$VAN = -V + \sum^n C_j / (1+i)^j \quad (5.1)$$

V = Inversión inicial en el año 0

C = Flujo de fondos

n = Vida útil del proyecto

j = Sub-índice para cada año

i = Tasa de corte o de rendimiento

5.5 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

El TIR es aquella tasa r que nos hace cero el VAN de un proyecto, en nuestro caso para que nos salga cero la tasa r nos dá un valor de 53,5064%, este valor se lo encuentra mediante tanteo, los valores considerados son los de flujo de fondos y los de inversión.

Siempre la tasa interna de retorno tiene que salir mayor que la tasa de corte predeterminada para aceptar el proyecto, se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$0 = -V + C_1/(1+TIR) + C_2/(1+TIR)^2 + C_n/(1+TIR)^n \quad (5.2)$$

En la Fig. No. 5.1 se presenta un análisis de como varía la curva del VAN vs i

VAN al 25%	=	57.1925'620.000
VAN al 36%	=	587'620.150
VAN al 41%	=	337'335.000
VAN al 45%	=	204'723.000
VAN al 50%	=	73'931.150
VAN al 53%	=	9'879.854
VAN al 53,5%	=	84.046

TIR al 53,57 = $S/ -1272.349$

TIR al 55 = $S/ -2794.320$

5.6 FINANCIACION DEL PROYECTO

La principal entidad estatal de crédito industrial es la CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL, que es un organismo que ofrece financiamiento a las industrias con tales propósito de preinversión de proyectos industriales, inversión industrial directa y fomento de exportaciones.

Para realizar una inversión directa la CFN ofrece hasta 10 años plazo para activos fijos, y 4 años para capital de operación, adicionalmente se puede obtener periodos de gracia. La tasa de interés anual es del 26% y 4% por trámites y derechos nos da 30%, además tiene el poder y la capacidad de participar en calidad de socio ya sea en la ampliación o integración de capitales.

También existen otras compañías financieras tales como Financiera Guayaquil, Compañía Ecuatoriana de Desarrollo COFIDE, Banco Interamericano de Desarrollo BID, Corporación Andina de Fomento CAF, en las áreas de preinversión, inversión y exportación Todas un interés menor con respecto a los Bancos privados que está entre el 40 - 46% anual.

TABLA XXXIII

	TOTAL GENERAL SUCRES	PORCENTAJE %
1. INVERSION FIJA		
TERRENO Y CONSTRUCCIONES (ANEXO No. 5 A - 1)	97.720.000,00	15,4
MAQUINARIA Y EQUIPO (ANEXO No. 5 A - 2)	333.337.000,00	52,56
OTROS ACTIVOS (ANEXO No. 5 A - 3)	137.200.000,00	21,63
IMPREVISTOS INVERSION FIJA (APROX. 5% DE RUBROS ANTERIORES)	28.412.850,00	4,48
2. CAPITAL DE OPERACION (ANEXO No. 5 B)		
SUMAN	596.669.850,00	94,09
	37.481.908,00	5,93
TOTAL GENERAL	634.151.758,00	100

FINANCIAMIENTO

CAPITAL PROPIO	271.151.758,00	44
PRESTAMO A LARGO PLAZO	350.000.000,00	54
CREDITOS DE PROVEEDORES	13.000.000,00	2
SUMAN S/	634.151.758,00	100

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

	1 a	2 b	3 c	4	5	6	7	8	9	1 0
VENTAS NETAS (ANEXO 5 - C)	297.610.000,00	546.756.000,00	788.287.000,00	1.024.770.000,00	1.332.200.000,00	1.731.860.000,00	2.251.420.000,00	2.926.850.000,00	3.804.910.000,00	4.946.380.000,00
- COSTOS DE PRODUCCION (ANEXO 5 - D)	119.914.000,00	175.374.000,00	194.860.000,00	253.319.000,00	329.314.000,00	428.109.000,00	556.542.000,00	723.504.000,00	940.556.000,00	1.222.720.000,00
+ GASTOS DE VENTA (ANEXO 5 - E)	3.216.360,00	4.703.926,00	5.226.585,00	6.794.561,00	8.832.924,00	11.482.801,00	14.927.642,00	19.405.934,00	25.227.714,00	32.796.028,00
UTILIDAD NETA DE VENTAS	164.479.640,00	366.678.074,00	588.200.415,00	764.656.439,00	994.053.076,00	1.292.268.199,00	1.679.950.358,00	2.183.949.000,00	2.839.128.286,00	3.690.864.972,00
- GASTOS ADM. GENERALES (ANEXO 5 - F)	5.606.320,00	8.197.780,00	9.108.645,00	11.841.239,00	15.393.610,00	20.011.693,00	26.015.201,00	33.819.761,00	43.965.690,00	57.155.397,00
UTILIDAD NETA DE OPERACIONES	158.874.020,00	358.480.294,00	579.091.770,00	752.815.200,00	978.659.466,00	1.272.256.506,00	1.653.935.157,00	2.150.129.305,00	2.795.162.396,00	3.633.709.575,00
- GASTOS DE FINANCIAMIENTO	10.500.000,00	10.500.000,00	10.500.000,00	10.500.000,00	10.500.000,00	10.500.000,00	10.500.000,00	10.500.000,00	10.500.000,00	10.500.000,00
- AMORTIZACION DE INTERES DURANTE CONSTRUCCION	- - -	104.057.000,00	39.702.108,00	93.941.942,00	86.323.837,00	76.248.973,00	62.924.903,00	45.303.532,00	21.999.341,00	- - -
- INTERES DEL PRESTAMO	148.374.020,00	243.923.294,00	468.889.562,00	648.373.258,00	881.835.629,00	1.185.536.533,00	1.580.510.254,00	2.094.316.763,00	2.762.663.055,00	3.623.209.575,00
UTILIDAD NETA ANTES DE IMP. Y REPARTO DE UTILIDADES	22.256.148,00	36.588.494,00	70.333.449,00	97.255.989,00	132.275.000,00	177.826.000,00	237.076.538,00	314.147.000,00	414.399.000,00	543.481.000,00
- REPARTO DE UTILIDADES A TRABAJADORES (15%)	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
UTILIDAD A REPARTIRSE	126.118.872,00	207.334.863,00	398.556.113,00	551.115.269,00	749.560.629,00	1.007.170.533,00	1.343.433.716,00	1.780.163.763,00	2.348.264.005,00	3.079.729.575,00

FLUJOS DE FONDOS

	1 a	2 b	3 c	4	5	6	7	8	9	1 0
FLUJO OPERACIONAL										
INGRESO										
VENTAS	239.575.000	455.630.000	656.905.000	853.975.000	1.110.160.000	1.443.210.000	1.876.180.000	2.439.040.000	3.170.750.000	4.946.380.000
RECUPERACION DE VENTAS		47.935.000	91.126.000	131.381.000	170.795.000	222.040.000	288.643.000	375.240.000	487.808.000	634.151.000
TOTAL DE VENTAS	239.575.000	503.565.000	748.131.000	985.356.000	1.280.955.000	1.665.250.000	2.164.823.000	2.814.280.000	3.659.558.000	5.580.531.000
EGRESOS										
COSTOS DE PRODUCCION	111.914.000	175.374.000	194.860.000	253.319.000	329.314.000	428.109.000	556.542.000	723.504.000	940.556.000	1.222.720.000
GASTOS ADMINISTRATIVOS	5.605.320	8.197.780	9.108.645	11.841.339	15.393.610	20.011.693	26.015.201	33.819.761	43.965.690	57.155.397
GASTOS DE VENTAS	3.216.360	4.703.926	5.226.585	6.794.561	8.832.924	11.482.801	14.927.642	19.405.934	25.227.714	32.796.028
TOTAL DE EGRESOS	128.735.680	188.275.706	209.195.230	271.954.800	355.540.534	459.603.494	597.484.843	776.729.695	1.009.749.404	1.312.671.425
SALDO DE FLUJO OPERACIONAL	110.939.320	315.289.294	538.935.870	713.401.200	927.414.466	1.205.647.606	1.567.338.157	2.037.550.455	2.643.808.596	4.267.859.575
FLUJO NO OPERACIONAL										
INGRESOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EGRESOS										
PAGO DEL INTERES	105.000.000	104.057.000	99.702.108	93.941.942	86.323.837	76.248.973	62.924.903	45.303.532	21.999.341	---
PAGO DEL CAPITAL		13.505.638	17.861.276	23.621.442	31.239.547	41.314.411	54.638.481	72.259.852	95.564.043	---
PAGO DEL 15% DE UTILIDAD A LOS TRABAJADORES	890.898	29.658.998	63.205.858	89.375.672	121.477.000	163.211.000	217.466.000	287.998.000	379.686.000	640.178.000
PAGO DE IMP. A LAS RENTAS	1.009.684	33.613.482	71.633.306	101.292.000	137.674.000	184.973.000	246.461.000	326.397.000	430.311.000	725.535.000
TOTAL DE EGRESOS	106.900.582	154.142.118	252.402.548	308.231.056	376.714.384	465.747.384	581.490.384	731.958.384	927.560.384	1.365.713.000
UTILIDAD TOTAL	4.038.738	161.147.176	286.533.322	405.170.574	550.700.082	739.900.222	985.847.773	1.305.592.681	1.721.248.212	2.902.146.575
DEPRECIACION	45.865.785	45.865.785	45.865.785	45.865.785	45.865.785	45.865.785	45.865.785	45.865.785	45.865.785	45.865.785
FLUJO DE FONDOS	49.904.523	207.012.961	332.399.097	451.036.359	596.565.867	785.766.070	1.031.713.550	1.351.458.466	1.767.113.797	2.948.012.360

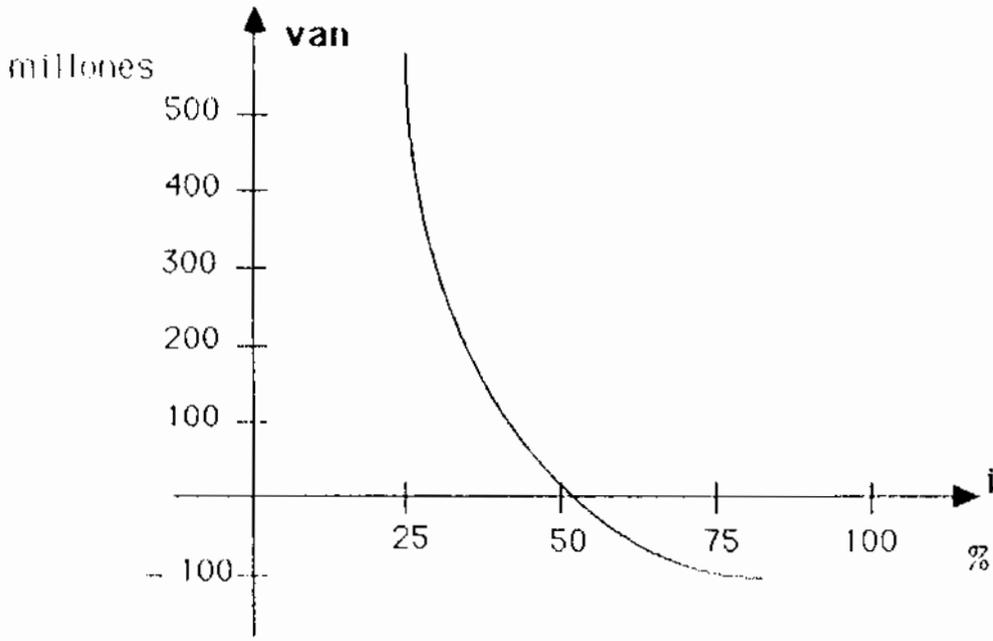


FIG. 5.1 CURVA DEL VAN vs TIR (i)

TABLA XXXVI

TABLA DE AMORTIZACION SEMESTRAL DE S/. 350.000.000,00 A 10 AÑOS
PLAZO CON PERIODO DE GRACIA DE 2 AÑOS CON UN INTERES ANUAL DEL 30%

AÑO	SEMESTRE	PRINCIPAL INICIO SEMESTRE	INTERES	AMORTIZACION	DIVIDENDO	PRINCIPAL FINAL SEMESTRE
0	1	350.000.000,00	52.500.000,00	---	52.500.000,00	350.000.000,00
	2	350.000.000,00	52.500.000,00	---	52.500.000,00	350.000.000,00
1	3	350.000.000,00	52.500.000,00	---	52.500.000,00	350.000.000,00
	4	350.000.000,00	52.500.000,00	---	52.500.000,00	350.000.000,00
2	5	350.000.000,00	52.500.000,00	6.281.692,00	58.781.692,00	343.718.108,00
	6	343.718.108,00	51.557.746,00	7.223.946,00	58.781.692,00	336.494.252,00
3	7	336.494.252,00	50.474.106,00	8.307.584,00	58.781.692,00	328.186.768,00
	8	328.186.768,00	49.228.000,00	9.553.692,00	58.781.692,00	318.633.076,00
4	9	318.633.076,00	47.794.996,00	10.986.696,00	58.781.692,00	307.646.380,00
	10	307.646.380,00	46.146.946,00	12.634.746,00	58.781.692,00	295.011.634,00
5	11	295.011.634,00	44.251.668,00	14.530.004,00	58.781.692,00	280.481.630,00
	12	280.481.630,00	42.072.149,00	16.709.543,00	58.781.692,00	263.771.087,00
6	13	263.771.087,00	39.565.719,00	19.215.973,00	58.781.692,00	244.555.114,00
	14	244.555.114,00	36.693.254,00	22.098.438,00	58.781.692,00	222.456.676,00
7	15	222.456.676,00	33.368.484,00	25.413.208,00	58.781.692,00	197.042.468,00
	16	197.042.468,00	29.556.419,00	29.225.273,00	58.781.692,00	167.816.185,00
8	17	167.816.185,00	25.172.509,00	33.609.183,00	58.781.692,00	134.206.002,00
	18	134.206.002,00	20.131.023,00	38.650.392,00	58.781.692,00	95.555.331,00
9	19	95.555.331,00	14.733.300,00	44.448.392,00	58.781.692,00	51.106.939,00
	20	51.106.939,00	7.600.640,00	51.115.957,00	58.781.692,00	---

CONCLUSIONES GENERALES

EVALUACION SOCIAL

La evaluación social de proyectos se diferencia de la evaluación privada de proyectos, debido a que en ella se incluyen las consecuencias del proyecto sobre toda la sociedad y, no solamente las causas que producen sus efectos, para los empresarios propietarios de la compañía

Hay que anotar que todo proyecto tiene su efecto sobre el conjunto de la economía, es por eso que, los Bancos de Desarrollo aplican la evaluación económica, tanto para proyectos privados como para proyectos que se realiza en el sector público.

La evaluación social de proyectos también se la conoce como evaluación económica ya que nunca esta evaluación se la puede sustituir en el sector privado, sino que, viene a completar ofreciendo información en el caso de toma de decisiones.

Los criterios que se toman para ver si es rentable un proyecto, esta en la evaluación de inversiones, que nos hace ver como mejor alternativa cual es tasa de corte que esta en el mercado (tasa interna de retorno)

La evaluación económica se llama también análisis de beneficio-costos social o simplemente análisis beneficio-costos, y presenta los mismos principios básicos de la evaluación privada, con una única e importante diferencia, que en el caso de evaluación económica los beneficios y costos del proyecto son presentados de acuerdo con sus valores sociales y no privados o del mercado, como en la evaluación privada. Por lo tanto en todo problema de evaluación social hay que transformar el presupuesto de costos e ingresos del proyecto, de sus valores privados o de mercado en valores, precios y costos sociales económicos, y aquí se incluyen ciertos costos y beneficios que no participan del presupuesto del empresario, pero participan del presupuesto de las cuentas de la colectividad y sociedad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Al realizar este estudio he podido poner en práctica aplicaciones de Ingeniería Mecánica, y al mismo tiempo hacer un trabajo de investigación de ciertas partes de Ingeniería Industrial, Ingeniería Química como de Economía, que me han sido útiles para llegar a una buena culminación.

Lo que se pretende es tratar de aprovechar un producto que hasta la presente fecha no se ha industrializado sino que se lo desecha desde hace tiempo.

Como se demuestra en las pruebas experimentales que tiene propiedades cercana a la madera en unos casos, y en otros es más durable debido a que es antibacteriano, que es un producto óptimo para este trabajo.

El análisis económico se ha hecho para un tablero de 16mm de espesor tal com está señalado en la Table XVI de la Producción Nacional de Tableros, debido a que este espesor es el que más se usa, para sus diferentes aplicaciones.

Se puede observar que nos sale un precio menor con relación al precio que está en el mercado este mismo espesor de tablero, debido a que no se tiene cual es precio de producción del tablero de madera.

Dadas las condiciones económicas del País cada vez se hace necesario buscar al artesano un medio de construcción mas barato y ,esto se lo obtiene al hacer un analisis del presente estudio, ademas se logra desarrollar una pequeña parte del sector agroindustrial que es lo que se necesita desde hace mucho tiempo.

RECOMENDACIONES

Se puede realizar un estudio de Resistencia de Materiales, haciendo tableros de varios espesores dependiendo el uso y las aplicaciones, y a la vez comparando con otros productos

similares, como es la madera, o consiguiendo tablero aglomerado de bagazo de caña.

También se puede hacer un diseño de cada una de las máquinas como sistema de análisis, ya que aquí no se tiene los elementos necesarios para la construcción de las mismas.

A P E N D I C E S

ANEXO I

CONSTRUCCION DEL TABLERO AGLOMERADO DE CASCARILLA DE ARROZ.

Después de realizar diferentes pruebas para determinar la cantidad necesaria de; cascarilla de arroz y resina, determinar; temperatura presión y el tiempo requerido para obtener el tablero se llegó a resultados satisfactorios.

El proceso es el siguiente; la cascarilla de arroz es molida en molinos de discos (también puede hacerse en molinos helicoidales) la cual al ser triturada sale en forma longitudinal porque es cortada a lo largo, luego es tamizado con el fin de separar el polvo que sale en la molienda.

Para la construcción de los tableros aglomerados se usaron dos moldes, el uno es de aluminio y el otro es hierro. Se debe anotar que para la construcción de los tableros de madera se usa moldes o también llamados chapas de aluminio, como se está haciendo tableros parecidos pero de material diferentes se probó con este metal. La razón de porque se usó molde de hierro está, en que al molde de aluminio al aplicarle una presión más de 2000lb/pulg² se pandeó la tapa debido a que se la construyó muy

delgada (8mm) de espesor, entonces por esto se buscó el material de hierro haciendo una tapa más gruesa.

Para que no se quede pegada la mezcla en el momento en se prensa al molde de hierro se lo protege al molde con papel de aluminio, además para facilitar la sacada del tablero ya prensado se pone una base de malla metálica con los bordes salidos.

En la fabricación de los tableros se usaron dos tipos de resinas, las mismas que se las usa para los tableros de madera, la composición de los tableros es la siguiente:

PRIMER TIPO.- El tablero está compuesto de: cascarilla de arroz, urea formaldehído y sulfato de amonio donde este compuesto es usado como catalizador.

SEGUNDO TIPO.- La composición del tablero es de: cascarilla de arroz y fenol formaldehído.

Ambos tipos de tableros tienen la misma proporción de materia prima tanto líquida como sólida y son: **158,2 gr** de cascarilla de arroz, **30 gr.** de resina, **0,85 gr.** del catalizador. Hay que indicar que los tableros de madera se utiliza a más de las resinas nombradas arriba otros compuestos químicos tales como:

endurecedor en polvo, emulsión de parafina, penta clorofenol y sustancia antipolilla.

El proceso de la mezcla para ambos tableros es de siete minutos, debido a que se la hace manualmente, después se le dá unos golpes para eliminar el aire que en su interior. Para los tableros con el primer tipo de resina, la temperatura del molde se la mantiene entre **120 a 125°C**, y al compactar el tablero a una presión de **338 kg/cm²** la temperatura se eleva a **160°C**. En cambio para los tableros con el segundo tipo de resina, la temperatura del molde también se la mantiene entre **140 a 145°C** al mismo valor de presión que el anterior proceso y la temperatura sube a **180°C**. El tiempo en que se realiza el prensado para ambos tipos de tablero es de **8 min.**

PROPIEDADES MECANICAS

El estudio de las propiedades mecánicas de los tableros aglomerados en general se los hace en base a las NORMAS DE LA ASTM para realizar los diferentes ensayos, (4).

DENSIDAD

Se calcula la por intermedio de la fórmula :

$$\text{Densidad} = m/v$$

m = masa (gr)

v = volumen (cm^3)

Tablero aglomerado de madera.

$$\text{Densidad} = 58,3/15 \times 4,3 \times 1$$

$$\text{Densidad} = 0,90 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad} = 58,3/15 \times 4,3 \times 1$$

$$\text{Densidad} = 0,72 \text{ gr/cm}^3$$

Tableros aglomerados de cascarilla de arroz

$$\text{Densidad} = 55,5/15 \times 4,3 \times 1$$

$$\text{Densidad} = 0,86 \text{ gr/cm}^3$$

CALCULOS DE ESFUERZOS DE FLEXION

El *Esfuerzo de flexión* mediante el análisis de los siguientes módulos:

- a. Módulo de rotura
- b. Límite del esfuerzo proporcional
- c. Módulo aparente de elasticidad (rigidez)

d. Máxima carga de trabajo

a. MODULO DE ROTURA

Está por la siguiente fórmula:

$$R = 3FL/2wt^2$$

R = Módulo de rotura ó de flexión (Kg/mm²)

F = Carga máxima (Kg)

L = Longitud del tramo (mm)

w = Ancho de muestra (mm)

t = Espesor (mm)

Tablero aglomerado de madera

$$R = 3 \times 325 \times 150 / 2 \times 43 \times 10^2$$

$$R = 17 \text{ Kg/mm}^2$$

Tablero aglomerado de cascarilla de arroz.

$$R = 3 \times 250 \times 150 / 2 \times 43 \times 10^2$$

$$R = 14 \text{ kg/mm}^2$$

b. LIMITE DEL ESFUERZO PROPORCIONAL

Se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$SPL = 3P_1L/2wt^2$$

SPL = Esfuerzo límite proporcional (Kg/mm²)

P₁ = Límite de carga proporcional (Kg)

Tablero aglomerado de madera

$$SPL = 3 \times 106 \times 150 / 2 \times 43 \times 10^2$$

$$SPL = 5,6 \text{ Kg/mm}^2$$

Tablero aglomerado de cascarilla de arroz.

$$SPL = 3 \times 100 \times 150 / 2 \times 43 \times 10^2$$

$$SPL = 5,23 \text{ Kg/mm}^2$$

c. MODULO APARENTE DE ELASTICIDAD (RIGIDEZ)

Está dado por la siguiente ecuación:

$$E = P_1L^3/4wt^3y_1$$

E = Modulo de elasticidad aparente (Kg/mm²)

y_1 = Deflexión límite proporcional de la carga (mm)

Tablero aglomerado de madera.

$$E = 106 \times 150^3 / 4 \times 43 \times 10^3 \times 0,006$$

$$E = 346.657 \text{ Kg/mm}^2$$

Tablero aglomerado de cascarilla de arroz.

$$E = 100 \times 150^3 / 4 \times 43 \times 10^3 \times 0,007$$

$$E = 280.315,6 \text{ Kg/mm}^2$$

d. MAXIMA CARGA DE TRABAJO

Se la analiza mediante la siguiente ecuación.

$$w_{ml} = A/wt_l$$

w_{ml} = Carga de trabajo máxima (Kg/mm³)

A = Area bajo la curva carga deflexión
para carga máxima (mm-Kg)

Tablero aglomerado de madera

$$w_{ml} = 22.943745 : 100 : 150$$

$$WmI = 0,36 \text{ mm-Kg/mm}^3$$

Tablero aglomerado de cascarilla de arroz.

$$WmI = 20.947/43 \times 10 \times 150$$

$$WmI = 0,33 \text{ mm-Kg/mm}^3$$

CALCULO DEL ESFUERZO DE COMPRESION

El *Esfuerzo de compresión* paralelo a la superficie indica que la carga se la tiene que aplicar en el extremo de una probeta que esté paralelo a ella. Para hallar este valor se aplica las ecuaciones que se usaron para el calculo del *Esfuerzo de flexión*.

a. MODULO DE ROTURA

Tablero aglomerado de madera.

$$R = 3 \times 180 \times 150 / 2 \times 37 \times 10^2$$

$$R = 10,94 \text{ Kg/mm}^2$$

Tablero aglomerado de cascarilla de arroz

$$R = 3 \times 130 \times 150 / 2 \times 37 \times 10^2$$

b. LIMITE DEL ESFUERZO PROPORCIONAL

Tablero aglomerado de madera.

$$SPL = 3 \times 104 \times 150/2 \times 37 \times 10^2$$

$$SPL = 6,32 \text{ Kg/mm}^2$$

Tablero aglomerado de cascarilla de arroz

$$SPL = 3 \times 100 \times 150/2 \times 37 \times 10^2$$

$$SPL = 6,08 \text{ Kg/mm}^2$$

c. MODULO APARENTE DE ELASTICIDAD

Tablero aglomerado de madera

$$E = 104 \times 150^3/4 \times 37 \times 10^3 \times 0,004$$

$$E = 592.905,4 \text{ Kg/mm}^2$$

Tablero aglomerado de cascarilla de arroz

$$E = 100 \times 150^3/4 \times 37 \times 10^3 \times 0,004$$

$$E = 570.101,35 \text{ Kg/mm}^2$$

d. MAXIMA CARGA DE TRABAJO

Tablero aglomerado de madera

$$W_{ml} = 23100/37 \times 10 \times 150$$

$$W_{ml} = 0,42 \text{ mm-Kg/mm}^3$$

Tablero aglomerado de cascarilla de arroz

$$W_{ml} = 22627 / 37 \times 10 \times 150$$

$$W_{ml} = 0,41 \text{ mm-Kg/mm}^3$$

CALCULO DEL ESFUERZO DE TENSION

El *Esfuerzo de tensión* también se lo conoce como *Esfuerzo de tracción* o *Esfuerzo axial*, se lo determina mediante el uso de carga paralela a la superficie por medio de la ecuación siguiente:

$$St = F/A$$

St = esfuerzo de tensión (Kg/mm²)

F = Carga aplicada (Kg)

A = Área considerada en la parte delgada de una probeta trabajada (ancho y espesor) (mm²)

Tablero aglomerado de madera

$$St = 185/37 \times 10$$

$$St = 0,5 \text{ Kg/mm}^2$$

Tablero aglomerado de cascarilla de arroz

$$St = 110 / 37 \times 10$$

$$St = 0,30 \text{ Kg/mm}^2$$

Hay que indicar que los esfuerzos de tensión y de compresión, también se los realiza analizando las cargas perpendiculares a la superficie, y se aplica las mismas fórmulas que se utilizaron para hallar las cargas paralelas a la superficie.

DETERMINACION DE: ABSORCION DE AGUA Y ESPESOR DE HINCHAMIENTO

Se realiza la comparación con el fin de encontrar la cantidad de agua que absorbe el material que se está investigando con otro que existe en el mercado.

El proceso consiste en pesar y medir las probeta que se encuentran secas, luego se las sumerge en agua a condiciones

normales por un espacio de **2 horas**, después se sacan las probetas, se las deja escurrir durante **10 minutos**, se limpia la superficie del agua que queda todavía y se las pesa una por una, medimos en ese momento el espesor para ver cuanto se ha hinchado. Tanto la cantidad de agua absorbida como el espesor los obtiene haciendo una diferencia de valores y sus resultados son los siguientes, ver Tabla X.

CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad de la cascarilla de arroz como de los tableros en general, se lo hace aplicando la siguiente ecuación:

$$M = 100\{(W-F)/F\}$$

M = Contenido de humedad de la muestra %

W = Peso inicial (gr)

F = Peso final (gr)

Aquí también se pesa la muestra, y se la pone en el horno a secar durante **3 horas** a una temperatura entre **120 a 130⁰C**, una vez terminado el tiempo se la saca y se la pesa, el resultado se anota a continuación:

Cascarilla de arroz

$$M = 100\{(6,25-5,50)/5,50\}$$

$$M = 13,6 \%$$

Tablero aglomerado de madera

$$M = 100\{(49,2-46,3)/46,3\}$$

$$M = 6,3 \%$$

Tablero de cascarilla de arroz con úrea formaldehído

$$M = 100\{(49-46,3)/46,3\}$$

$$M = 7,12 \%$$

Tablero de cascarilla de arroz con fenol formaldehído

$$M = 100\{(49-44,3)/44,3\}$$

$$M = 10,6 \%$$

PRUEBA DE INFLAMACION

Para esta prueba se pone en el horno, la misma cantidad de muestra con se hizo la prueba anterior, se controla la temperatura hasta cuando ésta se comience a quemarse. La cascarilla de arroz se comenzó a quemar a 275⁰C, y los

tableros de este material también se comenzaron a inflamarse a esta temperatura. El tableros aglomerados de madera se comenzó a inflamar a los **214⁰C**.

RESISTENCIA AL CLAVO

En cada una de las probetas se incrustó en un extremo un clavo de 1 1/2 de pulgada, la que es sujeta en un gancho del extremo de las mordazas de la prensa en que se realiza el ensayo. Este tipo de prueba se llama *ENSAYO DE RESISTENCIA LATERAL AL CLAVO*, y consiste en determinar la máxima carga que sea capaz de mover al clavo que está sujeta en la probeta, de su posición.

El máximo valor de la carga aplicada es de **24 Kg**, que es considerada para ambos tableros aglomerados (madera i cascarilla de arroz).

Las pruebas de este estudio para determinar la bondad del producto han sido realizadas en **INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA, DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**. Allí se fabricó el tablero aglomerado, el molde se construyó en el **TALLER MECANICO**, las pruebas de Resistencia se las hizo en el **LABORATORIO DE MECANICA DE SOLIDOS**, la de inflamación en el **LABORATORIO DE CONVERSION DE**

ENERGIA, de la FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA .
ESPOL.

ANEXO II

INFORMACION TECNICA DE LA RESINA

CASCORESIN - WW-17

RESINA UREA-FORMOL

DESCRIPCION

La *Cascoresin WW-17* es una resina de Urea-Formol, al 65+-1% de sólidos formulada especialmente para aglomerados de madera. Se caracteriza por su contenido de formol libre, que da poco olor residual en la elaboración del tablero y al almacenar. Puede usarse con o sin catalizador externo, dependiendo del tipo de madera empleada.

ESPECIFICACIONES

En el momento de manufacturar las propiedades de de la *Cascoresin WW-17* son:

Viscosidad	250-500 (25°C RVF, 1/20 RPII)
Sólidos	65 +- 1%
Peso específico	1.280 - 1.300

pH	7.8 -8.0
BWT	70 - 90 "

ESTABILIDAD

Temperatura	15 ^o C.	20 ^o C.	30 ^o C.
Vida/mes	4	3	1

Nota: No se recomienda almacenar la resina a temperaturas superiores a 25^oC.

RECOMENDACIONES PARA EL USO

La selección de la fórmula usada depende de factores como: especie de madera usada, geometría de las partículas, contenido de humedad, equipo de proceso, ciclo de curado, densidad y tipo de tablero deseado.

Para aplicación de tableros para interiores donde el aglomerado está protegido de la humedad por lámina de madera, plástico u otro recubrimiento, las resinas urea-formaldehído se aplican sin extensores directamente sobre el material.

El pH de la madera y el ciclo de prensado deseado determina si se usa o no catalizador. Las especies más ácidas de madera no

requieren catalizador por regla general. Como el pH de la madera afecta la reactividad de la resina, es muy importante mantener una mezcla de maderas constante. Como una ilustración la Resina *WW-17* se puede usar con las siguientes formulaciones:

WW-17	100
Sulfato de amonio	0,5 - 1,0
Amoniaco	0,5 - 1,0
Agua	3,5 - 5,0

La *Disacoresin WW-17* puede usarse así con los siguientes sistemas de producción:

- Sistema de tablero aglomerado.
- Sistemas de tableros de tres capas.
- Sistemas con distribución graduada (bison).
- Prensas simples.
- Prensas calefaccionadas con R. F.
- Sistemas sin plantillas (Flakes).

ANEXO III

INFORMACION TECNICA DE LA RESINA

CASCOPHEN H-66-PL

RESINA FENOL-FORMAL

DESCRIPCION

Cascophen H-66-FL, es una resina líquida a base de Fenol-Formol destinada a la fabricación de tableros a prueba de agua.

Cascophen H-66-FL, es una resina Fenol-Formol de naturaleza alcalina y completamente soluble en agua. Los tableros fabricados con esta resina resisten al agua por lo que se los utiliza para exteriores y encofrados.

ESPECIFICACIONES

Contenidos de sólidos	47+- 1%
Viscosidad a 25 ⁰ C	100 - 25 cps
pH a 25 ⁰ C	10,8 - 11,8
Peso específico	1.180 - 1.200

ESTABILIDAD

Temperatura	21 ⁰ C
Vida/semanas	3

RECOMENDACIONES PARA EL USO

Las condiciones de trabajo recomendadas para su uso son las siguientes:

- Humedad de la madera: menos al 12% (8-9% es aconsejable)
- % resina: 7-12% con respecto a la viruta
- Temperatura 182⁰C o más
- Tiempo de prensado: tiempos más largos que los utilizados con U/F pudiendo llegar al doble.
- Cantidad de parafina: 1-2% de parafina (sólidos) con respecto a la viruta seca.

ANEXO IV**DE LOS INCENTIVOS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL REGIONAL.****REFORMA D 989 Ro. 244 Diciembre 30 de 1976.**

ARTICULO No. 1.- Las empresas industriales que se localicen en cualquier Provincia del País, con excepción de las Provincias de Pichincha, Guayas y Galápagos, gozarán de los beneficios correspondientes a la zona de Promoción Regional

ARTICULO No. 2.- Las empresas localizadas en la zona de promoción industrial regional, gozarán de los siguientes beneficios especiales:

1) Exoneración de todos los impuestos y derechos fiscales, provinciales, municipales, adicionales y de timbres; con excepción del impuesto a las rentas y a las transacciones mercantiles, durante los 5 primeros años.

2) Exoneración de los impuestos arancelarios a las importaciones de materias primas que no se produzcan en el País. Aumentada en un 20% sobre los porcentajes que para cada categoría, contempla la siguiente ley

3.) Exoneración para importación de maquinaria nueva, equipos auxiliares y repuestos nuevos, a que alude *el numeral 7o. de artículo No. 20 de la ley*, aumentada en un 40%.

ARTICULO No. 3.- Las personas naturales o jurídicas de cualquier País, podrán deducir para la determinación del ingreso gravable con el impuesto sobre la renta, la inversión inicial en nuevas empresas industriales y/o las nuevas inversiones de las empresas existentes destinadas a la ampliación o mejoramiento de la planta industrial, siempre que se efectúe en las zonas de promoción industrial regional.

CONSTITUCION DE ELEMENTOS DEDUCIBLES

a) La formación del capital fijo, entendiéndose por tal la adquisición del terreno y edificios, así como la construcción de edificios e instalaciones especiales para el mismo fin, y la adquisición de maquinarias y equipos nuevos. Las personas naturales o jurídicas domiciliadas en la zona de Promoción Regional podrán deducir hasta el 100% de la inversión inicial o nueva inversión.

b.) El aporte de capital, ya sea en numerario o en especies, para la constitución o en aumento del capital social de empresas

industriales o nuevas existentes. La deducción será hasta 100% del aporte tratándose de empresas localizadas en la zona.

ANEXO V

DESARROLLO DEL ANALISIS DE LAS INVERSIONES

A continuación se hace un desarrollo del sistema económico analizando cada una de las etapas que se requiere conocer en el proyecto.

TERRENO Y CONSTRUCCIONES

CONCEPTO	CANTIDAD (m2)	VALOR UNITARIO (SUCRES/m2)	VALOR TOTAL (SUCRES/m2)
TERRENO	6.000,00	3000 *	18.000.000,00
CONSTRUCCIONES		980,00	
FABRICA Y BODEGA	2.250,00	30.000,00	67.500.000,00
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	300,00	30.000,00	9.000.000,00
SEDE SOCIAL			
CERRAMIENTO	6.000,00	570,00	3.420.000,00
		SUMAN	97.720.000,00

* Terreno relleno y compactado

MAQUINARIA Y EQUIPOS

DENOMINACION	COSTOS EX ADUANA
EQUIPO DE PRODUCCION (S/.140 M. A. Dic. 87)	274.563.000,00
EQUIPO AUXILIAR	10.000.000,00
EQUIPO SEG. INDUSTRIAL	1.000.000,00
TASAS PORTUARIAS	
IMP. TRANSC. MERCANTILES	28.556.300,00
TRANSPORTE A PLANTA	350.000,00
GASTOS DE INSTALACION Y MONTAJE (6%)	18.868.158,00
	SUMAN 333.337.000,00

OTROS ACTIVOS

DENOMINACION	SUCRES
EQUIPOS Y MUEBLES DE OFICINA	500.000,00
TALLERES	300.000,00
CONSTITUCION DE LA SOCIEDAD	1.000.000,00
LABORATORIOS	400.000,00
INTERES DURANTE LA CONSTRUCCION	105.000.000,00
GASTOS DE PUESTA EN MARCHA (3% DE MAQ. Y EQUIPOS)	10.000.124,00
CAMIONES (2)	20.000.000,00
	SUMAN 137.200.000,00

ANEXO No. 5 B

CAPITAL DE OPERACIONES

DENOMINACIONES	TIEMPO	OPERACION 1er. año.	OPERACION 2do año	OPERACION 3er. año
MATERIALES DIRECTOS				
RESINA	1 MES	3.526.875,00	3.997.125,00	4.702.500,00
CASCARILLA DE ARROZ	15 DIAS	35.000,00	39.667,00	46.667,00
MANO DE OBRA DIRECTA	1 MES	513.750,00	582.250,00	685.000,00
CARGA FABRIL *	1 MES	3.600.518,00	4.050.583,00	4.500.648,00
GASTOS ADMINISTRATIVOS	1 MES	437.916,00	496.305,00	583.888,00
GASTOS DE VENTA	1 MES	251.279,00	284.783,00	335.038,00
RESERVA DE PROD. TERMINADOS	60 DIAS	21.302.533,00	23.965.350,00	26.628.167,00
	SUMAN S/.	29.667.871,00	33.416.063,00	37.481.908,00

*Sin depreciación y amortización

ANEXO No. 5 C

VENTAS NETAS

MEDIDAS (mm)	AÑOS	CANTIDAD TABLEROS	VALOR UNITARIO SUCRES	VALOR TOTAL SUCRES
1220 x2440	1	215600	1.334,00	287.610.000,00
	2	242500	1.734,00	420.581.000,00
	3	269500	2.250,00	606.375.000,00

ANEXO No. 5 D

COSTOS DE PRODUCCION

MATERIALES DIRECTOS (ANEXO No. 5 D - 1)	58.125.500,00
MANO DE OBRA DIRECTA (ANEXO No. 5 D - 2)	8.220.000,00
CARGA FABRIL (ANEXO No. 5 D - 3)	
a. MANO DE OBRA INDIRECTA	4.809.600,00
b. DEPRECIACION	45.865.785,00
c. SUMINISTROS	32.779.642,00
d. REPARACION Y MANTENIMIENTO	11.925.290,00
e. SEGUROS	4.975.560,00
f. IMPREVISTOS	4.993.678,00
SUMAN S/	159.769.000,00

UNIDADES PRODUCIDAS

COSTO PRODUCTO POR PLANCHA S/ 593

MATERIALES DIRECTOS

DENOMINACION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO SUCRES	VALOR TOTAL SUCRES
CASCARA DE ARROZ	5600 Tm	200*	1.120.000,00
RESINA	450 Tm		
UREA FORMALDEHIDO	450.000 Kg	125,40 c/Kg**	56.430.000,00
FENOL FORMALDEHIDO		195,60 c/Kg	
TRANSPORTE 1%		SUMAN	57.550.000,00
		TOTAL	575.500,00
		TOTAL	58.125.000,00

*Este valor se pagará en las piladoras

** Los precios son válidos hasta el 31 de Enero del presente año .

MANO DE OBRA DIRECTA

DENOMINACION	NUMERO DE OBREROS	SUELDO MENSUAL SUCRES	TOTAL ANUAL SUCRES
OBREROS CALIFICADOS	3	17.500,00	630.000,00
OBREROS NO CALIFICADOS	20	14.500,00	3.480.000,00
PRIMER TURNO			4.110.000,00
SEGUNDO TERCER TURNO*			1.027.500,00
CARGAS SOCIALES			5.137.500,00
(APROXIMADAMENTE 60%)			3.082.500,00
		SUMAN	8.220.000,00

*Recargo del 25% a partir de las 19 horas
hasta la entrada del primer turno

CARGA FABRIL

a. MANO DE OBRA INDIRECTA

DENOMINACION	NUMERO DE PERSONAS	SUELDO MENSUAL SUCRES	TOTAL ANUAL SUCRES
JEFE DE PLANTA	1	70,000.00	840,000.00
SUPERVISORES	3	35,000.00	1,260,000.00
CHOFERES	2	21,000.00	506,400.00
MECANICO	1	20,000.00	240,000.00
LABORATORISTA	1	30,000.00	360,000.00
CARGAS SOCIALES			3,206,400.00
APROXIMADAMENTE 50%			1,603,200.00
		SUMAN	4,809,600.00

b. DEPRECIACION

CONCEPTO	COSTOS SUCRES	VIDA UTIL AÑOS	VALOR ANUAL SUCRES
CONSTRUCCIONES	7,992,000.00	20	3,996,000.00
MAQ. Y EQUIPOS	333,337,000.00	10	33,333,700.00
LABORATORIO	400,000.00	10	40,000.00
TALLER	300,000.00	10	30,000.00
CAMIONES (2)	20,000,000.00	5	4,000,000.00
IMPREV. INVERS. FIJA	28,412,856.00	10	2,841,285.00
GASTOS DE PUESTA EN MARCHA	9,948,092.00	10	994,800.00
		SUMAN	45.865,785.00

c. SUMINISTROS

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO SUCRES	TOTAL ANUAL SUCRES
ENERGIA ELECTRICA	270Kw 2138400 Kwh/año	2.231,28 S//Kw 7,14 S//Kwh	15.268.176,00
AGUA POTABLE	3000 m3	88,43 S//m3	265.290,00
COMBUSTIBLE	80735 gl/año	60,00 S//gl	4844.100,00
COMBUSTIBLE	4000 gl	90,00 S//gl	360.000,00
LUBRICANTES			15.000,00
IMPUESTO 5% mensual *		SUMAR	20.487.276,00
		TOTAL	12.292.366,00
		TOTAL	32.779.642,00

* Incremento mensual al consumo de luz y agua.
 Empresa electrica cobra el 3% mensual
 Empresa de agua potable cobra el 2% mensual

d. REPARACIONES Y MANTENIMIENTO

CONCEPTO	VALOR TOTAL SUCRES
MAQ.I EQUIPOS (3%)	9.948.093,00
VEHICULOS (5%)	1.000.000,00
EDIFICIOS Y CONSTR.	977.200,00
SUMAN	11.925.290,00

e. SEGUROS

CONCEPTO	VALOR TOTAL SUCRES
MAQ. Y EQUIPOS (1%)	3.316.038,00
VEHICULOS (1%)	200.000,00
EDIFICIOS (1%)	977.200,00
SUMAN	4.493.238,00

f. IMPREVISTOS

IMPR. DE CARGA FABRIL APROX. 5% DE LOS RUBROS ANTERIORES	4.993.678,00
TOTAL GENERAL	104.867.000,00

ANEXO No. 5 E

GASTOS DE VENTA

DENOMINACION	NUMERO DE PERSONAS	SUELDO MENSUAL SUCRES	TOTAL ANUAL SUCRES
JEFE DE VENTAS	1	55.000,00	660.000,00
DESPACHADORES	2	17.900,00	214.800,00
SECRETARIA	1	17.600,00	211.200,00
		SUMAN	1.086.000,00
CARGAS SOCIALES APROX. 50%			543.000,00
		SUMAN	1.629.000,00
GASTOS DE PROMOCION			1.500.000,00
GASTOS DE OFICINA			600.000,00
DEPRECIACION DE MUEBLES ENSERES DE OFICINA			100.000,00
S/. 500000 EN 5 AÑOS			
IMPREVISTOS APROX. 5% DE RUBROS ANTERIORES			191.450,00
		TOTAL GENERAL	4.020.450,00

ANEXO No. 5 F

GASTOS ADMINISTRATIVOS GENERALES

PERSONAL	NUMERO	SUELDO MENSUAL SUCRES	TOTAL ANUAL SUCRES
GERENTE GENERAL	1	180.000,00	2.160.000,00
CONTADOR	1	35.000,00	420.000,00
AYUDANTES DEL CONTADOR	2	18.000,00	432.000,00
SECRETARIA	1	25.000,00	300.000,00
CONSERJE	1	14.500,00	174.000,00
PORTEROS	3	14.500,00	522.000,00
MENSAJERO	1	14.500,00	174.000,00
		SUMAN	4.182.000,00
CARGAS SOCIALES APROX. 50%			2.091.000,00
DEPRECIACION DE MUEBLES ENSERES DE OFICINA			100.000,00
S/. 500000 EN 5 AÑOS			
AMORTATIZACION DE CONSTITUCION DE SOCIEDAD (5 AÑC			200.000,00
GASTOS DE OFICINA			100.000,00
IMPREVISTOS APROX. 5% DE LOS RUBROS ANTERIORES			333.650,00
		TOTAL GENERAL	7.006.650,00

ANEXO NO. 5 G**GASTOS FINANCIEROS**

CONCEPTO	TOTAL SUCRES
AMORTIZACION DE LOS INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION (10 AÑOS)	10.500.000,00
INTERES DEL PRESTAMO	105.000.000,00
	SUMAN 115.500.000,00

ANEXO No. 5 H**COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO**

CONCEPTO	TOTAL SUCRES
COSTO DE PRODUCCION (ANEXO No. 5 D)	159.769.000,00
GASTOS DE VENTA ANEXO No. 5 E)	4.020.450,00
GASTOS ADMINISTRATIVOS GENERALES (ANEXO No. 5 F)	7.006.650,00
GASTOS FINANCIEROS (ANEXO No. 5 G)	115.500.000,00
	SUMAN 286.296.000,00

PRODUCCION 269500 TABLEROS

COSTO UNITARIO DE PRODUCCION S/1062

ANEXO No. 5 I

CALCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

DENOMINACIONES	COSTOS FIJOS SUCRES	COSTOS VARIABLES SUCRES
MATERIALES DIRECTOS	---	58.125.500,00
MANO DE OBRA DIRECTA	6.220.000,00	---
CARGA FABRIL		
- MANO DE OBRA INDIRECTA	4.809.600,00	---
- MATERIALES INDIRECTO	---	---
- DEPRECIACION	4.586.785,00	---
- SUMINISTROS	5.219.100,00	15.533.466,00
- REPARACION Y MANT.	1.977.200,00	9.948.093,00
- SEGUROS	4.493.238,00	---
- IMPREVISTOS	---	3.955.498,00
- GASTOS DE VENTAS	4.020.450,00	---
- GASTOS ADM. GENERALES	7.006.650,00	---
- GASTOS FINANCIEROS	115.500.000,00	---
TOTALES	197.112.023,00	88.600.737,00

PUNTO DE EQUILIBRIO = CTO. FIJO/(CTO. VENTA-CTO.VAR.)

PUNTO DE EQUILIBRIO = 197'112.023/(1334 -328,76)

PUNTO DE EQUILIBRIO = 196085/269.500

PUNTO DE EQUILIBRIO = 72,75%

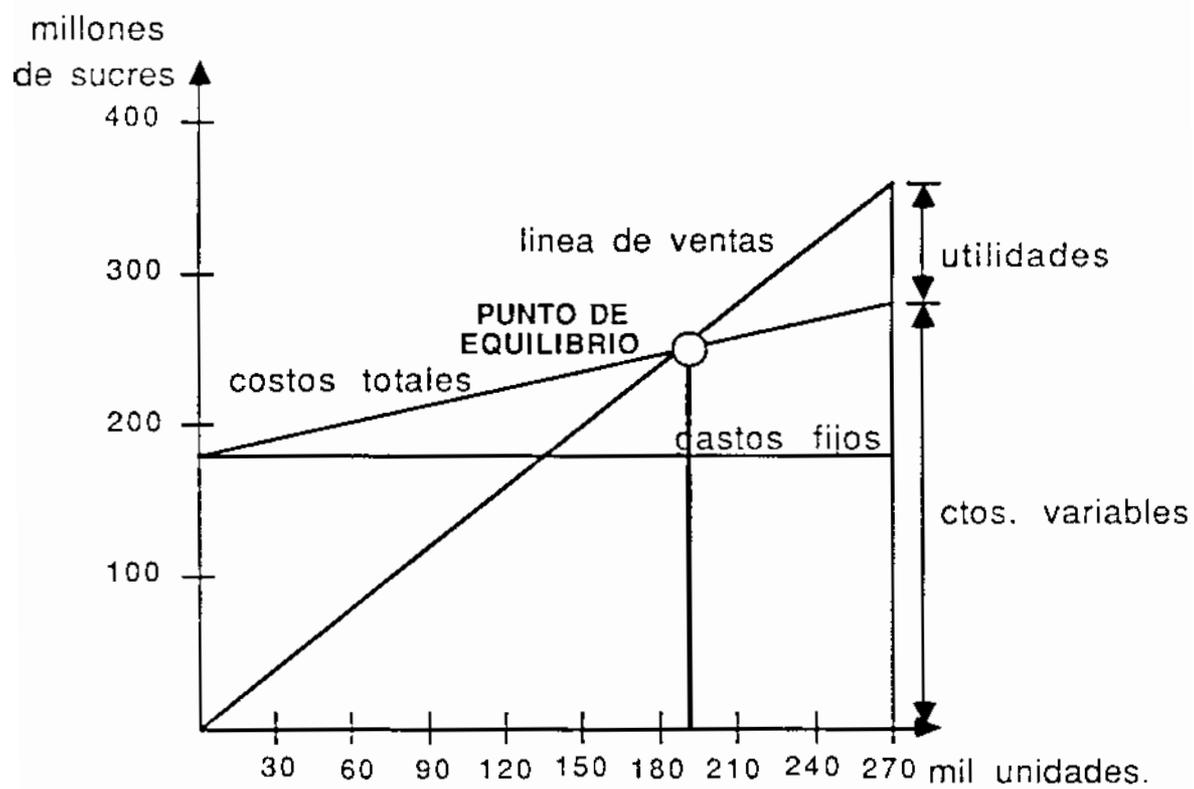


FIG. 5.1-A. PUNTO DE EQUILIBRIO

ANEXO VI

CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS

1. PREPARACION DE PARTICULAS

La capacidad de energía requerida por los equipos y maquinaria para la planta es la siguiente:

1.2 Ventilador neumático es el encargado de llevar la cascarilla de arroz desde el depósito hasta el silo de almacenamiento, y su capacidad es de 21,7 Kw.

1.3 El silo de almacenamiento es de una altura de 10,87 m y su diámetro de 5,44 m, de donde se colocan 9 planchas verticales de 1,22m y 7 planchas horizontales de 2,44m para determinar su alto y ancho respectivamente, las planchas de las dos primeras filas de abajo hacia arriba serán de 3/16 pulg. y el resto de 1/8 pulg. En el interior del silo va a tener un tornillo sin fin (Fig. 4.9 b) y es el encargado de barrer la cascarilla para llevarla al tornillo sin fin **1.4** que es el encargado de llevarla al secador, y la capacidad de ambos tornillos es de 0,50 2,35 Kw para el primero y el segundo.

1.5 Secador va a tener una capacidad de secado asista de 937,5 kg/hr, considerando que en tiempo lluviosos la

cascarilla de arroz viene mojada desde la piladora, el secador va a ser graduable para esto en el silo de almacenamiento se colocara una termocupla que indicara a que temperatura viene el grano, la cantidad de calor requerido para realizar el secado es de 97.523,15 kcal/hr. En la salida del secador va tener un ventilador con el fin extraer un poco de calor del grano para que los discos del molino lijador no se dilaten, y su capacidad es de 2,2 Kw.

1.6 Transporte mecanico con el fin de llevarla la cascarilla al transportador de cangilones **1.7**, la capacidad de ambos equipos es 2,35 Kw.

1.8 Molino-lijador tiene la particularidad de triturar el grano en un corte longitudinal y para ello requiere una potencia de 69 Kw su motor.

1.9 Criba vibrante, es de un solo piso con transportacion horizontal la cual va a tener una malla bien fina donde solo va a pasar el polvo que sale al realizar el molino y su numero esta entre 350 a 420 μm .y su capacidad es 2,65 Kw. El polvo va a ser almacenado en el silo de polvo **1.10**.

1.12 Silo dosificador tiene las mismas condiciones y capacidad del silo de almacenamiento

1.15 Mezcladora, es la que va a realizar el proceso de mezcla a donde llega la resina que viene del tanque de almacenamiento de resina y es empujada por bombas de bajo caudal y capacidad que se requiere para ambos equipos es de 0,25 Kw

2. FORMACION Y PRENSAJE

2.1 Maquina formadora de colchonones, su accion es esparciar las virutas y tiene un dispositivo de nivel del tablero y requiere una fuerza motriz de 6 Kw.

2.4 Sierra limpiadora es un dispositivo que sirve para recortar las alfombras en los extremos y es de accionamiento hidraulico y su capacidad es de 2,2 Kw.

2.2 Ventilador con ciclon, sirve para el transporte neumatico de las virutas encoladas desde la sierra de formato a la formadora y requiere un capacidad de 1 Kw.

2.6 Prensa hidraulica, es la que prensa los tableros, 7 por ciclo y trabaja con una bomba de presion de 2,5 Kw.

2.8 Dispositivo de descarga tiene un brazo de extraccion de la prensa junto con un dispositivo balance oruga que sirve para extraer las chapas y posee una capacidad de 5 Kw.

2.9 Mesa elevadora, es un equipo para el recibimiento de los tableros prensados, allí se depositan para ser luego colocados en **2.10** que es el ventilador donde se enfrían y la capacidad de este es de 28,94 Kw.

3. LINEA DE ACABADO

3.1 Mesa donde se empilan los tableros para pasar a la **3.3** sierra escuadradora, que es una sierra de doble cantean, para recortar los tableros exactamente a sus medidas, y los recortes son llevados por **3.5** transporte neumático al molino lijador para ser triturados y este accionamiento combinado en conjunto es de una fuerza motriz de 22 Kw.

3.6 Lijadora, tiene una capacidad de calibración y lijados de tableros en una sola operación, que lija por arriba y por abajo al mismo tiempo por lo que se realiza un lijado simétrico de las dos caras a la vez y posee una fuerza motriz de 65 Kw.

3.7 Transporte con ciclón es el encargado de llevar el polvo al silo de polvo y para esto requiere una capacidad de 16 Kw.

ANEXO VII

LISTA DE MAQUINAS Y EQUIPOS

1. PREPARACION DE PARTICULAS

- 1.2 Ventilador con ciclon
- 1.4 Descargador de silo de almacenamiento (tornillo sin fin)
- 1.5 Secador de la cascarilla de arroz
- 1.6 Transporte mecanico
- 1.7 Transportador de cangilones
- 1.8 Molino lijador
- 1.9 Transporte de banda vibratorio
- 1.10 Descargador del silo de polvo
- 1.11 Transportador de cangilones
- 1.13 Descargador de silo de almacenamiento (tornillo sin fin)
- 1.15 Mezcladora
- 1.16 Transportador de banda.
- 1.17 Caldero
- 1.18 Control electrico. Un transformador de 100 KVA trifásico y demás accesorios.

2. FORMACION Y PRENSAJE

- 2.1 Maquina de formacion
- 2.2 Ventilador con ciclon

- 2.3 Dispositivo de distribución
- 2.4 Sierra de formato (limpieza de los bordes)
- 2.5 Balanza
- 2.6 Dispositivo de carga
- 2.7 Prensa hidráulica
- 2.8 Dispositivo de descarga
- 2.9 Mesa elevadora
- 2.10 Ventilador para el enfriamiento
- 2.11 Mando y control eléctrico. Un transformador de 100 KVA trifásico con todo el sistema completo.

3. LINEA DE ACABADO

- 3.1 Mesa elevadora
- 3.2 Mesa transportadora
- 3.3 Sierra escuadradora
- 3.5 Ventilador con ciclón
- 3.6 Maquina lijadora
- 3.7 Ventilador con ciclón
- 3.8 Mesa elevadora
- 3.9 Almacenamiento
- 3.10 Distribución eléctrica. Un transformador de 100 KVA y su sistema eléctrico.

Adicionalmente se hace necesario incorporar los siguientes equipos.

- 4.1 Transformador de 50 KVA monofásico
- 4.2 Bombas de bajo caudal
- 4.3 Compresores
- 4.4 Ventiladores con ciclón.

TABLA XXXVII
CONSUMO DE TABLEROS DE MADERA

AÑOS	PRODUCCION NACIONAL	EXPORTACION DE TABLEROS	DIFERENCIA
1974	420.481,00	73,00	420.408,00
1975	429.572,00	62,00	429.510,00
1976	475.532,00	154,00	475.378,00
1977	769.136,00	359,00	708.777,00
1978	897.524,00	428,00	897.096,00
1979	1.142.292,00	677,00	1.141.615,00
1980	1.310.237,00	1.442,00	1.308.795,00
1981	1.455.380,00	1.902,00	1.453.478,00
1982	1.469.322,00	2.061,00	1.467.261,00
1983	1.647.806,00	2.061,00	1.467.261,00
1984	1.661.222,00	2.061,00	1.659.161,00
1985	1.736.870,00	2.061,00	1.734.809,00

BIBLIOGRAFIA

1. MALUK, D. Seminario de Evaluación de Proyectos, ESPOL, 1968.
2. MUNIER, N. Técnicas Modernas Para el Planeamiento y Control de la Producción, 66 p.
3. MURRAY, R. Estadísticas: COLECCION SCHAUM, 1969, 241 p.
4. BY AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS 1973-1973 Annual Book of ASTM Standards. Wood Adhesives, part 16 sección 1037.
5. PERRY, R. Manual de Ingeniería Química: Segunda Edición español, editorial McGraw 5.51p
6. MATAIX, C. Turbomaquinas Hidráulicas, ICAF Madrid, 1975
7. PALOP, F. Transportes Neumático de Materiales Pulverulentos. Primera Edición, Editorial Labor 1974. 55 p
8. WOOD, Guía Práctica de la Ventilación. Editorial Blume.
9. OIL-GAS. Internacional Edición 11 de AGOSTO 1971.
10. SHIGLEY. Diseño en Ingeniería Mecánica, 80 p
11. AVNER. Introducción a la Metalurgia Física. Edición Segunda 491 p
12. VASISHT, R. R. i CHANDRAMOULI, R. New Panel Boards From Rice Husksand Other Agricultural By Products Wood Based Panel. Febrero 1975
13. SOLBERG-CROMER-SPALDING. Thermal Engineering. 373, 366 p
14. KREITH, F. Principio de Transferencia de Calor. 89, 101 p.
15. STOEVEER, H. J. Applied Heat Transmission, 131 p
16. AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENT INDUSTRIAL HYGIENIST. Industrial Ventilación 5.69, 6.26 p.
17. EVERETT, WOODRUFF, B. Steam Plant Operación

18. VARGAS, A. Calderas Industriales y Marinas. Series VZ. 1984 133, 181. 149 p.
19. MARKS. Manual de Ingeniería Mecánica.