

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Diseño de una Planta de Vapor para el uso del Secado de Madera y la Generación de 680 kw. de Energía Eléctrica; Utilizando como Combustible Leña y Residuos Industriales de Madera ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

JOSE HUMBERTO DIAZ NEYRA

PROMOCION: 1989 - 1

LIMA . PERU . 1993

" DISEÑO DE UNA PLANTA DE VAPOR PARA EL USO DEL SECADO DE MADERA Y LA GENERACION DE 680 KW DE ENERGIA ELECTRICA; UTILIZANDO COMO COMBUSTIBLE LEÑA Y RESIDUOS INDUSTRIALES DE MADERA. "

INDICE

CAPITULO I

	PAG
1.- INTRODUCCION	008
1.1 ANTECEDENTES	013
1.2 JUSTIFICACIONES	016
1.3 OBJETIVOS	016

CAPITULO II

2.- DESCRIPCION DE LA PLANTA INDUSTRIAL	018
2.1 ESTUDIO DE NECESIDADES DE ENERGIA ELECTRICA	024
2.2 ESTUDIOS DE LAS NECESIDADES DE VAPOR	035
2.3 CARACTERISTICAS DEL COMBUSTIBLE	038

CAPITULO III

3.- DISEÑO DE LA PLANTA DE SECADO DE MADERA	072
3.1 PROCESO DE SECADO	077
3.2 CAMARAS DE SECADO	089
3.3 SISTEMA DE ALIMENTACION DE MADERA	092
3.4 SISTEMA DE TRANSMISION DE CALOR	094

CAPITULO IV

4.- DISEÑO DE LA PLANTA DE FUERZA	098
4.1 SELECCION DE LAS MAQUINAS A VAPOR	098
4.2 SELECCION DE LOS GENERADORES	099
4.3 SISTEMA ELECTRICO	101

CAPITULO V

5.- DISEÑO DE LA PLANTA DE VAPOR	153
5.1 SELECCION DEL GENERADOR DEL VAPOR	153
5.2 CAMARA DE COMBUSTION	156
5.3 LINEAS DE AGUA DE ALIMENTACION	157
5.4 LINEAS DE VAPOR	159
5.5 ALIMENTACION DEL COMBUSTIBLE	160

CAPITULO VI

6.- ANALISIS DE COSTOS	164
6.1 FINANCIAMIENTO	170
CONCLUSIONES	171
BIBLIOGRAFIA	174
PLANOS	
ANEXOS	

PROLOGO

El presente trabajo surge como iniciativa, debido a las observaciones realizadas por el autor durante varios años de trabajo en empresas dedicadas a la explotación forestal.

Tiene como finalidad principal el mostrar por un lado el gran desperdicio energético que significa la quema de desechos industriales de madera con la única finalidad de deshacerse de estos desperdicios, y por otro lado la gran necesidad de energía que requieren estas industrias;

El objetivo fundamental de este trabajo es el de dar utilidad a estos desperdicios de madera, para lo cual se plantea como solución a los problemas de:

Los altos costos de generación de energía eléctrica.

El eliminar los desperdicios.

La solución que se plantea es la de emplear los desperdicios de madera como combustible, para producir vapor a alta presión y con este, poder mover una turbina y generar energía eléctrica, así también en forma adicional el vapor degradado utilizarlo para secar madera.

En este estudio se trabaja con una determinada empresa, pero puede ser aplicado para cualquier empresa de actividad similar.

En el capítulo I se describe la actividad de la empresa así como los objetivos y antecedentes del proyecto.

En el capítulo II se describe el combustible tanto cuantitativamente como cualitativamente, determinándose sus propiedades físicas, químicas y energéticas, cabe destacar que existe madera con propiedades energéticas muy buenas y desconocidas por gran parte de personas.

En el capítulo III se describe el proceso de secado y se diseña una planta de secado de buena capacidad.

En el capítulo IV se trata sobre la planta de fuerza y se da solución a un problema de distribución eléctrica rediseñando el sistema eléctrico.

En el capítulo V se trata sobre la planta de vapor, y el capítulo VI trata sobre sus costos y su financiamiento llegando a la conclusión de que es factible su financiamiento y ejecución.

CAPITULO I

1.- INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

1.2 JUSTIFICACIONES

1.3 OBJETIVOS

1.- INTRODUCCION

La zona de selva del País se caracteriza por ser altamente forestal, la actividad económica gira alrededor de la explotación e industrialización de la madera.

La gran cantidad de industrias dedicadas a esta actividad tienen como problemas comunes :

- Los altos costos que representan los combustibles (hidrocarburos) en la autogeneración de energía eléctrica mediante grupos electrógenos, debido a que no se cuenta con un servicio público.

- La Eliminación de los desechos y residuos industriales de madera ya que estos ocupan un espacio que es necesario, para el normal funcionamiento de las actividades.

En la actualidad las Plantas Industriales solucionan el problema de eliminación de desechos de madera ya sea arrojándolos al río o quemándolos, (vistas 1,2,3,4,5) generando otros problemas tales como la contaminación de las aguas de los ríos, dificultando la navegación y alterando el ecosistema ya que se forman diques y plataformas flotantes que en determinados momentos causan accidentes, así mismo alejan la pesca del consumo humano. Debido a todo lo mencionado anteriormente es que se plantea el diseñar una planta térmica de vapor con la finalidad de producir energía eléctrica utilizan como combustible justamente los residuos y desechos industriales de madera y de paso aprovechar el vapor residual para el secado de

madera, ya que en algunas plantas industriales utilizan esta operación previa para sus producto, pero lo hacen en hornos de leña logrando una madera seca pero con una pérdida considerable de material puesto que el producto sale tismado y con defectos, en otras lo hacen con deshumidificadores con el consiguiente alto costo que resulta su operación.





1.1 ANTECEDENTES

TITULO : El presente trabajo se ha titulado como:

" DISEÑO DE UNA PLANTA DE VAPOR PARA EL USO DEL SECADO DE MADERA Y LA GENERACION DE 680 KW DE ENERGIA ELECTRICA; UTILIZANDO COMO COMBUSTIBLE LEÑA Y RESIDUOS INDUSTRIALES DE MADERA"

UBICACION GEOGRAFICA

La Planta Industrial está ubicada en el Km 11.200 de la Carretera Federico Basadre, Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, a 200 mts. sobre el nivel del mar.

Presenta un clima tropical y húmedo, con lluvias frecuentes en los meses de Diciembre a Abril, la temperatura promedio es de 28°C.

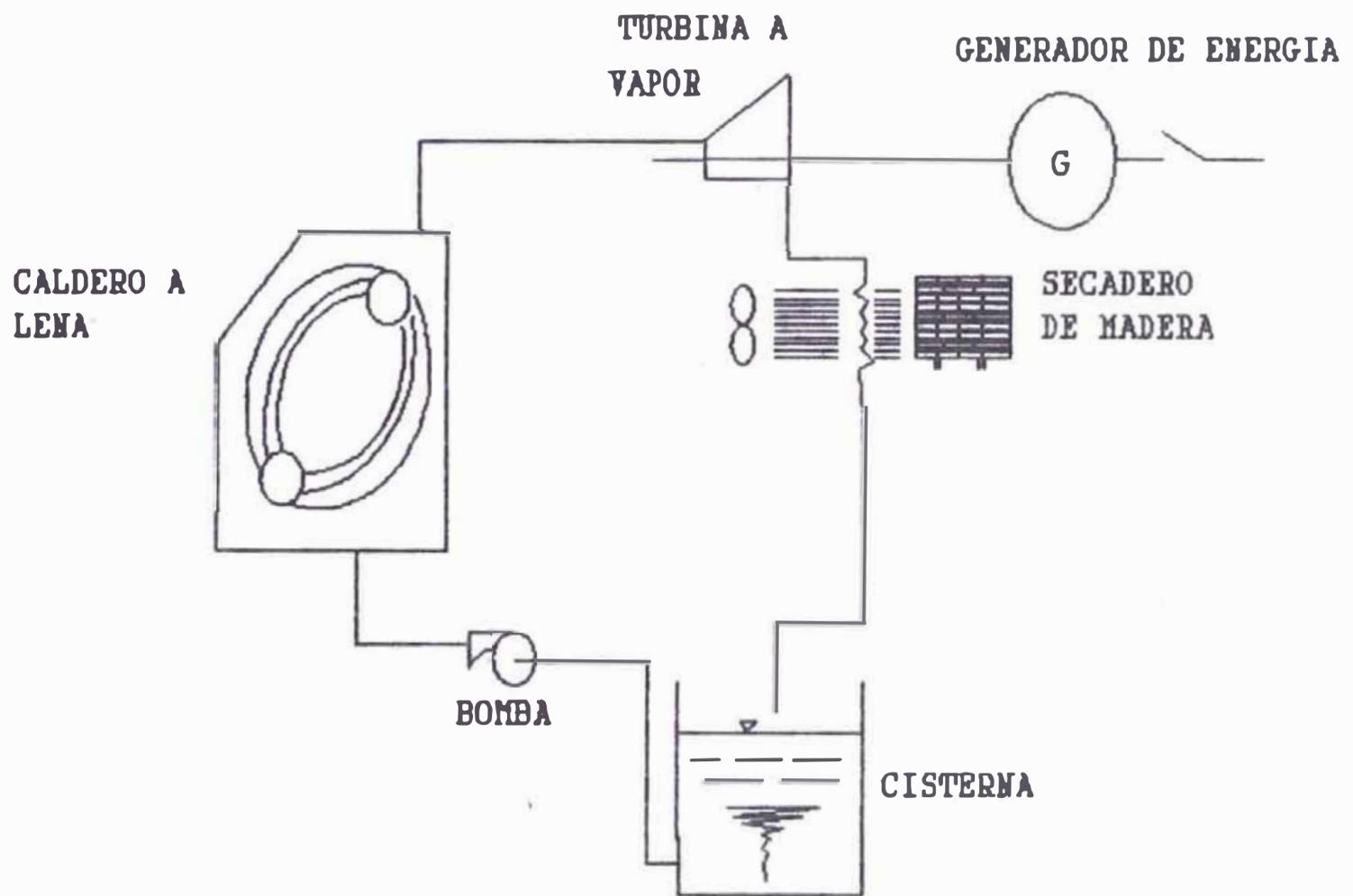
DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto consta del Diseño de una planta térmica a vapor con la finalidad de generar energía eléctrica, usando como combustible desechos industriales de madera y leña, así como el vapor degradado para secado de madera, contribuyendo de esta manera a solucionar el problema de eliminación de desechos, aliviando grandemente el costo que representa el combustible para la generación de energía eléctrica por medio de una central diesel, actualmente en operación.

El proyecto está basado esencialmente en el ciclo ter-

modinámico de Rankine.

Se escoge como la máquina transformadora de energía un turbogenerador.



ESQUEMA DEL PROYECTO

1.2 JUSTIFICACION

- El alto costo de los hidrocarburos que inciden fuertemente en la generación de la energía eléctrica.
- El incremento de la contaminación de las aguas del río trayendo como consecuencia peligros en la navegación.
- El desperdicio energético que significa el eliminar los desechos industriales y residuos de madera mediante la quema de estos.
- El incremento de la rentabilidad puesto que se reduce los costos de operación de la planta, (al utilizar la planta térmica de vapor ya no se utilizaría los grupos electrógenos).
- El incremento de la calidad en el producto por el secado de madera en forma más técnica y menos costosa.

1.3 OBJETIVOS

- Generación de energía eléctrica para satisfacer necesidades de planta a un bajo costo.
- Solucionar el problema de eliminación de los desechos y residuos industriales utilizándolos como combustibles.
- Incrementar la operación de secado al proceso productivo.

CAPITULO II

2.- DESCRIPCION DE LA PLANTA INDUSTRIAL

2.1 ESTUDIO DE NECESIDADES DE ENERGIA ELECTRICA

2.2 ESTUDIOS DE LAS NECESIDADES DE VAPOR

2.3 CARACTERISTICAS DEL COMBUSTIBLE

2.-DESCRIPCION DE LA PLANTA INDUSTRIAL

Esta Empresa tiene como actividad principal la fabricación de parquet y como actividades secundarias : El aserrio de madera, fabricación de durmientes, parihuelas, casas prefabricadas, embalajes para productos de exportacion, etc. Así como el aprovechamiento de la listoneria pequeña en elaboracion de sillas, mesas y otros.

En cuanto a su infraestructura, esta ha crecido sin planeamiento alguno de acuerdo a las necesidades, no se ha proyectado un desarrollo, resultando las instalaciones eléctricas insuficientes y saturadas, es por ese motivo que debe considerarse un rediseño de las instalaciones eléctricas, la infraestructura consta esencialmente de galpones de estructura de madera y techos de calamina, carecen de paredes a excepción de oficinas, talleres y almacenes. La distribución puede observarse en los planos de Arquitectura A1 y A2.

PROCESO PRODUCTIVO

Debido a que la actividad principal de esta empresa es la fabricación de parquet, esta empresa se caracteriza por utilizar maderas duras, siguiendo el siguiente proceso productivo:

Ingreso de trozas al patio de trozas.- Las trozas ingresan a la planta y son recepcionadas por el encargado el cual las cubica, marca o numera, identifica la especie y luego las hace descargar con el cargador frontal el cual las coloca en forma ordenada dependiendo de su especie en el sector correspondiente del patio de trozas.

Aserrio de la troza.- Dependiendo del tipo de trabajo que este programado se selecciona las trozas a aserrar, luego son trasladadas por el cargador frontal hasta el aserradero para proceder a su aserrio mediante una sierra cinta con su respectivo carro. en este momento es cuando se define el espesor que ha de tener la madera.

Canteado.- De la sierra cinta la madera se desplaza mediante mesas de rodillos o tablas engrasadas hacia la canteadora donde se procede a retirar los cantos o costaneras en este proceso se define el ancho del tablón.

Despunte.- De la canteadora se desplaza sobre una mesa de rodillos hasta la despuntadora que es una sierra circular pivotante la cual procede al corte transversal de la madera definiendo la longitud de los tablones.

Dependiendo del producto final sigue o no algún proceso mas.

PARQUET.- Para la fabricación de parquet el proceso que sigue es el siguiente; los tablones previamente recortados son trasladados a la sección de parquet donde se les somete a los siguientes procesos:

Tableado.- ingresa la madera en forma de cuartones a las multiples donde es aserrado por discos circulares paralelos procediendo a tablear dichos cuartones.

Dimencionado. - en este proceso las tablas que salen de la multiple ingresan a las despuntadoras donde se las recorta en cuanto a longitud.

Secado.- las tablillas ya definidas en dimensiones son llevadas a los secaderos las cuales al salir están listas para su armado en paquetes y posterior despacho.

PARQUET EXPORTACION.- Las únicas diferencias existentes con el proceso anterior es que después del secado las tablillas son cepilladas y pulidas , luego son sometidas a un riguroso control de calidad y a un muy buen empaquetado hermético para evitar la humedad, luego son preparadas en parihuelas especiales para su exportación.

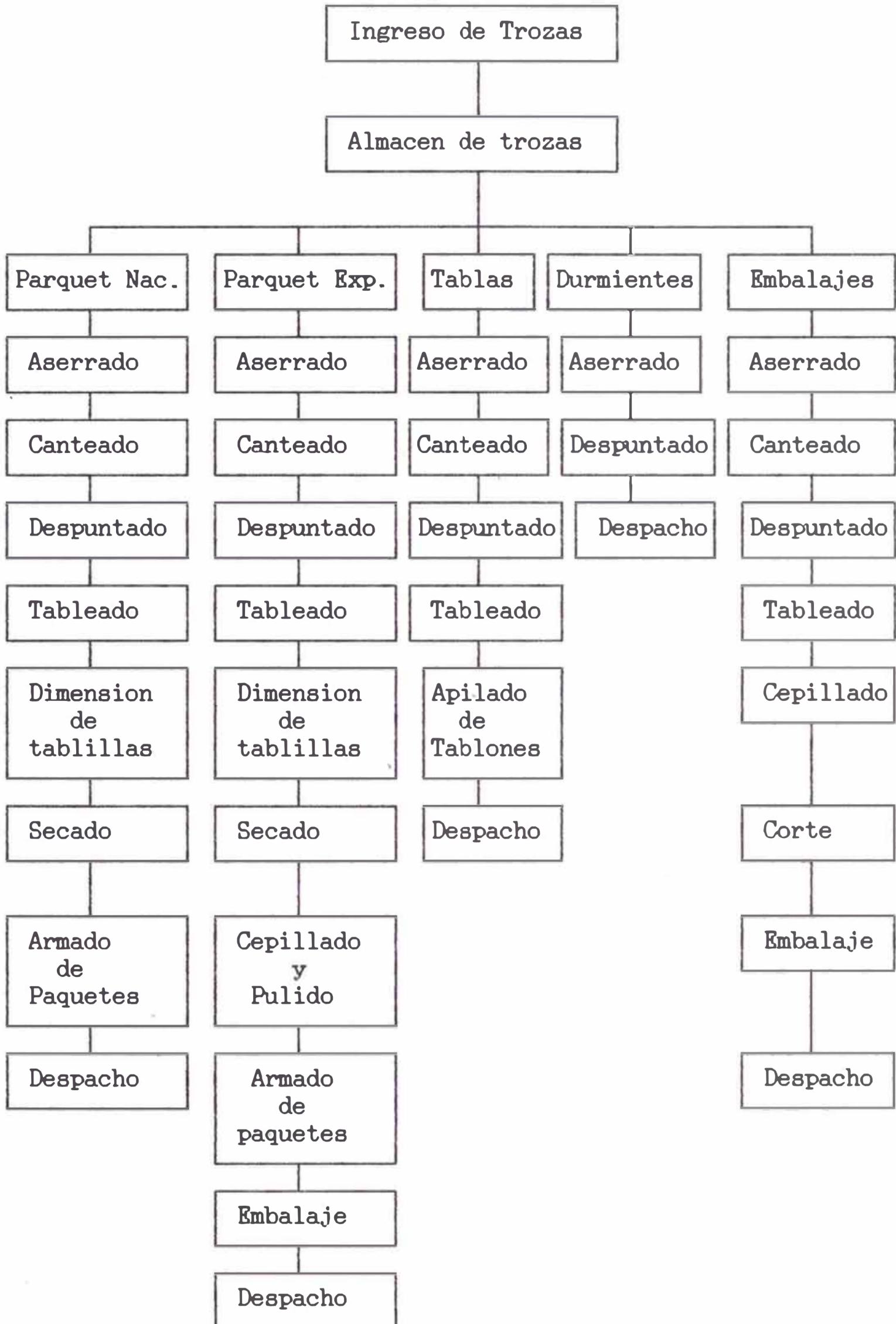
En cuanto a la fabricación de durmientes su proceso termina en la despuntadora.

OTROS PRODUCTOS.- El proceso depende del tipo de producto final siendo generalmente el siguiente:

Reaserrado.- los tablones salientes de la despuntadora son llevados al reaserradero donde se les da las dimensiones necesarias mediante una sierra cinta, un cepillo y una despuntadora.

Recuperación .- los pequeños listones y tablas de madera son enviados a la sección de recuperación donde se aprovecha estos en la fabricación de otros productos tales como: sillas, mesas, parihuelas etc.

PROCESO PRODUCTIVO



2.1.- ESTUDIO DE NECESIDADES DE ENERGIA ELECTRICA INSTALACIONES ELECTRICAS

El suministro de energía eléctrica es en 220 Voltios, Trifásico y 60 Hz, generada por medio de grupos electrógenos desde la casa de fuerza.

CASA DE FUERZA

La casa de fuerza está ubicada en la parte central de la planta industrial, conformada por:

- dos Grupos Electrógenos Cat. 3306
- un Grupo Electrógeno Cat. D334
- Un Grupo Electrógeno Bordaco de 375 KVA
- Un Grupo Electrógeno Cat.3412
- Un tablero de distribución

En cuanto a los grupos se encuentran operativos los Cat. D334 y el 3412 así como el bordaco que no se encuentra preparado para entrar en servicio.

CIRCUITOS

La Planta Industrial cuenta esencialmente con circuitos básicos determinados por la zona de trabajo los cuales son:

- Aserradero
- Parquet
- Secadero (Deshumecedor)
- Socolest
- Wick Azul
- Wick Verde
- Oficinas, Almacenes, Casas y Maestranza
- Divina Montaña
- Recuperación (sillas)
- Reserva
- Reserva

CIRCUITO ASERRADERO

CARGAS EXISTENTES	KILOWATS
Sierra cinta	147.60
Compresora	11.03
Canteadora	22.38
Despuntadora	7.46
Bloqueadora	8.95
Bloqueadora	8.95
Reaserradora	36.77
Despuntadora durmientes	3.76
Cepillo Butron	14.92
Cabezeadora	4.92
Absorvente de sierra	7.46
Absorvente auxiliar	8.95
Absorvente grande	37.3
Afiladuria	3.51
Total Carga Instalada	323.96

CIRCUITO PARQUET

CARGAS EXISTENTES	KILOWATS
Bloqueadora	8.95
Bloqueadora	7.35
Bloqueadora	8.95
Despuntadora	4.92
Tableadora	6.71
Tableadora	6.71
Tableadora	6.71
Despuntadora	4.92
Repasadora	2.35
Tableadora	5.97
Tableadora	5.97
Despuntadora	4.92
Despuntadora	5.52
Despuntadora	5.52
Horno 1-A	5.52
Horno 1-B	5.52
Horno 2-A	5.97
Horno 2-B	5.97
Horno 3-A	5.52
Horno 3-B	5.52
Multiple #1	48.34
Multiple #2	48.34
Afiladuria parquet	2
Avsorvente aserrín	8.95
Total Carga Instalada	227.12

CIRCUITO SOCOLEST

CARGAS EXISTENTES	KILOWATS
Moldurera (Rusa)	29.46
Multiple Bassani	46.55
Despuntadora	4.47
Cepillo Butron	6.79
Despuntadora radial	2.24
Socolest Valdoide	38.48
Despuntadora BD6	14.92
Cabezeadora	4.92
Cepillo S63	6.79
Garlopa	4.92
Absorvente Moldurera	7.46
Absorvente (61)	11.03
Absorvente (62)	4.92
Afiladuria	4.3
Total Carga Instalada	187.25

CIRCUITO RECUPERACION (SILLAS)

CARGAS EXISTENTES	KILOWATS
Radial (49)	2.24
Cabezeadora (71)	4.92
Bloqueadora (67)	8.95
Cepillo (68)	7.72
Garlopa (69)	2.24
Tupy (74)	2.80
Espigadora (70)	2.20
Despuntadora (71)	4.92
Lija (72)	2.61
Escoplo (73)	1.47
Total Carga Instalada	40.07

CIRCUITO SECADERO (DESHUMEDCEDOR)

CARGAS EXISTENTES	KILOWATS
Motor principal	11.00
Bomba de calor	5.5
Motor ventilador interior	4
Motor incorporado compr.	18.5
Motor incorporado compr.	18.5
Compresora aire Quincy	2.24
Total Carga Instalada	71.74

CIRCUITO WICK AZUL

CARGAS EXISTENTES	KILOWATS
Despuntadora	5.52
Bloqueadora	14.92
Total carga Instalada	20.44

CIRCUITO GENERAL

CARGAS PREVISTAS	KILOWATS
Casas de villa	12
Casas residencial	7
Oficinas y almacenes	6.52
Maestranza	13.54
Bombas de agua	3.88
Iluminación exterior	10.5
Total Carga Instalada	53.44

CIRCUITO WICK VERDE 50.73 Kw

CIRCUITO DIVINA MONTAÑA 30 KW

POTENCIA INSTALADA 1404.75 KW

DETERMINACION DE LA MAXIMA DEMANDA.

Máxima Demanda es la mayor carga que se toma en un período de tiempo, para la determinación de la máxima Demanda se obtiene del diagrama de carga diario para las condiciones de máxima sollicitación, por que existirá el momento que ocurra esta demanda y debemos estar en condiciones de poder satisfacerla.

donde :

$$\text{Factor de Demanda} = \frac{\text{M.D}}{\text{Carga Instalada}}$$

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{Energía Consumida en un período}}{\text{M.D. * Período}}$$

$$\text{Factor de Pérdidas} = \frac{\frac{1}{T} \int_0^t i^2 R dt}{I^2 \max * R}$$

- Asumiendo tensión cte. $f_p = 0.17f_c + 0.83 f_c^2$

$$\text{Factor de Simultaneidad} = \frac{\text{Máxima Demanda Simultanea}}{\Sigma \text{ max. Dem. Individuales}}$$

Datos de carga diario para la Máxima solicitud

Hora	Kw	Hora	Kw
0 - 1	399	12 - 13	390
1 - 2	399	13 - 14	681
2 - 3	399	14 - 15	681
3 - 4	399	15 - 16	434
4 - 5	399	16 - 17	650
5 - 6	399	17 - 18	650
6 - 7	375	18 - 19	474
7 - 8	681	19 - 20	680
8 - 9	681	20 - 21	680
10 - 11	681	21 - 22	680
11 - 12	681	22 - 23	399
		23 - 24	399

* Del diagrama de carga diario para la máxima solicitud obtenemos la máxima Demanda de : 680 Kw

* Luego el factor de demanda es: 0.484

* El factor de carga es : 0.794

* El factor de pérdidas es : 0.658

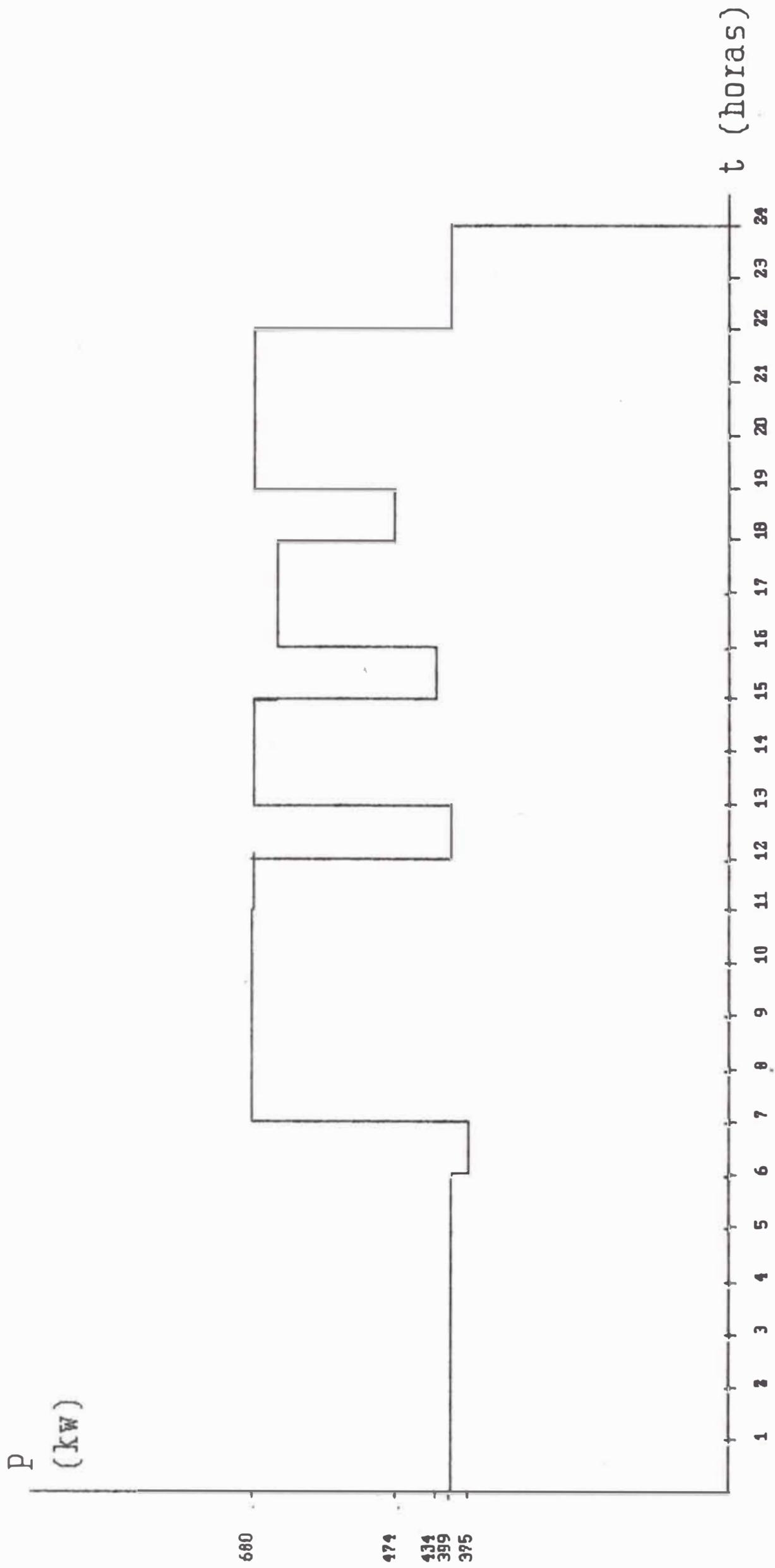


Diagrama de carga diario
 (para la Maxima Sollicitacion)

2.2.- ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE VAPOR

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LA TURBINA

Características de la Turbina:

TIPO	Turbina Laval de una rueda
Número de toberas	12
Eficiencia relativa	0.85
Presión de vapor en la admisión	22 bars
Temperatura de vapor en la admisión	271 °C
Presión del vapor en el escape	2.5 bars
Máxima humedad admisible del vapor en el escape	8.5 %

Se debe considerar que la potencia en los bornes de envío debe ser satisfecha en todo momento para lo cual calcularemos la capacidad de la turbina afectando la potencia de diseño por las siguientes eficiencias:

Eficiencia mecánica promedio (Nm)	0.85
Eficiencia del generador eléctrico (Ng)	0.95
Eficiencia de reducción (Nred)	0.98

$$\text{Capacidad de la turbina} = \frac{\text{Potencia de diseño}}{\text{Nm} * \text{Ng} * \text{Nred}}$$

$$\text{Capacidad de la turbina} = 935.11 \text{ kw}$$

$$\text{Capacidad normalizada de la turbina} = 1000 \text{ kw} = 1 \text{ Mw}$$

La potencia solicitada por la turbina al vapor para producir la máxima potencia al freno, se obtiene afectando dicha potencia por las siguientes eficiencias:

Eficiencia relativa 0.65

Eficiencia mecánica ?

Pérdidas mecánicas en % = $4 / (\sqrt{Mw.Nominales})$

(Fórmula práctica de Brown y Drewry)

Estas pérdidas mecánicas comprenden las siguientes:

- Pérdidas por rozamiento en cojinetes
- Pérdidas en los cierres hidráulicos
- Pérdidas por la bomba de aceite
- Pérdidas por la resistencia ofrecida por el regulador.

Pérdidas mecánicas = 4 %

Eficiencia mecánica = 0.96

LA POTENCIA TEORICA ENTREGADA POR EL VAPOR A LA TURBINA ES:

$$Pet. = \frac{Pot.Nom.}{Nm * Nred}$$

$$Pet = \frac{1000 \text{ kw}}{0.65 * 0.96}$$

$$Pet. = 1602.56 \text{ kw}$$

La cantidad de vapor que nos debe proporcionar esta potencia teórica la calculamos con la relación siguiente:

$$mv = \text{Pet}/H$$

Pet. = Potencia solicitada por la turbina al vapor.

H. = caída adiabática (expansión del vapor dentro de la turbina) en Kj/kg.

mv. = Cantidad de vapor para producción normal en kg/s.

Del Diagrama de Molliere

$$H = h_1 - h_2$$

$$h_1 = 2950$$

$$h_2 = 2520$$

$$H = 430 \text{ kj/kg.}$$

$$mv = 1602.56/430 = 3.7268 \text{ kg/seg.} = 13,417 \text{ kg/h}$$

$$mv = 29,517 \text{ lbs/h}$$

2.3 .- CARACTERISTICAS DEL COMBUSTIBLE

GENERACION DE SOBANTES DE MADERA

Las industrias forestales de transformación mecánica, es decir aquellas que obtienen sus productos de la madera por procedimientos de corte, se caracterizan por generar un importante volumen de sobrantes, con dimensiones y formas inferiores a las toleradas para los productos terminados comerciales y también un importante volumen de sobrantes con características físicas mecánicas diferentes a las correspondientes de la especie.

(corteza, albura, porciones de madera con pudricción, etc.)

En países desarrollados la mayoría de estos sobrantes son empleados comunmente por las industrias de transformación química (pulpa, carbonización, destilación, etc.) y por algunas de transformación mecánica (tableros de partículas) quedando un escaso desperdicio no utilizable .

En cambio en el país y en particular en la CIUDAD DE PUCALLPA, una reducida proporción de los sobrantes son aprovechados por otras industrias, generalmente de transformación mecánica (reaserrio, fabricación de esteras, palos de escobas y otros) una fracción mayor es utilizada como combustible en industrias forestales y otras como ladrilleras, panaderías, y el consumo doméstico y la mayoría queda como desperdicio y es quemado o arrojado al río.

CLASIFICACION DE LOS SOBRANTES AJUSTADA A LOS PROCESOS DE TRANSFORMACION USADOS POR LA INDUSTRIA.

Sobrantes de aserrío:

- Aserrín
- Sobrantes del aserrado
- Sobrantes del canteado
- Sobrantes del despunte
- Otros

Sobrantes de Parquet:

- Aserrín
- Sobrantes del aserrado
- Sobrantes del dimensionado
- Sobrantes del cepillado y pulido

Sobrantes del Aserrío

En la industria del aserrío se producen dos tipos diferentes de sobrantes; el aserrín y porciones de madera de diferentes dimensiones y formas dependiendo su proporción del nivel tecnológico alcanzado por la industria, de las dimensiones y características de las trozas empleadas, y de las dimensiones de los productos comerciales usuales. El aserrín proviene del espacio de madera que es cortado por los dientes de la sierra al pasar por la troza ó porción de madera, siendo proporcional al grosor de las sierras empleadas al número de cortes y al área de corte;

Su volúmen puede ser calculado, el aserrín se genera en las tres principales etapas del proceso de aserrío; aserrado, canteado y despuntado; siendo generalmente mayor en el aserrado en tanto que en esta etapa se emplean sierras de mayor grosor y se eliminan una porción de la troza (corteza). En el segundo término está el aserrín generado en el canteado y finalmente el aserrín del despuntado por su relativa pequeña area de corte.

Las porciones de madera sólida provienen de las secciones de trozas con forma redondeadas (cantoneeras, largueros, costaneras, etc) de las secciones con defectos y deformaciones no toleradas en los productos terminados y de los extremos irregulares de las trozas; su proporción es muy variable y no puede ser calculada por fórmula matemática sino mediante cálculos estadísticos a partir de muestreos. Dependiendo del nivel tecnológico de la Industria, de las dimensiones de los productos comerciales terminados y de sus tolerancias, y de las dimensiones y características de las trozas.

Los sobrantes de madera sólida se generan también en las tres principales etapas de aserrío: aserrado, canteado y despuntado; siendo los principales los sobrantes del aserrado cuando las trozas son sanas y carecen de deformaciones, y los del canteado cuando las trozas presentan defectos (huecos, pudricciones rajaduras, grietas etc.) o deformaciones, los sobrantes del despuntado siempre constituyen una pequeña fracción, debido a la relativamente

pequeña area de corte.

Los sobrantes de madera sólida reciben las siguientes denominaciones en lenguaje común.

- sobrantes del aserrado : cantoneras
- Sobrantes del canteado : largueros o costaneras
- Sobrantes del despuntado : retazos

Además de estos sobrantes en la industria del aserrio se generan otros de menor importancia como; el polvo de madera, astillas de diferentes longitudes, pedasos de corteza desprendida de las trozas o sobrantes, así mismo una fracción de madera en troza que ingresa al aserradero generalmente no es aserrada por diversos motivos (generalmente deformaciones o defectos graves), quedando en el patio de trozas hasta su total deterioro constituyendo también un sobrante, finalmente una pequeña fracción de madera aserrada queda en forma indefinida en el aserradero deformandose con el tiempo (combeado, rajadura, roturas etc.) constituyendose en un sobrante de aserrio.

El aserradero genera tres grandes sobrantes con una sección transversal de media luna ó arco de circunferencia y un lado igual o cercano al largo de la troza, los sobrantes del 1er,y 2do. corte tienen por lo general una forma irregular ya que el ancho y el grosor se van reduciendo progresivamente mientras que el tercer sobrante que corresponde a la sección de la troza sujeta al carro tiene una forma regular, esto se debe a que las trozas no son cilíndricas, sino tienen la forma de un tronco cono.

El canteado de los tablones produce por lo general 2 tipos de sobrantes, uno con sección transversal similar a un cuarto de circunferencia y con un largo igual o cercano al largo de la troza denominado largero y un segundo tipo de forma irregular cuyo largo es generalmente menor al largo de la troza, con dos o tres caras escuadradas y las restantes redondeadas o irregulares, generalmente los sobrantes del escuadrado tienen un grosor de dos a cuatro pulgadas, un ancho variable y pequeño en relación al largo.

Finalmente el despuntado de los tablones producen sobrantes con diversas formas, generalmente con dimensiones menores a las anteriores cuyo largo (dirección longitudinal de las fibras de madera) es pequeño y muchas veces inferior al ancho (dirección transversal de las fibras de madera).

Sobrantes de Parquet

En la fabricación del parquet se generan sobrante similares a los del aserrío; aserrín y porciones de madera sólida, pero además se generan sobrantes en la preparación de trozas (despunte y dimensionamiento) viruta y polvo de madera, dependiendo su volúmen de las características y dimensiones de las trozas y productos terminados.

El Aserrín proviene del espacio de madera que es cortado por los dientes de la sierra al pasar por la troza o tablas, siendo proporcional al grosor de las sierras, al número de cortes y al área de corte, el volúmen de aserrín

puede ser calculado, el aserrín así mismo se genera a lo largo del proceso productivo, siendo mayor durante el dimensionamiento de tablillas, por el mayor número de cortes y mayor área de corte.

Las porciones de madera sólida provienen de las secciones de las trozas con forma redondeada, de las secciones de albura, de las secciones con defectos o deformaciones y de los extremos irregulares de las trozas.

su proporción es variable aún que en proporciones menores a las del aserrío.

Los sobrantes de madera sólida por lo general son pequeños y se generan en la etapa de dimensionamiento de las tablillas ya que todas las secciones aserradas pasan a ser canteadas.

Además de estos sobrantes en la fabricación de parquet se genera viruta y polvo de madera durante el cepillado y pulido de las caras lisas, cuyo volumen es pequeño.

Dimensiones de los sobrantes

Sobre las dimensiones de los sobrantes se han determinado las dimensiones máximas y mínimas de acuerdo al tipo de sobrante;

Sobrantes de aserrrío:

Las cantoneras representan el menor número de unidades un promedio de 2 a 3 por troza aunque son las de mayor dimensión; las cantoneras en su mayoría tienen una forma irregular cuyas dimensiones varían entre:

largo	0.6 mts	6 mts
Ancho	0.2 mts	0.6 mts
Grosor	1 cnt.	20 cnt.

Los largueros representan un mayor volúmen de sobrantes, con un gran número de unidades entre 10 y 20 por troza cuyas dimensiones en largo son similares a las cantoneras, con anchos variables y grosor similar a los despuntes.

Largo	0.6 mts	- 6 mts
Ancho	2 cnt.	- 20 cnt
grosor	4 cnt.	- 14 cnt

Una fracción importante de este volúmen está constituido por albura, madera con características físicas mecánicas menores a la correspondiente a la especie.

Despuntos representan el menor volúmen de sobrantes con un gran número de unidades (15 a 30 por troza) cuyas dimensiones en grosor son similares a los largueros, con largos variables pero pequeños y anchos de las mismas dimensiones de las tablas.

Largo de	4 cnt	-	20 cnt
Ancho	10 cnt	-	60 cnt
grosor	4 cnt	-	14 cnt

Este tipo de sobrante por lo general carece de albura. Sobre los sobrantes de aserrío cabe anotar que la mayoría de los aserraderos en la actualidad recuperan las cantone- ras y largueros de mayores dimensiones y de especies valiosas (cedro, caoba , ishpingo) para producir pequeñas piezas de listonería cuyo volúmen representa aproximadamen- te el 10 % del volúmen de madera en tablas que extraen de las trozas, generando un sobrante de reaserrío con menores dimensiones en ancho y en grosor.

largueros con:

Largo	0.6 mts	-	6 mts
Ancho	1 cnt.	-	6 cnt.
grosor	2 cnt.	-	4 cnt.

Sobrantes de parquet

En las fábricas de parquet se han efectuado mediciones sobre:

- Despunte
- Largueros

en otros sobrantes como corteza, aserrín, polvo de madera y viruta, no se han realizado mediciones dado su tamaño excesivamente pequeño (polvo y aserrín) o su forma irregular (corteza y viruta).

Despunte: representan un gran número de unidades cerca de 200 por tuco todas de forma irregular y pequeño tamaño cuyas dimensiones varían de :

Largo	1 cnt.	- 5 cnt.
Ancho	3 cnt.	- 6 cnt.
grosor	9 mm.	

Este tipo de sobrante por lo general carece de albura

Largueros: presentan un gran número de unidades cerca de 50 por tuco, todas ellas con sección redondeada y largos más o menos uniformes con las siguientes dimensiones.

largo	30 cnt.	- 70 cnt.
ancho	1 cnt.	2 cnt.
grosor	1 cnt.	2 cnt.

este tipo de sobrantes presenta generalmente albura.

E S P E C I E	Peso Específico Peso secado al horno y volúmen verde (gr/cm ³)
Tornillo	0.42
Cedro	0.42
Caoba	0.45
Lupuna blanca	0.25
Copaiba	0.63
Catahua	0.38
Moenas	0.43 - 0.56
Ihspingo	0.43
Cumala	0.49 - 0.59
Lagarto	0.51
Marupa	0.39
Burceraceas	0.53 - 0.61
Almendras	0.68
Huamansanama	0.35
Yacushapana	0.63 - 0.65
Capirona	0.76
Chimicuas	0.63 - 0.70
Mashimango	0.56 - 0.99
Mashonasta	0.59
Azucar huayo	0.62
Estoraque	0.77
Huayruro	0.63
Tahuari	0.91 - 0.92
	0.55 - 0.76

Fuente: Inventario Forestal Bosque Nacional Von Humbold
1975

Clase de densidad	Especies
Menor de 320 Kg/m ³	Lupuna blanca, Topa, Ficus, Lupuna colorada, Maquisapa ñacsha
de 320 - 480 kg/m ³	Catahua, Cetico, Marupa, Huamansanama, Huimba, Ubos, Pangwana, Hualaja
de 480 - 720 kg/m ³	Cedro, Caoba, Tornillo, copai- ba, Cumala, Ishpingo, Lagarto, Copal, Capirona, Shimicua, Shimbillo, Sapote, Huayruro
de 720 - 960 kg/m ³	Azucar huayo, Incira, Yacusha- pana, Manchinga, Mashonasta, Pumaquiro, Quillo bordon, Ma- chimango
más de 960 kg/m ³	Estoraque, Tahuari, Almendro, Shihuahuaco, Anacaspi, Quinilla colorada.

Fuente: Inventario Nacional del Bosque Von Humbold

CARACTERISTICAS QUIMICA DE LOS SOBRANTES DE MADERA

En el uso de la madera como combustible (leña y/o carbón) la composición química es el factor determinante de la capacidad calorífica.

La Madera al igual que la gran mayoría de productos orgánicos de origen vegetal está compuesta de los siguientes elementos principales:

- Celulosa
- Lignina
- Agua
- Otros Elementos

Análisis Químico de algunas especies forestales de la amazonía Peruana (%).

Especie	Cenizas	Celulosa	Lignina	Pentasanos
Cumala	0.44	50.25	24.74	14
Tornillo	0.95	54.07	29.73	11.60
Apacharama	2.75	51.89	29.22	12.14
Azufre caspi	0.61	51.69	24.24	16.96
Bellaco caspi	0.51	50.88	24.85	15.07
Cara huasca	0.78	50.62	28.46	11.34
Caupuri	0.54	49.52	28.44	13.68
Copal	1.04	48.22	24.18	16.68
Chimicua	2.83	48.17	31.19	14.71
Huaman-sanama	0.67	52.98	28.72	11.78
Isma mohena	0.25	51.89	30.37	13.87
Jarabe huayo	0.72	48.24	22.41	15.44
Machimango	1.02	51.05	29.92	12.13
Marupa	0.72	49.9	28.32	12.58
quillosisa	1.52	52.63	26.27	17.13
Requia blanca	0.57	48.29	30.63	9.49
Sacha caob	0.73	52.70	32.74	12.53
Sacha uvilla	0.41	53.89	27.78	12.64
Shiari	0.71	52	24.42	13.14
Shiringa Nasha	0.59	53.97	27.80	14.83

Fuente: M. Uceda 1984

Composición de la madera en elementos Químicos Básicos

Elemento	Siqueira	Kjellstron	Bergan
C	49.0 %	50 - 54 %	48 - 55 %
H2	6 %	5.9 - 6.5 %	6 - 7 %
O2	42.2 - 44.6 %	40.4 - 43.4 %	38 - 43 %
N2	0.1 - 0.3 %	0.0 - 0.3 %	0 - 0.6 %
Azúfre	-	-	0.02 - 0.06 %
Cenizas	0.2 - 1.0 %	0.2 - 2.0 %	0.1 - 2.0 %

Propiedades Caloríficas de los Sobrantes de madera

La Madera como los diferentes materiales orgánicos tienen la propiedad de emitir calor en el proceso de combustión como consecuencia de las reacciones químicas de oxidación y reducción generados por la acción de la temperatura y la presencia de oxígeno.

Dentro de las propiedades caloríficas de la madera interesan en primer término conocer:

- Punto de inflamación
- Poder calorífico
- Temperatura de combustión
- Rendimiento térmico

El punto de inflamación es la temperatura a la cual el calor generado por la combustión es mayor al perdido por radiación en el medio ambiente y al gastado en continuar la combustión. El cuadro siguiente muestra datos sobre el punto de inflamación de diversos materiales, observándose que la madera (Leña) tiene un punto de inflamación relativamente bajo (300°C) frente a otros combustibles sólidos y gaseosos.

Punto de Inflamación De diversos materiales Combustibles

Combustible	Punto de Inflamación (°C)
Turba (seca)	225
Azúfre	243
Lignito (seco)	250 - 450
Querosene	255 - 295
Gasolina	266 - 427
Madera (seca)	300
Carbón (bituminoso)	410
Carbón (semi-bituminoso)	470
Acetileno	485
Antracita	500
Petróleo	530 - 580
Gas de Coque	550 - 650
Hidrógeno	610
Monóxido de carbono	655
Coque	700
Gas de madera	700 - 800
Gas de alto horno	700 - 800

El valor calorífico es la cantidad de calor producido durante el proceso de combustión y se calcula en el sistema métrico en kcal/kg.

Respecto al valor Calórico de la Madera según:

Kollman	:	4500 cal/gr	(latifoliadas)
Brown	:	4700 cal/gr	(latifoliadas)
Doat	:	4770 cal/gr	(tropicales)
Uceda	:	4751 cal/gr	(Peruanas)
Vyncke	:	3600 - 5000 Cal/gr	

Cuyas diferencias provienen principalmente de las diferentes composiciones químicas de las especies forestales empleadas.

Al respecto la presencia de lignina y de extractivos totales, como: Taninos, grasas, y aceites esenciales tienen una fuerte influencia en el valor calorífico, Dost. Determinó que el valor calorífico de la lignina es de 6100 calorías/gramo en cambio otros autores asignan entre 8000 y 10000 cal/gr.

Dost determinó que el valor calorífico de los extractivos en alcohol benceno es de 6250 - 6800 cal/gr. y mientras la celulosa y pentasanos tienen un valor calorífico de 4070 - 4130 cal/gr de donde se desprende que la madera con alto contenido de lignina y extractivos tienen mayor valor calorífico que las especies ricas en celulosa y pentasanos.

Valor calorífico de Algunas Especies de la Amazonía Peruana

Especie	Poder Calorífico Cal/gr
Cumala	4735
Moena	4869
Tornillo	4798
Apacharama	4670
Aceituna caspi	4654
Asúfre capi	4770
Bellaco caspi	4700
Carahuasca	4780
Caupuri	4768
Copal	4721
Chimicua	4810
Estoraque	4409
Huamansanama	4730
Isma moena	4790
Jarabe huayo	4677
Machimango	4745
Marupa	4883
Machonasta	4193
Mojara caspi	4585
Oreja de burro	4533
Palo pusanga	4598
Paujil ruro	4299
Quillo sisa	4690
Requia blanca	4885
Sacha uvilla	4754
Sapote	3860
Sapotillo	4762
Shiari	4719
Shimbillo	4916
Shiringa	4443

Shiringa masha	4621
Tamamuri	4578
Sacha caoba	4763

Valor Calorífico inferior de algunas especie forestales

Especie	PCI (cal/gr)	Humedad (%)
Moena	2324	0.49
Aceituna caspi	2455	0.58
Carahuasca	2226	0.54
Chimicua	3137	0.61
Estoraque	3172	0.77
Mashonasta	2187	0.51
Mojara Caspi	2620	0.64
Oreja de burro	2455	0.64
Palo pusanga	3010	0.76
Paujil ruo	3208	0.55
Sapote	1864	0.46
Sapotillo	2282	0.55
Shimbillo	3127	0.69
Shiringa	2282	0.50
Tamamuri	3114	0.72

Fuente : Uceda , CORDEMAD

Relación entre la densidad y el PCS de algunas especies Forestales de la Amazonía Peruana

Especie	PCS (cal/cm ³)	Densidad (gr/cm. ³)
Cumala	2368	0.50
Tornillo	2395	0.50
Moena	2824	0.58
Aceituna caspi	2979	0.74
Apacharama	3783	0.81
Azufre caspi	3530	0.74
Bellaco caspi	2961	0.63
Carahuasca	2294	0.48
Caupuri	2146	0.57
Copal	2880	0.45
Chimicua	3463	0.61
Estoraque	3836	0.87
Huamansanama	1615	0.35
Isma moena	3023	0.63
Jarabe huayo	2245	0.48
Machimango	4223	0.89
Marupa	2100	0.43
Mahonasta	2516	0.60
Mojara caspi	3439	0.75
Oreja de burro	3309	0.73
Palo pusanga	4000	0.87
Paujil ruro	2622	0.61
Quillo siza	1688	0.36
Requia blanca	3810	0.78
Sacha caoba	3344	0.70
Sacha uvilla	1902	0.40
Sapote	2846	0.53
Sapotillo	2857	0.60
Shiari	1416	0.30
Shimbillo	3638	0.74

Shiringa	2355	0.53
Shiringa masha	3096	0.67
Tamamuri	3846	0.84

En base a esta información se establece rango de valores calóricos superiores correspondiente a la clase de densidad para las especies tropicales de la amazonía peruana

Clase de Densidad (kg/m ³)	P.C.S. (Cal/cm ³)
menor de 320	-1500
de 320 - 480	de 1500 - 2300
de 480 - 720	de 2300 - 3500
de 720 - 960	de 3500 - 4500
mayor de 960	más de 4500

Características de las especies empleadas en la planta materia del estudio		
Especie	Densidad	P.C.S. (cal/cm ³)
Shihuahuaco	1010	4643.37
Huayruro	630	2940
Aguano masha	760	3523.37
Pumaquiro	720	3344.13
Estoraque	870	3836
Yacushapana	650	3030.46
Tahuari	910	4509.185
Cachimbo	680	3164.89
Capirona	760	3523.37
Lagarto	510	2403.129
Copaiba	630	2940.84
Chontaquiro	480	2268.7
Catahua	380	1820.603
Pashaco rojo	410	1955.03
Mohena	580	2824
Zapotillo	600	2857
Caoba	450	2134.27
Machimango	890	4223
Ishpingo	430	2044.651
Cedro	420	1999.84
Tornillo	420	1999.84
Quillo bordon	720	3344.132

El término valor calórico superior se refiere a la cantidad total del calor producido en la combustión, mientras el valor calórico inferior se refiere a la cantidad del calor producido menos el calor gastado en evaporar la humedad del combustible; lo cual depende en el caso de la madera del contenido de hidrógeno y de la proporción de humedad, para los propósitos prácticos el más usado es el valor calórico inferior (PCI).

Se presenta una comparación entre valores calóricos inferiores de diferentes combustibles expresados en unidades de energía comerciales como MJ/kg, GJ/m³, y MW-H/m³ observándose que la madera posee un valor calórico menor a los derivados de petróleo, carbón mineral y combustibles orgánicos (metanol, etanol); pero mayor al de la papa, así mismo se observa que el valor calórico de la madera seca rrolliza posee un mayor valor calórico por unidad de peso que las astillas, y/o madera pulverizada y que las astillas pelletizadas briquetas sin embargo el valor calórico por volumen es similar a la madera rrolliza que la pelletizada pero inferior a las astillas, la conveniencia de usar alguna de estas formas está en función de los costos de alimentación de las calderas y del tipo y tamaño del caldero.

Combustible	Mj/kg	GJ/kg	KW-H/m ³	Densidad
Madera seca (sólida)	19	10.93	3	575
Astillas (5% H ₂)	18	3.6	1	200
Madera pelletizada (15% H ₂)	15.9	10.33	2.9	650
Paja (50% H ₂)	7.5	2.2	0.6	-
Carbón vegetal (10% H ₂)	28.4	5.4	1.5	190
Etanol	27	21	5.9	790
Metanol	20	16	4.5	790
Gas natural	-	34	9.5	-
Gasolina	43	31	8.7	730
Kerosene	42	34	9.5	810
Diesel	43	36	10.1	830
Aceite pesado	42	39	10.6	910
Coke	28	13	3.6	450
Carbón mineral	27	21	6	800

Fuente : Foresty Energy Production Group - Suecia 1983

Del cuadro anterior se desprende que la relación de equivalencia entre la madera seca y lo derivados del petróleo es:

- 1 Kg. de madera seca es igual a:

0.44 kg. de diesel

0.45 Kg. de aceite pesado

0.70 Kg. carbón mineral

0.44 Kg. de gasolina

1 m³ de madera seca es igual a:

0.32 m³ de gas natural

0.30 m³ de diesel

0.26 m³ de aceite pesado

0.52 m³ de carbón vegetal

0.35 m³ de gasolina

La diferencia entre el valor calorífico superior e inferior se deriva de la proporción de hidrógeno en madera seca (% de Humedad) y de la proporción de hidrógeno y contenido de humedad en las maderas húmedas.

Indices de sobrantes del aserrío

El aserrío de madera genera diversos sobrantes; aserrín, polvo, cantoneras, largueros, despuntes, los cuales representan una proporción variable del volúmen de madera que ingresa al aserradero en función de; capacidad técnica, dimensiones y forma de troza, especies, deformacione, etc. se determinan los siguientes índices de sobrantes:

- (VST) - Volúmen de sobrantes totales
- (VK) - Volúmen de aserrín y polvo
- (VC) - Volúmen de cantonera y largueros
- (VD) - Volúmen de despuntes

Procedimiento:

- Cubicación del volúmen total de un grupo de trozas en diferentes especies y dimenciones (VTT).
- Cubicación del volúmen de madera aserrada de las mismas trozas (VMA).
- Determinación del (VST) de la muestra por especie.
- Ajuste del (VST) de la muestra a los promedios anuales del ingreso de maderas, por especie.
- Determinación del (VST) promedio para cada año.
- Determinar margenes de confianza del valor promedio

$$VST = \sum_{i=1}^n (VTT)_i - \sum_{j=1}^m (VMA)_j$$

VST = Volúmen total de sobrantes

(VTT)_i = Volúmen total de la troza i

n = Número de trozas

$(VMA)_j$ = Volúmen de madera en tabla

m = Número de tablas

La fórmula para obtener el promedio del volúmen de sobrantes es:

$$\overline{VST} = VST / n$$

Empleando fórmulas similares se extrae el índice correspondiente a diferentes tamaños de trozas y diferentes especies

El índice total de sobrantes correspondientes a un año se extrae con la siguiente forma:

$$\overline{VSTa} = \frac{1}{\sum_{h=1} N_h} \sum_{h=1} N_h * \overline{VSTh} / N$$

\overline{VSTh} = es el promedio o índice de sobrantes totales correspondiente a la especie h

N = Volúmen total de madera que ingresa al aserradero

N_h = Volúmen total de la especie h que ingresa

l = Número de especies comerciales que ingresan

El margen de confianza del índice de sobrantes totales se extrae:

$$\text{Limite superior} = \overline{VST} + S$$

$$\text{Limite Inferior} = \overline{VST} - S$$

La desviación estandar.

$$S = \sqrt{\left\{ \left(\frac{1}{N^2} \right) * \sum_{h=1} \left[\frac{N_h^2 * S_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N} \right) \right] \right\}}$$

donde:

n_h = Es el número de trozas observadas de la especie

N_h = Volúmen total de madera en trozas de la especie

S_h = Desviación estandar de la especie

Método para el cálculo del volúmen de aserrín y polvo (VK)

- Cubicar el volúmen total de una serie de trozas (VTT) de diferentes especies.

- Determinar el volúmen de aserrín (kerf)

$$K = (G/(G+t)) + a$$

K = aserrín y polvo en porcentaje

G = es el grosor de la sierra + 1/16 de pulgada por contracción de la madera

t = el grosor de las tablas aserradas

a = es un porcentaje por defecto en la sierra (tensión, afilado, triscado, etc.)

- Ajuste de VK de la muestra

Proporción de aserrín en sierras principales en función del grosor de la sierra y de las tablas (% del Volúmen total)

grosor de tablas	1/16"	5/64"	1/8"
1"	15.78	17.95	23.80
2"	8.57	9.86	13.51
3"	5.88	6.79	9.43
3 ½"	5.08	5.88	6.19
4"	4.48	5.19	7.25

Volúmen de aserrín en el canteado

$$K = (V/A)*G$$

V = Volúmen de Tabla

A = Ancho de tabla

G = Grosor de sierra

Indices de sobrantes totales en aserrío

Sobrantes	Indice promedio	Limite superior	Limite inferior
Corteza	11.55	17.08	6.08
Aserrín	9.7	11	8.5
Despunte	9.18	16.75	1.58
Cantoneras	19.55	23.08	16.08
Sobrantes totales	49.98	67.91	32.24

Indices de Sobrantes totales de parquet

Sobrantes	Promedio	Limite Superior	Limite inferior
Corteza	6	7.2	5
Aserrín	41.5	41.9	41.1
Cantoneras y largueros	9.1	12.4	5.9
Despunte	2.6	2.8	2.4
Cepillado	0.2	0.2	0.2
Control de Calidad	2	8	1
Sobrante Total	61.4	73.1	56.1

* Límites al 67 % de Confianza

INGRESO DE MADERAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL

Proceso	Especie	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	total
P	Sihuahuaco		110512	69555	210061	1300081	1865286	10550060	758118	14883673
P	Huayruro		138140	61688	361833	375857	498795	192136	394621	2023070
P	Aguano Masha	224200	182019	105749	393015	796789	1351841	753539	337513	4144665
P	Pumaquiro		138140		43294	143076	149140	56239	38583	568472
P	Estoraque	175620	113761	101342		25917	73853	35997	37460	563950
P	Yacushapana				37344	12315	8727	1028	31652	91066
P	Tabuari		64465	74905					9975	149345
	total -->	399820	747037	413239	1045547	2654035	3967642	11588999	1607922	22424241

* P (Parquet)

Proceso	Especie	Ingreso de Madera para Aserrio									
		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	total	
a	Cachimbo	12700	145046	74905	53106	316695	144839	100740	24090	872121	
a	Capirona								369215	369215	
a	Lagarto		64464	51497				148	14099	130208	
a	Copaiba			66092	58351					124443	
a	Chontaguero		45505	74905						120410	
a	Catabua	4400		68095	38847					111342	
a	Pashaco rojo		25786	83228						109014	
a	Mohena			63078						63078	
a	Zapotillo			52875						52875	
a	Caoba			17478	2446					19924	
a	Machimango								17459	17459	
a	Ishpingo				13161					13161	
a	Cedro				6810	1758		2653		11221	
a	Fornillo				8581					8581	
a	Quijlo Bordon				3146					3146	
	total -->	17100	280801	552153	184448	318453	144839	103541	424863	2026198	

* a (Aserrio)

Proceso	Especie	%
p	Shihuabuco	62.49
p	Huayuro	8.23
p	Aguano Masha	16.61
p	Pumaquiro	2.10
p	Estoraque	1.77
p	Yacushapana	0.38
p	Tabuari	0.49
a	Cachimbo	3.34
a	Capirona	1.5
a	Lagarto	0.41
a	Copaiba	0.52
a	Chontaquiro	0.41
a	Catahua	0.46
a	Pashaco Rojo	0.41
a	Mohena	0.27
a	Zapotillo	0.22
a	Caoba	0.08
a	Machimango	0.07
a	Ishpingo	0.06
a	Cedro	0.05
a	Tornillo	0.04
a	Quillo Bordon	0.01
	TOTAL	100

DETERMINACION DEL PODER CALORIFICO PROMEDIO

$$PCp = \frac{\sum(\%*Pc)}{100}$$

$$Pcp = 4131 \text{ cal/cn}^3$$

DETERMINACION DE LA DENSIDAD PROMEDIO

$$QP = \frac{\sum(\%*Q)}{100}$$

$$QP = 896.13 \text{ KG/m}^3$$

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE SOBRANTES GENERADOS EN LA PLANTA

Sabemos que la capacidad de planta está determinada por la cantidad máxima de producto que puede procesar. tal como:

Capacidad de planta de aserrío = 662,583.6 p2 anuales

Capacidad de planta de parquet = 14'031,048 p2 anuales

Aplicandole los índices de sobrantes respectivos tendremos:

Sobrantes de aserrío = 331,159.3 p2 anuales

Sobrantes de parquet = 8'615,063 p2 anuales

Sobrantes Totales = 8'946,223 p2 anuales

CAPITULO III

3.- DISEÑO DE LA PLANTA DE SECADO DE MADERA

3.1 PROCESO DE SECADO

3.2 CAMARAS DE SECADO

3.3 SISTEMA DE ALIMENTACION DE MADERA

3.4 SISTEMA DE TRANSMISION DE CALOR

3.- DISEÑO DE LA PLANTA DE SECADO DE MADERA

TERMINOLOGIA Y CONCEPTOS BASICOS

Para llevar a cabo un correcto proceso de secado es necesario conocer algunos conceptos basicos:

HUMEDAD RELATIVA DE LA MADERA: U

con respecto a la humedad relativa de la madera (U), es la relación existente entre el peso del agua contenido en una madera y el peso de la madera absolutamente seca.(con contenido de agua 0%)

HUMEDAD RELATIVA INICIAL DE LA MADERA: U_i

Es el porcentaje de mezcla (contenido de agua), siempre tomando como base la madera absolutamente seca, antes de empezar el proceso de secado , este contenido inicial de agua puede ser tomado de una madera fresca en el momento del corte; toma valores desde un 30 a 40 % hasta mas del 600%

HUMEDAD RELATIVA FINAL DE LA MADERA: U_f

Es el contenido de agua al final del proceso de secado, esto puede cambiar dependiendo del destino final del producto

EQUILIBRIO HYGROSCOPICO (U_{eq})

Como es natural la madera obedece a las condiciones ambientales como es el clima, que está definido por la temperatura y la humedad del aire. en relación a los cambios de clima la madera toma humedad o la pierde hasta alcanzar un equilibrio con el estado ambiental del aire. este estado es llamado "equilibrio hygroscopico" y "equilibrio de humedad" esta humedad contenida en la madera permanece en estas condiciones. en la tabla Nº 3.1 mostramos el valor de la humedad de equilibrio de la madera en relación a las condiciones ambientales.

AGUA LIBRE

El agua que se encuentra entre las cavidades de las células de la madera es llamada agua libre (no aquella que se encuentra dentro de las paredes celulares). la cantidad de agua libre dentro de una madera es muy alta, cerca del 25 al 30% de contenido de agua, es llamada libre por que es fácil de eliminar.

SATURACION DE AGUA

Es el contenido de agua dentro de las paredes celulares de una madera y que forma parte de su estructura esta parte de agua remanente varia desde el 25- 30% hasta 0%, es más difícil de eliminar y debe hacerse a una velocidad lenta y progresiva dentro de la cámara de secado.

PUNTO DE SATURACION DE FIBRA : U_{sf}

Es el valor de contenido de humedad que muestra el punto de saturación entre el agua libre y la saturación de agua, este es el punto cuando el agua tiene ya saturadas las paredes celulares y comienza a ser agua libre. Esto es aproximadamente al 26% del contenido de humedad, dependiendo de la especie de la madera.

El punto de saturación de la fibra de madera es muy importante debido a que es el punto en que la contracción de la madera empieza.

GRADIENTE DE SECADO (U/U_{eq})

Este concepto debe ser claro para poder ser capaz de secar madera, en el interior de la cámara ciertas condiciones climáticas pueden realizarse (temperatura y humedad relativa del aire); estos climas pueden ser realizados cada momento sobre una humedad de equilibrio baja en comparación con una de contenido de mezcla temporal. Solo en esta forma el contenido de humedad temporal puede llegar al valor de la humedad de equilibrio.

Ejemplo.

Si el contenido de humedad de una madera (U) es el mismo valor de la humedad de equilibrio (Ueq)

$$U = U_{eq}$$

suponiendo $U = 15\%$ $U_{eq} = 15\%$

Gradiente de secado = $U/U_{eq} = 15/15 = 1$

Entonces no es posible secar la madera por que está en equilibrio con el clima ambiental, pero si la humedad temporal contenida en la madera es de $U = 15\%$ y la humedad de equilibrio es de 6% entonces la gradiente de secado es:

$$U/U_{eq} = 15/6 = 2.5$$

La madera con una humedad temporal del 15% , a finalizado alcanzando la humedad de equilibrio de 6%

Nota: la madera de la misma o similar estructura, durante el secado tiene el mismo comportamiento o con diferencias muy minimas. Dos especies con características diferentes se comportan muy diferente durante el secado .

TABLA 3.1

Humedad de equilibrio de la madera en relación a la humedad y temperatura del aire ambiental.

	HUMEDAD RELATIVA %					TEMPERATURA °C				
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1
15	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2
20	5	5	5	4	4	4	3	3	3	2
25	6	5	5	5	5	5	5	4	4	3
30	6	6	6	6	6	5	5	4	4	3
35	7	7	7	7	6	6	5	5	4	4
40	8	8	8	7	7	7	6	6	5	4
45	9	9	9	8	8	7	7	6	6	5
50	10	10	9	9	9	8	7	7	6	6
55	11	10	10	10	9	9	8	7	7	6
60	12	11	11	11	10	10	9	8	7	7
65	13	12	12	12	11	10	10	9	8	8
70	14	14	13	13	12	11	11	10	9	8
75	15	15	15	14	13	13	12	11	10	9
80	17	17	16	16	15	14	14	13	12	11
85	19	19	18	18	17	16	15	14	13	12
90	22	22	21	20	19	18	17	16	15	4
95	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18
100	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24

3.1 PROCESO DE SECADO

La Operación de secado está basado en la absorción de humedad mediante el aire seco y caliente.

La madera es colocada en una camara aislante y hermética y es sometida al proceso de secado que se realiza por medio de un flujo continuo de aire seco que pasa a través de las pilas de madera y cuya temperatura del aire va aumentando desde la temperatura de la camara hasta los 70°C; el aire seco va pasando a través de la pilas absorbiendo la humedad evaporada por la madera. la humedad transportada por el aire y sacada de la camara, la circulación de aire a través de las pilas es realizada por un sistema de ventilación forzada, hecho en la unidad por medio de ventiladores externos, lo cual permite uno a uno una adecuada velocidad para una mezcla progresiva del aire absorbiendo la humedad de la madera (deshidratandola)

Entre el interior y exterior de la camara, cuando la madera está muy humeda y como consecuencia la humedad de la cámara es muy alta, el aire humedo es sacado mediante un sistema especial de chimineas y remplazado por aire seco del medio ambiente.

PILADO EN LA CAMARA

Para obtener un correcto y económico secado la solución ideal, seria que las pilas fuesen preparadas usando madera:

- de la misma especie
- del mismo espesor
- del mismo contenido inicial de humedad

Es posible secar madera con diferentes espesores y diferentes contenidos de humedad inicial, pero esto no es recomendable.

En la práctica se presenta cantidades de madera a secar de diferentes humedades, espesores y especies, esto no resulta eficiente ni económicamente interesante

Por lo cual se recomienda un grupo de espesores y humedades similares, también como maderas de especies con similares características.

En general la lentitud del proceso de secado es mayor por mezclar espesores y especies.

El pilado con separadores es una operación importante que debe ser hecha muy cuidadosamente, muchas imperfecciones de secado son atribuidos al incorrecto apilado con separadores, la madera seca mal y no uniforme y pueden torcerse cuando los separadores no son bien acomodados.

Los separadores pueden todos tener los mismos espesores y deben ser iguales en toda su longitud, para evitar distorsiones en la madera durante el secado.

Los espesores de los separadores usualmente no deben ser menores de 20 mm ni mayores de 40 mm se recomienda la tabla siguiente:

ESPESOR DE LA MADERA	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
ESPESOR DE SEPARADORES	20	20	25	25	30	30	35	35	40	40

Distancia Entre Separadores

La distancia entre uno y otro separador puede ser:

Para madera de espesores mayores a 50 mm	uno cada 0.90 - 1 mt.
Para madera de espesores entre 30 y 50 mm	uno cada 0.60 mt.
Para madera menor a 30 mm	uno cada 0.30 - 0.50 mt.

En caso de secar madera propensa a distorsiones tienen que colocarse exactamente en la misma línea vertical, esto debe tenerse en cuenta en el pilado, una inadecuada posición de los separadores en las puntas de los tablones, su insuficiente ancho, el incorrecto alineado de la misma pila causa la calidad de degradación de los tablones de madera (fisuras, rajaduras en la cabeza, torsiones y combeaduras de las tablas).

los separadores en las puntas independientemente de sus espesores pueden ser de 40 mm de ancho.

Un ancho menor podría mejorar la posición de las puntas o sobresalir pequeñamente fuera de las puntas de los tablones, esto cubriría aproximadamente 80 mm (superior e inferior) de la superficie horizontal de la tabla, esto

causa un deslizamiento de la humedad transferida hacia la punta tomando como camino desde la superficie ocupada por los separadores, consecuentemente la punta no seca tan rapido como el resto del tablón.

Nota: el pilado correcto o incorrecto no involucra grandes costos al contrario el hacer mal pilado causaria pérdidas irremediables. en la figura # 3.1 es posible ver las consecuencias de un pilado incorrecto por separadores.

Una mayor posibilidad de protección es dado por el tratamiento de las puntas de tablonos (o productos semi manufacturados) con pinturas a prueba de agua.

Un remedio infalible es el tratamiento de las puntas con agua con sal (cloruro de sodio) , sal disuelta en agua hasta el punto de saturación.

Siendo la sal altamente higroscópica al comenzar el secado lentamente la sal impregnada ya en la punta de los tablonos absorbe el agua de la humedad atmosférica.

Este tratamiento es particularmente recomendable para proteger tablas o productos semimanufacturados, con espesores altos 60,80,100 mm.

CARGADO DE LA CAMARA Y POSISION DE LAS PILAS

El aire circulando en la camara absorve la humedad de la madera y es sacada fuera de esta por el aire.

La madera debe ser cargada en una forma segura para obtener la mejor circulación de aire a través de la pila, un incorrecto alineado de las pilas o incorrecto alineado de los separadores contribuye a la degradación de la calidad de los tablones de madera.

La pila debe ser colocada en posición transversal al flujo de aire, se debe evitar pasajes vacios de otra manera el aire puede canalizarse dentro, esto debe evitarse siguiendo el esquema mostrado en la fig # 3.2, es decir la madera debe ser colocada en todo el ancho de la camara, ocupando todo lo largo posible, evitando pasajes de aire a los lados de la camara, se podria cerrar los pasajes moviendo las pilas siempre es recomendable cargar la camara al máximo en caso necesario el ciclo de secado puede ser permitido con una carga parcial de la camara en este caso la carga de la camara está indicada en la fig # 3.3.

Como esto ocurre a menudo no hay pilas de madera de las misma longitud se recomienda el pilado con separadores sobre un lado todos los separadores en la misma línea vertical, con los separadores justo en la punta de las tablas, consecuentemente en el otro lado los tablones pueden tener diferentes longitudes, sobre este lado también los separadores deben estar siempre en la misma línea vertical, tan exterior como sea posible, cualquier

cargado de las pilas deben ser alineados alrededor de la línea vertical de la cámara ver fig # 3.4.

Esta idea puede reducir el número de rajaduras de las puntas de las tablas en el lado donde las tablas tienen diferente longitud. el centro de la cámara como el área al lado de las paredes tiene una circulación lenta.

PROCESO DE SECADO

Para el proceso de secado se dan reglas generales que son válidas para cualquier especie de madera, para cualquier espesor y humedad de madera .

REGLAS GENERALES

Primera fase

- Pre Calentamiento, con temperatura y humedad fijada se coloca el regulador de temperatura a 25°C, si se está secando madera fresca, de 30°C, si está secando madera al aire, se coloca el regulador de humedad en el valor de 90 - 95% mediante esta vía la temperatura de la cámara incrementará progresivamente hasta alcanzar el valor seleccionado, si el incremento es muy lento, como puede serlo en estaciones frías, agregue calor, podrá notar al mismo tiempo un incremento de humedad relativa en la cámara, si durante el pre-calentamiento, la humedad incrementada en la cámara es muy alta y se nota algo de agua en el piso y condensado en las paredes de la cámara esto significa que está en 100% de humedad (esto podría

sucedan siempre con madera muy húmeda) intercambie aire entre el interior de la cámara y el medio ambiente exterior cortando esta acción cuando llegue al 80% de humedad.

Segunda fase

Secado:

Durante esta fase, es necesario ir aumentando progresivamente valores en el regulador de temperatura hasta alcanzar en el final del ciclo de secado el valor de 70°C, la rapidez del incremento de temperatura depende de la especie de madera que se está secando, el espesor y la humedad contenida, al mismo tiempo es necesario ir reduciendo en el regulador de humedad el valor de la humedad.

La rapidez del decremento de humedad depende de la especie, espesor, humedad.

Se recuerda que las especies de madera pueden estar expuestas a rajaduras, derrumbamientos, y torceduras; siempre pensando que siguiendo la misma operación es extremadamente importante el variar la rapidez con relación al producto en la cámara de secado; la lentitud del incremento de temperatura y el decremento de humedad de la cámara es muy importante para permitir un equilibrio de la humedad contenida en el interior de la madera y la superficie externa.

El decremento de la humedad contenida en la madera es proporcional al decremento de humedad relativa del aire dentro de la cámara (seleccionada en el regulador).

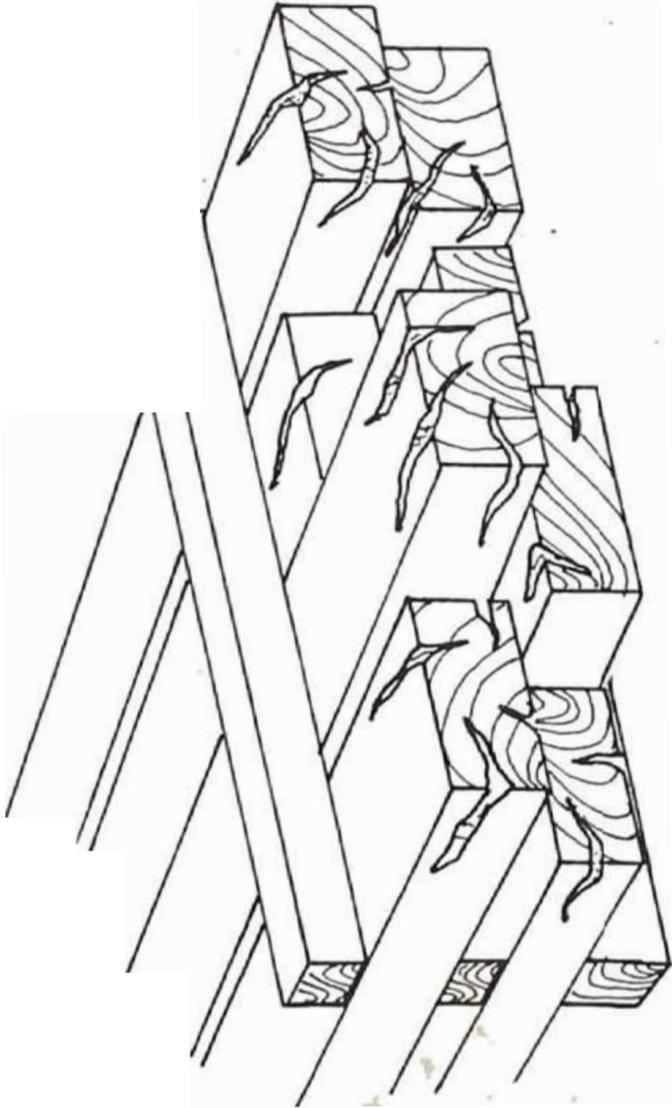
Con los límites seleccionados por la humedad, la dureza y espesores de la madera; la humedad de la superficie de la madera sigue fácilmente al decremento de la humedad relativa de la corriente de aire que la rodean y esto es seguido por el corazón de la tabla con cierto retraso, cuando el espesor es grande y la densidad es muy alta es necesario grandes desbalances con una gran lentitud en el decremento de la humedad e incremento de temperatura.

En particular con la densidad y delicadeza de la madera, evitara rajaduras, casos de endurecimientos de la superficie, es posible evitar grandes desbalances con grandes lentitudes del incremento de temperatura y decremento de la humedad.

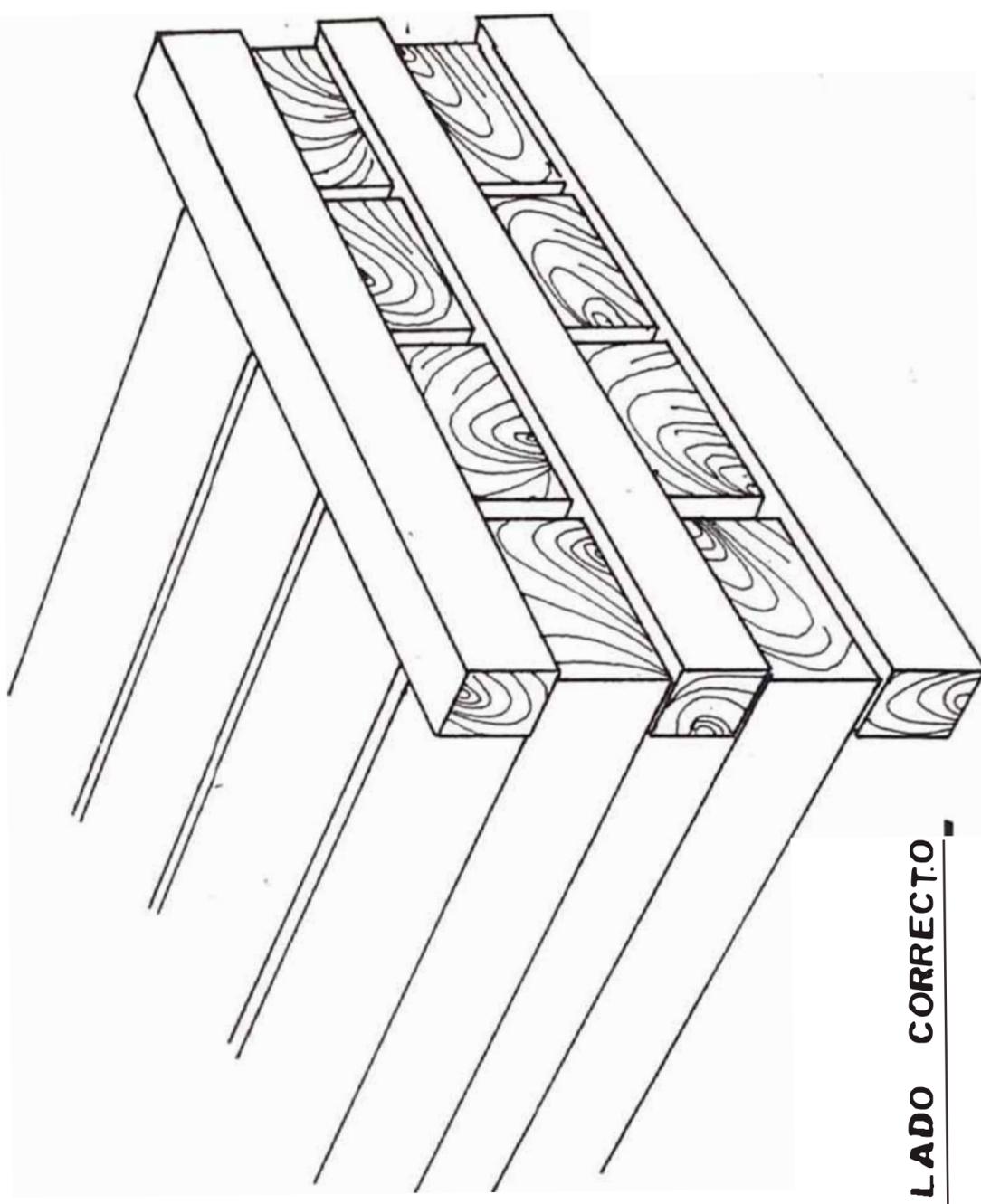
Por ejemplo si se tiene algunos valores y se nota el comienzo de rajaduras en la madera se recomienda elevar el valor de la humedad relativa seleccionada en el regulador dependiendo de la humedad final a ser usada.

Precausion

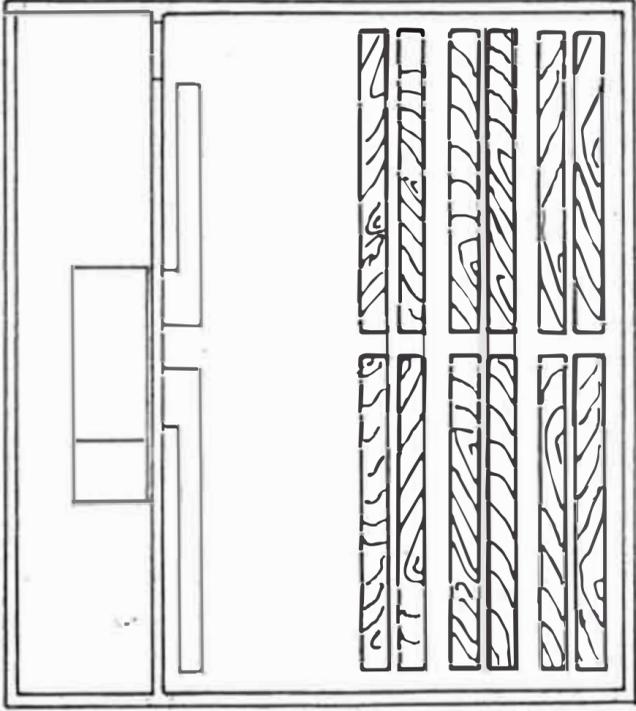
Se recuerda que la temperatura seleccionada en el regulador no es inmediatamente alcanzada, pero esto puede tomar mayor o menor tiempo, de hecho este incremento de temperatura depende simultaneamente del decremento de la humedad, la humedad de la madera es tan lenta como el incremento de la temperatura, es decir que la evaporación de la humedad necesita una continua contribucion de calor.



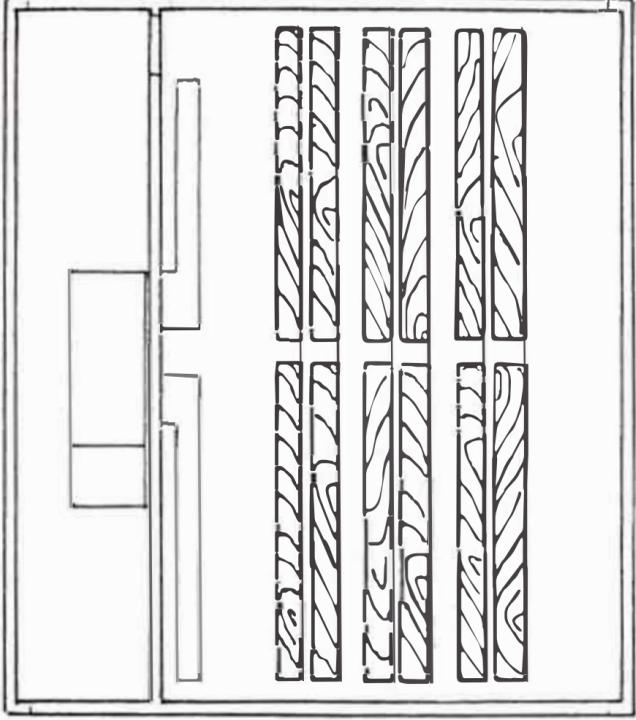
EFFECTOS DE PILADO INCORRECTO



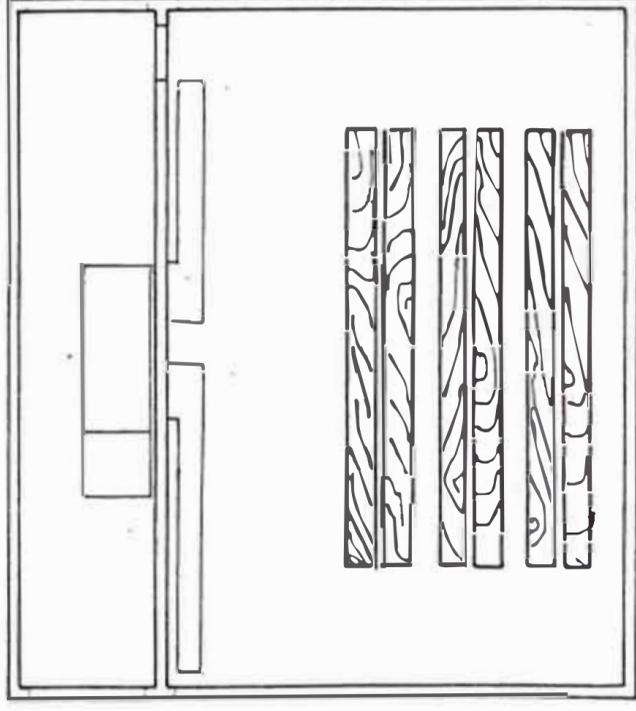
PILADO CORRECTO



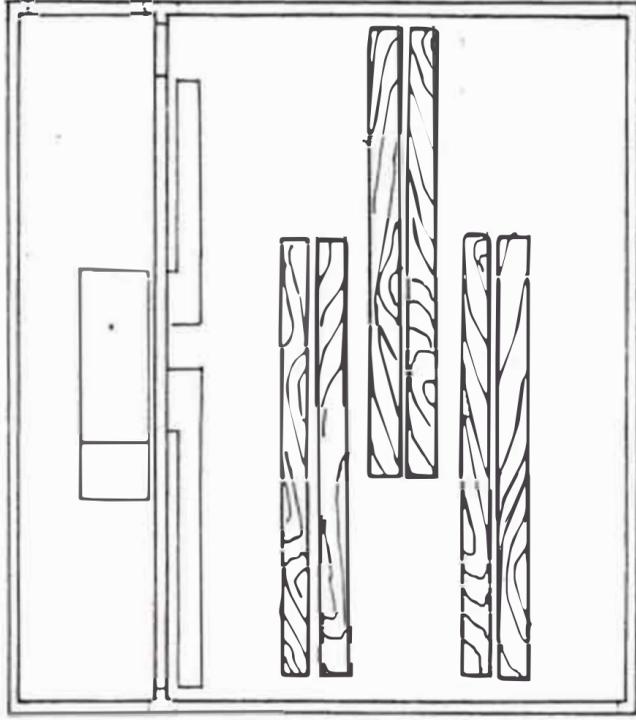
INCORRECTO



CORRECTO



INCORRECTO



CORRECTO



FIG 3-3

POSICIONES DE MADERA
EN CAMARA INCOMPLETA

3.2 CAMARAS DE SECADO

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS CAMARAS DE SECADO

- Volúmen de la Cámara de Secado

El volúmen de la cámara de secado tiene que ser proporcional a la cantidad de madera a secar.

Usualmente es de 4 a 1, los cambios pueden hacerse en volúmen y dimensiones de la cámara en relación a los requerimientos particulares de cada uno.

La cámara debe cumplir con las siguientes características:

1) Un buen aislamiento térmico; un buen aislamiento térmico es particularmente importante, para guardar una pérdida de energía del calor por las paredes, el techo, puertas de inspección, deben ser bien aislados, el coeficiente de conducción debe ser menor de 0.65, $k < 0.65 \text{ BTU}/(\text{H})(\text{p}^2) - (\text{°F}/\text{pie})$

2) Hermética; a prueba de aire y agua , durante el secado el interior de la cámara se pone seco entonces el medio ambiente exterior, como la humedad atmosférica tiende a entrar a la cámara a través de eventuales fisuras o grietas del cemento en las paredes, también a través del piso una gran cantidad de humedad podría ingresar al interior de la cámara, si esto sucede , la humedad de la atmósfera o de la tierra se une a la evaporación de la madera y causa un incremento de trabajo , esto significa aumentar los tiempos de secado e incrementar los costos.

Las paredes y techos deben ser a prueba de agua, pueden pintarse con un barnis repelente al agua y colocar en el piso alquitran, brea o polietileno, las puertas de inspección deben ser perfectamente selladas.

La cantidad máxima de madera a secar será de 280 m³ quincenales, tiempo promedio secado; que lo dividimos en cuatro camaras, con una capacidad por camara de 70 m³ de madera.

Siguiendo las instrucciones de INCOMAC, nuestro requerimiento para dichas camaras Son:

Volumen de camara = 280 m³

Ventiladores principales 3 de 7000 m³/h a 3450 rpm

ventiladores secundarios o de recirculación

2 de 4000 m³/h

motores de ventiladores primarios 2 kw c/u

motores de ventiladores secundarios 1.5 kw c/u

material de ladrillo de arcilla tarrajado interior con una capa de 2cnt de concreto Repsa

coeficiente de Conducción de ladrillo 0.5

Debe respetarse los espacios mínimos para circulación del aire como se muestra en la fig # 3.5; para nuestro caso Ver Lamina de detalles C1.

D I S T A N C I A S M I N I M A S A R E S P E T A R

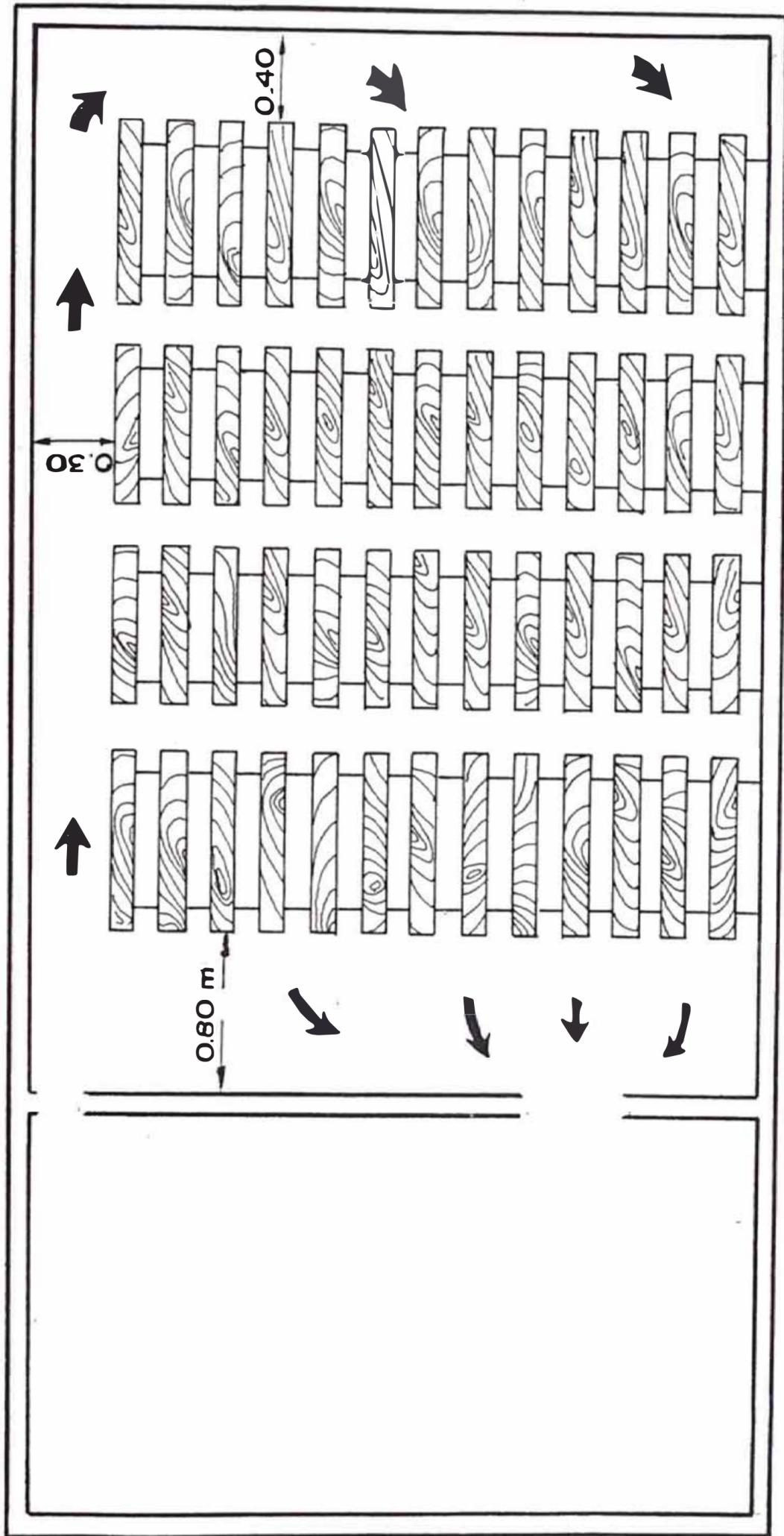


Figura # 3.5

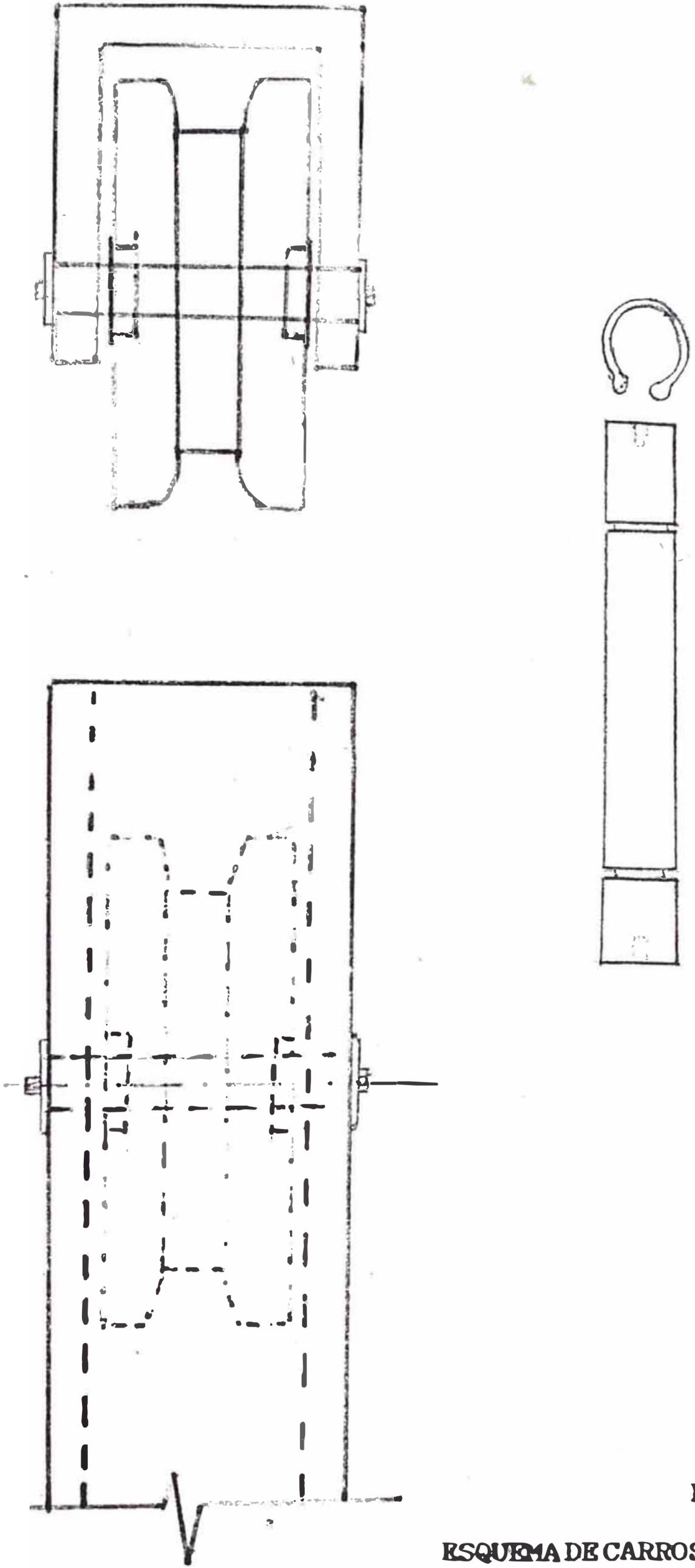
3.3 SISTEMA DE ALIMENTACION DE MADERA

La alimentación de madera a la camara de secado deberá ser realizada en forma tal que se encuentre lista para el proceso de secado, deberá alimentarse en pilas ordenadas debidamente acomodadas con sus separadores.

Esto podra desplazarse sobre carros desarmables que para uniformizar utilizaremos del mismo diseño que estan en operación en el deshumedificador, dichos carros se moveran hacia el interior de la camara a través de carriles o rieles.

Una vez terminado el proceso se deplazará hacia la puerta de salida dando pase a un nuevo carro que estará listo.

(Lamina C-2)



LAMINA C-2

ESQUEMA DE CARROS TRANSPORTADORES

3.4 SISTEMA DE TRANSMISION DE CALOR

El calor será transmitido al aire desde el vapor mediante el uso de radiadores o intercambiadores de calor los cuales estarán conformados por baterias de tubos elicoidales aletados (ver Lamin C.3) con la finalidad de lograr una mayor superficie de transmisión, el aire será introducido por ventiladores hacia las camaras, mientras el vapor circulará através de lo radiadores en cantidades que dependeran de la temperatura interior de la camara que no podrá superar los 70°C. El aire podrá ser controlado regulando la velocidad de los ventiladores. se dispondra de un dipensador de agua ubicado después del radiador para poder controlar la humedad. (ver lamina C.4) así mismo en el interior de la cámara contará con ventiladores auxiliares que permitirán una buena circulación del aire dentro de la camara.

El aire ambiental e introducido en la cámara mediante ventiladores de velocidad variable , atravezando el radiador donde incrementará su temperatura, luego pasará a través de las pilas de madera llevando consigo la humedad de las superficie de estas. Si la humedad es demasiado baja entonces se procederá a mezclar el aire caliente con agua y/o vapor de tal manera que se evitará cambios bruscos en el material a secar, para de esta forma evitar daños en este.

CAPITULO IV

4.- DISEÑO DE LA PLANTA DE FUERZA

4.1 SELECCION DE LAS MAQUINAS A VAPOR

4.2 SELECCION DE LOS GENERADORES

4.3 SISTEMA ELECTRICO

4. DISEÑO DE LA PLANTA DE FUERZA

La planta de fuerza en este caso deberá de estar compuesta por una máquina de vapor acoplada a un generador eléctrico con lo cual se debe producir energía para satisfacer las necesidades de la empresa. Así mismo se dispondrá de la utilización de tres grupos electrógenos para su funcionamiento en forma auxiliar o de emergencia

4.1 SELECCION DE LAS MAQUINAS DE VAPOR

Se presenta la posibilidad de poder utilizar como máquina de vapor una turbina de vapor o una máquina reciprocante o de cilindros. En el caso de la máquina reciprocante se presentan las desventajas con respecto a la turbina de: ser menos eficiente, el vapor sale contaminado con aceite, su mantenimiento es mas costoso, y es mas ruidosa.

Por esos motivos y debido a que se presenta la posibilidad de obtener una turbina a vapor de Electrocentro a un precio reducido es que seleccionamos como máquina de vapor una turbina a Vapor cuya potencia es de 1 MW del tipo Laval 12 toberas, presión de ingreso de 22 bars 271°C y una presión de salida de 2.5 bars, una eficiencia relativa de 0.65.

4.2 SELECCION DE LOS GENERADORES

El Generador deberá de ir directamente acoplado al eje de la turbina y deberá de ser de 800 kw , 220 voltios trifásico, de 60 Hz y deberá de contar con un reductor de velocidad de 2 a 1. ó 3600 a 1800 rpm. así mismo deberá existir un regulador automático de velocidad para mantener la velocidad de la turbina constante.

Seleccionamos un generador marca cat

Tipo : excitador de estado sólido, sin escobillas,
campo giratorio

Regulación : voltios por hertz

Aislamiento: Clase F (impregnado con resina expósica)

Conexion : en estrella

Fases : 3

Regulación de voltaje - dentro de $\pm 2\%$ desde el punto sin carga a máxima carga con regulador de caída de velocidad dentro de $\pm 1\%$ con regulador isócrono.

Caída de voltaje - ajustable, para una división correcta de potencia reactiva al operar en paralelo

Fabricado bajo normas NEMA MG-1

Los cables provenientes del generador serán conectados a un tablero de control con sus respectivos instrumentos de medición. Dicho tablero será del tipo autosoportado con grado de protección IP55.

El tablero estará conformado por un gabinete metálico basado en la Norma IEC 439, el modulo tendrá una altura de 2000 mm. , un ancho de 800 mm. y una profundidad de 600 mm. será del tipo Autosoportado con grado de protección IP 55 ; reforzado con angulo de 2" x 2" x 3/16" y cubierto con plancha de 1/16" como mínimo.

Las barras serán de cobre de 160 mm. x 10 mm. y posición vertical con una separación mínima de 50 mm. entre fases y de 25 mm entre fase y tierra.

Este tablero será ubicado en la misma caseta que se encuentre el grupo turbogenerador. y a la vez conectado a un tablero de transferencias que pondrá en servicio la central térmica y/o los grupos diesel auxiliares o de emergencia.

El tablero Contará con instrumentos de medición y una llave térmica conforme se indica en el plano E-1

4.3 SISTEMA ELECTRICO

El sistema a sido desarrollado siguiendo los lineamientos señalados en la Ley General de electricidad N°23406. la Norma DGE-002-P-4 y el Código Eléctrico del Perú.

ALCANCES

El presente proyecto comprende la remodelación de las redes eléctricas para el servicio de la planta, alumbrado y conexiones Domiciliarias así como para dar servicio eléctrico a un club Recreacional.

DESCRIPCION

El proyecto se ha desarrollado considerando, los circuitos de fuerza con instalación subterránea, el circuito de alumbrado y servicios con instalación aérea del tipo radial empleando un sistema trifásico para el servicio de fuerza y monofásico bifilar para el servicio de alumbrado ambos a una tensión de 220 voltios y una frecuencia de 60 hz.

BASES DE CALCULO

Las Redes Eléctricas para servicio de planta, Domiciliario y alumbrado se ha calculado teniendo en cuenta los requisitos técnicos del Código Eléctrico del Perú, la ley general de electricidad N° 23406 su reglamento y Normas técnicas vigentes.

Los cables eléctricos, se han calculado para una caída de tensión en los extremos de la línea inferior al 5% de la tensión Nominal, así mismo, las densidades de corriente satisfacen los requerimientos descritos en el Código Eléctrico del Perú.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CABLES

Para las redes Eléctricas de los circuitos de fuerza se ha considerado la utilización de cables de energía con instalación subterránea a partir de la casa de fuerza hasta el tablero de distribución respectivo, los mismos que deberán contar con las siguientes características:

Tipo	: NYY
Tensión	: 600V
Conductibilidad	: 100%
Conformación del cable	: Conductor de cobre electrolítico, aislamiento termoplástico cubierta exterior de PVC.
- Secciones	: 6 a 300 mm ²
- Construcciones	: Bajo Normas VDE

CONDUCTORES

Para toda la red aérea se utilizarán conductores eléctricos del tipo Plastotene WP de las siguientes características.

- Conductor : Cobre Electrolítico
- Conductibilidad : 100% I.A.C.S.
- Tensión de Operación : 600 voltios
- Revestimiento : Polietileno con antioxidante.
- Color de revestimiento : negro
- Temple : Duro, Cableado
- Norma de Fabricación : ASAC-835
- Secciones : 6mm² - 25 mm²

Para el amarre y sujeción de los conductores aéreos a los aisladores se utilizarán conductores del tipo TW N^o10 AWG. Para las acometidas a los artefactos de alumbrado es decir desde la red de alumbrado hasta el portalampara y el equipo de arranque se utilizará conductor del tipo biplasto NLT de las siguientes características:

- Conductor : Cobre Electrolítico
- Conductibilidad : 100% I.A.C.S.
- Tensión de Operación : 600 voltios
- Revestimiento : PVC.
- Color de revestimiento : gris
- Temple : Suave, Cableado

- Norma de Fabricación : ASTM Para el conductor y
CEI Para el Aislamiento.
- Secciones : 2.5 mm²

PORTALINEAS Y AISLADORES

PORTALINEAS SIMPLES

Se emplearan portalineas simples fabricados de fierro liso de 1/2" con una longitud total de 220 mm a un extremo llevará soldada una arandela de 1" exterior al otro extremo a 195 mm. de la arandela soldada tendrá una perforación de 1/8" Φ que darán lugar a un pasador que junto a una arandela de 1/2" interior servirá para sujetar al aislador.

PORTALINEAS DOBLES

Serán construidos de fierro liso de 1/2" Φ con una longitud total de 280 mm. llevarán perforaciones de 1/8" Φ a 10 mm. de cada uno de sus extremos, dando lugar a otros pasadores que junto con dos arandelas de 1/2" Φ interiores, sujetarán a los aisladores por sus extremos.

PORTALINEAS TIPO U

Para todo cambio de dirección se utilizará portalíneas tipo unipolar U de FoGo de 1/2" Φ x 8 con tuerca de seguridad, pasador de acero inoxidable de 5/3" x 1" x 12".

AISLADORES

Los aisladores a utilizarse serán de porcelana de tipo carrete para baja tensión, clase 53.1, utilizándose 1 por portalínea simple y 2 por portalíneas dobles.

POSTES

Los postes serán de concreto armado centrifugado de las siguientes características:

Postes de 7.00 mts. tipo reforzado

- Esfuerzo en la punta : 200 Kgs.
- Diámetro en el vértice : 120 mm
- Diámetro en la base : 225 mm
- Peso : 315 Kgs

Postes de 9.00 mts. tipo reforzado

- Esfuerzo en la punta : 200 Kgs.
- Diámetro en el vértice : 120 mm.
- Diámetro en la base : 225 mm.
- Peso : 400 Kgs.

Los postes de 7.00 mts. serán enterrados y cimentados a 1.00 m. de profundidad, los postes de 9.00 mts. a 1.20 m. utilizándose para ello mezcla de concreto.

ZANJAS

Los cables subterráneos tipo NYY a la salida de la sub-estación se instalarán en zanjas de 0.40 mts. de ancho por 0.60 mts. de profundidad directamente sobre una capa de arena de 15 cm., luego debidamente compactado el terreno

para rematar con una protección de ladrillo King Kong. Los cables de servicio particular y alumbrado público serán instalados en la misma zanja con una separación de 20 cm, instalándose en la misma zanja con una separación de 20 cms, instalándose los primeros hacia la línea de edificación y los otros al lado de estos.

CRUZADAS

Los cables subterráneos que crucen las vías de tránsito vehicular y jardines, se protegerán con ductos de concreto de 4" Φ , los ductos se colocarán perfectamente alineados y nivelados sobre una solera de concreto. Las zanjas para los ductos serán de 1.20 mts. de profundidad con pendientes de 1%.

VIENTOS

Se instalarán tres tipos de vientos, los mismos que estarán compuestos de los elementos que se detallan a continuación:

Viento de anclaje tipo violín

- 10 mts. de cable de acero de 3/8" Φ de 7 hilos.
- 1 abrazadera partida de platina de 1/4"x2" de 141 Φ
- 2 guardacabos para cable de 3/8" Φ .
- 4 mordazas de ranuras paralelas para cable de 3/8" Φ .
- 1 aislador de tracción para B.T. de 3 1/2" clase 53.2

- 1 riel de 2.5 mts. ó 1 varilla de anclaje de 2.00x5/8" Φ
- 1 tubo separador de 2" Φ x 0.90 mts.
- zapata de concreto.

Viento de anclaje tipo normal

- 10 mts. de cable de acero de 3/8" de 7 hilos
- 1 varilla de anclaje de 5/8" Φ x 2.00 m
- 1 canaleta guardacable de 2.40 m. de longitud con accesorios de sujeción.
- 2 guardacabos para cable de 3/8" Φ
- 4 mordazas de ranuras paralelas para cable 3/8" Φ
- 1 aislador de tracción para baja tensión de 3 1/2" clase 53.2
- 1 zapata de concreto de 0.40x0.40x0.10 m.
- 1 abrazadera partida de platina de 1/4"x2", de 141 mm. Φ

Viento Tipo Aéreo

- 2 abrazaderas partidas de platina de 1/4"x2", de 141 mm. Φ
- 2 mordazas de ranuras paralelas para cable de 3/8" Φ
- 2 guardacabos para cable de 3/8" Φ
- 1 aislador de tracción para baja tensión de 3 1/2" clase 53.2.
- Cable de acero galvanizado de 3/8" Φ

ARTEFACTO DE ALUMBRADO

PASTORALES

Estos deberán ser de concreto armado vibrado fabricado de acuerdo a las Normas indicadas para postes y pastorales de concreto.

Serán del tipo sucre C simples y dobles, llevarán consigo la pera ornamental, así como, el embone adecuado para la instalación de las luminarias tipo MIR-H-64.

LUMINARIAS

Las luminarias a instalarse será del tipo MIR-H-64 o similares llevarán, luna acrílica con cierre hermético para protección de la lámpara, así como, el alojamiento para la instalación del equipo.

LAMPARAS

Las lámparas serán del tipo de vapor de sodio de 150 w. para una tensión de 220 voltios.

Llevarán consigo sus respectivos equipos de encendido reactor y condensador de la capacidad de potencia requerida para operar a una tensión de 220 v. y a una frecuencia de 60 Hz. los que irán alojados en la luminaria.

PORTAFUSIBLES Y FUSIBLES

Para la protección eléctrica de la lámpara y sus respectivos equipos de encendido se utilizarán portafusibles de loza de 15 amperios para uso a la intemperie tipo pescado, los mismos que llevarán plomo fusible de 3 amperios.

TABLERO GENERAL

El tablero general estará conformado por gabinetes metálicos modulares basados en la Norma IEC 439, cada gabinete o módulo tendrá una altura de 2200 mm. , un ancho de 800 mm. y una profundidad de 1000 mm. será del tipo Autosoportado con grado de protección IP55 ; reforzado con ángulo de 2" x 2" x 3/16" y cubierto con plancha de 1/16" como mínimo.

Las barras serán de cobre de 160 mm. x 10 mm. y posición vertical con una separación mínima de 50 mm. entre fases y de 25 mm entre fase y tierra.

El tablero tendrá una configuración mínima de tres módulos pudiendo ampliarse progresivamente, estos módulos son:

- Módulo de Acometida; Donde irán conectadas las acometidas provenientes de los tableros de los generadores, en el panel frontal podrán instalarse instrumentos para sincronización y paralelismo.
- Módulo de Distribución de servicio y alumbrado; donde irán conectados los circuitos de servicio y alumbrado con sus respectivos interruptores.

- Módulo de Distribución de fuerza; En este módulo irán los interruptores correspondientes a los circuitos de fuerza.

NORMA

Para todo lo no especificado, rigen las prescripciones del código eléctrico y la ley de industria eléctrica No.23406 vigente

CIRCUITOS**LOS CIRCUITOS CONFORMADOS SON:**

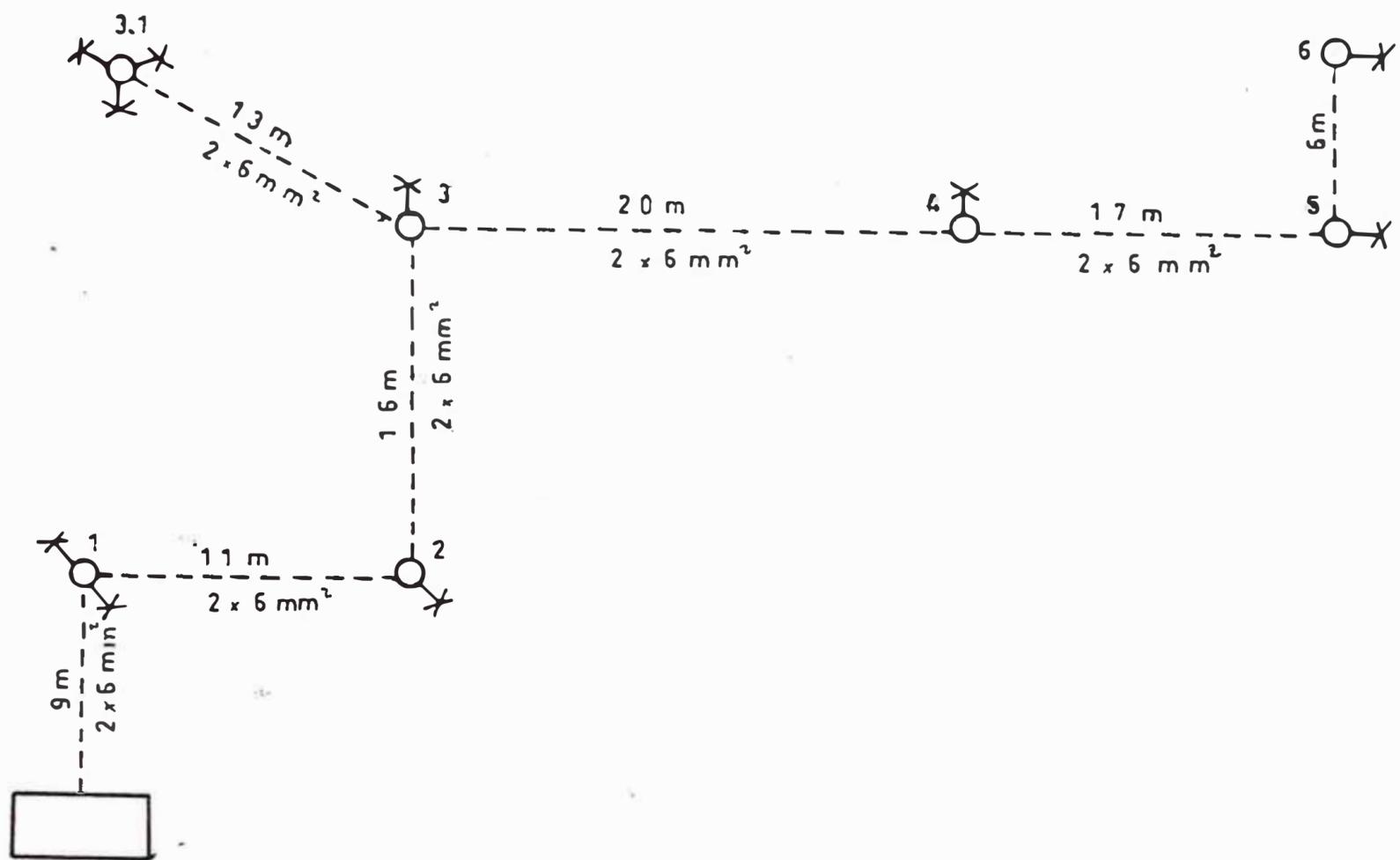
	C-1A	Servicios
.	C-2A	Servicios
	C-3A	Servicios
	C-1B	Servicios
	C-2B	Alumbrado
.	C-3A	Alumbrado
	C-4	Deshumificador
	C-5	Ventiladores (secaderos)
	C-6	Sillas
	C-7	Wick Azul
.	C-8	Caldero
.	C-9	Wick Verde
.	C-10	Divina Montaña
	C-11	Parquet
	C-12	Aserradero
	C-13	Socolest
	C-14	Reserva
	C-15	Reserva

Las características de los Circuitos son:

C-1A 1 terna de conductores de 6 mm² interrupt. 20 A
C-2A 1 terna de conductores de 6 mm² interrupt. 20 A
C-3A 1 terna de conductores de 6 mm² interrupt. 30 A
C-1B 1 terna de conductores de 6 mm² interrupt. 20 A
C-2B 1 terna de conductores de 6 mm² interrupt. 20 A
C-3B 1 terna de conductores de 6 mm² interrupt. 20 A
C-4 1 - 3x1x50 mm² NYY 0.6Kv interrupt. 200 A
C-5 1 - 3x1x16 mm² interrupt. 70 A
C-6 1 - 3x1x16 mm² NYY 0.6Kv interrupt. 100 A
C-7 1 - 3x1x10 mm² NYY 0.6Kv interrupt. 70 A
C-8 1 - 3x1x16 mm² interrupt. 75 A
C-9 1 - 3x1x50 mm² NYY 0.6Kv interrupt. 200 A
C-10 1 - 3x1x16 mm² NYY 0.6Kv interrupt. 75 A
C-11 1 - 3x1x300 mm² NYY 0.6KV interupt. 550 A
C-12 2 - 3x1x300 mm² NYY 0.6Kv interrupt. 1000 A
C-13 1 - 3x1x240 mm² NYY 0.6Kv interrupt. 500 A

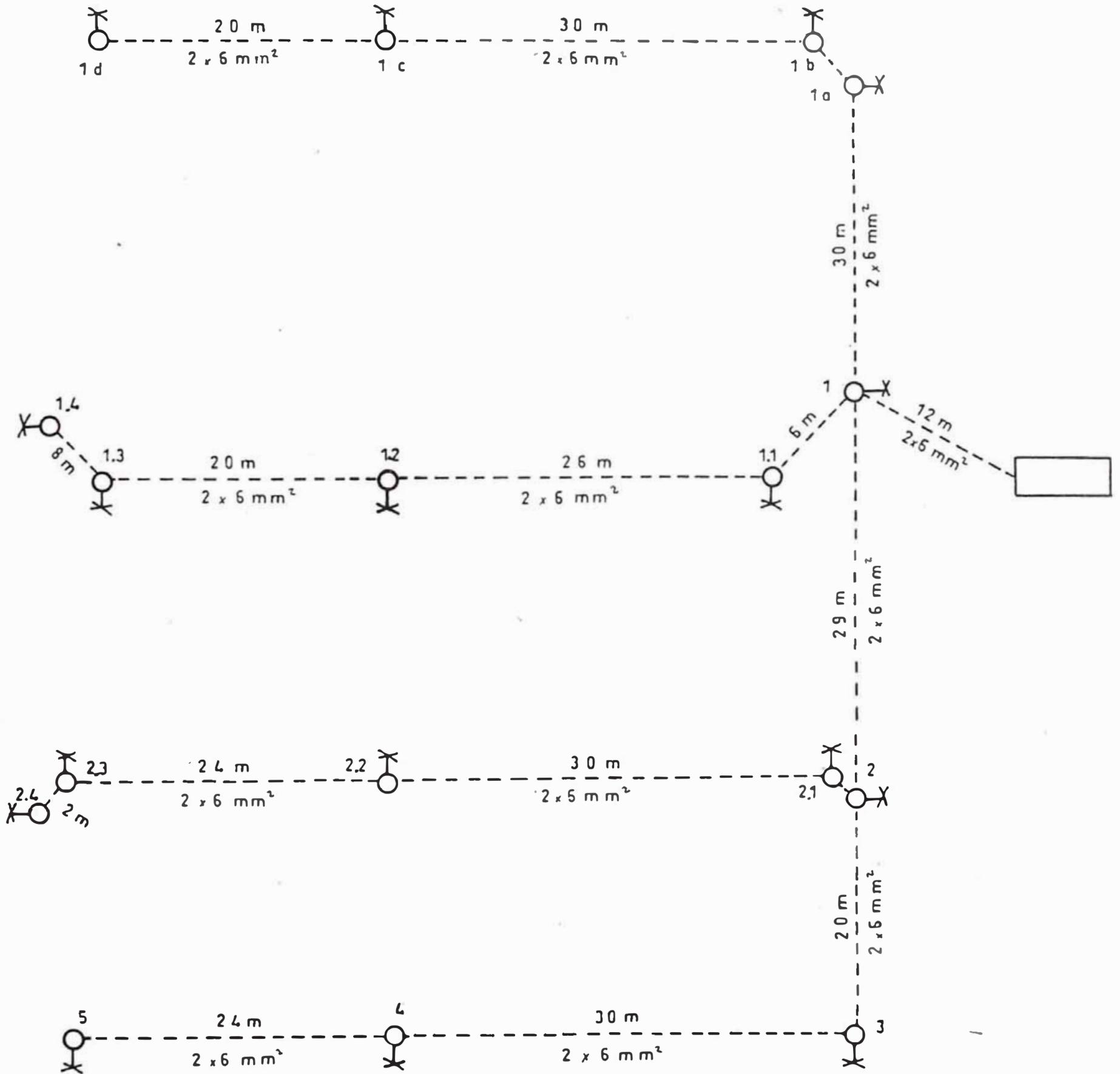
ALUMBRADO AEREO

C I a



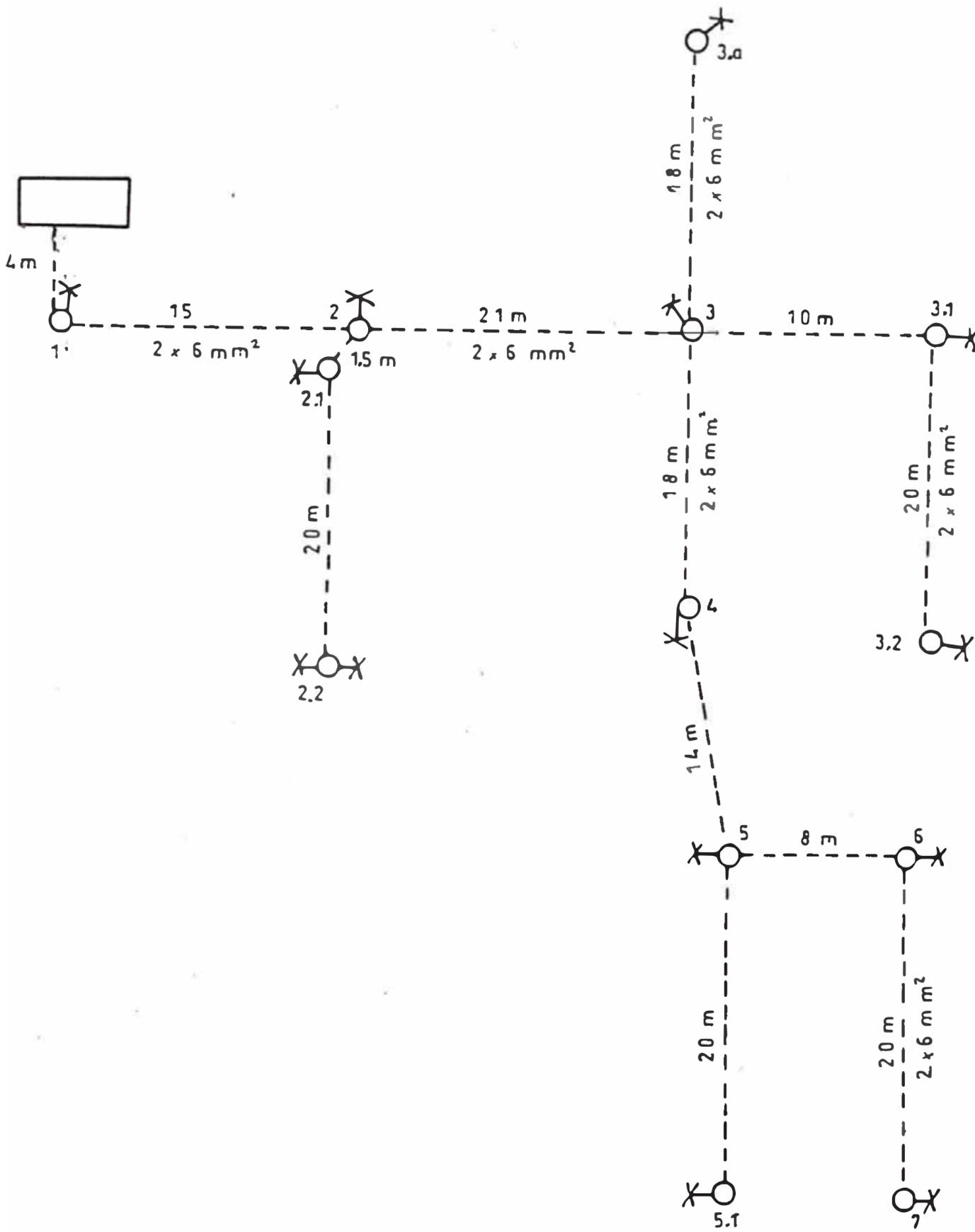
ALUMBRADO AEREO

C 2 a

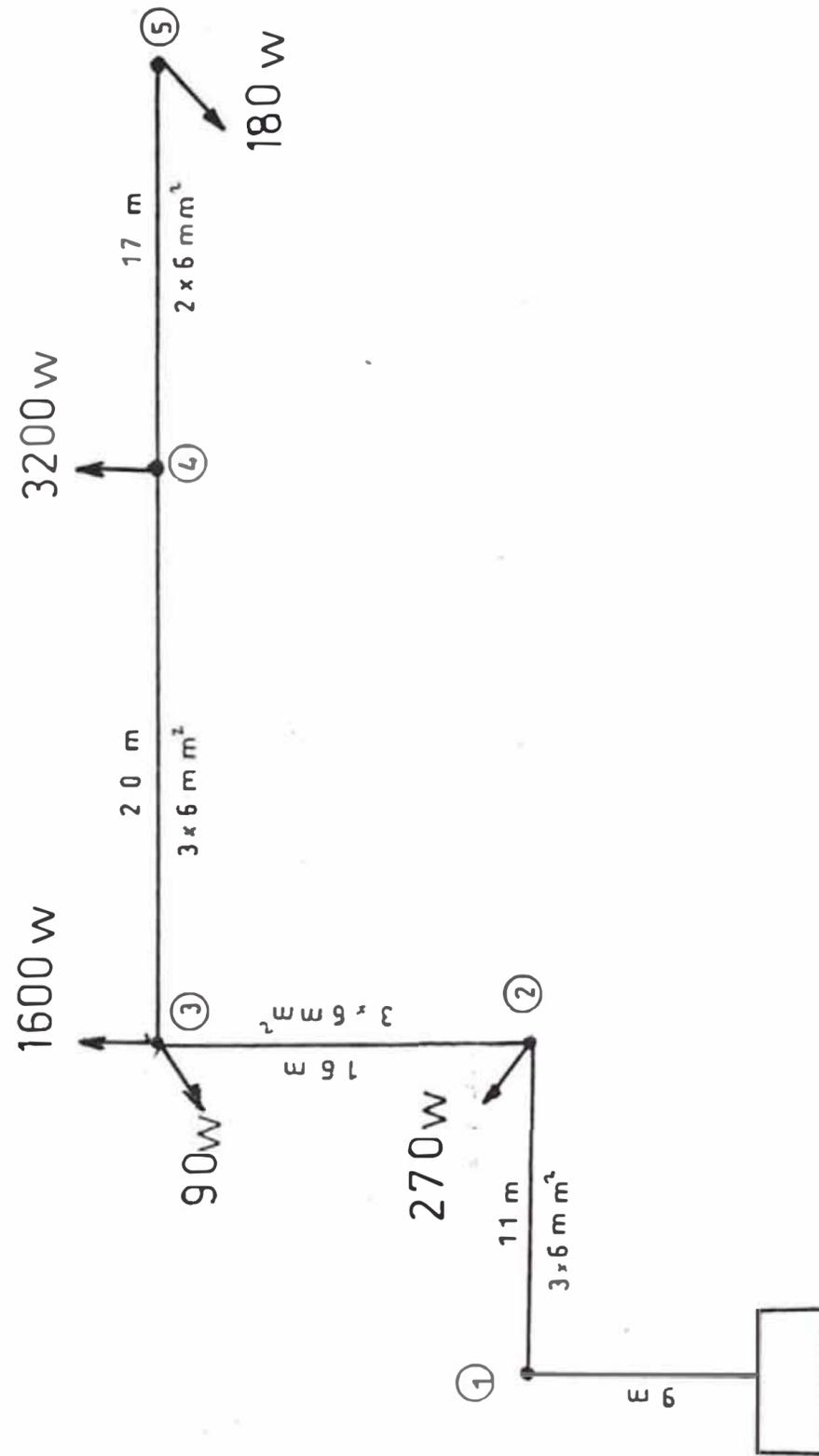


ALUMBRADO AEREO

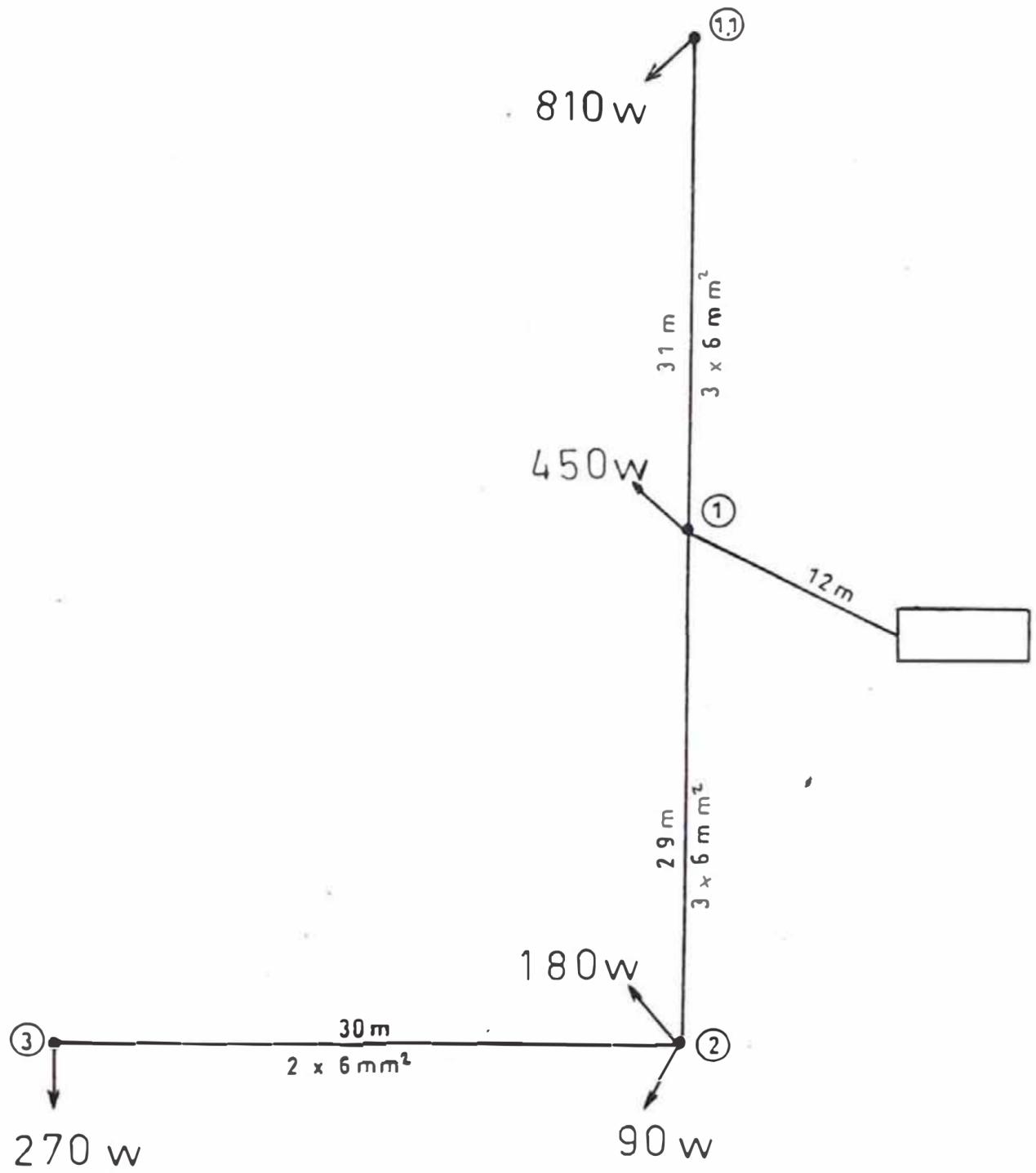
C 3 a



C I b



C 2 b



C 3 b

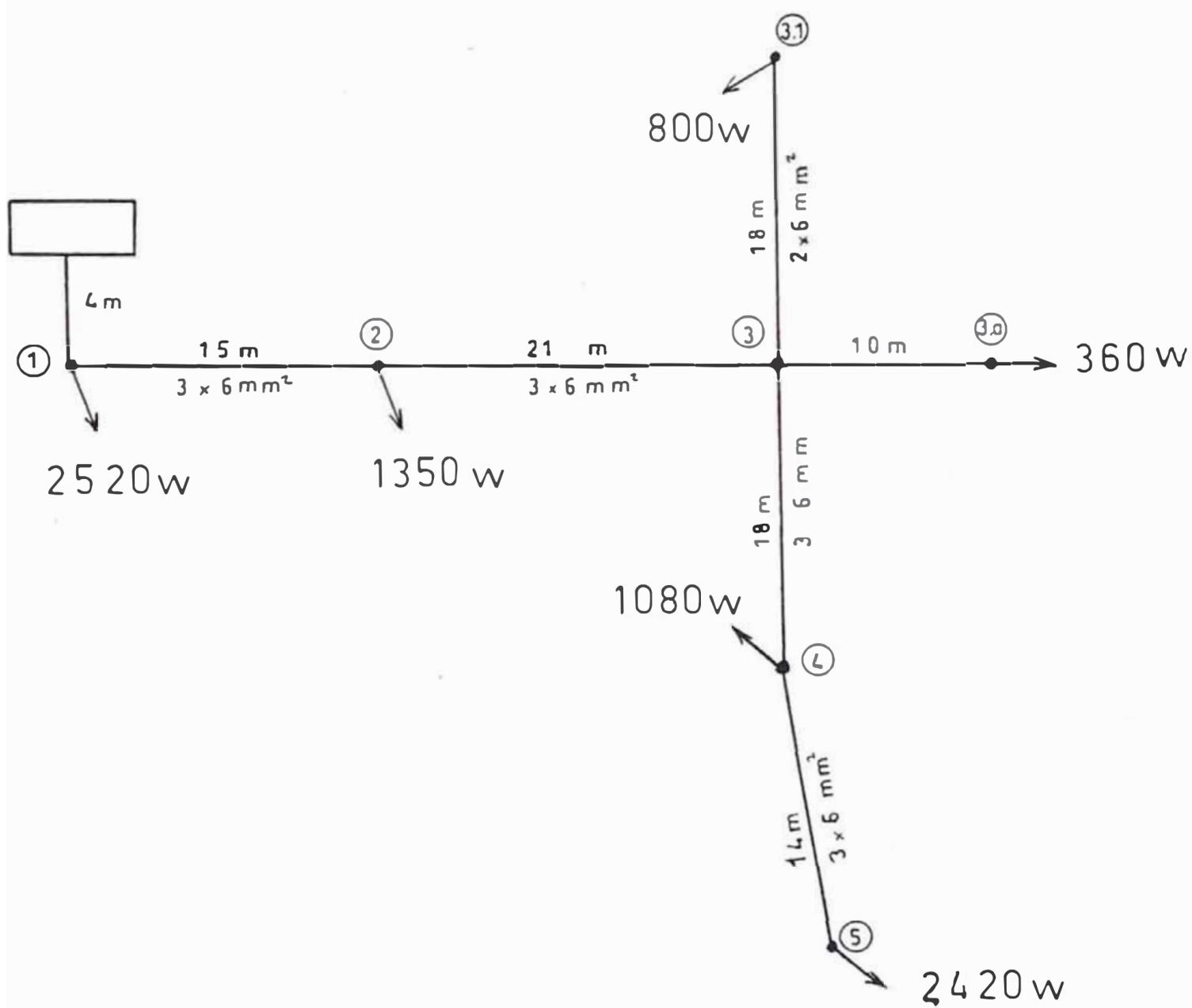


DIAGRAMA DE CARGA C-4

CIRCUITO DE FUERZA DESHUMIFICADORA

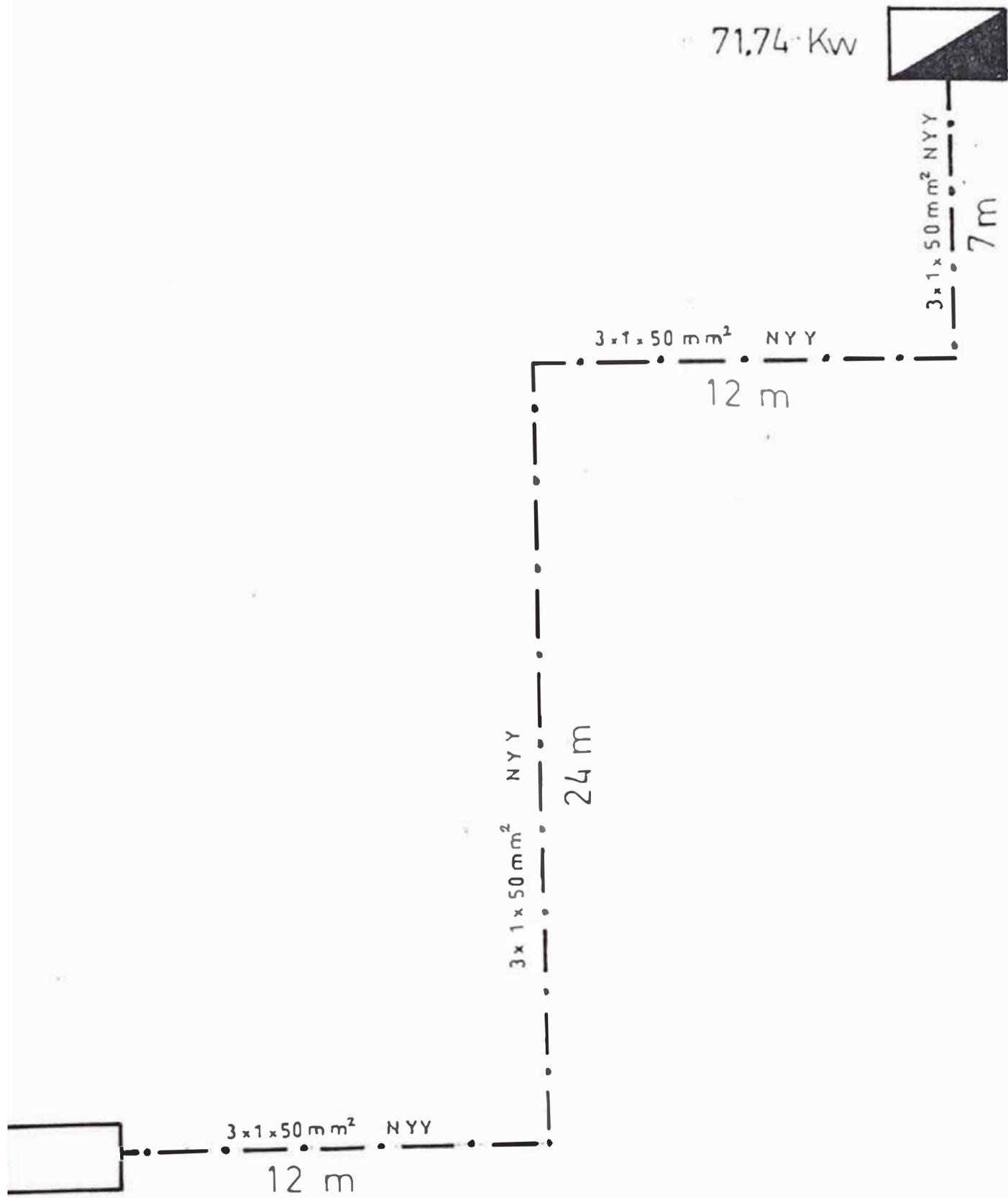


DIAGRAMA DE CARGA C-5
CIRCUITO DE FUERZA VENTILADORES
SECADEROS

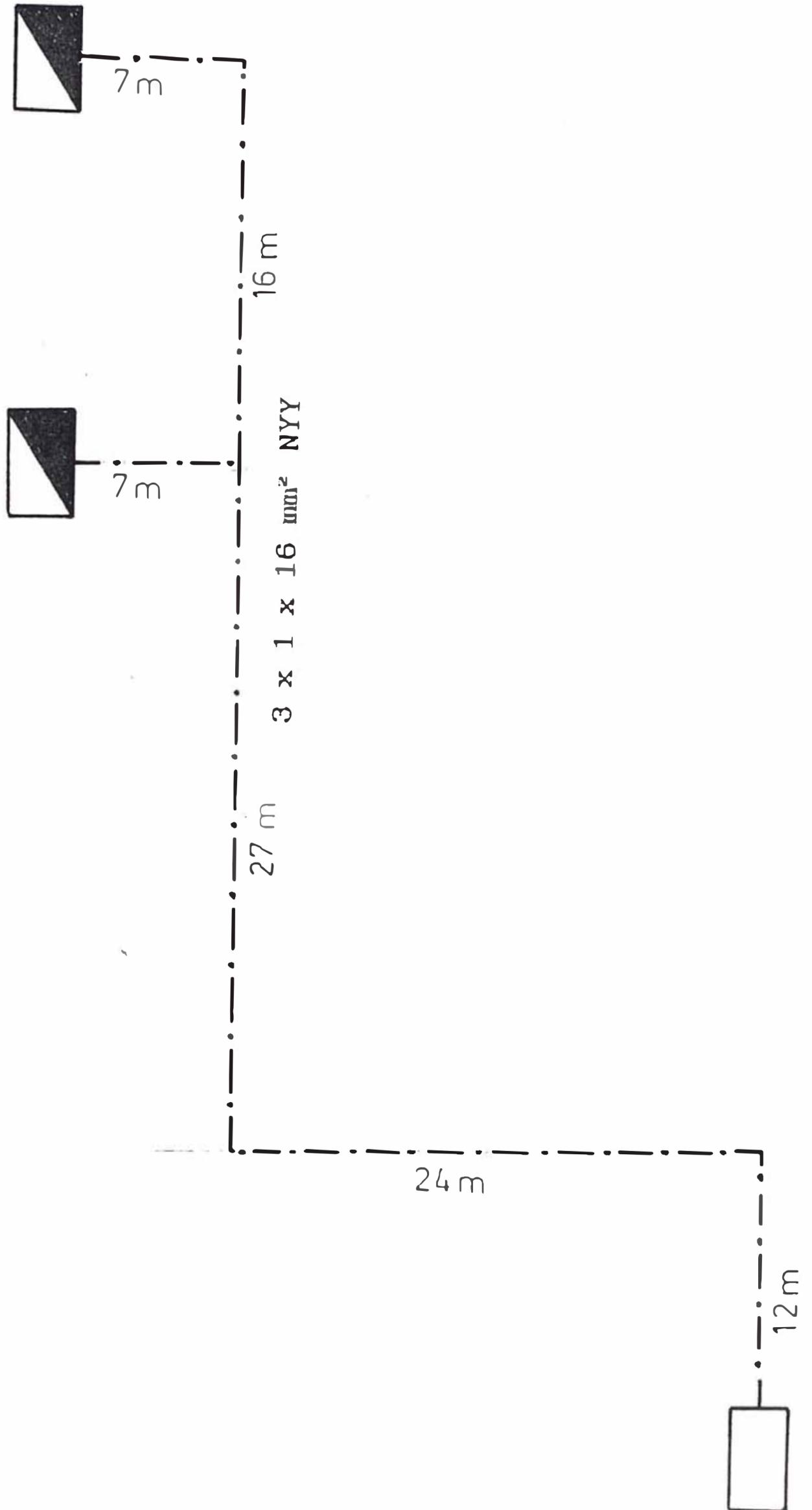


DIAGRAMA DE CARGA C-6

CIRCUITO DE FUERZA SILLAS

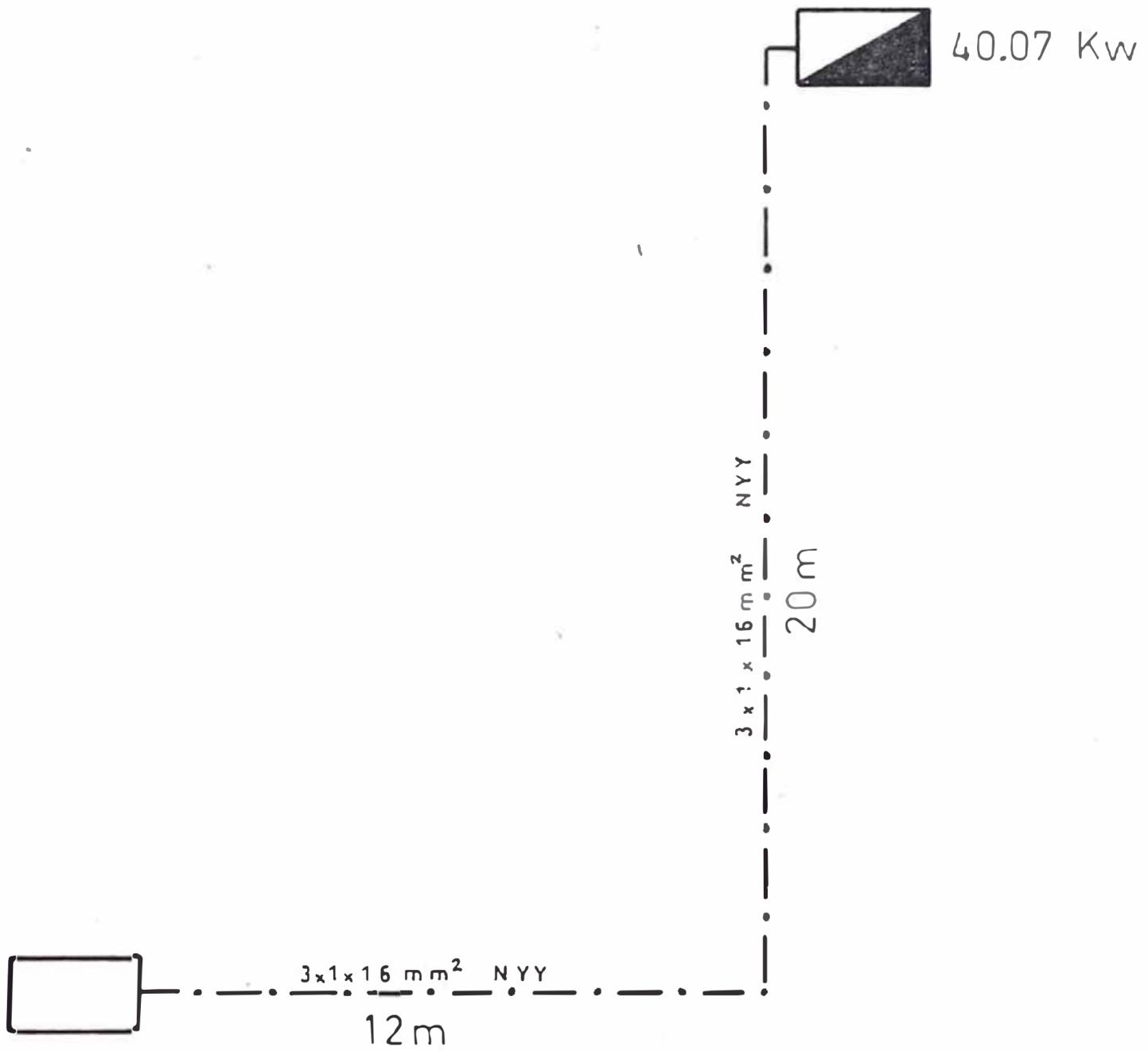


DIAGRAMA DE CARGA C-7
CIRCUITO DE FUERZA WICK AZUL

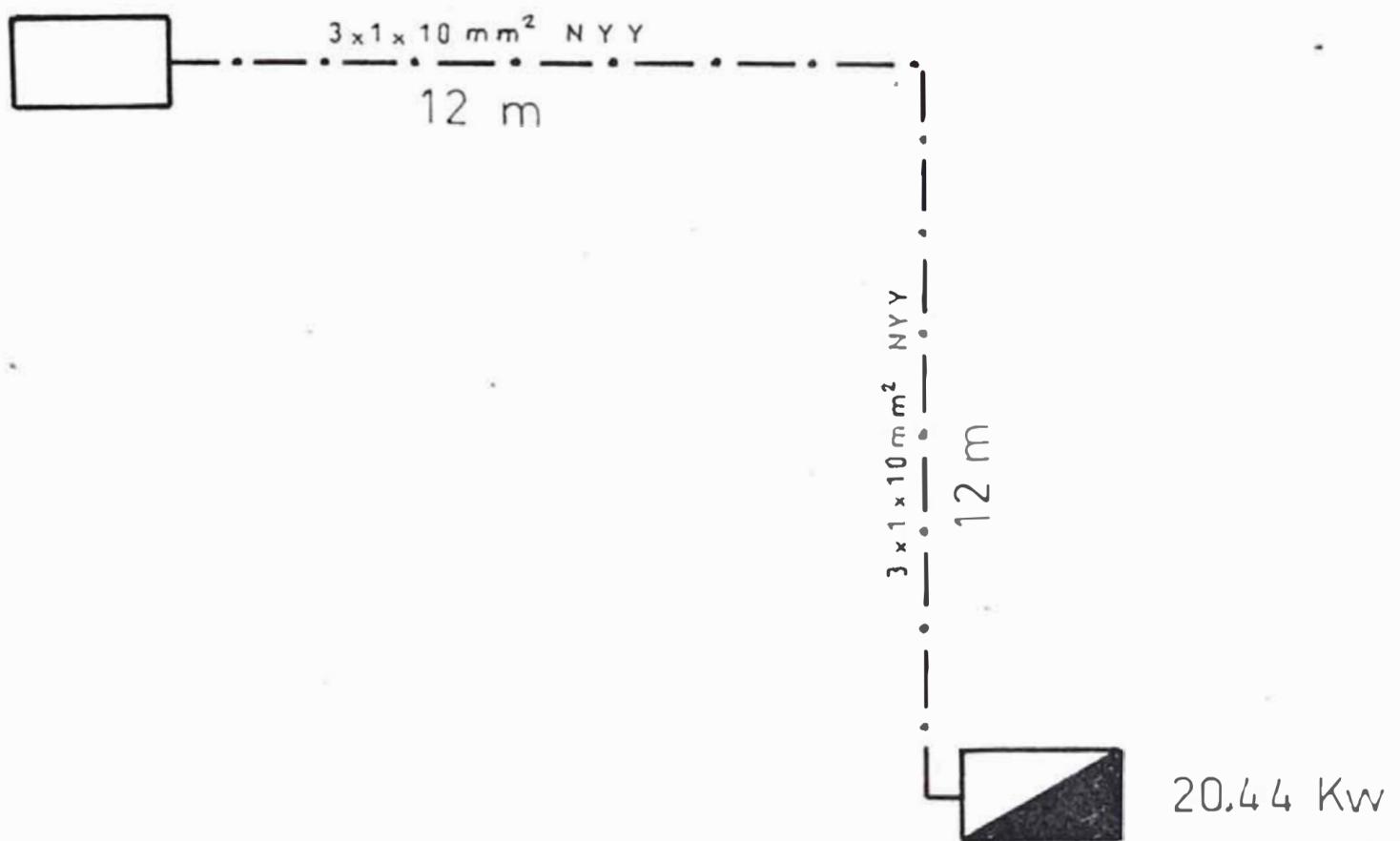


DIAGRAMA DE CARGA C-8
CIRCUITO DE FUERZA CALDERO

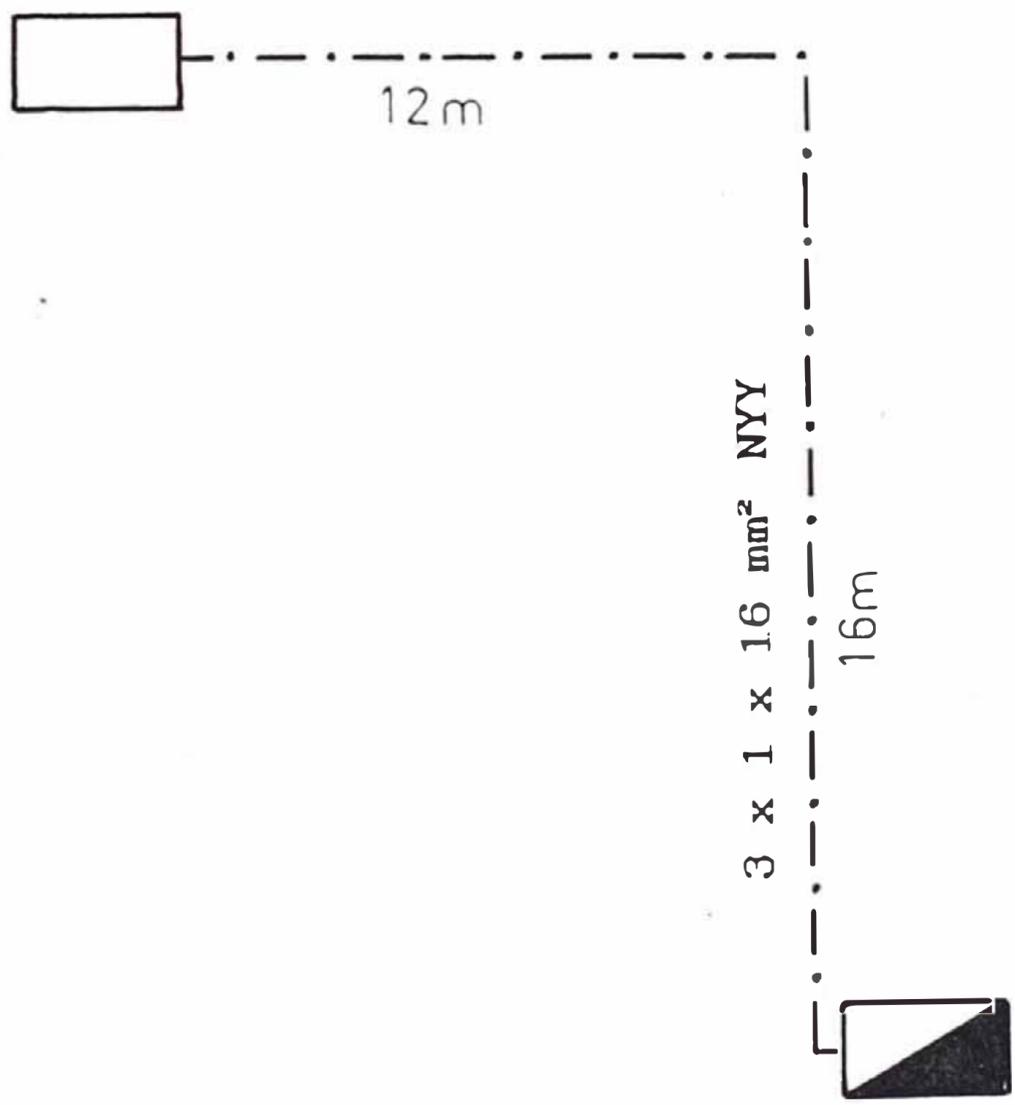


DIAGRAMA DE CARGA C-9
CIRCUITO DE FUERZA WICK VERDE

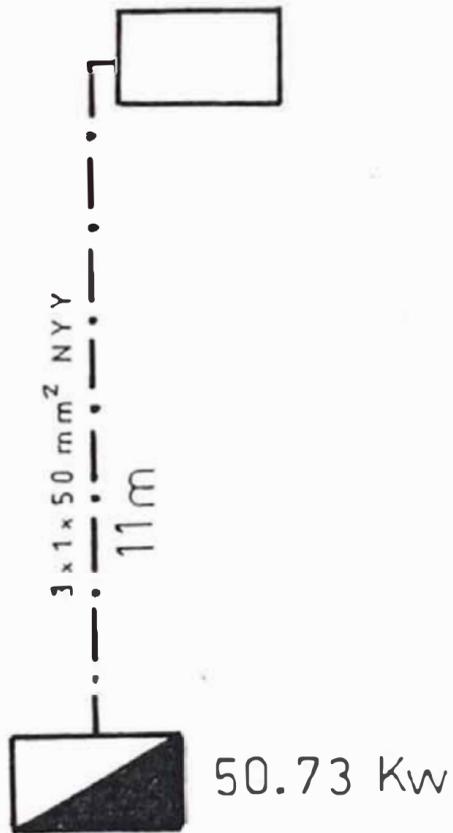


DIAGRAMA DE CARGA C 10
CIRCUITO DE FUERZA DIVINA MONTAÑA

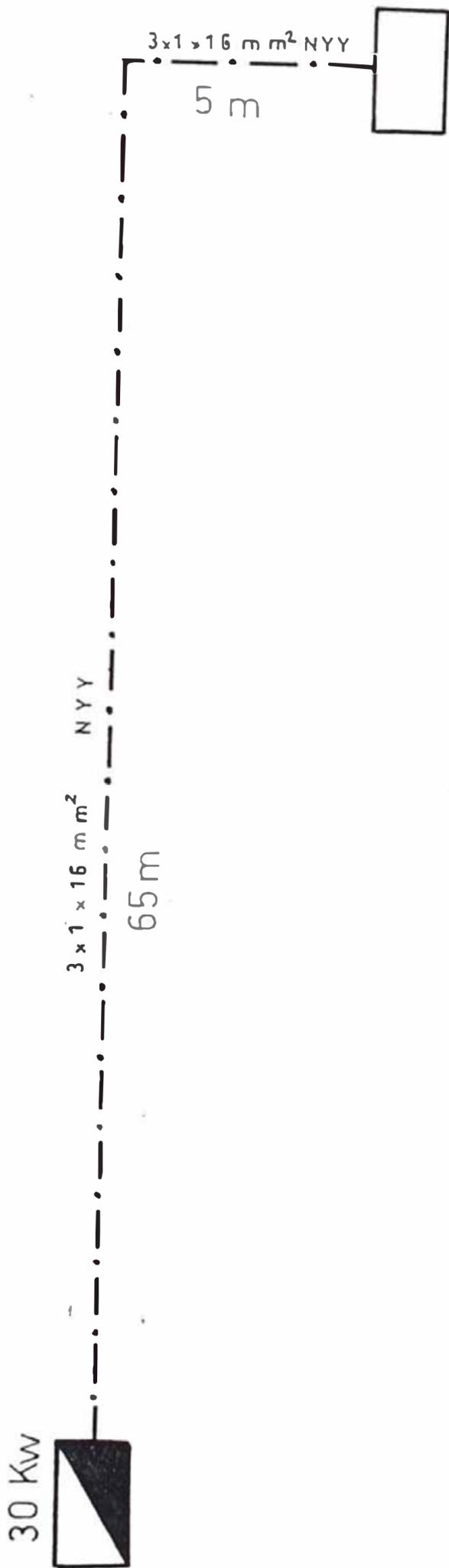


DIAGRAMA DE CARGA C-11
CIRCUITO DE FUERZA PARQUET

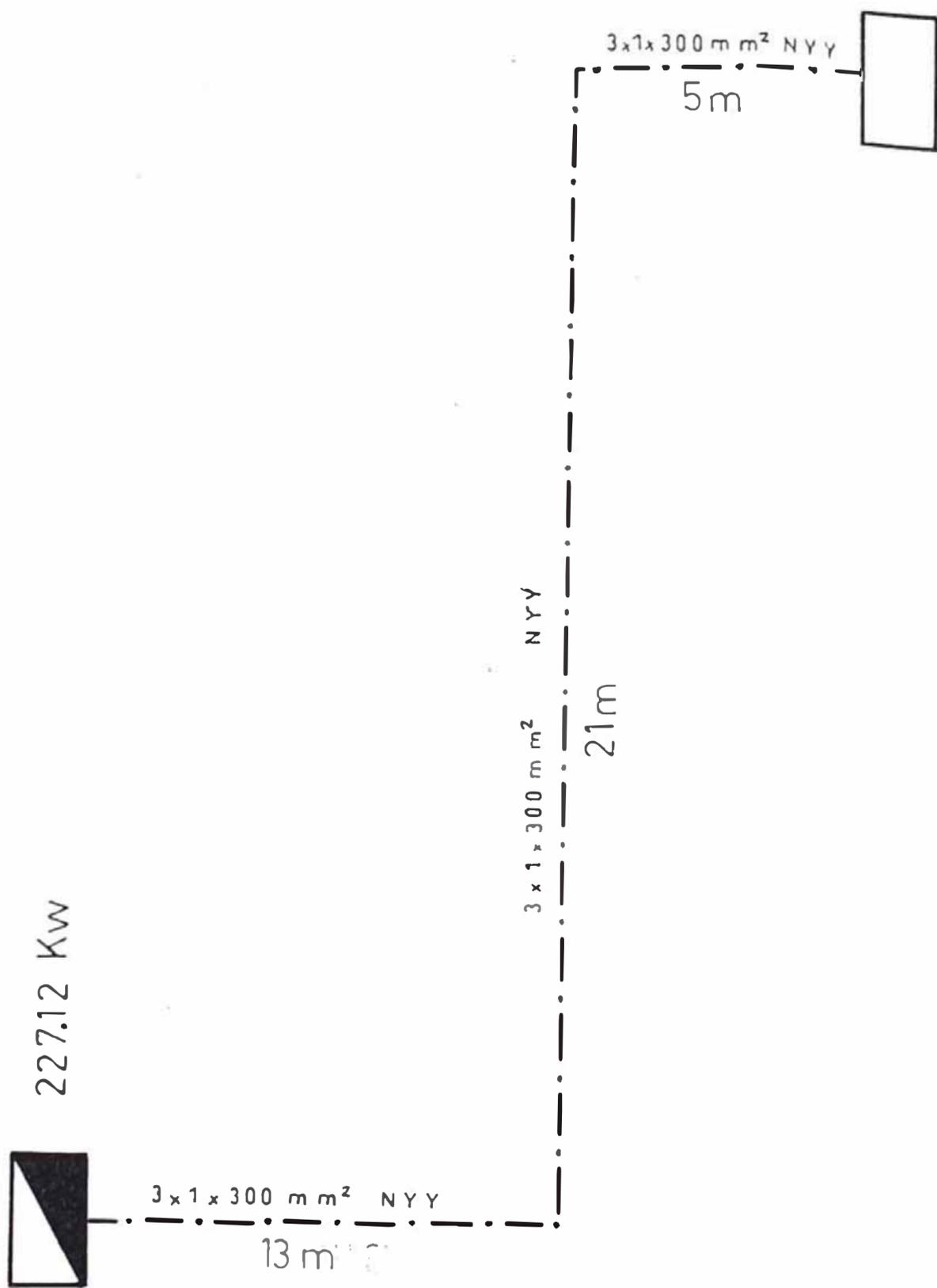


DIAGRAMA DE CARGA C-12
CIRCUITO DE FUERZA ASERRADERO

323.96 Kw

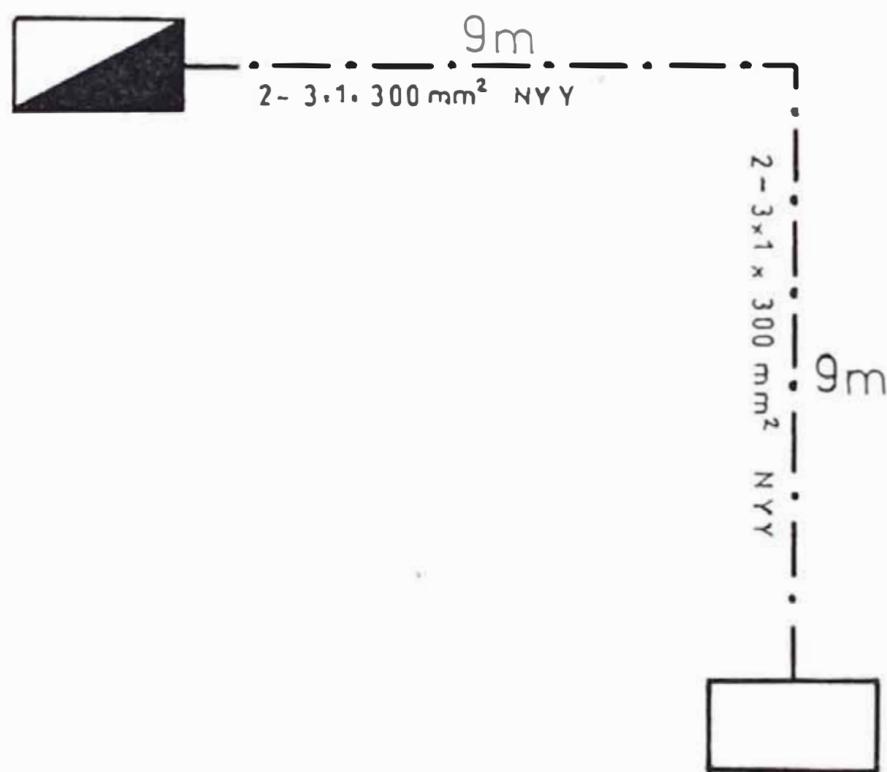
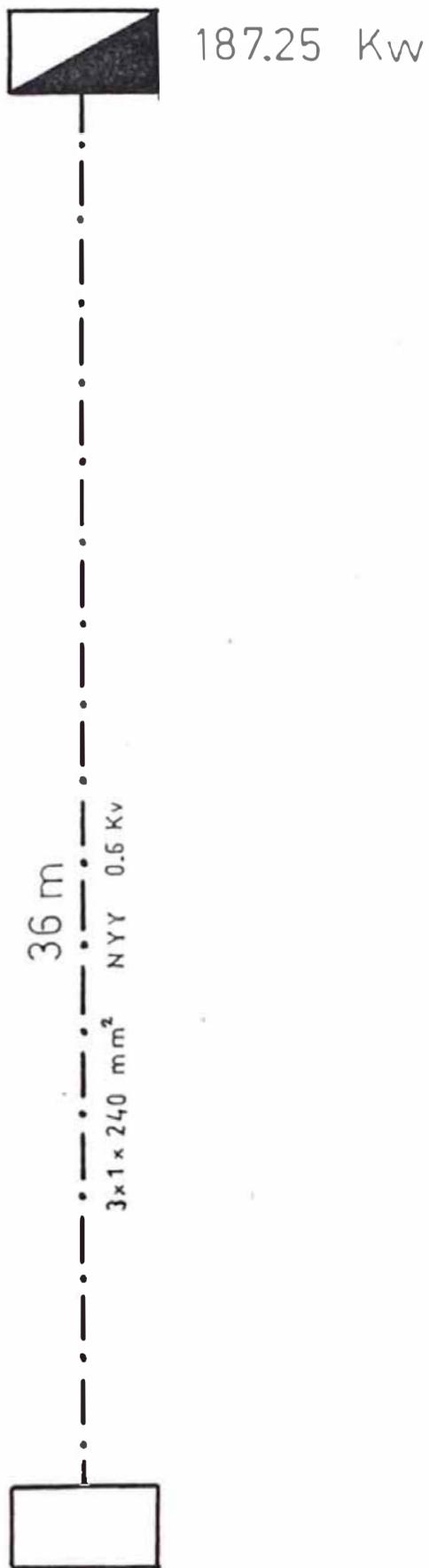


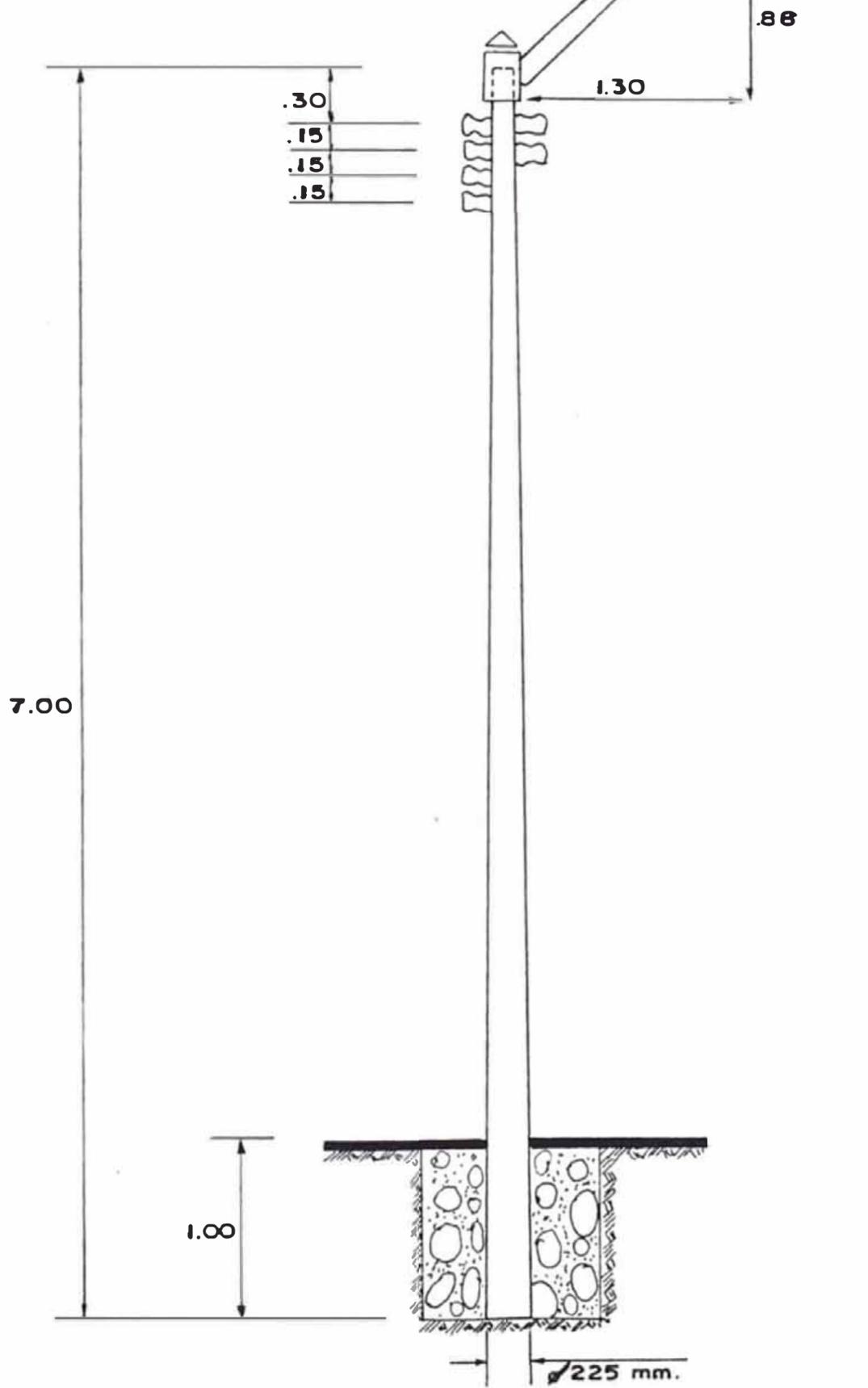
DIAGRAMA DE CARGA C-13

CIRCUITO DE FUERZA SOC.OLEST

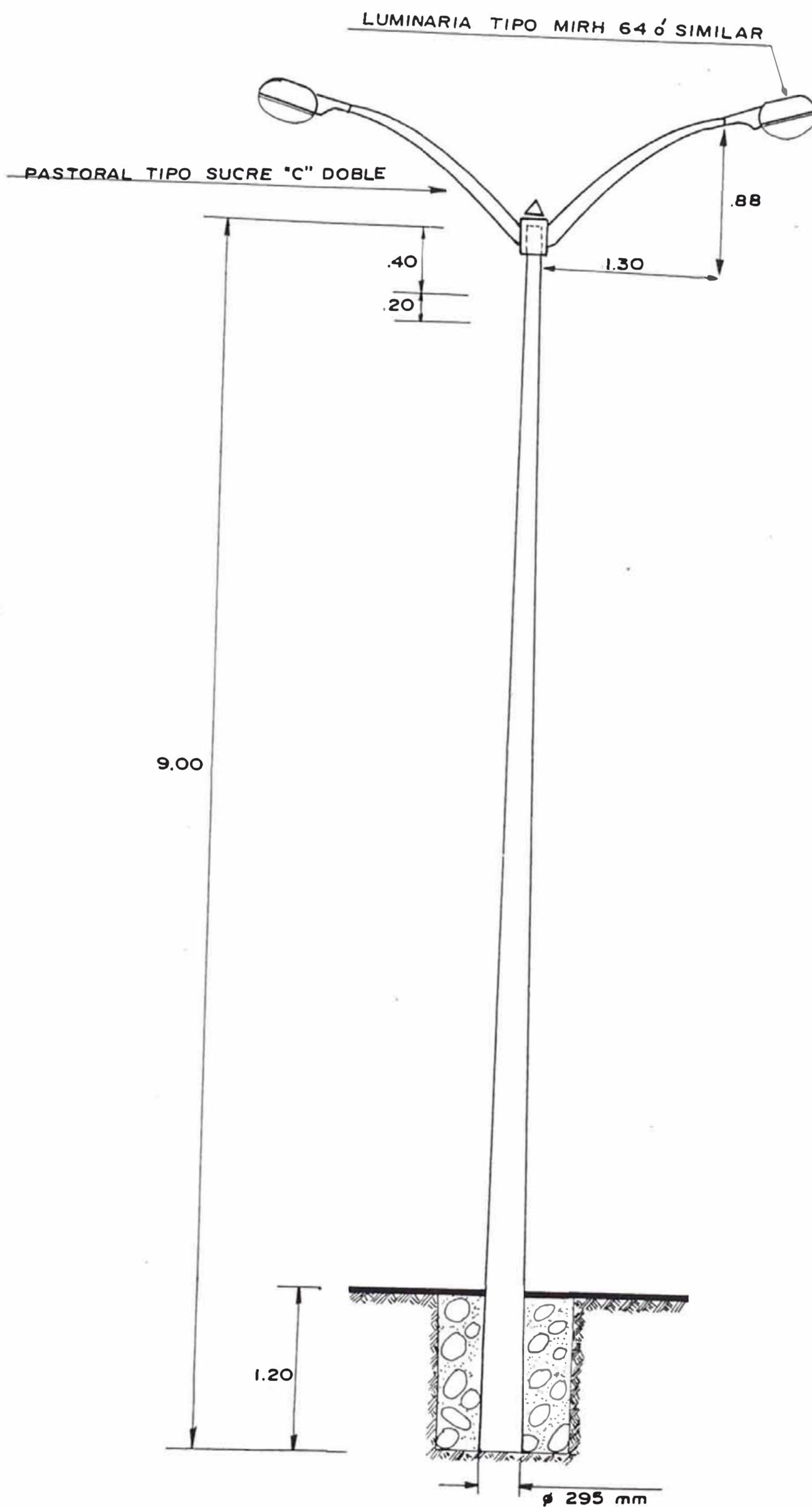


LUMINARIA TIPO MIRH-64 ó SIMILAR

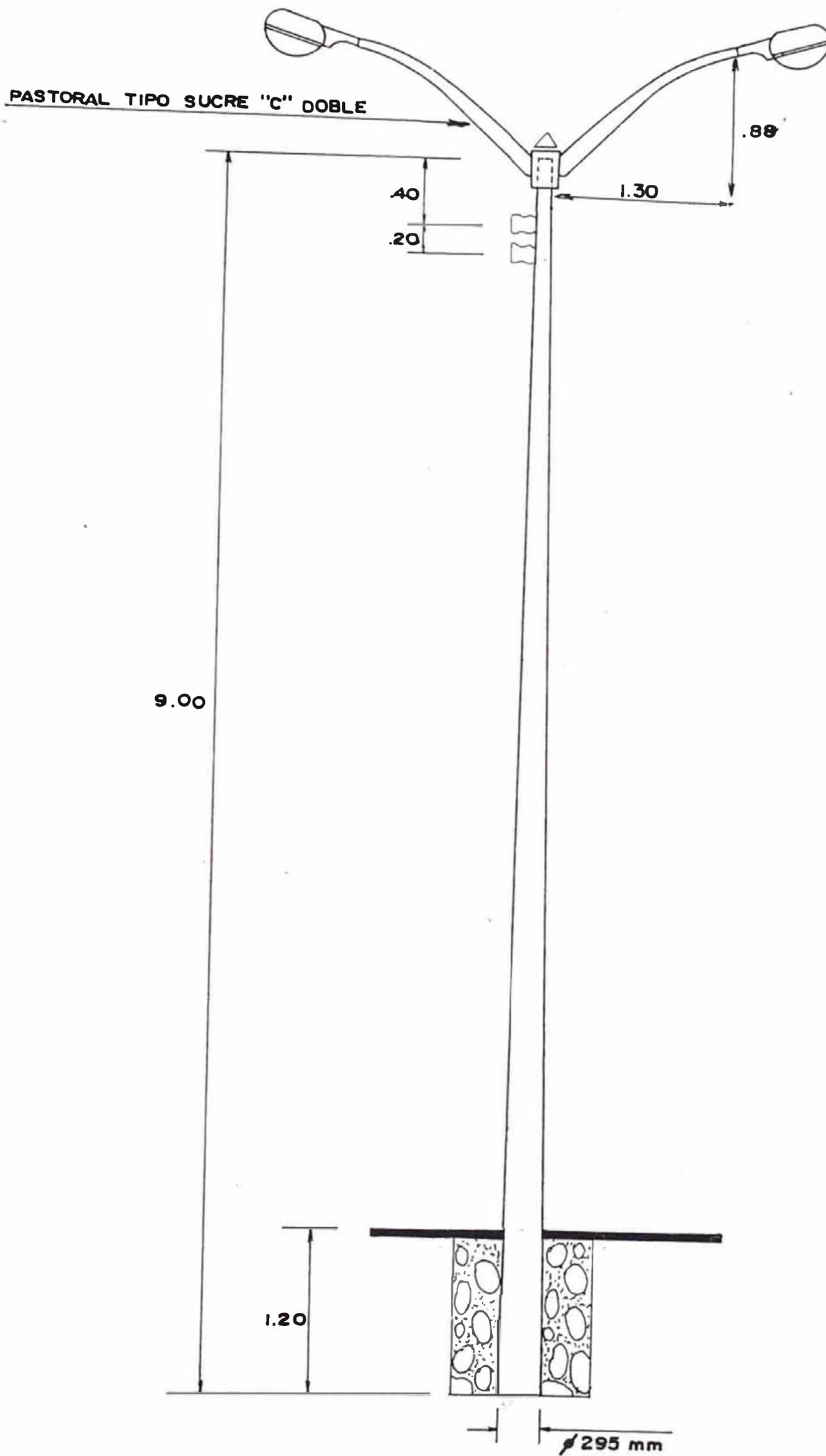
PASTORAL TIPO SUCRE "C" SIMPLE



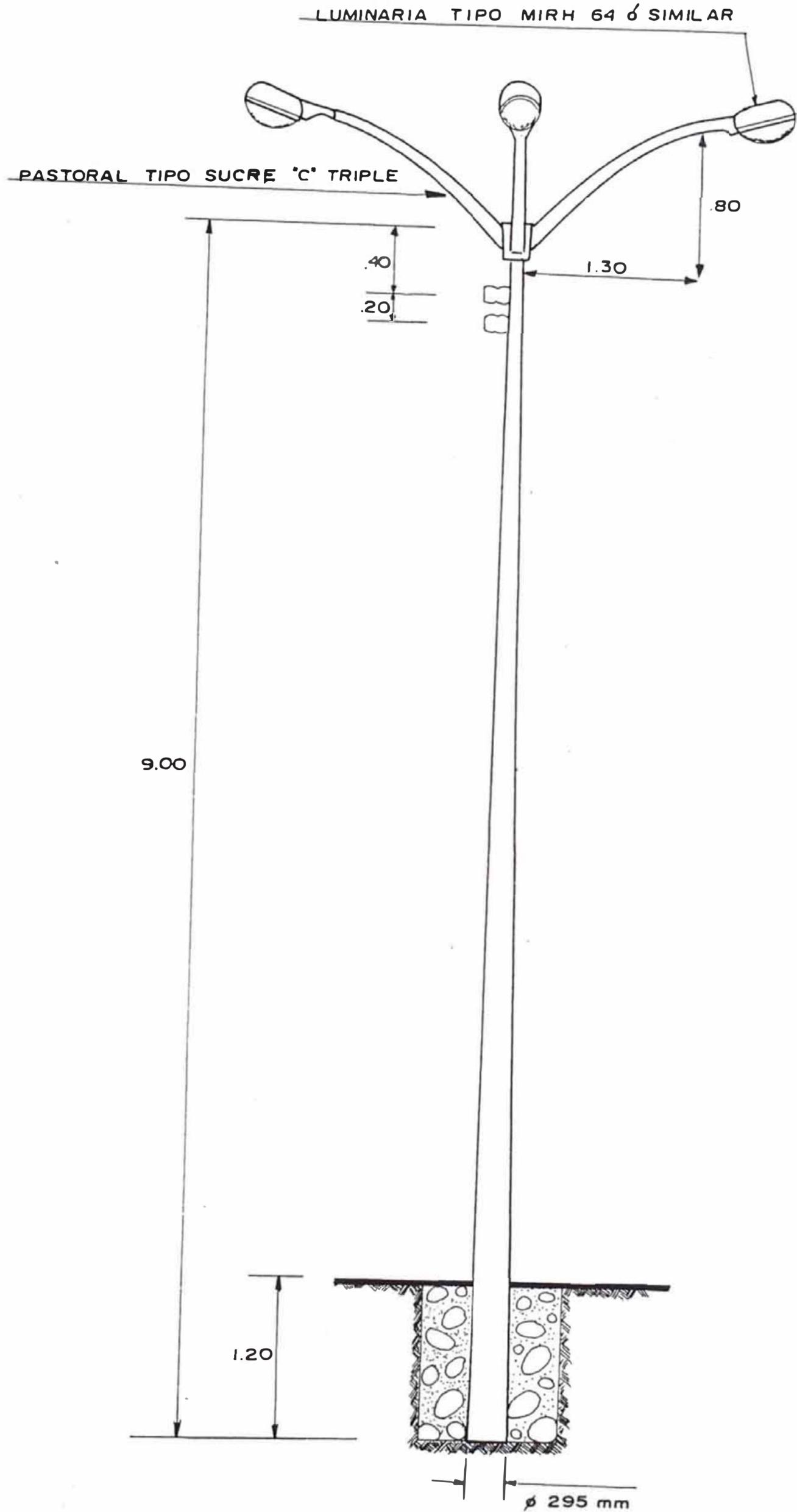
POSTE DE C.A.C. TIPO 7.00/200/120/225
7.00/300/120/225 CON PASTORAL
TIPO SUCRE "C" SIMPLE ESC. 1:50



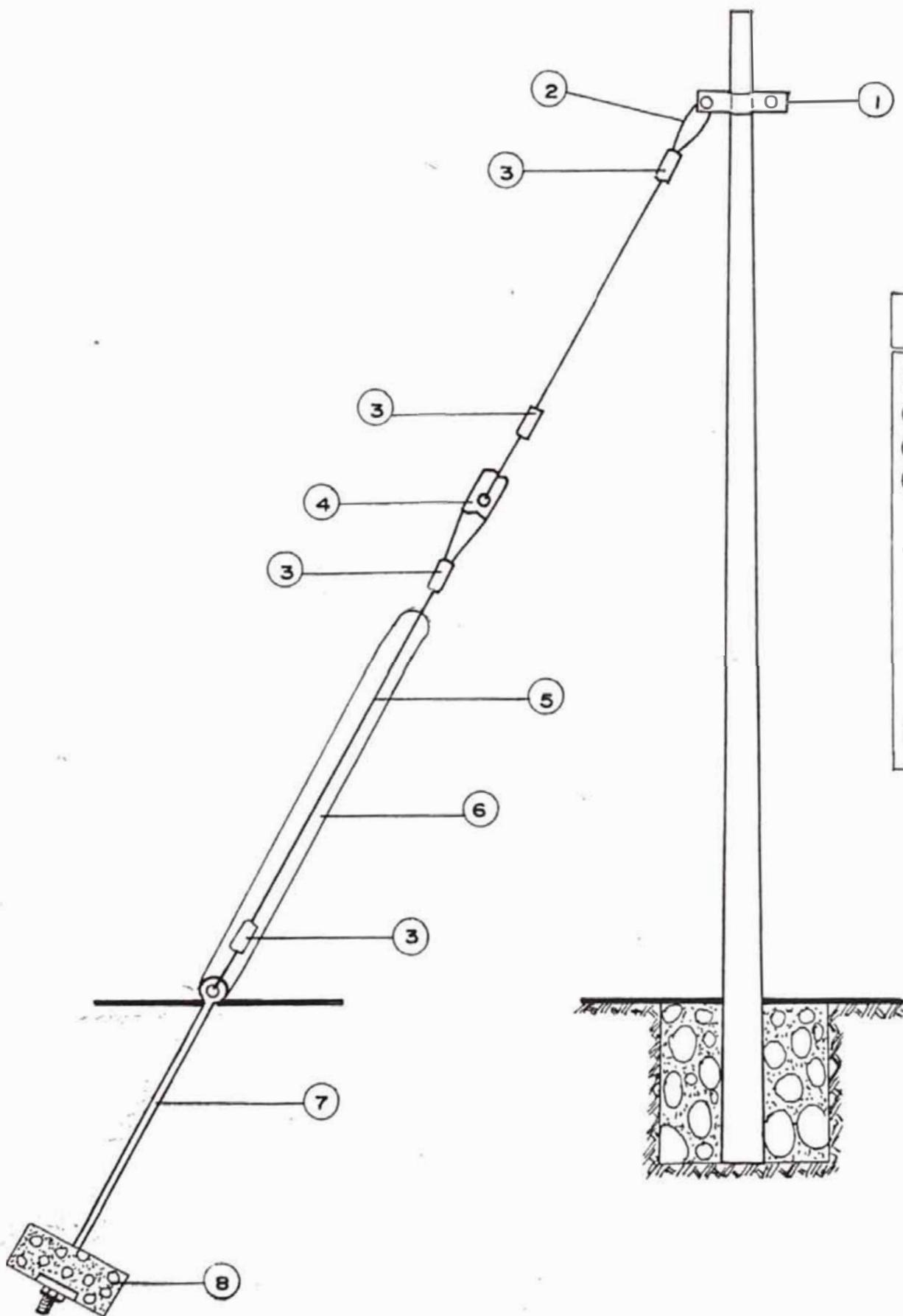
POSTE DE C.A.C. TIPO 9.00/200/120/295
CON PASTORAL TIPO SUCRE "C" DOBLE



POSTE DE C.A.C. TIPO 9.00/200/120/255
CON PASTORAL TIPO SUCRE "C" DOBLE ESC. 1:50



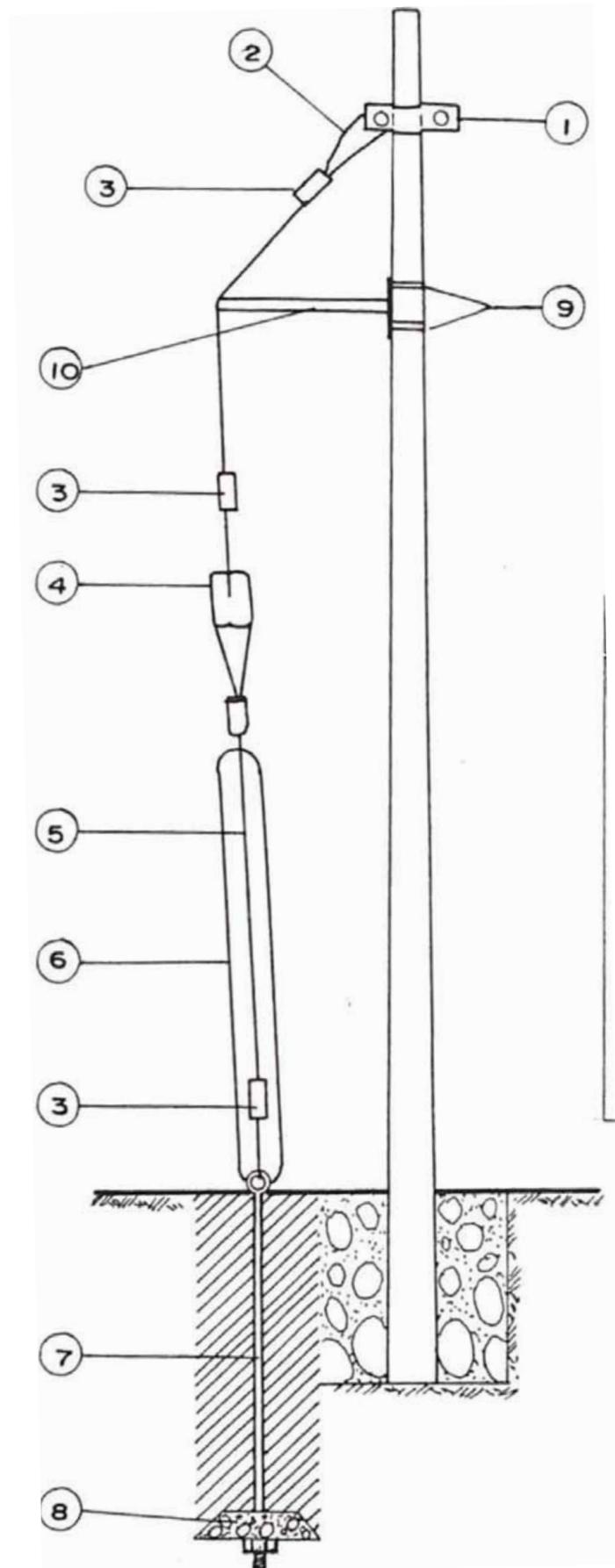
POSTE DE C.A.C TIPO 9,00/200/120/295
CON PASTORAL TIPO SUCRE "C" TRIPLE



DETALLE DE VIENTOS

- ① ABRAZADERA
- ② GUARDACABO
- ③ MORDAZA DE RANURAS
- ④ AISLADOR DE TRACCION
- ⑤ CABLE DE ACERO ϕ 3/8"
- ⑥ CANALETA PROTECTORA
- ⑦ VARILLA DE ANCLAJE ϕ RIEL ϕ 5/8"
- ⑧ ZAPATA DE CONCRETO
- ⑨ CINTAS BARDIT DE ACERO
- ⑩ TUBO DE 1m x 2" ϕ

VIENTO TIPO NORMAL



DETALLE DE VIENTOS

- ① ABRAZADERA
- ② GUARDACABO
- ③ MORDAZA DE RANURAS PARALEL.
- ④ AISLADOR DE TRACCION
- ⑤ CABLE DE ACERO ϕ 3/8"
- ⑥ CANALETA PROTECTORA
- ⑦ VARILLA DE ANCLAJE o RIEL ϕ 5/8"
- ⑧ ZAPATAS DE CONCRETO
- ⑨ CINTAS BANDIT DE ACERO
- ⑩ TUBO DE 1m x 2" ϕ

VIENTO TIPO VIOLIN

CAPITULO V

5.- DISEÑO DE LA PLANTA DE VAPOR

5.1 SELECCION DEL GENERADOR DE VAPOR

5.2 CAMARA DE COMBUSTION

5.3 SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION

5.4 LINEAS DE VAPOR

5.5 ALIMENTACION DEL COMBUSTIBLE

5 . DISEÑO DE LA PLANTA DE VAPOR

El vapor generado en el caldero es conducido a través de tuberías hacia la turbina posteriormente ya degradado se le conduce hacia los secaderos en donde se degrada mucho más luego se le lleva al tanque de condensación donde ya condensado es bombeado nuevamente hacia el caldero completando el ciclo.

La planta de vapor consta en un generador de vapor o caldero, con sus respectivos elementos tales como ciclón separador de cenizas, bombas de agua de alimentación, chimenea y mecanismos de alimentación de combustible.

5.1 SELECCION DEL GENERADOR DE VAPOR

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CALDERO QUE NECESITA LA PLANTA

De los resultados obtenidos vemos que la demanda de vapor para el caso de máxima solicitud debemos calcular la capacidad del caldero, debe ser capaz de producir vapor en la calidad y cantidad necesaria.

La cantidad de vapor industrial es : 13,417 kg/h

El vapor debe ser saturado y sobrecalentado.

A partir de esta cantidad de vapor vamos a calcular la capacidad del caldero, sumándole a la misma todas las pérdidas que ocurren desde el momento en que el vapor se comienza a producir en el caldero, hasta el momento en que es utilizado por la fuente de consumo. Estas apreciaciones vamos a hacer en forma ordenada de tal manera que resulten fáciles de entender.

Pérdidas por radiación.-

Las Pérdidas por radiación se estiman en un 5 % del calor industrial.

$$Q_r = 0.05 Q_i$$

La cantidad de calor industrial Q_i , la obtenemos a partir del diagrama " T vs S " en los que podemos establecer el ciclo Rankine de calor.

Del diagrama se puede ver que la cantidad de calor entregado por kg. de agua, que se convierte en vapor; esta dado por la caída de entalpías $h_1 - h_{2f}$

$$\dots\dots\dots h_{12f} = 2950 - 2375 = 575 \text{ kJ/kg}$$

Conocemos también la eficiencia del caldero $N_c = 0.82$

Entonces la cantidad de calor industrial que necesita producir el caldero, para esta primera apreciación es :

$$Q_i = m_{va} * h_{12f} / N_c$$

$$Q_i = 13417 * 575 / 0.82$$

$$Q_i = 9408262 \text{ kJ/h.}$$

.....Calor por Radiación:

$$Q_r = 0.05 * Q_i$$

$$Q_r = 470413 \text{ kJ/h}$$

El vapor que debe existir a la salida del distribuidor debe ser:

$$m_{vs} = (Q_i + Q_r) / h_{12f}$$

$$m_{vs} = (9408262 + 470413) / 575$$

$$m_{vs} = 17,180.3 \text{ kg/h}$$

Pérdidas por fugas y purgas.-

Las pérdidas por purgas y fugas se estiman en un 10% de la cantidad de vapor m_{vs} .

Vapor perdido por fugas y purgas $m_{vpf} = 0.10 * m_{vs}$

$$m_{vpf} = 1,718 \text{ kg/h}$$

LA CAPACIDAD DEL CALDERO SERA ENTONCES:

$$mvcc = mvs + mvpf$$

$$mvcc = 18,898.33 \text{ kg/h}$$

SELECCION DEL CALDERO

Para este caso se selecciona un generador de vapor o caldero tipo acutubular vertical con presión de trabajo de 25 bars y un flujo de vapor de 20,000 kg/h, con cámara de combustión separada para productos orgánicos.

Se selecciona el caldero KKV25 marca KONUS que cumple con los requisitos de capacidad y presión .

El caldero cuenta con una bomba de agua y un, extractor de humos de así como todos sus elementos de control y tablero automático.

La sala de maquina seguirá las disposición dada por el fabricante así como los lineamientos de construcción sobre la chimenea y el ciclón que se presentan en los planos D-1, D-2 y D-3.

5.2 CAMARA DE COMBUSTION

La camara de combustión es del tipo boveda, localizada en subsuelo con parrilla de presecado con la finalidad de poder quemar productos humedos, contará con un soplador para atizar el fuego con una capacidad de en función del combustible de 10:1, la capacidad de la camara está en función del caldero y de la velocidad de combustion, esta fabricada en tres capas; concreto de alta resistencia, ladrillo de arcilla y ladrillo refractario, con tarrajeo de cemento refractario; las parrillas serán de hierro fundido , Ver Plano D-4

5.3 SISTEMA DEL AGUA DE ALIMENTACION

El agua de alimentación proviene de un pozo de 10 mt. de profundidad, es bombeada mediante una bomba Hidrostral (32-125-2.5T) de 2.5 Hp hacia la cisterna que tendrá una capacidad de 113.34 m³ y con dimensiones de 8x8x1.80 mts. debiendo mantener un nivel mínimo de 24 horas de agua de reposición que significa 41.04 m³. Las tuberías de succión y descarga serán de 2" y 1 1/2" respectivamente, Esta agua de la cisterna será nuevamente bombeada por otra bomba de iguales características que la anterior para ser tratada o ablandada mediante un proceso de filtrado (ver lamina D-5) que tendrá capacidad de tratamiento de 4 lts/seg. una vez tratada ingresará al tanque de condensado en forma de lluvia mediante duchas o malacates con la finalidad de ayudar al vapor remanente a su condensación, luego permanecerá depositada para ser usada conjuntamente con el condensado por el caldero.

El Tanque de condensado tendrá una capacidad mínima de 6 horas la capacidad del caldero, es decir de 113.4 m³.

El caldero toma el agua de alimentación del tanque de condensado a una razón de 18.9 m³/h mediante una tubería de 2" de diámetro y es introducida a él por medio de una bomba de 260 mts de altura dinámica y 12 CFM con un motor trifásico de 20 Hp. (ver lamina D6)

5.4 LINEAS DE VAPOR

Las líneas de vapor son muy importantes, puesto que son las encargadas de transportar el vapor desde el caldero hacia la turbina y desde la turbina hasta el tanque de distribución de vapor hasta los secaderos tendrán un diámetro de 4" e irán aisladas con una manga de asbesto de 4 cnt de espesor.

Las tuberías de retorno de condensado 2 1/2" de igual forma serán aislados con asbestos.

Todas las tuberías serán de hierro fundido y extra fuertes es decir shedule 80, así como las válvulas y accesorios serán PN25 , irán en soportes, en instalación aérea a 4 mts de altura, las cruzadas serán colgantes y apoyada en sus extremos así como sujetados en su recorrido por cables, dispondran de su juntas de dilatación.

(Ver lamina D6)

5.5 ALIMENTACION DEL COMBUSTIBLE

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE COMBUSTIBLE QUE CONSUME LA PLANTA

Este cálculo se debe hacer para el caso de máxima sollicitación de carga. está directamente en función del porcentaje de carga.

Cantidad del calor teórico Necesario

$$Q_t = mvcc * h_{12f} / N_c$$

$$Q_t = 18898.33 * 575 / 0.82$$

$$Q_t = 13'251,878.05 \text{ kJ/h}$$

El Poder Calorífico prom. del combustible es: 4131 cal/cm³

$$PC_p = 4131000 \text{ kcal/m}^3 = 17295670 \text{ kJ/m}^3$$

El peso específico prom. del combustible es: 896.13 kg/m³

$$m_c = Q_t * \text{peso específico} / \text{poder calorífico}$$

$$m_c = 13'251,878.05 * 896.13 / 17295670$$

$$m_c = 686.61 \text{ kg/h}$$

El combustible a quemarse deberá estar almacenado en cantidades suficientes para satisfacer el consumo del caldero este será alimentado según tamaños, si es pequeño será alimentado mediante un gusano o tornillo sin fin, si es mediano se alimentará manualmente acarreando el combustible desde el depósito de leña hasta el caldero mediante carretillas hidráulicas.

SELECCION DEL TORNILLO TRANSPORTADOR

deberá transportar aserrín y polvo de madera así como trozos de madera que hayan sido llevados al silo de finos no pudiendo ser mayor de 1 1/2" de diámetro consideraremos para el cálculo el consumo de combustible del caldero 686 kg/h redondeamos a 1540 lb/h lo que en volumen significa 154.32 p³/h de la tabla #2 pag, 284 del manual de Link belt, seleccionamos el tornillo transportador H36WX de 9" de diámetro con una longitud de 18 pies y un eje de 1 1/2" de diámetro con un requerimiento de potencia de 0.5 hp y una velocidad de giro máxima de 100 rpm los detalles del transportador y sus elementos se representan en la lamina D-7

CAPITULO VI

6.- ANALISIS DE COSTOS

6.1 FINANCIAMIENTO

6.- ANALISIS DE COSTOS

PLANTA DE VAPOR

MAQUINAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	UNIT.	TOTAL
01	Caldero marca Konus KV25, con extractor de humos, chimenea, ciclón, parrillas para el hogar, soplador y bombas de agua de alimentación	GLOB	01	200,000	200,000
02	Tornillo Transportador Link Belt H36WX de 9" de diámetro y 18 pies de longitud, con sus accesorios, reductor y motor de 0.5 HP.	UND.	01	2,300	2,300
03	bomba marca hidrostal (32-125-2.5T) con motor de 2.5 HP.	UND.	02	380	760
04	Tanque de condensado de 156 m ³ plancha de 1/4"	UND.	01	2,500	2,500
05	Equipo de tratamiento de agua	UND.	01	1,800	1,800
	TOTAL				207,360

Nota: En el precio del caldero está incluido la instalación y fabricación de la cámara de combustión es decir listo para operar.

Materiales

ladrillo refractario, ladrillo king kong, concreto, fierro, cemento refractario, arena, hormigón, piedra tubería y accesorios

Estimado \$ 15,000

Mano de Obra

- Construcción de cisterna, Instalación de tubería de pozo a cisterna y bomba de agua, instalación de equipo de tratamiento de agua y tubería al tanque de condensado, instalación de tubería de agua del tanque de condensado al caldero, instalación del transportador sin fin, instalación del silo de finos.

Estimado \$ 10,000

TOTAL

Estimado \$ 232,360

Planta de fuerza

Maquinas y equipos

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	UNIT.	TOTAL
01	Turbina : Tipo laval de 12 toberas, presión de ingreso de 22 bars, y temperatura de 271 °C y salida a 2.5 bars	GLOB	01	70,000	70,000
02	Generador Marca Cat. tipo excitador de estado sólido, con regulación frecuencia, voltaje , fabricado bajo normas NEMA MG-1.	UND.	01	10,000	10,000
03	Tablero de control. Tipo auto soportado ,con instrumentos	UND.	01	3,800	3,800
04	tablero general, auto soportado ,grado IP55,con instrumentos	UND.	01	5,500	5,500
	TOTAL				89,300

Materiales

- Cemento, arena, fierro, cables.

Estimado \$ 2,000.00

Mano de Obra

Instalación del turbo generador, instalación del tablero de control y el general
construcción de zanja de acometida.

Estimado \$ 3,000.00

Total

Estimado \$ 94,300.00

Planta de secado

Maquinas y equipos

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	UNIT.	TOTAL
01	Intercambiadores de doble panel 2IC120HPP, con tubos helicoidales diámetro mayor 3/4" aletados de 1200*1200	UND	09	3,000	27,000
02	Ventiladores con cubierta de 7000 m ³ /h a 3450 RPM y con motor de inducción de 2kw de velocidad variable.	UND.	09	1,200	10,800
03	Ventiladores secundarios de 4000 m ³ /h con motor de 1.5 kw.	UND.	06	580	3,480
04	Equipo de control y regulación de humedad y temperatura	UND.	03	2,700	2,700
05	Extractores de aire de 6000 m ³ /h con motor de 2kw	UND.	03	600	1,800
06	carros de alimentación de madera	UND.	36	400	14,400
	TOTAL				60,180

Materiales

- ladrillo, cemento, arena, hormigón, cemento refractario, plastico, madera, fierro, rieles

Estimado \$ 36,000.00

Mano de Obra

- construcción de camara de secado, instalación de ventiladores primarios y secundarios, instalacion de tuberia de vapor de turbina a secaderos con manga de asbesto, instalación de intercambiadores de calor, instalacion de extractores, instalación del equipo de control de temperatra y humedad, instalación de tuberia de condensado desde los secaderos a el tanque de condensado.

Estimado \$ 12,000.00

Total

Estimado \$ 108,180.00

Instalaciones Eléctricas

Materiales

- Postes

31 postes de 7 mts	100.62	3121.08
7 postes de 9 mts	124.75	873.25

- Pastorales

35 pastores simples sucre C	18.92	662.20
2 pastorales dobles sucre C	35.38	70.76
1 Pastoral triple sucre C	52.00	52.00

- Vientos

4 vientos tipo normal	120.00	480.00
3 vientos tipo violín	148.32	444.96

- Aisladores

106 Aisladores tipo carrete clase 53.1 600v	1.30	137.80
---	------	--------

- lámparas

42 equipos completos de lámparas de luz de Na alta presión 150 w con luminariac MIR-H-64	186.50	7833.00
---	--------	---------

- Conductores

3,100 mts de cable de 6 mm ² con forro plastico (WP)	0.54	1670.00
100 mts cable tipo biplasto NLT flexible 2.5 mm ²	1.01	101.00
24 mts de cable 3x1x 10 mm ² NYN	4.68	112.32
102 mts de cable 3x1x16 mm ² NYN	6.52	665.04
66 mts de cable 3x1x50 mm ² NYN	24.32	1605.12
36 mts de cable 3x1x240 mm ² NYN	86.09	3099.24
75 mts de cable 3x1x300 mm ² NYN	97.72	7104.00

- portalineas

37 portalineas dobles	6.10	225.70
16 portalineas triples	8.30	132.80

TOTAL 28,394.27

Mano de Obra

- Instalación de los circuitos subterranos		
402 mts de longitud	1.90	763.00
- Instalación de los circuitos aéreos		
551 mts de circuito monofasico	1.40	771.40
275 mts de circuito trifasico	1.60	440.00
- instalación del tablero general	130.00	130.00
Total		2,104.00
TOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS		30,498.27

COMBUSTIBLE

Sabemos que la producción de combustible de la planta alcanza los 14'031,048 p² anuales y el máximo consumo anual que podría tener la planta sería de 2'802,872 p² , lo que significa que el combustible para la planta está asegurado. Solo como referencia podemos citar los Precios promedios en Pucallpa de los sobrantes haciendo mención que estos precios son lo que cobran los transportistas, puesto que el aserradero no cobra .

Sobrantes	Precio (\$ USA/kg)
Cantoneiras	0.0145
Largueros (cercos)	0.0383
Despuntas	
- Ladrilleras	0.0026
- Panaderias	0.0032
- Carbonerías	0.0029

6.1 FINANCIAMIENTO

TOTAL DE MANO DE OBRA Y MATERIALES	465,338.27
GASTOS GENERALES	46,533.83
GASTOS DE SUPERVISION E INSPECCION	23,266.91
TOTAL DEL PROYECTO	535,139.01
APORTES DE CAPITAL	
1) APORTE PROPIO	\$ 135,139.01
2) APORTE DE TERCEROS	\$ 400,000.00
- INTERES ANUAL AL REBATIR A MEDIANO PLAZO (5 AÑOS),	
PAGO TRIMESTRAL	
AMORTIZACION	\$ 34,327.63

*** CONTRATO DE PRESTAMO**

PRESTAMISTA

INDUSTRIAS DEL LEÑO S.A.

MILANO - ITALIA

MONTO

\$ 400,000.00

INTERES

10%

AMORTIZACION

\$ 25,658.85

FORMA DE PAGO

TRIMESTRAL EN PRODUCTOS
PUESTOS EN PUERTO
(CALLAO)

CONCLUSIONES

- la Planta en la que se realizo el estudio es tipica de la industria peruana, de crecimiento paulatino, es decir que crece según las necesidades y en función del capital de los empresarios, muchas veces no se prevee un plan de crecimiento ni una proyección adecuada, simplemente se incrementa máquinas e infraestructura, llegando muchas veces a sobrecargar sus instalaciones.
- El combustible generado por la planta sigue siendo mucho mayor que el que necesitaria para su planta termica, es decir que podria proyectarse una planta termica de mayor capacidad.
- Los sobrantes generados se estiman desde un 41% a un 62% de madera incluido corteza.
- Las propiedades químicas, físicas y energeticas de la madera varian según especies manteniendo un rango dentro de la especie, dependiendo esto de varios factores tales como:
lugar de extraccion, zona pantanosa o seca, altura, consistencia del terreno y otros.
- Se incrementaria la produccion bruta de la producción industrial en tanto se utiliza la porción no aprovechada de un producto quemado o arrojado al rio.
- reduciria considerablemente el consumo de petroleo.

- Se podría aplicar el proyecto a otras industrias trayendo las siguientes ventajas:
 - Tendría una influencia favorable en la extracción forestal al aperturar un mercado para las trozas con deformaciones no aceptadas por la industria que se abandonan en el río.
 - Promovería la agricultura, proporcionando al agricultor un ingreso inmediato por madera que actualmente carece de valor en el mercado.
 - Permitiría financiar el establecimiento de plantaciones forestales en terrenos deteriorados cercanos a las zonas pobladas, usando especies nativas y/o exóticas de rápido crecimiento y alto valor calórico.
 - Generación de nuevos puestos de trabajo permanente con o sin calificación, al respecto las industrias forestales requerirían de operarios para el manipuleo, preparación y cargio de sobrantes.
 - Mejoras del servicio eléctrico con posibilidades de ampliar
- En cuanto a la operación de secado se puede concluir que resultaría bastante económico y de muy buena calidad siempre y cuando exista una persona capacitada para dicha labor
- En la operación de secado esencialmente debe controlarse la humedad y temperatura de la madera y cámara.

- En cuanto al financiamiento se ha visto posible puesto que existe una gran demanda de madera en Italia, y países Europeos llegando inclusive a mejorar las ofertas.

BIBLIOGRAFIA

- DETERMINACION DEL PODER CALORIFICO DE 20 ESPECIES FORESTALES DE LA AMAZONIA PERUANA.
* MANUEL UCEDA

- COMPOSICION QUIMICA DE LA MADERA " POSIBILIDADES INDUSTRIALES DE LAS MADERAS NACIONALES PARA LA FABRICACION DE PULPA PARA PAPEL"
* JORGE BUENO

- RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CARBONO Y ANALISIS DE LIQUIDOS PIROLENOSOS DE CUATRO MADERAS DEL PERU
* M. RENGIFO

- LA EVALUACION DE LOS RECURSOS FORESTALES DE INTERES ENERGETICO DE LA MICROREGION IBERIA- INAPARI
* IIAP CONVENIO UNAP.

- MANUAL DE SECADO DE MADERA
* ICOMAC

- TECNICAS DE SECADO EN LA MADERA
* CREMONA

- MANUALES DE MAQUINAS Y EQUIPOS PARA PLANTAS TERMICAS DE
COMBUSTIBLES ORGANICOS
 - * KONUS

- HEAT TRANSFER TECHNIQUE WITH ORGANIC MEDIA
 - * KONUS - HANDBOOK

- MANUAL DEL INGENIERO MECANICO
 - * MARKS

- CODIGO ELECTRICO DEL PERU

- INSTALACIONESS ELECTRICAS SUBTERRANEAS
 - * W. ORTIZ

- MANUAL DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCION ELECTRICA
 - * B.B.C.