

4.2  
2ij



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**CALCULO PARA EL USO DE POSTES DE MADERA  
MEXICANA EN LINEAS DE DISTRIBUCION**

**Tesis Profesional**

**Que para obtener el Titulo de  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**p r e s e n t a:**

**ELOISA DAVALOS PAZ**

**México, D. F.**

**1987**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## P R O L O G O .

El presente trabajo tiene por objeto el analizar las especificaciones marcadas para el uso de postería de madera, dentro de las cuales un determinado número de postes no se le utiliza, debido a que presentan algunas características tanto físicas como mecánicas que pueden ser riesgosas, tanto en su levantamiento como en su durabilidad al tenerse determinadas condiciones de presión de viento, temperatura, etc.

Por lo que se determinará si el uso de estos postes puede ampliarse dentro de determinados rangos.

Antes de dar las bases para el planteamiento del proyecto, daremos una pequeña introducción sobre el tipo de madera que se usa en postería y con que características y restricciones debemos de contar.

## I N D I C E

### INTRODUCCION.

#### C a p í t u l o I

##### 1.1 Generalidades.

#### C a p í t u l o II

##### II. 1 Análisis de la producción forestal maderable en México

#### C a p í t u l o III

##### III. 1 Especificación para postes de madera C.F.E. JB200-01

- III.1.1 Objetivo y campo de aplicación
- III.2 Normas que se aplican
- III.3 Definiciones
- III.4 Clasificación
- III.5 Especificaciones para la materia prima
  - III.5.1. Procedencia
  - III.5.2. Aserramiento
  - III.5.3. Descortezamiento
  - III.5.4. Acabado
  - III.5.5. Perforaciones
  - III.5.6. Desbastes
  - III.5.7. Dimensiones
  - III.5.8. Sazonamiento
- III.6. Tratamiento
- III.7. Designación
- III.8. Clasificación de defectos
  - III.8.1. Defectos críticos
  - III.8.2. Defectos mayores y menores.

#### C a p í t u l o IV

##### IV. 1 Resultados de las pruebas físico-mecánicas.

- IV.2 Prueba de compresión paralela a la fibra
- IV.3 Prueba de compresión perpendicular a la fibra
- IV.4 Prueba de flexión

## I N T R O D U C C I O N .

La madera es un producto orgánico de origen vegetal, de composición y estructura bien definidas. Está formada por un conjunto de células cementadas entre sí; estas células son las prosenquimatosas, cuyas funciones principales son la conducción de soluciones y el sostén máximo del árbol; y las parenquimatosas que sirven para el almacenamiento de sustancias.

Toda la madera proviene de árboles, los cuales invariablemente están constituidos por dos clases de madera, dependiendo de su ubicación en el tronco. La porción del centro, que es más densa y seca se llama duramen, mientras que la parte que rodea al duramen, que es más húmeda, se llama albura.

Las propiedades más sobresalientes de la madera son: alta resistencia mecánica por unidad de peso, poco peso por unidad de volumen y alto poder de --  
aislación térmica.

La madera como todo producto natural, es susceptible de ser atacada por agentes biológicos que la destruyen o disminuyen su calidad. Estos agentes se pueden resumir en 3 grupos:

- a) Mohos y hongos cromógenos.
- b) Hongos xilófagos
- c) Insectos y perforadores marinos.

Las condiciones que favorecen el desarrollo de los agentes destructores de la madera serán los siguientes:

- a) Temperatura
- b) Humedad
- c) Oxígeno
- d) Alimento

Los postes son el producto extraído de una troza descortezada, labrada o no con una longitud mínima de 5 mts. y un diámetro en la punta no mayor de -- 2.20 m.

Pueden ser usados para transmisión eléctrica o telefónica. En nuestro caso analizaremos la primera.

En México, el comercio de madera aserrada y productos forestales en rollo - tales como postes, no estaba del todo regido por normas de calidad de tipo nacional que protegieran al producto y al consumidor; por lo que uno de sus principales consumidores COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, conciente de la importancia que tiene el contar con materiales de calidad controlada adoptó las normas para postes de pino ponderosa de la "American Standard Association"; que aunque la especie de pino que más abunda en México, no es la de pino ponderosa, es más o menos similar a ésta.

La especie de pino a la cual nos referiremos de aquí en adelante es la llamada: *Pinus Durangensis*, conocida mayormente por Pino Nacional, la cual posee una resistencia a la fibra diferente a la del pino ponderosa.

Las pruebas y estudios que se realizaron para obtener las características - anatómicas y físico-mecánicas de la madera para postes, se hicieron en probetas hechas de pino nacional pertenecientes al Estado de Durango ( Pino -- Real Duranguense ) de la Meseta de Alamitos y Arroyo de Alamitos, y se compararon los valores obtenidos, con los de probetas de maderas americanas como: Red Wood, Pino Ponderosa Americano y Douglas-Fir. ( Más adelante se -- mostrará el cuadro comparativo, el cual solo incluirá los resultados de las pruebas físico-mecánicas.)

Uno de los resultados notables que se obtuvieron fue el de que todas las especies tienen una gran proporción de albura, lo que es muy ventajoso para los procesos de impregnación. La albura de los pinos es muy permeable, y -- por lo tanto, es fácil que las soluciones preservadoras entren al poste sin que se necesite dar tratamientos especiales antes o durante los procesos de impregnación.

Los estudios anatómicos que comprenden las pruebas macroscópicas (edad del árbol, proporción de albura y duramen, etc.); y las pruebas microscópicas -- (fibra tangencial, transversal y radial) fueron realizadas en el Laboratorio de Pruebas de la Cía. Maderera del Guadiana.

Los estudios físico-mecánicos fueron los siguientes:

Comprensión y tensión paralela y perpendicular a la fibra (bajo Normas de -- la ASTM D143 -- 1952, y ASTM D1036 -- 1959 ).

Dichos estudios fueron realizados bajo el patrocinio de C.F.E. en el "Laboratorio de Pruebas y Ensayos de México" perteneciente a dicha institución. En este estudio se utilizarán los resultados obtenidos sobre las características mecánicas de la madera de Pino Nacional, como base para el diseño de estructuras, así como, para el cálculo de limitaciones mecánicas y eléctricas de las mismas, utilizadas en líneas de distribución.

La fabricación de postes de madera impregnada, es uno de los procesos que más fuentes de trabajo genera, ya que se tiene un costo bajo en la materia prima y una gran cantidad de mano de obra desde el inicio del proceso hasta la terminación del mismo.

Como se sabe, la madera es un recurso renovable que requiere planeación a -- largo plazo por la naturaleza de su regeneración que en su caso ( postería) requiere alrededor de 20 años el desarrollo del árbol para este fin.

Por experiencia se considera que el poste de madera nacional tendría una vida útil del orden de 25 años aunque puede variar este lapso de 10 a 30 años dependiendo (entre otros factores) del mantenimiento a que estén sometidos.

En nuestro caso, el que actualmente se construyan los postes de madera bajo normas americanas implica diseños de construcción y utilización para líneas de distribución fuera de las necesidades alcances y desarrollo económico del país. Por lo que es necesario revisar, analizar y/o modificar estas.



**C A P I T U L O I**

**GENERALIDADES.**

## C A P I T U L O    I

### I. 1    GENERALIDADES

Las normas para construcción de Redes Eléctricas comprenden:

Líneas  
Redes      Primarias  
            Secundarias  
Banco de Transformadores  
Retenidas

Es común dentro de la electrificación rural, encontrar la subestación de -- distribución a una cierta distancia de los consumidores, por lo cual es necesario diseñar lo que se conoce como líneas de distribución; para lo cual existen 4 tipos de postes, que se utilizan dentro de las estructuras ya norm malizadas.

Clasificación de Postes para líneas:

Octagonal  
Reforzado  
Acero  
Madera Tratada

Dentro de la clasificación de postes de madera tratada para líneas, se tienen el siguiente tipo de estructuras de soporte:

#### ESTRUCTURAS TIPO.

- P =    Se emplea en líneas de distribución cuando la disposición es en tangente.
- P.P.=    Se emplea en líneas cuando se requiere una deflexión de 15°
- A =    Se emplea en líneas de distribución cuando la disposición es en tangente, la ventaja de esta y la de tipo P, es que los conductores están en 3 planos diferentes.

- A.M.= Es una estructura de remate.
- A.G.= Es una estructura para deflexiones mayores de 15° pero menores de 60° de remate.
- H.S.= Estructura de suspensión empleada cuando el terreno es accidentado.
- H.A.= Estructura de remate cuando se requiere.

Los postes de madera que se utilizan en la transmisión de energía eléctrica deben cumplir con determinadas especificaciones, tanto para que sirvan para el tendido y diseño de Areas y Redes de Distribución, y Líneas de Subtransmisión.

Para seleccionar el tipo de poste de acuerdo a las necesidades que se tengan se tomarán en cuenta las siguientes recomendaciones, viendo de antemano las características particulares de cada caso se usará poste de madera en:

- Zonas en que predomine este tipo.
- Electrificación rural, costas, zonas de difícil acceso y de contaminación.
- Zonas próximas a plantas impregnadoras.

**Ventajas del Poste de Madera:**

- Facilidad de manejo y resistencia al mal trato
- Mayor resistencia al impacto
- Menor cantidad de herrajes.
- Mayor variedad de alturas y clases
- Mayor resistencia a la contaminación.

**Desventajas del poste de madera:**

- Poca duración
- Requiere de mantenimiento
- Solo hay dos lugares de entrega.
- En algunas ocasiones se ha requerido de importación
- Su uso requiere de un plan de reforestación de tal forma que no se altere la ecología de los bosques.

C A P I T U L O    I I

ANALISIS DE LA PRODUCCION FORESTAL MADERABLE  
EN MEXICO.

## C A P I T U L O   I I

### II. 1. ANALISIS DE LA PRODUCCION FORESTAL MADERABLE EN MEXICO.

Las entidades que contribuyen mayormente en la producción forestal nacional son: Chihuahua, Durango, Michoacán, Jalisco y Oaxaca, que en conjunto dan - el 75.5% del volumen total de ésta.

De las especies aprovechadas tradicionalmente el pino ha sido la más importante, derivando de esto su gran predominio en las masas arboladas del país, de tal manera que representa el 91.1% del volumen maderable total, siguiendo en importancia el encino con 3.8% y el ovamel con 3.6% y maderas preciosas con el 1.6%.

De acuerdo al tipo de propiedad de las áreas en que se llevan a cabo los -- aprovechamientos forestales, destacan los terrenos ejidales y comunales de los que se obtiene el 36.8% del volumen generado y las propiedades particulares que participan con el 34.8%, en promedio.

En las siguientes siete tablas, se ve de una manera sinóptica, la localización, producción y un cuadro comparativo de la superficie forestal en México.

Las tablas son las siguientes:

Tabla No. 1

Producción Forestal Maderable por Entidad Federativa

Tabla No. 2

Los diez Estados de mayor producción Forestal maderable

Tabla No. 3

Producción Forestal Maderable por grupos de productos.

Tabla No 4

Producción Forestal Maderable por grupos de productos y principales Estados.

Tabla No 5

Producción Forestal Maderable por tipo de propiedad en los principales Estados.

Tabla No 6

Producción Forestal Maderable por especies

Tabla No 7

Cuadro Comparativo de la Superficie Forestal

NOTA: Los datos mostrados son los más recientes con los que se pudo contar para mostrar dicho análisis.

PRODUCCION FORESTAL MADERABLE POR  
ENTIDAD FEDERATIVA

ENTIDAD .	VARIACION PORCENTUAL .
TOTAL	7 . 2
CHIHUAHUA	5 . 3
DURANGO	9 . 9
MICHOACAN	21 . 5
JALISCO	- 0 . 1
OAXACA	2 . 3
MEXICO	- 5 . 7
CHIAPAS	11 . 6
PUEBLA	33 . 6
SAN LUIS POTOSI	- 14 . 8
VERACRUZ	- 17 . 0
OTROS	10 . 4

T A B L A    N o .    1

LOS DIEZ ESTADOS DE MAYOR PRODUCCION  
FORESTAL MADERABLE

ENTIDAD	%
TOTAL	100.0
CHIHUAHUA	25.0
DURANGO	17.2
MICHOACAN	16.0
JALISCO	9.9
OAXACA	7.4
MEXICO	3.9
CHIAPAS	3.4
PUEBLA	2.3
SAN LUIS POTOSI	2.2
VERACRUZ	2.0
OTROS	10.7

T A B L A No. 2



PRODUCCION FORESTAL MADERABLE POR  
GRUPOS DE PRODUCTOS

GRUPOS DE PRODUCTOS	M I L E S DE m <sup>3</sup> r
TOTAL	7 6 7 7
MADERA PARA	
ESCUADRIA	4 9 3 4
CELULOSICOS	2 1 1 3
MADERA PARA	
CHAPA TRIPLAY	3 0 2
POSTES, PILOTES	
Y MORILLOS	1 3 6
COMBUSTIBLES	5 9 8
O T R O S	9 4

T A B L A No. 3

PRODUCCION FORESTAL MADERABLE POR GRUPOS DE PRODUCTOS  
Y PRINCIPALES ESTADOS.

ESTADOS	GRUPOS DE PRODUCTOS						
	TOTAL	ESCUADRILLA	CELULOSICOS	CHAPA Y TRIPLAY	POSTES PILOTES Y MORILLOS	COMBUSTIBLE	OTROS
TOTAL	7 6 7 7	4 4 3 4	2 1 1 3	3 0 2	1 3 6	5 9 8	9 4
CHIHUAHUA	1 9 1 8	1 9 3 4	7 0 0	1 1 0	2 0	2	5 2
DURANGO	1 3 2 0	1 1 3 1	1 0 7	2 6	5 4	2	---
MICHOACAN	1 2 3 0	8 2 7	3 7 1	---	2	2 1	9
JALISCO	7 5 6	2 5 1	4 1 2	---	1	8 6	6
OAXACA	5 6 8	2 9 1	1 7 8	5 3	2	3 2	1 2
MEXICO	2 9 9	1 3 1	1 3 2	---	---	3 6	---
CHIAPAS	2 5 9	2 2 1	1	3 4	1	2	---
PUEBLA	1 7 5	5 5	9 3	---	2	2 0	5
SAN LUIS POTOSI	1 7 2	2	3 1	---	---	1 3 8	1
VERACRUZ	1 5 6	5 9	---	2 5	---	7 2	---
OTROS	8 2 4	4 3 2	8 8	5 4	5 4	1 8 7	9

T A B L A No. 4

PRODUCCION FORESTAL MADERABLE POR TIPO DE PROPIEDAD  
Y PRINCIPALES ESTADOS. MILES DE m<sup>3</sup>

ESTADOS	TOTAL	PARTICULAR	EJIDAL	COMUNAL	NACIONAL	ESTATAL	UNIDADES
TOTAL	7 677	2 676	2 149	673	48	4	2 127
CHIHUAHUA	1 918	552	778	23	---	---	565
DURANGO	1 320	416	599	79	---	---	226
MICHOACAN	1 230	615	174	31	---	---	410
JALISCO	756	207	66	---	---	---	483
OAXACA	568	22	9	410	---	---	127
MEXICO	299	48	27	7	18	---	199
CHIAPAS	259	210	11	38	---	---	---
PUEBLA	175	71	17	2	---	---	85
SAN LUIS POTOSI	172	141	31	---	---	---	---
VERACRUZ	156	82	68	2	---	4	---
OTROS	824	312	369	81	30	---	32

T A B L A No. 5

PRODUCCION FORESTAL MADERABLE POR ESPECIES

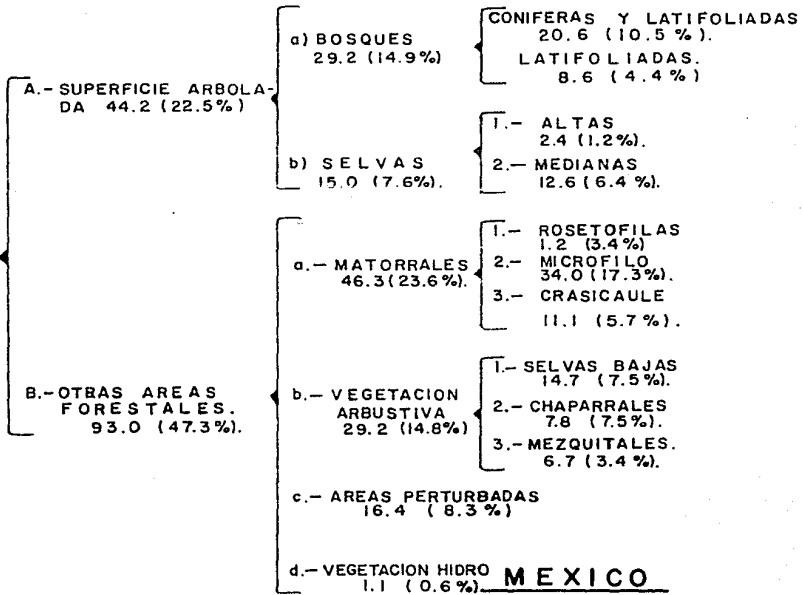
Y PRINCIPALES ESTADOS.

( M I L E S D E m<sup>3</sup> r )

ESTADOS	TOTAL	PINO	ENCINO	OYAMEL	PRECIOSAS	OTRAS
TOTAL	7 6 7 7	6 2 2 7	2 9 1	2 7 6	1 2 2	7 6 1
CHIHUAHUA	1 9 1 8	1 8 9 5	3	----	----	2 0
DURANGO	1 3 2 0	1 3 0 4	1 4	----	----	2
MICHOACAN	1 2 3 0	1 0 7 7	5 1	9 1	----	1 1
JALISCO	7 5 6	5 8 1	9 2	6 3	----	2 0
OAXACA	5 6 8	4 9 9	2 4	1	3	4 1
MEXICO	2 9 9	1 7 8	4 0	7 4	----	7
CHIAPAS	2 5 9	2 1 0	2	----	3 8	9
PUEBLA	1 7 5	1 4 0	3	2 3	1	8
SAN LUIS POTOSI	1 7 2	----	3	----	----	1 6 9
VERACRUZ	1 5 6	1 4	4	----	2	1 3 6
OTROS	8 2 4	3 2 9	5 5	2 4	7 8	3 3 8

T A B L A No. 6

SUPERFICIE FORESTAL  
137.2 (69.8%).



**MEXICO**

**CUADRO COMPARATIVO DE LA SUPERFICIE FORESTAL**

TA B L A No. 7

C A P I T U L O   I I I

ESPECIFICACION   PARA POSTES DE MADERA

C F E   J6200 - 01

Noviembre 1979

## C A P I T U L O   I I I .

### III. 1   Especificación para postes de madera.

#### III. 1.1.   Objetivo y campo de aplicación.

Establecer los requisitos que deben cumplir los postes de madera de pino nacional impregnado, utilizados para soportar conductores eléctricos, equipo y los accesorios necesarios para la distribución de la energía eléctrica.

#### III. 2   NORMAS QUE SE APLICAN.

ASTM D 143-1952	Métodos Normalizados de Pruebas de Pequeños Especímenes de Madera.
ASTM D 1036-1958	Métodos Normalizados de Pruebas Estáticas para Postes de Madera.
AWPA A5- 1979	Métodos Normalizados para Análisis de aceites Preservadores.
AWPA A6- 1974	Método para la Determinación de Preservadores de Aceite y Agua en la madera.
AWPA A7- 1975	Procedimiento Normalizado de Prueba Vía Húmeda por Análisis Químico para Madera.
AWPA A8- 1967	Análisis Cualitativo de Soluciones de Creosota o Alquitrán de Hulla, en Pilotes, Postes o Madera Recién tratados. Método de -- Comprensión.
AWPA A9- 1970	Método Normalizado para Análisis de Madera Tratada y Soluciones para tratamiento por Emisión Espectroscópica de Rayos X.
AWPA A10- 1972	Métodos Normalizados de Análisis por Colorimetría de Soluciones de Tratamientos con Sales CCA o Madera Tratada Bajo el mismo Procedimiento.

AWPA A11- 1974	Método Normalizado de Análisis por Absorción Atómica y Espectroscopía para Madera Tratada y Soluciones para Tratamientos.
AWPA C4- 1979	Tratamiento Preservador de Postes por el Proceso de Presión.
AWPA P2- 1968	Norma para Soluciones de Creosota Alquitran de Hulla
AWPA P5- 1978	Normas para Preservadores de Sales Hidrosolubles.
AWPA P8- 1977	Normas para Preservadores a Base de Aceites

### III. 3 D E F I N I C I O N E S .

Poste Crudo.- Poste de madera sin impregnar.

Poste Tratado.- Poste de madera impregnado con una solución preservadora

Sazonamiento .- Secado de la madera por medios naturales o artificiales.

Poste Desbastado.- Pieza de madera nivelada y rebajada, acabada a una medida deseada.

Duramen.- Porción central de los árboles en pie, sin células de parénquima vivas, cuyas substancias de reserva fueron consumidas o transformadas en otras (extractivos).

Albura.- Madera tierna y blanquecina entre la corteza y el corazón de los árboles en pie que contiene células vivas de parénquima y materiales de reserva, generalmente de coloración más clara y de menor resistencia a los agentes biológicos que el duramen.

Creosota.-Fracción obtenida por destilación de la hulla.

Pentaclorofenol.- Producto químico constituido por un radical de penta cinco cloros, que consiste de una mezcla de fenoles clorados.

Sales Hidrosolubles.- Combinación de elementos: cromo, cobre y arsénico

Celdilla Llena.- Proceso de impregnación conocido como células llenas de la estructura de la madera.



Celdilla Vacía.- Proceso de impregnación conocido como células vacías de la estructura de la madera.

### III. 4. C L A S I F I C A C I O N.

Por el Tratamiento. - Los postes de madera se clasifican por el tratamiento a que se someten en:

- a) Postes de madera con creosota
- b) Postes de madera con pentaclorofenol
- c) Postes de madera con sales hidrosolubles.

Por la carga de Ruptura.- De acuerdo con su carga de ruptura los postes de madera de pino nacional tendrán la siguiente clasificación:

CLASE	CARGA DE RUPTURA	
	N	(kgf)
3	13194.0	(1344.95)
4	11183.4	(1140.00)
5	10693.0	(1090.01)

Estos valores mostrados en la tabla anterior fueron obtenidos mediante pruebas que se realizaron en el Laboratorio de C.F.E. y que de acuerdo a la clasificación anterior, estos caen dentro de las clases 3,4,5 que antes se manejaban; por lo que para las mismas tendremos ahora nuevos datos arriba antes mencionados.

### III. 5.- ESPECIFICACIONES PARA LA MATERIA PRIMA

#### III. 5.1 Procedencia.

Los postes deben proceder de árbol vivo especie pino con una resistencia de fibra no menor de 41.7 kPa ( $425 \text{ kfg/cm}^2$ ).

#### III. 5.2 Aserramiento.

Deben ser aserrados en la base en un plano perpendicular al eje del poste y en la punta llevar bisel doble con un ángulo de  $45^\circ$  como se puede ver en la figura # 1.

#### III. 5.3 Descortezamiento.

Las cortezas exterior e interior deben ser totalmente removidas de la superficie del poste, usando tornos o máquinas descortezadoras.

#### III. 5.4 Acabado.

Los postes deben tornearse hasta presentar una superficie lisa, eliminando de esta forma la cutícula y que no sobresalgan nudos mayores 2 cm.

#### III. 5.5 Perforaciones.

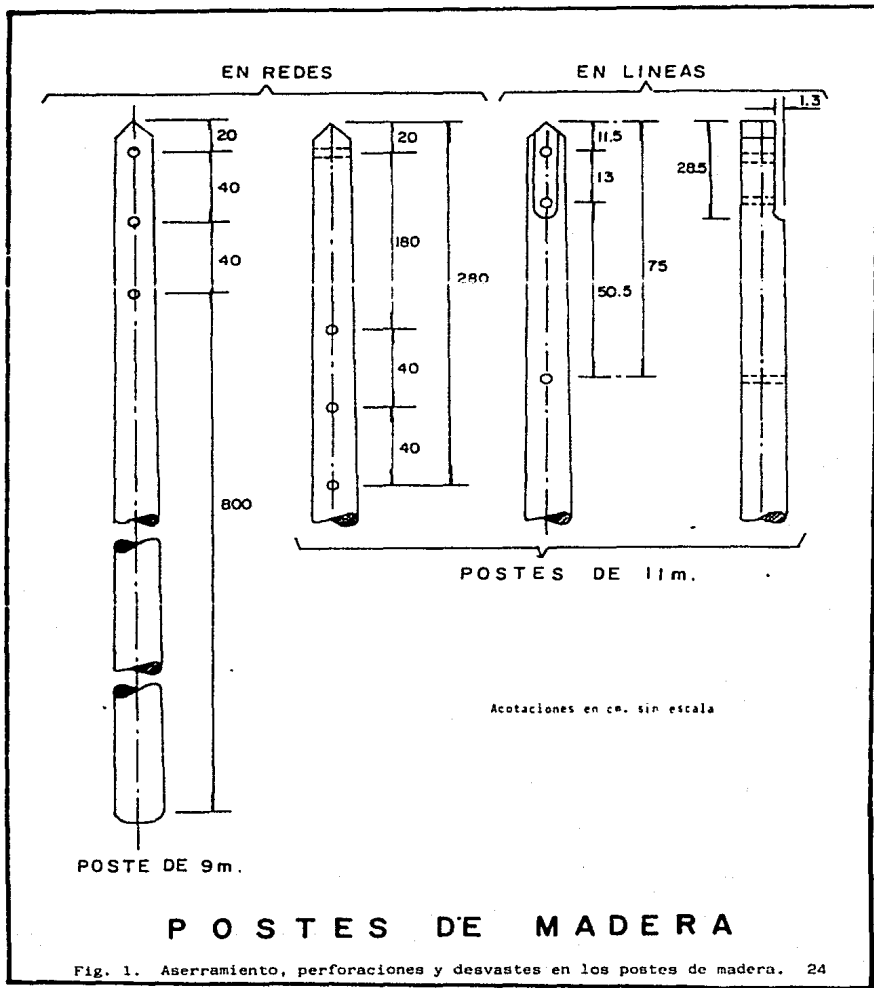
Todos los postes deben ser perforados antes del tratamiento de impregnación con perforaciones de 17 mm. La fig. # 1 muestra las perforaciones para postes de 9 y 11 m.

#### III. 5.6 Desbastes.

Los postes deben ser desbastados antes del tratamiento de impregnación, la fig. # 1 muestra los desbastes para el caso de postes de 9 y 11 m.

#### III. 5.7 Dimensiones.

a). Longitud.- La longitud de los postes debe medirse entre los extremos del poste y sus valores nominales se indican en la tabla # 1, con una tolerancia de  $\pm 10$  cm.



## DIMENSIONES DE POSTES.

CLASE	1	2	3	4	5	6					
CARGA DE RUPTURA (kgf)	19600 (2000)	16700 (1700)	12700 (1300)	10800 (1100)	8800 (900)	6900 (700)					
PERIMETRO MÍNIMO DE LA CIRCUNFERENCIA EN LA PUNTA	68	63	57	51	47	43					
LONGITUD DEL POSTE ( M ).	PERIMETRO DE LA CIRCUNFERENCIA A 1,80m DE LA BASE (cm)										
	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
7.00	92	87	91	80	86	76	79	71	75	65	70
8.00	97	92	96	84	91	80	83	74	82	68	81
9.00	102	96	101	88	95	83	87	78	82	72	77
10.00	106	100	105	95	99	87	91	81	86	75	80
11.00	110	104	109	95	103	90	94	84	89	77	83
12.00	114	108	113	99	107	93	98	90	92	80	89
14.00	120	114	119	104	113	99	103	92	98	85	91
15.00	117	123	107	116	101	106	94	100	97	87	93
17.00	129	122	128	112	121	106	111	95	105	91	98
18.00	132	125	131	114	124	108	113				
20.00	137	130	136	118	129	112	117				
21.00	139	132	138								
23.00	143										

## DIMENSIONES DE POSTES.

CLASE	1	2	3	4	5	6					
CARGA DE RUPTURA (kgf)	19600 (2000)	16700 (1700)	12700 (1300)	10800 (1100)	8800 (900)	6900 (700)					
PERIMETRO MÍNIMO DE LA CIRCUNFERENCIA EN LA PUNTA	68	63	57	51	47	43					
LONGITUD DEL POSTE ( M ).	PERIMETRO DE LA CIRCUNFERENCIA A 1.80m DE LA BASE (cm)										
	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
7.00	92	87	91	80	86	76	79	71	75	65	70
8.00	97	92	96	84	91	80	83	74	82	68	81
9.00	102	96	101	88	95	83	87	78	82	72	77
10.00	106	100	105	95	99	87	91	81	86	75	80
11.00	110	104	109	95	103	90	94	84	89	77	83
12.00	114	108	113	99	107	93	98	90	92	80	89
14.00	120	114	119	104	113	99	103	92	98	85	91
15.00	117	123	107	116	101	106	94	100	97	87	93
17.00	129	122	128	112	121	106	111	99	105	91	98
18.00	132	125	131	114	124	108	113				
20.00	137	130	136	118	129	112	117				
21.00	139	132	138								
23.00	143										

TABLA. # 1

- b) **Perímetro.**- El perímetro inferior se medirá al 10% de la longitud del poste + 50 cm (medidas de prueba) y en la punta en el lugar correspondiente a la longitud mínima permitida en el poste. Los perímetros superiores deben corresponder a los valores indicados en la tabla #1; y los inferiores pueden caer dentro de los límites mínimo y máximo marcados en la tabla # 1, para cada clase correspondiente.
- c) **Volumen.**- Los postes de madera deben satisfacer los valores indicados en la tabla # 2 de acuerdo a su longitud y clase.

### III. 5.8. S a z o n a m i e n t o .

La madera debe estar sazonada al aire o por medios artificiales (secado en estufa, vapor o ambos). El proveedor debe controlar el sazonamiento indicando los que estén en condiciones de ser impregnados.

### III. 6 T r a t a m i e n t o s .

- a) **Con Creosota.**- Cuando se use este tratamiento se debe cumplir con las características físicas y químicas indicadas en la tabla # 3, así como lo indicado en la norma AWPA P2.  
Los procesos que deben seguirse son los de celdilla vacía -- (Lowry).
- b) **Con Pentaclorofenol.**- Para tratamiento con Pentaclorofenol se debe cumplir con las características físicas y químicas indicadas en la tabla #4, así como lo indicado en la norma AWPA P8.  
  
Los procesos que deben seguirse son los de celdilla vacía (Rueping).

c). Con Sales Hidrosolubles. Con este tratamiento deben usarse las A.C.A. (amoníaco, cobre, arsénico) o C.C.A. (cobre, cromo, arsénico) con las características y composición dadas en la norma AWPA P5. Los procesos que deben seguirse para el tratamiento son los de celdilla llena (Bethell) en una auto-clave, controlando rigurosamente las características de la solución impregnante así como los factores de: temperatura - vacío, tiempo de proceso. Para este tratamiento - la retención mínima de la solución impregnante debe ser de  $9.6 \text{ kg/m}^3$

## VOLUMEN DE POSTES DE MADERA.

VOLUMEN EN METROS CUBICOS (m <sup>3</sup> )						
CLASE	1	2	3	4	5	6
CARGA DE LONGITUD RUPTURA DEL POSTE (m) N(Mg)	19600 (2000)	16700 (1700)	12800 (1300)	10800 (1100)	8800 (900)	6900 (700)
7.00	0.426	0.363	0.310	0.266	0.234	0.213
8.00	0.496	0.444	0.379	0.322	0.281	0.240
9.00	0.602	0.523	0.445	0.377	0.331	0.290
10.00	0.677	0.607	0.519	0.441	0.384	0.328
11.00	0.732	0.698	0.594	0.503	0.488	0.375
12.00	0.894	0.794	0.678	0.572	0.510	0.437
14.00	1.090	0.912	0.840	0.712	0.623	0.532
15.00	1.216	1.090	0.908	0.785	0.683	0.585
17.00	1.433	1.297	1.118	0.940	0.822	0.702
18.00	1.578	1.418	1.204	1.017		
20.00	1.800	1.645	1.399	1.179		
21.00	1.945	1.756				
23.00	2.203					

TABLA # 2



## CARACTERISTICAS DE CREOSOTA.

C A R A C T E R I S T I C A S	V A L O R E S	
	M A X I M O	M I N I M O
GRAVEDAD ESPECIFICA DE 38°C COMPARADA CON AGUA A 15.5°C	—	1.03
POR CIENTO EN VOLUMEN	3.0	—
MATERIA INSOLUBLE EN BENZOI (por ciento en peso).	0.5	—
RETENCION EN Kg/cm <sup>3</sup>	—	1.60
RESIDUO COKE ( por ciento en peso )	2.0	—
DESTILACION ( creosoto libre de agua ) PRODUCTO OBTENIDO HASTA LA TEMPERATURA: ( por ciento en peso ).		
210° C	5.0	
235° C	25.0	5.0
270° C		20.0
375° C	85	60
GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS FRACCIONES:		
FRACCION DE 235°C HASTA 315° C COMPARADA CON AGUA A 15.5° C	—	1.025
FRACCION DE 315°C HASTA 365° C COMPARADA CON AGUA A 15.5° C	—	1.085

T A B L A # 3

## CARACTERISTICAS DEL PENTACLOROFENOL .

C A R A C T E R I S T I C A S	V A L O R E S	
	M A X I M O	M I N I M O
FENOLES CLORADOS (%).	—	95
MATERIA INSOLUBLE EN SOLUCION NORMAL DE NaOH en %.	i	—
PUNTO DE CONGELACION °C	—	174
SOLVENTE PARA EL PENTACLOROFENOL (impregnante N° 1 Penex) SIGUIENTES REQUISITOS:		
GRAVEDAD ESPECIFICA A 60/16° C	—	0.900
AGUA Y SEDIMENTO EN %	0.1	—
TEMPERATURA DE INFLAMACION °C	—	80
RETENCION EN Kg/m <sup>3</sup>	—	160
VOLUMEN TOTAL DE LAS FRACCIONES QUE DESTILAN ABAJO DE 260°C EN %	—	50
VISCOSIDAD SEGUNDOS UNIVERSAL A 98.9° C	60	—
COLOR UNION	3.5	—
SOLVENCIA PARA EL PENTACLOROFENOL EN %	—	10.0
MEZCLA IMPREGNANTE N°1 IMPREGNOL EN %	25.75	—
PENTACLOROFENOL EN LA MEZCLA %	5	—

T A B L A # 4

## CARACTERISTICAS DEL POSTE PINO NACIONAL

DESCRIPCION C O R T A	LONGITUD m .	CLASE	CLAVE / TRATAMIENTO		
			CREOSOTA	PENTAFLOROFENOL	SALES HIDROSOLUBLES
PM - 7 - 3	7.00	3	J62DGC2240	J62DGC3220	J62DGC4280
PM - 8 - 5	8.00	5	J62ECC2240	J62ECC3240	J62ECC4280
PM - 9 - 5	9.00	5	J62GCC2240	J62GC3240	J62GCC4280
PM - 10 - 5	10.00	5	J62HCC2240	J62HCC3240	J62HCC4280
PM - 10 - 4	10.00	4	J62HEC2240	J62HEC3240	J62HEC4280
PM - 11 - 5	11.00	5	J62JCC2240	J62JCC3240	J62JCC4280
PM - 11 - 4	11.00	4	J62JEC2240	J62JEC3240	J62JEC4280
PM - 11 - 3	11.00	3	J62JGC2240	J62JGC3240	J62JGC4280
PM - 12 - 4	12.00	4	J62MEC2240	J62MEC3240	J62MEC4280
PM - 12 - 3	12.00	3	J62MGC2240	J62MGC3240	J62MGC4280
PM - 14 - 4	14.00	4	J62PEC2240	J62PEC3240	J62PEC4280
PM - 14 - 3	14.00	3	J62PGC2240	J62PGC3240	J62PGC4280
PM - 15 - 4	15.00	4	J62REC2240	J62REC3240	J62REC4280
PM - 15 - 3	15.00	3	J62RGC2240	J62RGC3240	J62RGC4280
PM - 15 - 2	15.00	2	J62RHC2240	J62RHC3240	J62RHC4280
PM - 17 - 4	17.00	4	J62TFC2240	J62TFC3240	J62TFC4280
PM - 17 - 3	17.00	3	J62TGC2240	J62TGC3240	J62TGC4280
PM - 18 - 3	18.00	3	J62UGC2240	J62UGC3240	J62UGC4280
PM - 18 - 2	18.00	2	J62UHC2240	J62UHC3240	J62UHC4280
PM - 20 - 2	20.00	2	J62VHC2240	J62VHC3240	J62VHC4280
PM - 21 - 2	21.00	2	J62WHC2240	J62WHC3240	J62WHC4280
PM - 23 - 1	23.00	1	J625JC2240	J625JC3240	J625JC4270

TABLA # 5

### III. 7 Designación.

En la tabla # 5 se enlistan los postes que se utilizan en C.F.E con su descripción y clave correspondiente.

### III. 8 Clasificación de Defectos.

#### III. 8.1. Defectos Críticos.

- 1 Quebres o grietas transversales a la fibra de la madera
- 2 Orificios huecos o taponados.
- 3 Bases o puntas huecas
- 4 Destrucción por barrenillo marino
- 5 Cuarteaduras o grietas longitudinales en la punta
- 6 Degeneración o desintegración de la madera.
- 7 Clavos o tornillos que no están especificados por el comprador
- 8 Orificios de pájaros.

#### III. 8.2. Defectos mayores y menores.

**Vetas en espiral.** - Una sola veta en espiral (alrededor del eje del poste), -- siempre y cuando la vuelta completa esté comprendida en un tramo mayor de 5m.

**Grietas radiales.** - Grietas radiales que procedan de la base del poste, siempre y cuando estas grietas se extiendan en una longitud menor de 60 cm. a lo largo del poste.

**Grietas Circulares.** - Grietas circulares en la base del poste siempre y cuando estas grietas abarquen un arco menor de 90° asimismo, las que se extiendan en un arco mayor de 90° siempre y cuando estas grietas sean concéntricas al corazón y tengan aproximadamente un diámetro menor que la mitad del diámetro de la base del poste. Grietas circulares en la punta del poste, siempre y cuando estas grietas tengan una anchura menor de 2mm. y de un diámetro menor que la mitad del diámetro de la punta.

**Dstrucción por insectos.**- Daños causados por insectos siempre y cuando las huellas dejadas sean superficiales y tengan una anchura menor de 2 mm.

**Cicatrices.**- Cicatrices y huellas sanas de trementina cepilladas fuera de la sección comprendida medio metro arriba y abajo de la línea de tierra, entendiéndose como línea de tierra a la referencia que sirve para aplicar las especificaciones relativas a cicatrices, arañaduras, etc., y que sitúan la región de empotramiento cuando el poste es montado.

**Venas muertas.**- Venas muertas cuya anchura mayor abarque un arco menor de 90°. Se conocen con este nombre a las concavidades laterales que partiendo de la base se extienden a lo largo del poste en forma de canal, estrechándose progresivamente.

**Madera Comprimida.**- Siempre y cuando ésta no aparezca en 3 cm. de espesor a lo largo de la superficie del poste. Esta es la madera anormal que se forma en las partes inferiores de las ramas o en los troncos inclinados y se caracteriza por la presencia de anillos anuales de crecimiento relativamente anchos y excéntricos.

**Base Defectuosa.**-Defectos en las bases de los postes cuando la huella sea menor de 10% del área de la base.

**Manchas de savia.**-Manchas de savia o decoloramiento de la madera, siempre y cuando éstas no hayan producido reblandecimiento o desintegración de la madera.

**Corazón Rojo.**- Postes con corazón rojo, siempre y cuando éste no haya producido reblandecimiento o desintegración de la madera.

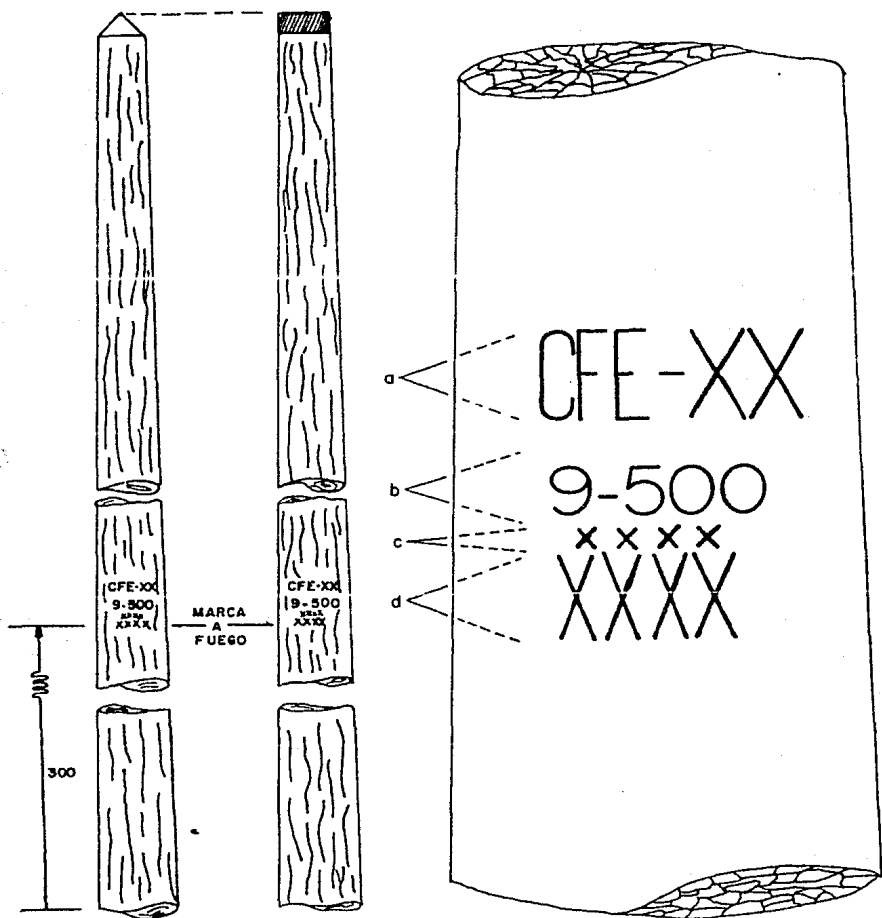
**Centro de Médula Hueca.**- Centros de médula hueca en la base y en los nudos siempre y cuando los postes en cuestión vayan a recibir un tratamiento integral.

**Nudos.-** Nudos bajo las siguientes condiciones:

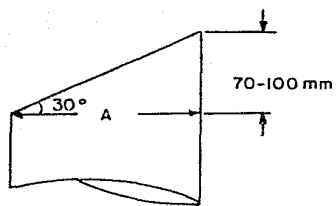
- menores de 8 cm. de diámetro.
- que la suma de los diámetros de los nudos que existan en una sección de medio metro de longitud, sea menor de 25 cm. Para esta última condición no se toman en cuenta aquellos nudos - cuyo diámetro sea menor de 1 cm.

**Nudos muertos.-** Nudos muertos, siempre y cuando éstos no presenten corazón podrido.

**Combaduras.-** Combaduras siempre y cuando sean menores a los valores dados en la tabla de: Diferencias a líneas de tierra y combaduras; haciendo la medición conforme a las figuras correspondientes. Si las combaduras son en dos planos (doble curvatura) o en dos direcciones en un plano, la línea recta que une el punto medio de la línea de tierra con el punto medio de la punta debe quedar dentro de la superficie del poste (ver figuras).

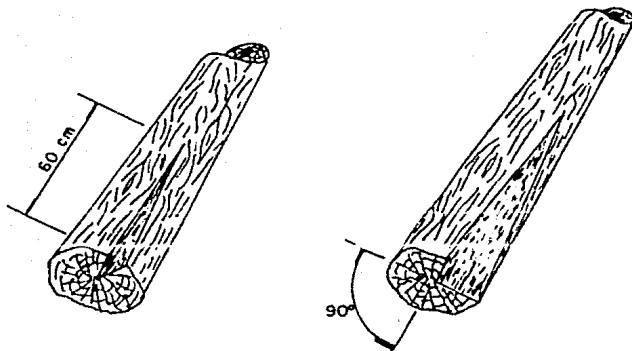


MARCA DO

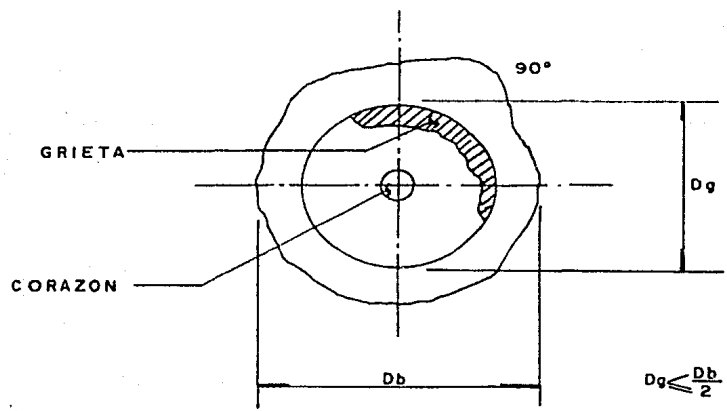


**CORTE EN LA PUNTA  
DE LOS POSTES**

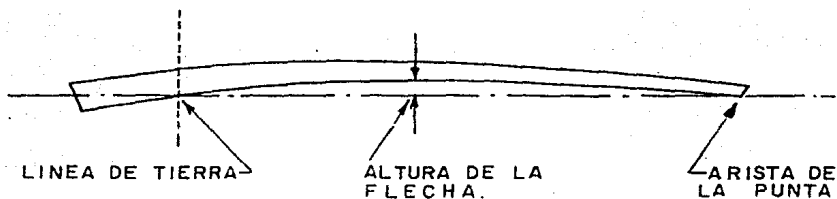




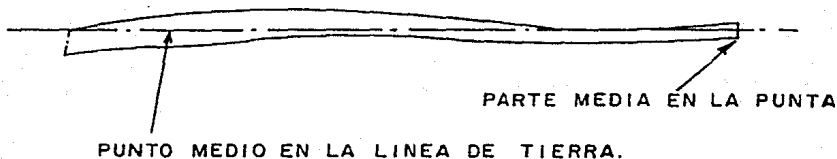
**GRIETAS RADIALES Y CIRCULARES**



**LAMINA DE GRIETAS CIRCULARES**



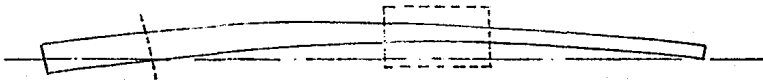
**COMBADURA EN UN PLANO.**



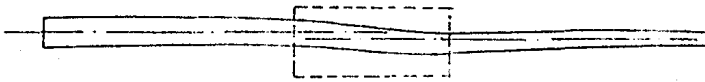
**COMBADURA DE DOBLE CURVATURA .**

**DIFERENCIAS A LINEAS DE TIERRA  
Y COMBADURAS.**

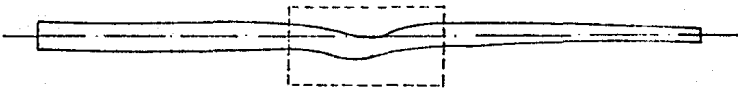
LONGITUD DEL POSTE en m.	LINEA DE TIERRA en cms.	COMBADURA MAXIMA en cms.
7	140	8
8	160	9
9	170	11
10	175	12
11	180	14
12	190	15
14	200	18
15	210	19
17	230	22
18	240	23
20	260	26
21	270	27
23	300	30



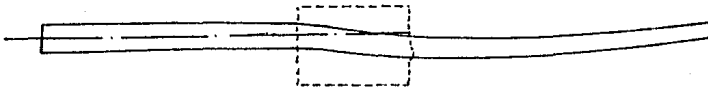
NO DEBE SALIR DE LA SUPERFICIE  
P O S T E



DESVIACION =  $\frac{3}{2}$  (maximo).



DESVIACION =  $\frac{D}{2}$  ( maximo ).



DEFECTOS EN POSTES.

## LIMITES EN TAMAÑOS DE NUDOS

	TAMANOS MAXIMOS PERMITIDOS .			
	DIAMETRO DE CUALQUIER N U D O ( P U L G A D A S )		SUMA DE DIAMETRO DE LOS NUDOS MA- YORES QUE 0.5 Pul- gadas EN CUALQUIER SECCION A LO LARGO DE UN PIES ( PULGADAS ).	
LONGITUD DEL POSTE	CLASES H 6 a 3	CLASES 4 a 10	CLASES H 6 a H 1	CLASES I a 10
HASTA 45 PIES EN LA MITAD INFERIOR	3	2	8	8
EN LA MITAD SUPERIOR	5	4		
MAS DE 50 PIES EN LA MITAD INFERIOR	4 6	4 6	1/3 DE LA CIRCUNFE- RENCIA EN CUALQUIER SECCION A LO LARGO DE UN PIE O 14 PUL- GADAS, CUALQUIERA QUE SEA MENOR	

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FISICO-MECANICAS.

## C A P I T U L O   I V

### IV. 1    RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FISICO - MECANICAS.

Los resultados de las pruebas físico-mecánicas que se contemplan en las tablas siguientes fueron obtenidos mediante pruebas que se realizaron en probetas de varios tipos de madera para postes, tanto americana como nacional, bajo normas de la ASTM D-143.

Aunque los resultados fueron bastante satisfactorios para las probetas de madera de pino nacional depende también de la clase, perímetros y alturas de poste que se tengan, para poder diseñar los diferentes tipos de estructuras que se usan en las líneas de distribución, además de tener las características del conductor que se va a usar, considerando para ambos su diseño en condiciones críticas.

Las probetas de pino nacional que se utilizaron son provenientes del Edo. de Durango del Arroyo de Alamitos y Meseta de Alamitos, dadas por la Cía. Impregnadora El Guadiana, de la cual se muestrearon los perímetros de la base del poste (perímetro que se tiene en el empotramiento) y de la punta, de 10 postes por cada altura y clase en estudio.

De dichas probetas se obtuvieron los siguientes resultados: Mayor esfuerzo al límite elástico, mayor esfuerzo a la flexión, la mayor resistencia al corte, mayor resistencia de la tensión y mayor resistencia al desgarre.

Las probetas de madera americana fueron de los siguientes tipos:

- Red Wood
- Pino Ponderosa (americano)
- Douglas - Fir

1v.2 PRUEBA DE COMPRESION PARALELA A LA FIBRA  
 DE PROBETAS DE VARIOS TIPOS DE MADERA PARA POSTES

PROBETA	LADO mm	LADO mm	AREA mm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA N	ESFUERZO A LA COMPRESION M Pn
RED WOOD					
1	50.25	50.10	2517.525	76518	30.394
PINO PONDEROSA					
2	38.35	38.55	1478.392	53955	36.496
DOUGLAS - FIR					
3	37.30	36.35	1355.855	59105.25	43.593
PINO REAL O DURANGUENO ARROYO DE ALAMITOS					
4	51.50	51.65	2659.975	157941	59.377
MESETA DE ALAMITOS					
5	49.87	50.25	2505.967	123606	49.325

LAS PROBETAS DE LA MADERA PINO DURANGUENO DEL ARROYO DE ALAMITOS SON LAS QUE PRESENTAN UNA MAYOR RESISTENCIA A LA COMPRESION



IV.3 PRUEBA DE COMPRESION PERPENDICULAR A LA FIBRA  
 DE PROBETAS PARA VARIOS TIPOS DE MADERA PARA POSTES

PROBETAS	LADO mm	LADO mm	AREA mm <sup>2</sup>	CARGA A 2.54 mm DE DEFORMACION N	ESFUERZO A LA COMPRESION M Pa.
RED WOOD					
1	50.00	50.8	2540	22808.25	8.980
PINO PONDEROSA					
1	38.30	50.8	1945.64	21074.40	11.294
DOUGLAS - FIR					
1	36.95	50.8	1877.06	23936.40	12.752
PINO REAL O DURANGUEÑO					
ARROYO ALAMITOS					
1	51.25	50.8	2603.50	22023.45	8.459
MESETA ALAMITOS					
1	52.1	50.8	2646.68	20502.9	7.47

LAS PROBETAS DE LA MADERA DOUGLAS - FIR SON LAS QUE PRESENTAN MAYOR RESISTENCIA A LA COMPRESION PERPENDICULAR A LA FIBRA

TV.4 PRUEBA DE FLEXION

DE PROBETAS DE VARIOS TIPOS DE MADERA PARA POSTES

CONDICIONES DE PRUEBA:

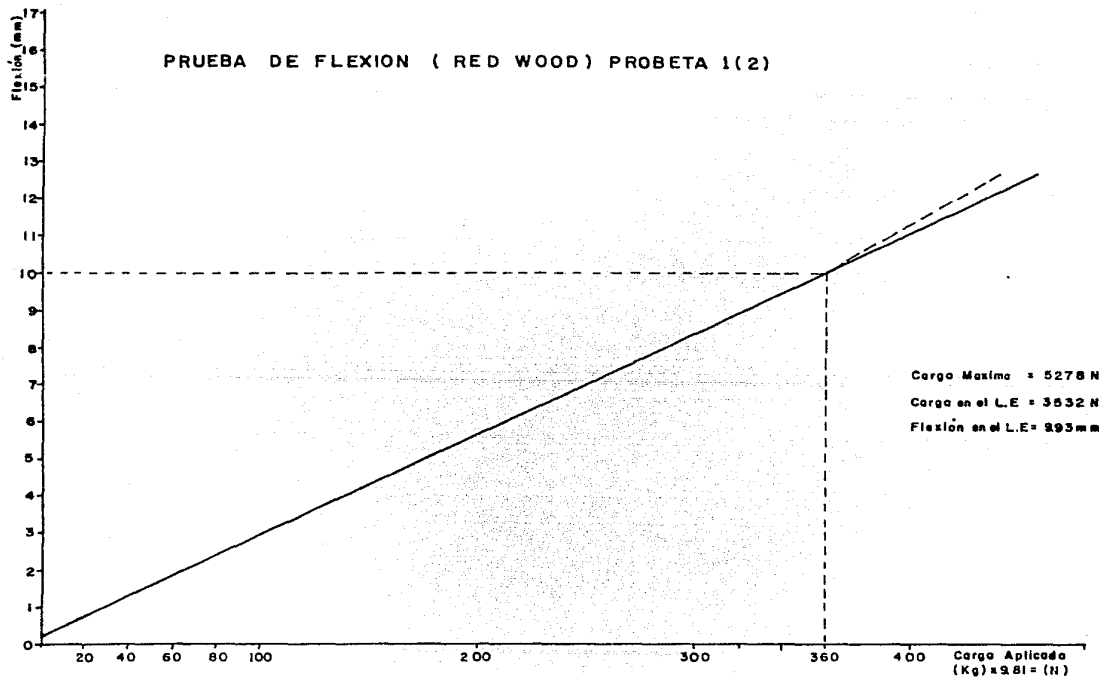
CLARO ENTRE APOYOS = 700 mm  
 VELOCIDAD DE LA PRUEBA = 1.5 mm/min  
 TEMPERATURA DE CUARTO = 25°C

PROBETA	ANCHO mm	ALTURA mm	CARGA EN EL L. E. N	ESFUERZO EN EL L. E. M Pa	FLEXION EN EL L. E. mm	CARGA MAXIMA N	<u>ESFUERZO A LA FLEXION</u> M Pa
RED WOOD							
1 ( 2 )	49.8	49.25	3532	30.702	9.93	5278	45.879
PINO PONDEROSA							
2 ( 1 )	38.3	38.55	2649	48.868	12.62	4341	80.081
2 ( 2 )	38.4	37.65	1962	37.847	13.79	3208	61.882
DOUGLAS - FIR							
3 ( 1 )	37.1	38.40	2649	50.843	10.92	3531	68.732
3 ( 2 )	36.8	37.60	2551	51.484	10.82	3801	76.712
PINO REAL O DURANGUENO							
ARROYO DE ALAMITOS							
4 ( 1 )	51.6	51.00	N.D.	N.D.	N.D.	11183.4	87.493
4 ( 2 )	51.1	51.55	7848	60.683	7.21	13194.0	102.020
MESETA DE ALAMITOS							
5 ( 1 )	50.3	51.95	8093	35.770	10.8	10693	47.262

LAS PRUEBAS SE REALIZARON DE ACUERDO CON LA NORMA ASTM D 143

LAS PROBETAS DE LA MADERA PINO REAL O DURANGUENO DEL ARROYO DE ALAMITOS, SON LAS QUE TIENEN EL MAYOR ESFUERZO A LA FLEXION, ASI COMO EL MAYOR ESFUERZO EN EL LIMITE ELASTICO.

PRUEBA DE FLEXION ( RED WOOD ) PROBETA 1(2)

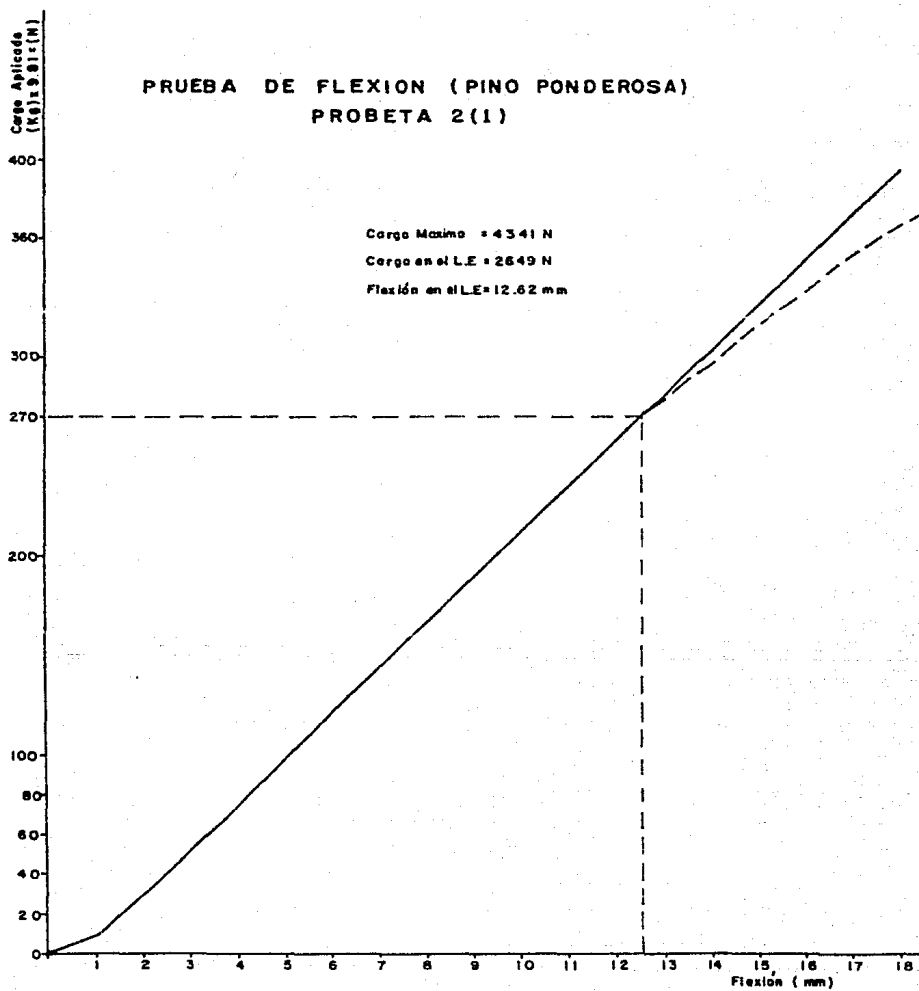


Carga Máxima = 5278 N

Carga en el L.E. = 3532 N

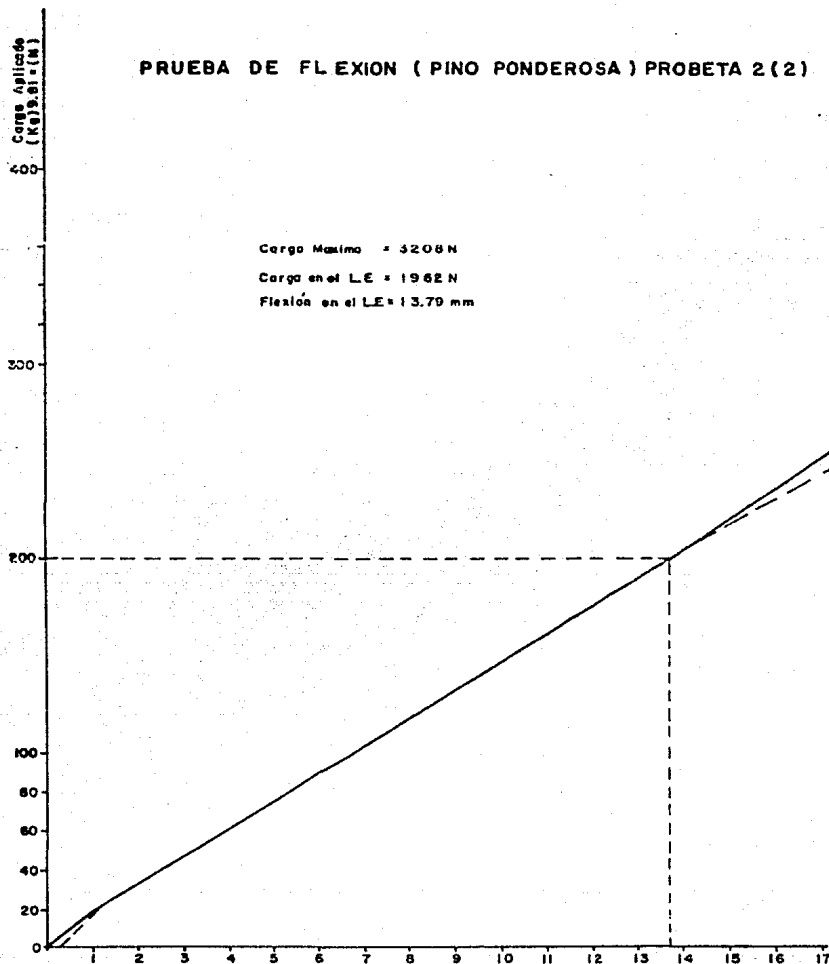
Flexión en el L.E. = 993 mm

PRUEBA DE FLEXION ( PINO PONDEROSA )  
PROBETA 2 ( 1 )

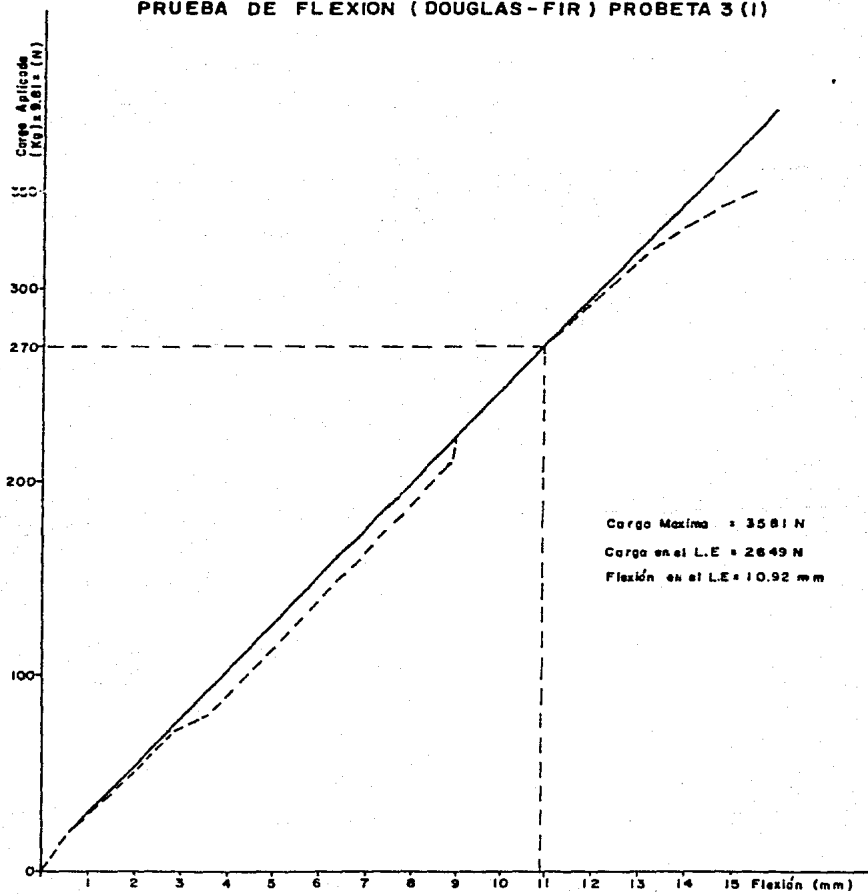


# PRUEBA DE FLEXION ( PINO PONDEROSA ) PROBETA 2 (2)

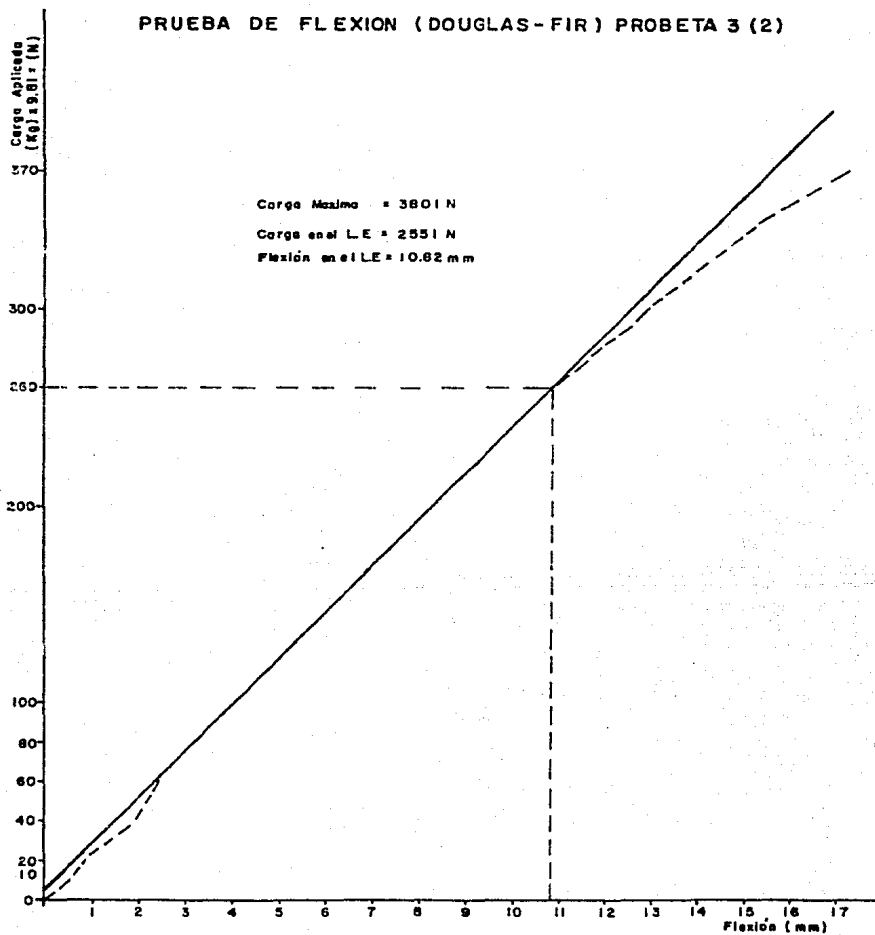
Carga Máxima = 3208 N  
Carga en el LE = 1962 N  
Flexión en el LE = 13.79 mm



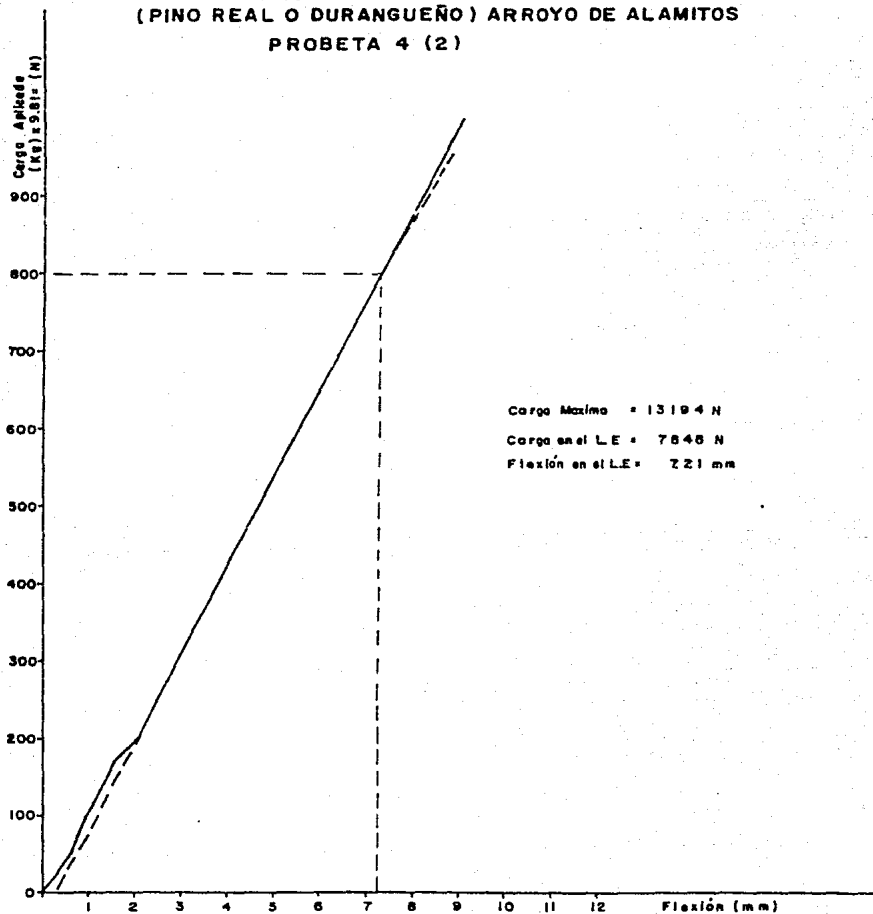
# PRUEBA DE FLEXION (DOUGLAS-FIR) PROBETA 3 (I)



# PRUEBA DE FLEXION (DOUGLAS-FIR) PROBETA 3 (2)

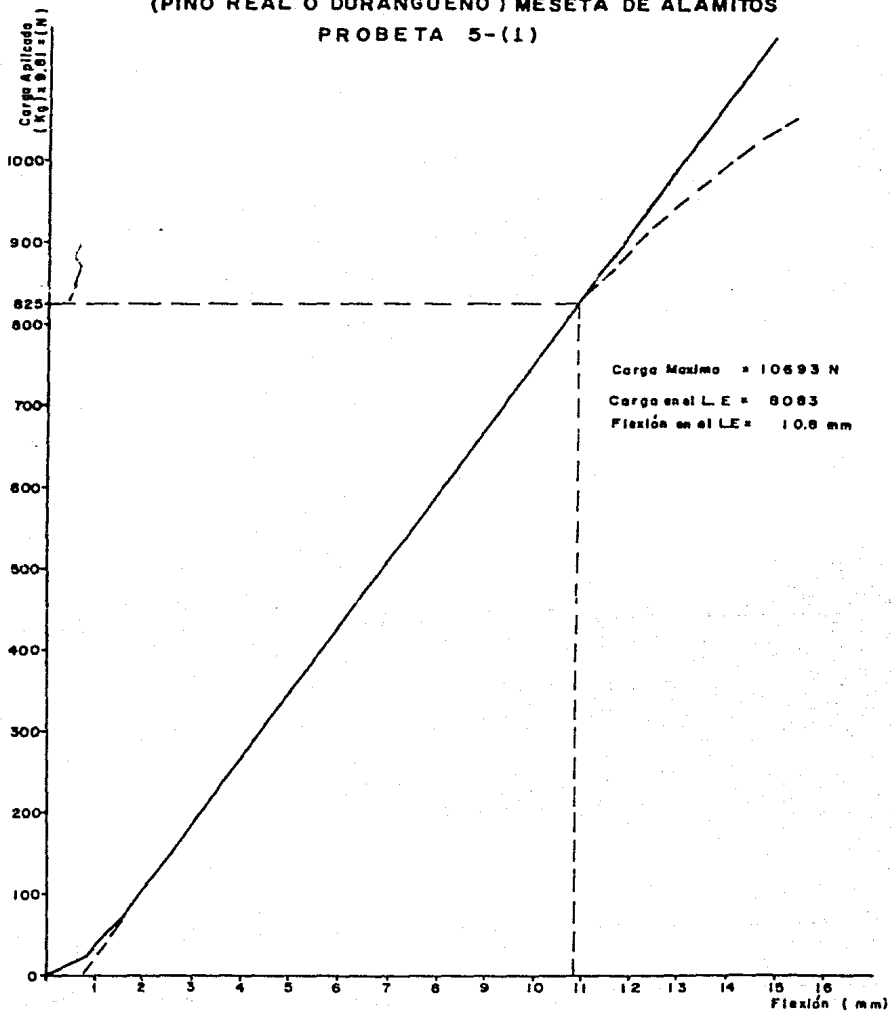


PRUEBA DE FLEXION  
(PINO REAL O DURANGUEÑO) ARROYO DE ALAMITOS  
PROBETA 4 (2)





PRUEBA DE FLEXION  
(PINO REAL O DURANGUENO) MESETA DE ALAMITOS  
PROBETA 5-(1)



IV. 5 PRUEBA DE CORTE PARALELA A LA FIBRA

IV.5.1 DE PROBETAS DE MADERA RED WOOD PARA POSTES EN CONDICIONES INICIALES

PROBETAS	ANCHO mm	ALTURA mm	AREA DE CORTE mm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA N	ESFUERZO AL CORTE M Pa.
1	49.95	44.80	2237.76	13635.90	6.093
2	50.25	50.15	2520.04	13586.85	5.391
3	50.00	44.30	2215.00	16677.00	7.529
4	49.65	44.65	2216.87	12949.20	5.841
5	50.50	44.65	2254.82	12507.75	5.547
6	49.90	44.65	2228.03	12802.05	5.746
7	49.50	45.60	2257.20	9810.00	4.346
8	50.00	44.90	2245.00	13390.65	5.965
9	49.45	44.55	2202.99	15009.30	6.813
10	49.50	44.20	2187.90	11772.00	5.380
11	49.80	44.25	2203.65	5640.75	2.559
12	49.65	44.85	2226.80	12262.50	5.507
VALOR PROMEDIO DE ESFUERZO AL CORTE, OBTENIDO					<u>5.560</u>

PRUEBA DE CORTE PARALELA A LA FIBRA

IV. 5.2. DE PROBETAS DE MADERA PINO PONDEROSA PARA POSTES EN CONDICIONES INICIALES

PROBETAS	ANCHO mm	ALTURA mm	AREA DE CORTE mm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA N	ESFUERZO AL CORTE M Pa.
1	38.5	42.95	1653.575	11722.95	7.089
2	38.2	43.80	1673.160	6376.5	3.811
3	38.4	43.30	1662.720	5199.3	3.127
4	38.3	43.65	1671.795	6768.90	4.049
5	38.6	44.20	1706.120	5248.35	3.076
6	38.7	43.15	1669.905	4561.65	2.732
7	38.4	43.30	1662.720	5199.30	3.127
8	38.15	44.05	1680.507	8534.70	5.079
9	38.75	43.80	1697.250	6376.50	3.757
10	37.80	43.90	1659.420	5297.40	3.192
11	38.40	43.45	1668.480	9123.30	5.468
12	38.30	43.65	1671.795	5052.15	3.022
VALOR PROMEDIO DE ESFUERZO AL CORTE, OBTENIDO					<u>3.961</u>

PRUEBA DE CORTE PARALELA A LA FIBRA

IV. 5.3. DE PROBETAS DE MADERA DOUGLAS-FIR PARA POSTES EN CONDICIONES INICIALES

PROBETAS	ANCHO mm	ALTURA mm	AREA DE CORTE cm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA N	ESFUERZO AL CORTE M Pa.
1	36.75	44.90	1650.075	12262.50	7.431
2	37.00	45.00	1665.000	12507.75	7.512
3	37.00	44.90	1661.300	6376.50	3.838
4	37.00	44.90	1661.300	9466.65	5.698
5	36.80	44.85	1650.480	5101.20	3.091
6	36.85	45.00	1658.250	9810.00	5.916
7	36.80	45.00	1656.000	4905.00	2.962
8	37.00	45.00	1665.000	8976.15	5.391
9	37.00	44.20	1657.600	9810.00	5.918
10	36.60	45.00	1647.000	12262.50	7.415
11	38.00	45.20	1717.600	11036.25	6.425
12	37.00	45.00	1665.000	12654.90	7.600
VALOR PROMEDIO DE ESFUERZO AL CORTE, OBTENIDO					<u>5.769</u>

PRUEBA DE CORTE PARALELA A LA FIBRA

IV. 5.4. DE PROBETAS DE MADERA, PINO DURANGUEÑO ARROYO DE ALAMITOS PARA POSTES EN  
CONDICIONES INICIALES

PROBETAS	ANCHO mm	ALTURA mm	AREA DE CORTE mm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA N	ESFUERZO AL CORTE M Pa.
1	51.20	45.00	2304.000	20110.5	8.728
2	51.25	44.90	2301.125	15941.2	6.927
3	51.10	44.75	2286.725	25751.2	11.261
4	51.50	44.70	2302.050	22366.8	9.716
5	51.55	44.80	2309.440	21091.5	9.133
6	52.25	45.90	2398.275	26830.3	11.187
7	50.00	45.25	2262.500	30411.0	13.441
8	48.85	45.10	2203.135	24525.0	11.132
9	51.70	44.60	2305.820	23858.3	10.338
10	48.65	45.90	2233.035	23053.5	10.324
11	52.00	44.45	2311.400	25996.5	11.247
12	52.25	44.35	2317.287	25260.7	10.901
VALOR PROMEDIO DE ESFUERZO AL CORTE, OBTENIDO					<u>10.361</u>

PRUEBA DE CORTE PARALELA A LA FIBRA

IV.5.5 DE PROBETAS DE MADERA PINO DURANGUENO MESETA DE ALAMITOS PARA POSTES EN  
CONDICIONES INICIALES

PROBETAS	ANCHO mm	ALTURA mm	AREA DE CORTE mm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA N	ESFUERZO AL CORTE M Pa.
1	51.35	44.35	2277.372	16186.5	7.107
2	51.00	44.80	2284.800	20797.2	9.102
3	50.95	44.70	2277.465	16186.5	7.107
4	50.85	44.20	2247.570	17952.3	7.987
5	51.40	45.20	2323.280	23347.8	10.049
6	51.20	44.80	2293.760	24034.5	10.478
7	44.90	44.35	1991.315	23740.2	11.922
8	50.30	44.65	2245.895	16677.0	7.425
9	43.90	45.00	1975.500	23445.9	11.868
10	51.60	44.70	2306.520	22563.0	9.782
11	50.80	44.40	2255.520	19423.8	8.612
12	50.90	44.25	2252.325	16431.7	7.295
VALOR PROMEDIO DE ESFUERZO AL CORTE, OBTENIDO					<u>9.061</u>

PRUEBA DE TENSION PARALELA A LA FIRRA

IV. 6. DE PROBETAS DE VARIOS TIPOS DE MADERA PARA POSTES

PROBETA	ANCHO mm	ESPESOR mm	AREA mm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA N	ESFUERZO ULTIMO M Pa.
RED WOOD					
1	9.35	4.9	45.815	1569.60	34.259
3	9.65	5.5	53.075	1520.55	28.649
7	9.40	5.5	51.700	1324.35	25.616
VALOR PROMEDIO					<u>29.508</u>
PINO PONDEROSA					
1	8.35	4.8	40.08	2207.25	55.071
3	9.20	4.2	38.64	2011.05	52.046
10	7.00	5.0	35.00	2011.05	57.458
11	9.00	4.8	43.20	2109.15	48.823
VALOR PROMEDIO					<u>53.549</u>
DOUGLAS - FIR					
1	8.3	4.8	39.84	3237.30	81.257
4	7.2	4.1	29.52	1324.35	44.862
5	7.6	4.9	37.20	2158.20	57.954
7	6.45	4.9	31.605	2060.10	65.183
9	8.7	4.7	40.890	2795.85	68.375
VALOR PROMEDIO					<u>63.526</u>

PROBETA	ANCHO mm	ESPESOR mm	AREA mm <sup>2</sup>	CARGA MAXIMA N	ESFUERZO ULTIMO N Pa.
PINO REAL O DURANGUENO					
ARROYO DE ALAMITOS					
1	9.8	4.9	48.02	7112.25	149.110
6	8.6	5.2	44.72	5101.20	114.070
10	9.1	5.0	45.50	4905.0	107.802
VALOR PROMEDIO					<u>123.327</u>
MESETA DE ALAMITOS					
2	9.1	5.25	47.77	3335.4	69.815
3	7.1	4.95	35.14	4022.1	114.443
10	9.3	5.0	46.50	3531.6	75.948
11	9.6	5.0	48.00	5395.5	112.406
VALOR PROMEDIO					<u>93.153</u>

LAS PROBETAS DE LA MADERA DE PINO DURANGUENO DEL ARROYO DE ALAMITOS SON LAS QUE PRESEN TAN UNA MAYOR RESISTENCIA DE LA TENSION.



## PRUEBA DE DUREZA

### IV. 7. DE PROBETAS DE VARIOS TIPOS DE MADERA PARA POSTES

( CARGA REQUERIDA PARA PENETRAR UNA BOLA DE DIAMETRO DE 11.5 mm, LA MITAD DE SU DIAMETRO)

MUESTRA	DUREZA EN CARAS N	DUREZA EN EXTREMOS N
REDWOOD	1545	5322
PINO PONDEROSA	4169	4513
DOUGLAS - FIR	2894	3581
PINO REAL O DURANGUENO		
ARROYO DE ALAMITOS	2906	2943
MESETA DE ALAMITOS	3237	3826

LAS PRUEBAS SE REALIZARON DE ACUERDO A LA NORMA ASTM D 143

LA MUESTRA DE LA MADERA PINO PONDEROSA ES LA QUE TIENE MAYOR DUREZA EN CARAS

LA MUESTRA DE LA MADERA RED WOOD ES LA QUE TIENE MAYOR DUREZA EN EXTREMOS

IV. 8 PRUEBA DE DESGARRE

A PROBETAS DE VARIOS TIPOS DE MADERA PARA POSTES

CONDICIONES DE PRUEBA

TEMPERATURA = 26°C

VELOCIDAD = 2.25 mm/min

MUESTRA	TIPO DE SUPERFICIE DE DESGAJE	AREA DE DESGARRE ANCHO X LARGO mm X mm	CARGA MAXIMA N	CARGA POR (mm) DE ANCHO N/mm
RED WOOD				
1	R	43.85 X 76.2	539.5	1.25
2	R	50.00 X 76.2	441.4	8.829
3	R	45.9 X 76.2	49.0	1.067
4	R	50.15 X 76.2	490.5	9.781
5	R	44.6 X 76.2	343.5	7.702
6	R	49.25 X 76.2	588.6	11.951
7	R	50.0 X 76.2	686.7	13.734
8	R	44.45 X 76.2	343.35	7.724
9	R	44.65 X 76.2	343.35	7.690
10	R	44.6 X 76.2	343.35	7.698
11	R	50.05 X 76.2	49.0	0.98
12	R	44.25 X 76.2	637.6	14.409
VALOR PROMEDIO				<u>7.754</u>

PRUEBA DE DESGARRE  
A PROBETAS DE VARIOS TIPOS DE MADERA PARA POSTES

CONDICIONES DE PRUEBA  
TEMPERATURA = 26°C  
VELOCIDAD = 2.25 mm/min

MUESTRA	TIPO DE SUPERFICIE DE DESGAJE	AREA DE DESGARRE ANCHO X LARGO mm X mm	CARGA MAXIMA N	CARGA POR (mm) DE ANCHO N/mm
PINO REAL O DURANGUENO (MESETA DE ALAMITOS)				
1	T	48.3 X 76.2	2109.1	43.667
2	T	51.0 X 76.2	1569.6	30.776
3	T	50.6 X 76.2	1962.0	38.775
4	T	51.0 X 76.2	1471.5	28.843
5	T	51.65 X 76.2	1569.6	30.389
6	T	47.25 X 76.2	931.9	19.723
7	T	50.51 X 76.2	1177.2	23.306
8	T	51.35 X 76.2	1962.0	38.208
9	T	52.0 X 76.2	2158.2	41.504
10	T	51.15 X 76.2	1471.5	28.768
11	T	48.55 X 76.2	1912.9	39.401
12	T	48.3 X 76.2	1962.0	40.621
VALOR PROMEDIO				<u>33.665</u>

LAS PROBETAS DE LAS MADERAS PINO PONDEROSA Y DOUGLAS - FIR NO FUERON PROBADAS POR NO TENER LAS DIMENSIONES REQUERIDAS POR LA NORMA.  
DE LAS PROBETAS SONETIDAS A PRUEBA LAS DE LA MADERA PINO DURANGUENO ARROYO DE ALAMITOS SON LAS QUE PRESENTAN UNA MAYOR RESISTENCIA AL DESGASTE.

PRUEBA DE DESGARRE  
A PROBETAS DE VARIOS TIPOS DE MADERA PARA POSTES

CONDICIONES DE PRUEBA  
TEMPERATURA = 26°C  
VELOCIDAD = 2.25 mm/min

MUESTRA	TIPO DE SUPERFICIE DE DESGAJE	AREA DE DESGARRE ANCHO X LARGO mm X mm	CARGA MAXIMA N	CARGA POR (mm) DE ANCHO N/mm
PINO REAL O DURANGUERO ( ARROYO DE ALAMITOS )				
1	T	52.25 X 76.2	2452.5	46.938
2	T	51.25 X 76.2	1324.3	25.840
3	T	51.80 X 76.2	2354.4	45.452
4	T	51.60 X 76.2	2011.0	38.973
5	T	51.30 X 76.2	2109.1	41.113
6	T	50.85 X 76.2	2746.8	54.018
7	T	50.60 X 76.2	1471.5	29.081
8	T	51.55 X 76.2	1520.5	29.496
9	T	51.75 X 76.2	2746.8	53.078
10	T	51.10 X 76.2	1667.7	32.636
11	T	50.85 X 76.2	735.7	14.468
12	T	51.60 X 76.2	2844.9	55.134
VALOR PROMEDIO				<u>38.852</u>

**C A P I T U L O   V**

**ANALISIS DE LAS LIMITACIONES MECANICAS Y ELECTRICAS  
PARA POSTES DE MADERA MEXICANA.**

## C A P I T U L O   V

### V.1 Análisis de las limitaciones mecánicas y eléctricas para postes de madera Mexicana.

Para desarrollar el análisis de las limitaciones mecánicas y eléctricas para postes de madera tratada, mencionaremos brevemente en que consiste cada uno de los elementos básicos para este análisis.

Dentro de este cálculo se usarán los tipos de conductores (ligeros) más usados en distribución de CU y ACSR, para un sistema de tres fases, tres hilos y una tensión de 13.8 kv., por ser la tensión con un porcentaje de normalización mayor.

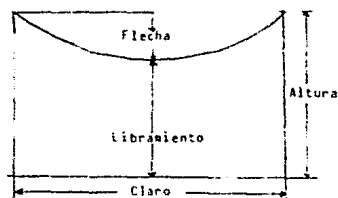
La estructura más representativa dentro del diseño y tendido de líneas, es la estructura tipo "P" (estructura de paso) ya que representa de un 70 a un 80 % de las estructuras usadas para este fin.

Dentro del programa se utilizan los resultados obtenidos durante las pruebas físico-mecánicas (realizadas en el Laboratorio de C.F.E en Irapuato, Gto.) como fueron los de resistencia de la fibra y las tensiones de ruptura correspondientes en cada caso, así como los datos de muestreo de diámetros en la punta y al 10 % de la longitud del poste más 50 cm. (norma de prueba). Supondremos (por facilidad) que estas estructuras van a ser puestas en un terreno plano, ligeramente ondulado, de tipo arcilloso.

El estudio comprende el desarrollo de las fórmulas a utilizar en cada una de las limitaciones, las cuales están analizadas independientemente. El método de cálculo de las tensiones mecánicas de los conductores, se analiza con las condiciones críticas que para cada caso deban de considerarse, obteniéndose las tablas correspondientes para conductores de ACSR y CU.

### V. 2 MEMORIA DE CALCULO DE LAS LIMITACIONES DE DISEÑO.

El conductor de una línea, ya sea de distribución o de transmisión, se comporta mecánicamente hablando, como un elemento sometido a tensión y sostenido en sus extremos. Si suponemos que el peso del conductor es uniforme a lo largo de toda su longitud, éste formará una catenaria como se muestra en la figura.



Los parámetros básicos de un tramo de línea de distribución (para nuestro caso), se indican en dicha figura.

En orden de importancia, el primer parámetro por determinar es el "Libramiento", que se fija generalmente por las normas existentes.

Las tres dimensiones restantes: claro, flecha y altura, se determinan por consideraciones económicas sobre el material y calibre óptimos del conductor, por -- las condiciones máximas de carga y por las estructuras.

Para determinar las tensiones iniciales y finales de una línea "X" (de distribu ción) en estudio, se hace uso del método de la ecuación de cambio de estado. - (Método introducido a C.F.E. por los asesores franceses).

La ecuación de este método establece que a partir de ciertas condiciones dadas, es posible obtener el comportamiento de los parámetros de la línea (de distribu ción) para condiciones diferentes de las anteriores. Dicha ecuación corresponde a una ecuación de tercer grado de la forma:

$$x^3 - px^2 - q = 0.$$

Su solución puede obtenerse por 2 métodos: por el método de Cardan y por el mé- todo iterativo de Newton.

V. 2.1 TENSIONES INICIALES.

El módulo de elasticidad de un cable nuevo (módulo de elasticidad inicial) es diferente del módulo que tendrá cuando haya sido tendido, al esfuerzo correspondiente, a la tensión máxima. Para la construcción, se deberán calcular las tensiones de los conductores con el módulo de elasticidad inicial, a partir de la tensión máxima en el conductor con módulo de elasticidad final.

Las características que se supondrán para el tendido de conductores ACSR (condiciones iniciales) serán las siguientes:

No.	Tensión del Conductor Kg.	Temperatura °C	Presión de Viento kg/m <sup>2</sup>	Módulo de Elasticidad
1	20% TR	16	0	Final
2	25% TR	0	0	Final
3	33% TR	0	0	Inicial
4	45% TR	-10	39	Final.



## V. 2.2 TENSIONES FINALES

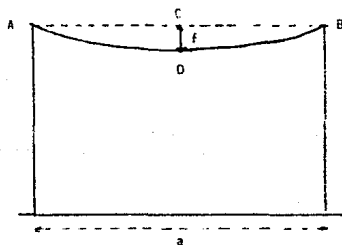
Las tensiones finales de los conductores se calcularán a partir del módulo de elasticidad final, en función de los claros regla, de la temperatura y presión de viento que se consideren.

A continuación se indicarán las variaciones de temperatura y presión de viento que deberán tomarse en cuenta en la determinación de cada una de las limitaciones necesarias para el diseño de las estructuras tipo.

- 1.- Temperatura máxima sin presión de viento: permite determinar la limitación por libramiento y la plantilla a utilizar en la localización de postes sobre el perfil del recorrido de la línea.
- 2.- Temperatura media sin viento: permite verificar que las tensiones alcanzadas en este caso estén de acuerdo con las tensiones admitidas para limitar las vibraciones.
- 3.- Temperatura mínima sin viento: permite verificar el libramiento en caso de cruce abajo de una línea existente.
- 4.- Temperatura mínima con viento máximo, sin hielo o bien temperatura mínima con hielo y viento reducido: permite obtener la tensión final -- máxima resultante de los conductores, cuyo valor es necesario para determinar el coeficiente de seguridad mínima en los conductores así como para calcular las deflexiones máximas permisibles en las estructuras tipo.

Las tensiones finales, se calcularán a partir de la ecuación de cambio de Estado.

V.2.3. DEDUCCION DE LA ECUACION DE CAMBIO DE ESTADO



Representación de una catenaria entre dos apoyos

La longitud  $L$  de la curva  $ADB$  de la figura se deduce de cálculos bastante laboriosos de los cuales sólo se dan los resultados:

$$L = a \left( 1 + \frac{8f^2}{3a^2} - \frac{32f^4}{5a^4} + \dots \right) \quad (1)$$

Tomando los dos primeros términos del segundo miembro de la ecuación (1), tenemos:

$$L = a + \frac{8f^2}{3a} \quad (2)$$

La relación entre la longitud  $L$  del conductor y el claro  $a$  se expresa por:

$$\frac{L}{a} = 1 + \frac{8}{3} \left( \frac{f}{a} \right)^2 \quad (3)$$

Esta relación puede calcularse, como la relación  $Sa/S$  simplemente conociendo la flecha y el claro del conductor.

Las relaciones mencionadas bastan para establecer la ecuación de cambio de estado.

En la ecuación de cambio de estado de un conductor tendido entre dos puntos, designaremos  $\alpha$  para el coeficiente de dilatación del metal del conductor. Bajo la influencia de un cambio de temperatura ( $t_f - t_i$ ) de un conductor que tiene una longitud  $L$  a la temperatura  $t_i$ , resulta a la temperatura  $t_f$  una longitud igual, por definición, a  $[L + L \alpha (t_f - t_i)]$ . Pero como el conductor está fijo en sus dos extremos, su alargamiento modificará simplemente la tensión  $S$  la cual formará el valor  $S'$ .

Designemos por  $E$  el módulo de elasticidad del metal del conductor bajo la influencia simultánea de la variación de tensión ( $S' - S$ ), y la longitud del conductor sufrirá una variación igual a:

$$\Delta L = \frac{(S' - S)}{E} L$$

Resulta entonces que la variación de longitud ( $L' - L$ ) del conductor bajo la influencia simultánea de la variación de temperatura ( $t_f - t_i$ ) y de la tensión ( $S' - S$ ), tiene por expresión:

$$L' - L = L \alpha (t_f - t_i) + L \frac{(S' - S)}{E} \quad (4)$$

Por otro lado, la variación de longitud ( $L' - L$ ) puede expresarse de otra forma partiendo de la ecuación (2) y teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$S = \frac{w a^2}{8 l^2}$$

$$L = a \left( 1 + \frac{\alpha w^2}{24 S^2} \right) \quad (2')$$

de donde:

$$L' - L = \frac{a^3}{24} \left( \frac{w'^2}{S'^2} - \frac{w^2}{S^2} \right) \quad (5)$$

Siendo  $w'$  el peso específico ficticio para el 2o. estado.

Iguando los segundo miembros de las expresiones (4) y (5) se obtiene:

$$L \alpha (t_f - t_i) + L \left( \frac{S' - S}{E} \right) = \frac{a^3}{24} \left( \frac{w'^2}{S'^2} - \frac{w^2}{S^2} \right) \quad (6)$$

Si se iguala ahora la longitud L con el claro (a) se puede dividir los 2 términos de (6) por (L') o bien por (a); entonces se tiene:

$$\alpha(t_f - t_i) + \left( \frac{S' - S}{E} \right) = \frac{a^2}{24} \left( \frac{w'^2}{S'^2} - \frac{w^2}{S^2} \right) \quad (7)$$

que es la ecuación general de cambio de estado.

Se le puede dar una forma más general, designando por (m) un coeficiente definido como la relación del peso ficticio al peso real del conductor en el estado (t<sub>i</sub>) y (S) por (m') el mismo coeficiente en el estado (t<sub>f</sub>) y (S'); se obtiene entonces:

$$\alpha(t_i - t_f) = \frac{a^2 w^2}{24} \left( \frac{m^2}{S^2} - \frac{m'^2}{S'^2} \right) = \frac{S - S'}{E} \quad (8)$$

La ecuación se puede escribir también como:

$$S'^3 + S'^2 \left( E \frac{w^2 a^2 m'^2}{24 S'^2} + E \alpha(t_f - t_i) - S \right) = E \frac{w^2 m'^2 a^2}{24}$$

O bien:

$$S'^2 \left( S' + \frac{w^2 E m^2 a^2}{24 S'^2} + E \alpha (t_f - t_i) - S \right) = \frac{w^2 E m^2 a^2}{24}$$

Que es la forma conocida y utilizada en los diferentes departamentos de C.F.E.

Haciendo:

$$\frac{w^2 E}{24 S'} = K \quad \text{y} \quad E \alpha = K'$$

Reduciéndose a :

$$S'^2 \left( S' + \frac{K m^2 a^2}{S'^2} + K' (t_f - t_i) - S \right) = K m^2 a^2$$

En donde:

W    Peso específico del conductor    (kg./m/mm<sup>2</sup>)

E    Módulo de elasticidad final    (kg/mm<sup>2</sup>)

$\alpha$     Coeficiente de dilatación lineal (1 / °C)

En el estado inicial

{	S	Esfuerzo inicial sobre el conductor (kg/mm <sup>2</sup> )
	T <sub>i</sub>	Temperatura inicial (°C)
	m	Coefficiente de sobre carga inicial

En el estado buscado

{	S'	Esfuerzo final sobre el conductor (kg/mm <sup>2</sup> )
	T <sub>f</sub>	Temperatura final (°C)
	m'	Coefficiente de sobre carga final

= Clara regla (m)

coeficiente de sobre carga

$$m = \sqrt{\frac{\overset{\text{Inicial}}{w_h^2 + C_v^2}}{w^2}} \qquad m' = \sqrt{\frac{\overset{\text{Final}}{w_h'^2 + C_v'^2}}{w'^2}}$$

En donde:

W	Peso unitario del conductor	(kg/m.)
w <sub>h</sub>	Peso unitario del conductor con o sin hielo, para el estado inicial	(kg/m.)
C <sub>v</sub>	Carga unitaria de viento sobre el conductor, con o sin hielo para el estado inicial.	(kg/m.)
w'h	Peso unitario del conductor con o sin hielo para el estado final.	(kg/m.)
C' <sub>v</sub>	Carga unitaria de viento sobre el conductor, con o sin hielo, para el estado final	(kg/m.)

En la hipótesis sin viento el coeficiente de sobrecarga es igual a 1.

En los cálculos que se anexan, los datos para el estado inicial, corresponden a una tensión constante en función del claro regla, a la temperatura media sin viento aunque en la base del cálculo (Estado Inicial) se puede tomar cualquier hipótesis de las indicadas en un principio.

### Ejemplo de Cálculo.

Determinación de la tensión final de un conductor de ACSR de una línea de distribución para las condiciones finales de 50°C de temperatura, sin presión de viento y con módulo de elasticidad final.

#### Desarrollo:

##### A.- Características del Conductor.

Tipo de Cable	Raven
Calibre	1/0 AWG
Sección	62.459 mm <sup>2</sup>
Diámetro	10.109 mm
Peso por Unidad de Long	0.21679 kg/m.
Peso Específico	0.00346 kg/cm <sup>3</sup>
Módulo de Elasticidad Final	8 000 kg/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Dilatación Final	19.2 x 10 <sup>-6</sup> x 1/°C
Carga de Ruptura	1341.406 kg.
Claro Regla	150 m.

##### B.- Hipótesis de Cálculo

###### Condiciones Iniciales:

Temperatura	16°C
Tensión de tendido	22 % Tensión de Ruptura
Presión de Viento	Cero
Módulo de Elasticidad	Final
Claro Regla	150 m.
Carga de Hielo	Cero



Condiciones Finales:

Temperatura	50°C
Tensión	Valor por conocer
Presión de Viento	Cero
Módulo de Elasticidad	Final
Claro Regla	150 m.
Carga de Hielo	Cero

C.- Cálculo de la Tensión.

La tensión se calculará a partir de la ecuación de cambio de estado. Los coeficientes de sobrecarga así como los valores de K y K' se calculan con las fórmulas correspondientes.

Sustituyendo valores se tiene:

$$K = 0.00399 \text{ kg}^3 / \text{cm}^6 \text{ mm}^2 \text{ Ver tabla del apéndice}$$

$$K' = 0.1536 \text{ kg/mm}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (del apéndice)}$$

$$m = \sqrt{\frac{(0.21679)^2 + (0)^2}{(0.21679)^2}} = 1$$

$$m' = \sqrt{\frac{(0.21679)^2 + (0)^2}{(0.21679)^2}} = 1$$

El esfuerzo inicial del conductor es:

$$S = \frac{F}{A}$$

F = 22 % carga de ruptura del conductor

$$F = 0.22 \times 1941.408 \text{ kg.} = 427.10976 \text{ kg.}$$

$$S \text{ inicial} = \frac{427.10976}{62.459} = 6.838242 \text{ kg/mm}^2$$

Sustituyendo valores en la ec. de cambio de estado se tiene:

$$S'^2 \left( S' + \frac{0.00399 \times (150)^2 \times (1)^2}{(6.838242)^2} + 0.1536 (34) - 6.838242 \right) = \frac{0.00399 \times (150)^2 \times (1)^2}{0.00399 \times (150)^2 \times (1)^2}$$

$$S'^2 \left( S' + 1.919846 + 5.2224 - 6.838242 \right) = 89.775$$

De donde:

$$S' = 4.37857 \text{ kg/mm}^2$$

Por tanto la tensión final  $S_f$  :

$$\begin{aligned} S_f &= S' \times A = 4.37857 \times 62.459 \\ &= 273.48 \text{ kg.} \end{aligned}$$

#### V. 2.4 LIMITACIONES MECANICAS.

Utilizando la estructura tipo "P" por ser la más representativa dentro del diseño y tendido de líneas de distribución como se mencionó al principio del capítulo, se expondrá el proceso a seguir para el cálculo de las limitaciones de diseño de las líneas de distribución, haciendo intervenir, tanto la topografía del terreno como las características propias de la línea como son: voltaje de operación, calibre, tipo de conductor y los requisitos que fija el REglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas.

(R. O. I. E. )

Se analizarán las condiciones críticas de trabajo a que están sujetos los elementos de las estructuras ( poste, cruceta, alfiler y retenida ), para la selección correcta de las mismas.

Se incluyen ejemplos ilustrativos en los cuales se analizan las diferentes limitaciones a que está sujeta esta estructura (P), así como los cuadros comparativos de las diferentes condiciones que deben considerarse .

#### ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA.

#### LIMITACIONES POR ANALIZAR PARA LA OBTENCION DEL CLARO BASE INTERPOSTAL

1)	POSTE	1a.- LIBRAMIENTO 1b.- RESISTENCIA MECANICA (Claro Medio Horizontal).
2)	CRUCETA	2a.- CARGAS VERTICALES 2b.- CARGAS LONGITUDINALES
3)	ALFILER	3a.- RESISTENCIA MECANICA (Claro Medio Horizontal)
4)	RETENIDA	4a.- RESISTENCIA MECANICA

POSTE

V. 2.4.1a LIBRAMIENTO

La distancia por libramiento se mide desde la línea de tierra, hasta el nivel - más bajo de los conductores, entre dos estructuras.

Para el cálculo del claro máx. por libramiento es necesario conocer de antemano las dimensiones de la estructura de que se trate, ( en nuestro caso la estructura es la tipo P ), la flecha máxima final del conductor a 50°C, sin presión de viento y módulo de elasticidad final, la cual depende fundamentalmente del voltaje de la línea y de la tensión mecánica del conductor. Es decir, de acuerdo con la línea en proyecto, se hace necesario tomar en cuenta los libramientos mínimos a tierra que para cada voltaje tiene establecidos el reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, misma que se anexa.

Un concepto que se hace necesario definir es el claro regla, el cual establece como el claro prototipo, que asegura las características de tensión más adecuadas a lo largo de una serie de claros no uniformes, comprendidos en un tramo anclado.

La fórmula más usual para el cálculo del mismo es :

$$a = \sqrt{\frac{L_1^3 + L_2^3 + \dots + L_n^3}{L_1 + L_2 + \dots + L_n}}$$

En donde  $L_1$ ,  $L_2$  y  $L_n$  son claros comprendidos entre dos estructuras de anclaje.

En la práctica se ha observado que en líneas de distribución en las que se emplean conductores de Cu y de ACSR se han obtenido los siguientes claros regla - promedio:

CONDUCTOR. AWG-MCM.	CLAROS REGLA PROMEDIO EN L. DE D. (m).	OBSERVACIONES:
ACSR. - 4	175	} Con Variaciones de ± 25 m.
	2	
	1/0	
3/0	125	} Con Variaciones de ± 25 m.
	266.8 MCM	
	336.4 MCM	
Cu	6	} Sin Variaciones
	4	
	2	
	1/0	
	3/0	

Habiendo encontrado la tensión mecánica del conductor a 50°C, sin presión de viento, módulo de elasticidad final a partir de la ecuación de cambio de estado, (analizada al principio del capítulo), se calculará ahora el claro máximo por libramiento, a partir de la siguiente expresión.

$$F = \frac{WL^2}{8H}$$

$$L = \sqrt{\frac{8FH}{W}}$$

Los elementos que intervienen en esta ecuación son:

F.- Flecha del Conductor

W.- Peso Unitario del Conductor (Kg/m).

H.- Tensión horizontal del conductor a 50°C  
sin presión de viento y módulo de elasticidad final.

L.- Claro máximo por libramiento (m)

ALTURA MINIMA DE CONDUCTORES SOBRE EL SUELO O VIAS FERREAS

	ALTURA MINIMA EN METROS .					
	En cruzamiento sobre .				A lo largo de	
	Areas no transitadas por vehiculos	Calles, callejones o caminos en distritos urbanos o rurales.	carreteras	Vias férreas (1)	caminos en distritos rurales	calles, callejones en distritos urbanos
Conductores aplicados a: (más de 0.750 a 15 Kv)						
Lineas suministradoras (incluyendo las de alumbrado público, acometidas y alimentadores de Trolé) con tensión entre conductores en kilovoltas.	4.50	5.75	6.50	8.00	5.00	5.75

(1) En la proximidad a la entrada de puentes o túneles, estas alturas pueden reducirse dentro del área en que no se permita pararse a personas sobre los carros; pero nunca será menor que la altura de la parte superior de la entrada.

V. 2.4.1b RESISTENCIA MECANICA DEL POSTE.

(Claro medio horizontal)

Los claros máximos por resistencia del poste se calculan partiendo de las cargas transversales provocadas por la presión de viento sobre conductores, aisladores y postes, así como también se hará necesario considerar la tensión resultante de conductores cuando se presenten pequeñas deflexiones.

ESTRUCTURA TIPO P.

En este tipo de estructura se analizarán básicamente las cargas transversales debidas a la presión de viento que actúan sobre la misma, así como las tensiones resultantes debidas a la deflexión y tomando al poste como elemento de falla.

Planteamiento de la ecuación: Con la finalidad de cubrir la aplicación de este tipo de estructura, se le consideró una pequeña deflexión.

$$\Sigma M_o = 0 = 4T_f \text{ Sen } \theta (D) + 2C_{vcr} (D) + 2C_{va} (D) + 2T_n \text{ Sen } \theta (B) + C_{v_{cn}} (B) + C_{vp} (A) - C_{Tp} (C)$$



$$= 4 T_f \text{Sen } \theta (D) + 2 (Pvd_f L) (D) + 2 Cva (D) + 2 T_n \text{Sen } \theta (B) + Pvd_n L (B) +$$

$$\left[ \frac{G + H}{2} \right] E P_v (A) - \frac{I}{F_s} (C)$$

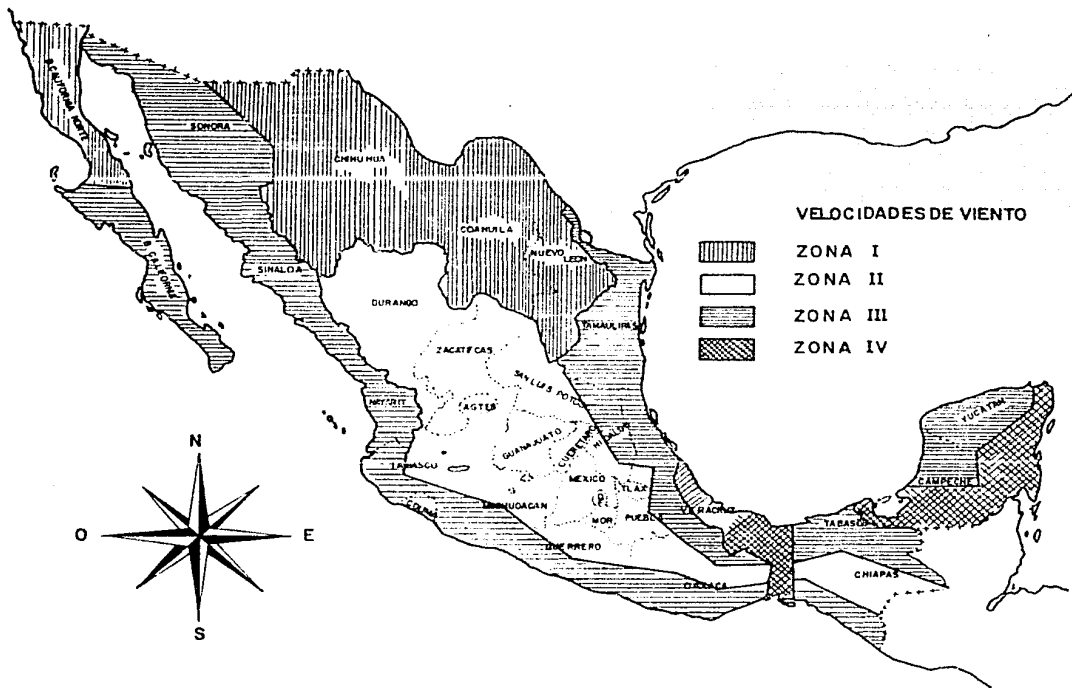
Despejando de esta expresión el término (L) se tiene:

$$L = \frac{\frac{I}{F_s} (C) - 4 T_f \text{Sen } \theta (D) - 2 Cva (D) - 2 T_n \text{Sen } \theta (B) - \frac{G+H}{2} E.P_v.A.}{2 Pvd_f (D) + Pvd_n (B)}$$

En donde:

- A, B, C, D, E Parámetros - derivados de la configuración de la estructura (m)
- $F_s$  Factor de Seguridad (El factor de seguridad establecido para postes de madera es de 3 y de 2 para concreto)
- G Base mayor del poste (m)
- H Base menor del poste (m)
- I Resistencia mecánica del poste (kg)
- $d_f$  Diámetro de los conductores de fase (m)
- $d_n$  Diámetro del hilo neutro (m)
- $P_v$  Presión del viento \*
- Cva Carga de viento sobre los aisladores (Se considera 1 Kg. por norma tanto para los aisladores de alfiler como de suspensión).
- $\theta$  Angulo total de la deflexión ( ° / )
- ( $T_f - T_n$ ) Tensión del conductor de fase y neutro respectivamente. (Kg) (a - 10°C, con presión de viento y módulo de elasticidad final.)
- L Claro máximo interpostal por resistencia mecánica del poste. (m)

- \* A fin de considerar las condiciones más reales de presión de viento para el diseño de los diferentes elementos de cada estructura tipo, se ha dividido a la REPUBLICA MEXICANA en cuatro zonas, en las que se han establecido las condiciones más desfavorables de - temperatura, velocidad de viento y cargas de hielo, (ver plano -- anexo).



Zona	Temperatura °C *	Velocidad de Viento Km. / Hora	Carga de Hielo
I	- 10	75	De 6 a 8mm. de espesor
II	- 5	60	-
III	5	75	-
IV	5	90	-

\* Condiciones críticas de diseño.

En dónde :

Zona I .-- Comprende los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Baja California Norte.

Zona II .-- Región central delimitada por la Sierra Madre Oriental y Occidental

Zona III .-- Región de los dos litorales, incluyendo el Estado de Baja California Sur.

Zona IV .-- Región del Istmo de Tehuantepec y Cozumel.

Para alturas mayores de 2,500 m. s.n.m., en las zonas II y III se deberán considerar espesores de hielo similares a los establecidos para la zona I, temperaturas de -5°C y presiones de viento correspondientes a cada zona.

Se deberá investigar el comportamiento de la estructura en condiciones severas (eventuales), considerando velocidades de viento del doble del valor indicado en la tabla anterior.

La determinación de la presión (Pv) en función de la velocidad de viento se hará a partir de las siguientes expresiones:

$$P_v = 0.0047124 V^2 \quad (\text{para áreas cilíndricas}).$$

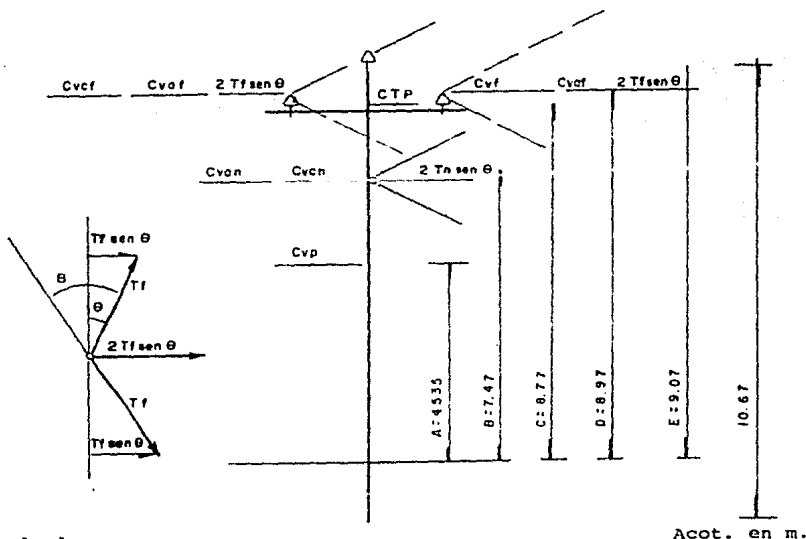
$$P_v = 0.0074074 V^2 \quad (\text{para áreas planas}).$$

En dónde:

V = Velocidad de viento ( Km / hora ).

Pv = Presión debida a la velocidad de viento ( Kg/m<sup>2</sup> )

**ESTRUCTURA TIPO (P)**  
**MADERA**



En donde:

- Cvcf Carga debida a la presión de viento sobre el conductor de fase.
- Cvaf Carga debida a la presión de viento sobre el aislador de fase.
- Ctp Carga de trabajo del poste.
- Cvan Carga debida a la presión de viento sobre el soporte del hilo neutro.
- Cvcn Carga debida a la presión de viento sobre el hilo neutro.
- Cvp Carga de viento sobre el poste.
- Tf Tensión mecánica del conductor de fase.
- Tn Tensión mecánica del hilo neutro
- Angulo total de la deflexión.
- Angulo de la semi-deflexión.

Fig. 2.- Fuerzas que intervienen en el cálculo del claro máximo por Resistencia Mec.- Poste.

ESTRUCTURAS TIPO HA:

En el cálculo del claro máximo por resistencia mecánica del poste, para este tipo de estructura, se analizarán las dos variedades propuestas ( C/Cv y S/Cv ), las cuales consideran la aplicación de contravientos y sin contravientos, con aplicación definitiva en cuanto al claro máximo interpostal y al anclaje de conductores ligeros y pesados respectivamente.

La determinación de este claro máximo, se efectúa considerando las cargas transversales provocadas por la presión de viento, en cada uno de sus elementos (Poste, Aisladores y conductores), y en caso de deflexión, deberá considerarse la tensión resultante de los conductores en condiciones críticas de temperatura y presión de viento.

ESTRUCTURA TIPO HA Y HS -S/ Cv MADERA.

De la figura No. 3 se deduce lo siguiente:

$$\sum M_o = 0 = -2 C_{Tp} (D) + 8 (Cva) C + 2 Cvc_r (C) + Cvan (B)^* + Cvc_n (B) + 2 Cvp (A)$$

$$0 = -2 \left[ \frac{I}{FS} \right] (D) + 8 (Cva_r) C + 2 Pvd_r LC + Pvd_n LB + 2 \left[ \frac{G + H}{2} \right] E.Pv.A.$$

\* Esta cantidad dependerá del tipo de aislador y de los kv del sistema para los que esté diseñada la estructura.

\*\*Se considera despreciable la carga de viento sobre el soporte del hilo neutro

$$L = \frac{\left[ \frac{2ID}{Fs} \right] - 8 Cva C - (G + H) E Pv. A.}{2 Pvd_r C + Pvd_n B}$$

En donde :

A, B, C, D y E Parámetros derivados de la configuración de la estructura (m)

$F_S$  Factor de Seguridad (  $F = 3$  )

G Base mayor del poste. (m)

H Base menor del poste. (m)

I Resistencia mecánica del poste. (kg)

df Diámetro de los conductores. (m)

dn Diámetro del hilo neutro. (m)

Pv Presión de Viento. ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

L Claro máximo por resistencia mecánica del poste (m)

Ejemplo :

Cálculo del claro máximo por resistencia mecánica del poste en una estructura Ha S/CV, poste de madera para una tensión de 13.2 kV y conductores de ACSR No 2 para las fases y neutro.

Datos para el cálculo.

Estructura	HA
Postería	Madera Clase IV.
Resistencia Mecánica del poste clase IV	1088 kg.
Conductor	ACSR.
Calibre	No. 2
$P_v$	39 Kg / m <sup>2</sup>
Tensión	13.2 kV
$\left. \begin{array}{l} df \\ dn \end{array} \right\}$	0.008026 m.

Los términos A,B,C,D y E se obtienen de la figura No. 3

$F_S$	3
G	0.32126 m.
H	0.1843 m.

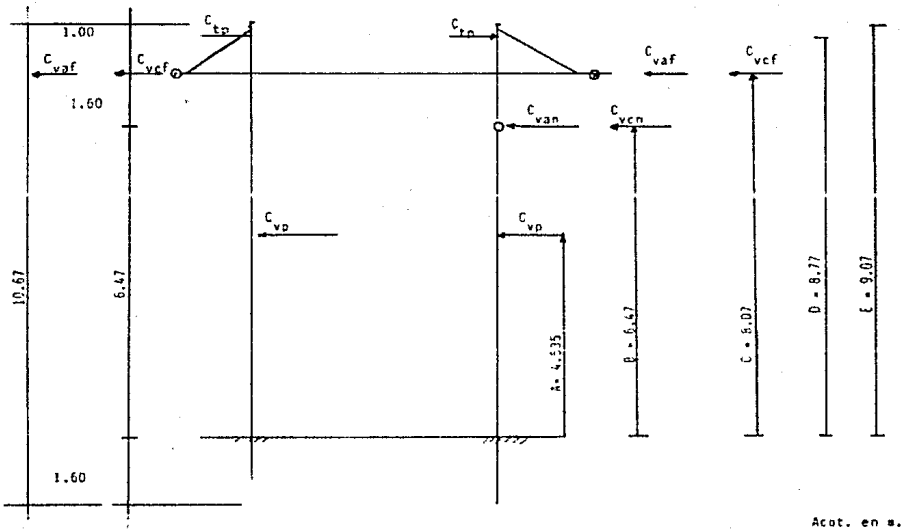
Substituyendo valores en la expresión deducida en la hoja No. 89 se tiene;

$$L = \frac{\left[ \frac{2(1088) \cdot 8.77}{3} \right] - 8 (1) (8.07) - (0.32126 + 0.1843) \cdot 9.07 \cdot 39 \cdot 4.535}{2 (39 \times 0.008026 \times 8.07) + 39 \times 0.008026 \times 6.47}$$

$$L + 775.11 \text{ m.}$$

ESTRUCTURA TIPO HA

M A D E R A .



En donde:

- $C_{vcf}$  Carga debida a la presión de viento sobre el conductor de fase.
- $C_{vaf}$  Carga debida a presión de viento sobre los aisladores de fase.
- $C_{tp}$  Carga de trabajo del poste.
- $C_{van}$  Carga debida a la presión de viento sobre el soporte del hilo neutro
- $C_{vcn}$  Carga debida a la presión de viento sobre el hilo neutro
- $C_{vp}$  Carga debida a la presión de viento sobre el poste.

Fig. 3.- Fuerzas que intervienen en el cálculo del claro Máximo por Resistencia Mecánica del Poste.



M A D E R A .

Para la determinación del claro máximo por resistencia mecánica del poste, en estructuras HA ó HS, con contravientos, se parte del análisis del comportamiento de la estructura bajo carga, a partir de los diagramas de cortantes y momentos flexionantes, los cuales nos determinan los puntos falla y nos delimitan la magnitud de la carga crítica de diseño. Para facilitar dicho análisis, se tomará como base el procedimiento de cálculo establecido en el libro de "Gráficas y tablas - Para el cálculo de líneas de Transmisión y Subestación", recopiladas por los Ingenieros Daniel Barrios - Morales F. y Jacinto - Viqueira L., del cual se anexa las tabulaciones de Momentos Máximos y el Método de Cálculo, para la determinación de los parámetros de diseño de la estructura.

Una vez determinada la carga crítica de diseño, se calcula el claro máximo en función de las cargas transversales que actúan sobre la estructura, referidas todas a la cruceta.

De la figura No. 5

Se obtiene:

$$\sum F_{\text{(Referidas a la cruceta)}} = 0$$

$$0 = 2 C_{vcf} + 8 C_{va} + C_{vn} \frac{C}{D} + C_{van} + \frac{C}{D} - 2 \frac{C_{CD}}{F} + 2 C_{vp} \frac{A}{D}$$

\* Esta cantidad dependerá del tipo de aislador y de los kV del sistema, para los que esté diseñada la estructura.

Se desprecia la carga debida a la presión de viento sobre el soporte del hilo neutro.

$$0 = 2 (Pvd_f L) + 8 Cva + Pvd_n L \frac{C}{D} - 2 \frac{C_{CD}}{F_S} + 2 \left[ \frac{G + H}{2} \right] E. P_v \left[ \frac{A}{D} \right]$$

De donde :

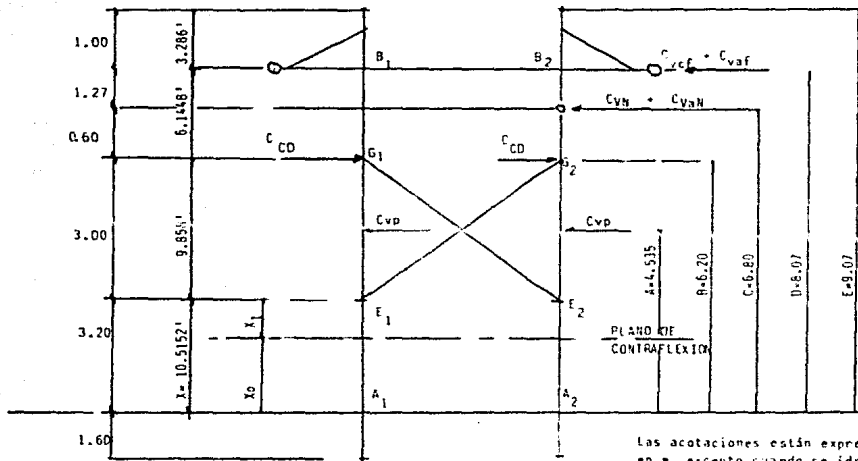
$$L = \frac{2 C_{CD}}{F_S} - 8 C_{vaf} - (G + H) E. Pv. \left[ \frac{A}{D} \right]$$
$$2 Pvd_f + Pvd_n \frac{C}{D}$$

En donde:

A, B, C, D y E	Parámetros derivados de la configuración de la estructura (m)
$F_S$	Factor de Seguridad (F = 3)
G	Base mayor del poste (m)
H	Base menor del poste (m)
$C_{CD}$	Carga crítica de diseño (kg)
$C_{vaf}$	Carga de viento sobre los aisladores de las fases (kg)
$P_v$	Presión de viento ( $kg/m^2$ )
$d_f$	Diámetro de los conductores de fase (m)
$d_n$	Diámetro del hilo neutro (m)

ESTRUCTURA TIPO HA Y HS.

C/ Cv MADERA .



En donde:

- $C_{vcf}$  Carga debida a la presión de viento sobre el conductor de fase.
- $C_{vaf}$  Carga debida a la presión de viento sobre el aislador de fase.
- $C_{vn}$  Carga debida a la presión de viento sobre el hilo neutro.
- $C_{cd}$  Carga crítica de diseño.
- $C_{vp}$  Carga debida a la presión de viento sobre el poste.

Fig. 5 Fuerzas que intervienen en el cálculo de Resistencia Mecánica de la estructura.

ESTRUCTURA TIPO H MADEFA

DETERMINACION DE LA CARGA DE DISEÑO "LIBRO DE GRAFICAS Y TABLAS" - LO'S Y SUB'S

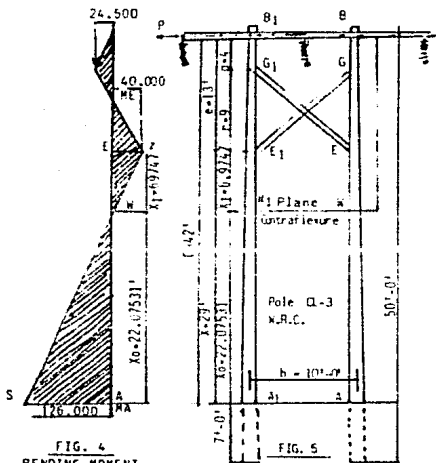


FIG. 4  
BENDING MOMENT  
DIAGRAM

FIG. 5

NOTES

Under Normal loading investigation of strengths of poles and braces between positions E and G will be unnecessary as shown by BENDING -- MOMENT DIAGRAMS.

We have assumed that both poles in the structure are evenly watched and the circumferences at top and ground line are the minimum permitted under S.A. specifications, therefore the moments delivered to both poles in the same structure are equal.

The problems requiring investigation are the strengths of poles at G1 and G; E1 and E; A1 and A.

METHOD OF DETERMINING  
PLANE OF CONTRAFLEXURE  
BY MATHEMATICS.

The triangles WEZ and WAS are similar -- therefore:  
AW:AE::AS:(AS + EZ)  
or X0:X::MA:(MA+ME)

$$\text{or } \frac{X_0}{X} = \frac{M_A}{M_A + M_E}$$

$$X_0 = \frac{X \cdot M_A}{M_A + M_E}$$

TYPICAL DESIGN PROCEDURE

FIELD DATA

Structure Class 3-W.R.C.  
Wind Speed 30 c  
MA 24,500  
G = G1 25.4" 24,500  
E = E1 29.9" 39,900  
A = A1 44.1" 126,000

$$M_R @ G \text{ or } G_1 = \frac{24500}{4} = 6125$$

P = F125x2 = 12250 lbs  
VERTICAL Uplift

$$P_x = \frac{(c-x_0)}{b} = \frac{11441 \times (42-22)}{10} = 22882 \text{ lbs. Uplift}$$

CALCULATIONS

To DETERMINE PLANE OF CONTRAFLEXURE

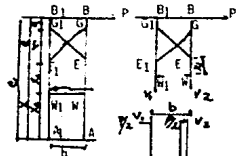
$$X_0 = \frac{X(M_A)}{M_E + M_A} = \frac{29 \times 126,000}{39900 + 126,000} = 22.02531$$

$$A_1 = X - X_0 = 29 - 22.02531 = 6.97469$$

$$\frac{P}{2} @ E \text{ or } E_1 = \frac{M_E}{X_1} = \frac{39,900}{6.9747} = 5720.66$$

$$\frac{P}{4} @ A \text{ or } A_1 = \frac{M_A}{X_0} = \frac{121,000}{22.02531} = 5720.69$$

$$P = 2 \times 5720.66 = 11,441 \text{ lbs. ULT. Strength}$$



GENERAL FORMULAE

$$① M_1 = M_2 = \frac{P}{2}$$

$$② V_1 = \frac{P(c-X_0)}{b}$$

$$③ V_2 = \frac{P(c-X_0)}{b}$$

$$④ M_A = \frac{P X_0}{2}$$

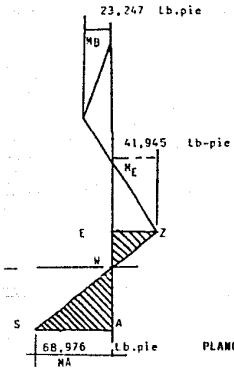
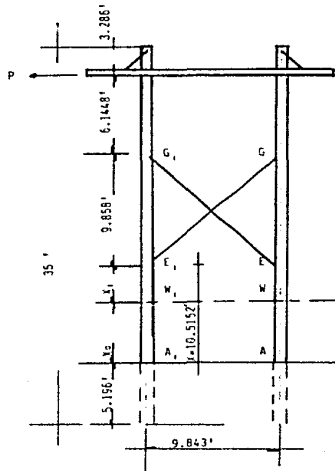
$$⑤ V_1 = V_2 = \frac{Pc - 2M_A}{b}$$

$$⑥ X_0 = \frac{X(M_A)}{M_A + M_E}$$

$$⑦ b = \frac{M_A + M_E}{g}$$

DIAGRAMAS DE CORTANTES - MOMENTOS FLEXIONANTES.

Estructuras Tipo II  
Madera.



PLANO DE CONTRAFLEXION

TABLA DE MOMENTOS MAXIMOS PARA MADERA DE PINO NACIONAL.

•  $M_r = xfc^3$

cir (cm)	Diam (cm)	$M_r$ . (kg - m)
40	12.73	976.1024
42	13.36	1,129.96
44	14.00	1,299.19
46	14.64	1,484.53
48	15,278	1,686.70
50	15,915	1,806.45
52	16.55	2,144.56
54	17.188	2,401.57
56	17.825	2,678.42
58	18.46	2,975.77
60	19.098	3,294.34
62	19.735	3,634.88
64	20.37	3,995.11
66	21.008	4,384.77
68	21.645	4,795.60
70	22.28	5,231.30
72	22.918	5,692.63
74	23.55	6,180.31
76	24.19	6,695.08
78	24.828	7,237.67
80	25.46	7,808.82
82	26.10	8,409.24
84	26.738	9,039.68
86	27.37	9,700.87
88	28.01	10,393.54
90	28.647	11,118.41
92	29.284	11,876.23
94	29.92	12,667.73
96	30.55	13,493.64
98	31.194	14,354.68
100	31.83	15,251.60
102	32.467	16,185.12
104	33.104	17,155.97
106	33.74	18,164.90
108	34.377	19,212.62
110	35.01	20,299.87
112	35.65	21,427.40
114	36.287	22,595.91
116	36.92	23,806.16
118	37.52	25,058.86
120	38.197	26,354.76

circ (cm)	Diam (cm)	Mr. (kg - m)
122	38.83	27,694.58
124	39.47	29,079.06
126	40.10	30,508.93
128	40.74	31,984.92
130	41.38	33,507.76
132	42.017	35,078.19
134	42.65	36,696.93
136	43.29	38,364.72
138	43.926	40,082.30
140	44.56	41,850.40
142	45.20	43,669.72
144	45.83	45,541.03
146	46.47	47,465.05

\* Nota: la constante "X" resulta de:

cc. escuadrilla

$$F = MC/I$$

$$M = FI/C \text{ de donde } I \text{ para una circunferencia } I = \frac{\pi d^4}{64}$$

C = Perimetro de la circunferencia :

$$M = \frac{F \pi \frac{d^4}{64}}{\frac{C}{2}} = \frac{F \pi d^3}{32}$$

Multiplicando y dividiendo por:  $\pi^2$  :

$$Mr = \frac{\pi^3 d^3}{32 \pi^2}$$

$$C^3 = \pi^3 d^3$$

$$X = \left(\frac{1}{32} \pi^2\right) (.01) (\text{Kg} - \text{m})$$

Donde : x = ette = 0.00003166

Resist. de la fibra f = 481.687 kgf/cm<sup>2</sup>

V. 2.4.2. CRUCETA

2a.- Cargas Verticales.

Los claros máximos por resistencia mecánica de la cruceta debido a cargas verticales, se determinan considerando a la cruceta como una viga en cantiliver, sometida a un esfuerzo flexionante por el conductor y una carga adicional por norma de 100 kg. considerada ésta, como la correspondiente a el peso del li--nicro más sus herramientas.

ESTRUCTURA TIPO (P).

$$M_{\max} = ( \text{Peso Conductor} + 100 ) a$$

$$= ( W (L) + 100 ) a \dots (1)$$

partiendo de la ecuación de la escaadrilla:

$$S_x = \frac{M_{\max} (C)}{I_{x-x'}} \dots (2)$$

En donde:

$S_x$  = Esfuerzo a la flexión (kg/ cm<sup>2</sup>)

W = Peso unitario del conductor (kg/ m)

C = Distancia de la fibra más fatigada a la fibra neutra. (cm)

L = Claro máximo, interpostal por resistencia mecánica de la cruceta (m)

$I_{x-x'}$  = Momento de inercia respecto a el eje x - x' (cm<sup>4</sup>)

a = Distancia del eje del poste al punto de aplicación de la carga (cm).

Substituyendo (1) en (2)

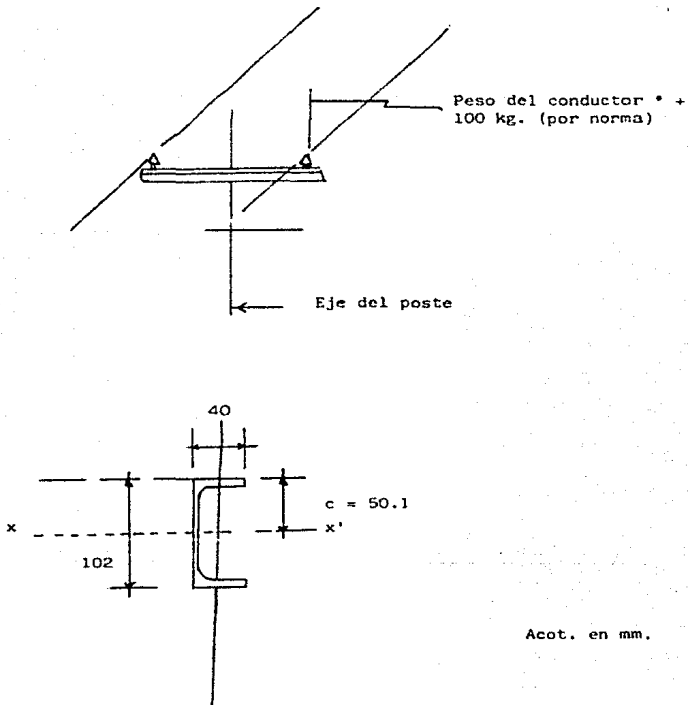
$$S_x = \frac{(W (L) + 100 ) a (C)}{I_{x-x'}}$$



Despejando de esta expresión el término L.

$$L = \frac{(C_x) (i_x - x_x) - (100) (a) (C)}{(w) (a) (C)}$$

CRUCETA - CARGAS VERTICALES



Acot. en mm.

\* Se considera el claro medio horizontal

Fig. 6.- Fuerzas que intervienen en el cálculo del claro máximo por Resistencia Mecánica de la Cruceta sometida a cargas Verticales.

2b.- Cargas Longitudinales.

Este cálculo tiene como finalidad determinar el campo de acción de las crucetas C4T, C4R y la L-2438 en cuanto a su aplicación en estructuras de remate, - bajo cargas longitudinales y claro regla prototipo para cada conductor.

Al trabajar la cruceta con cargas longitudinales en estructuras de remate, se considera que se encuentra sometida a un esfuerzo flexionante, debido a la tensión final del conductor, determinada ésta bajo las condiciones críticas. ---- (- 10° C de temperatura, presión de viento y con un claro regla dominante, de acuerdo con el calibre del conductor )

$$M_{max} = T_f (a) \dots \dots \dots (1)$$

$$S_y = \frac{M_{max} (C)}{I_T} \dots \dots \dots (2)$$

En donde:

- $S_y$  = Esfuerzo máximo a que esta sometida la cruceta (kg/cm<sup>2</sup>)
- $T_f$  = Tensión final del conductor 0 - 10°C y con presión de viento (kg)
- $a$  = Distancia del eje del poste al punto de aplicación de la  $T_f$  (cm)
- $C$  = Distancia del punto más fatigado a la fibra neutra. (cm)
- $I_T$  = Momento de inercia de la sección formada por el poste y -- las crucetas cm<sup>4</sup>

$$I_T = 2 ( I_y - y'^2 + AY^2 ) \dots \dots \dots (3)$$

$I_{y-y'}$  = Momento de inercia de la cruceta respecto al eje (y-y') (cm<sup>4</sup>)

$A$  = Area de la sección (cm<sup>2</sup>)

$Y$  = Distancia del eje (y-y') de la cruceta al eje del poste (cm)

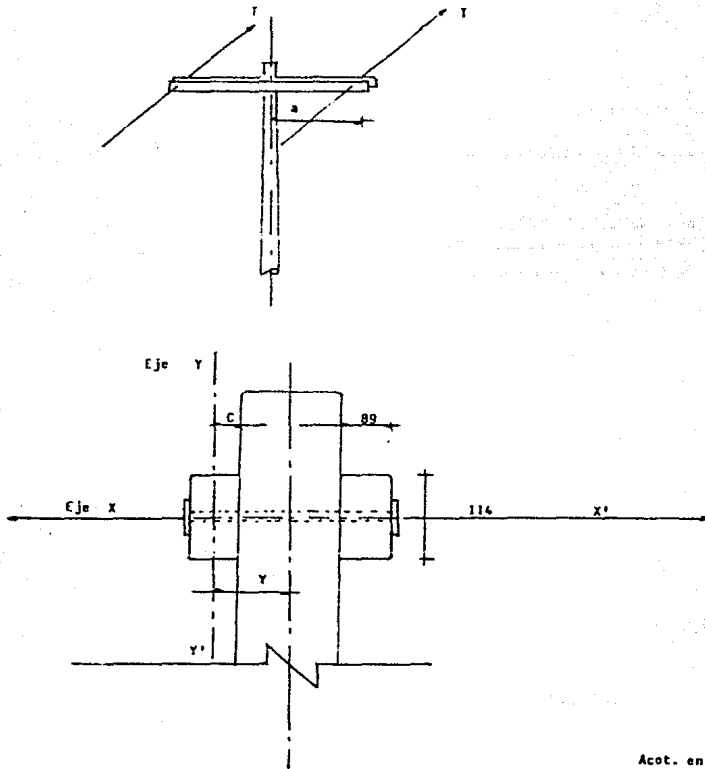
$M_{max}$  = Momento flexionante máximo. (kg-cm)

Sustituyendo 1 y 3 en 2 se obtiene:

$$\sigma_y = \frac{T_F (n) (C)}{2(I_y - y' + A Y^2)} \dots\dots\dots(4)$$

El valor obtenido de la ecuación 4, deberá compararse con el esfuerzo flexionante del material de la cruceta respectiva.

CRUCETA - CARGAS LONGITUDINALES



Acot. en mm.

T tensión del Conductor

C Distancia de la fibra más fatigada a la fibra neutra.

a Distancia del eje del poste al punto de aplicación de la T

Y Distancia del eje(y-y') de la cruzeta al eje del poste.

Fig. No. 7

Fuerzas que intervienen en el cálculo de comprobación del esfuerzo flexionante del material de la cruzeta bajo cargas longitudinales.

2c.- Separación Eléctrica.

Para el cálculo de los claros máximos por separación eléctrica entre conductores, se parte del balanceo que tienen los conductores en el punto más bajo de la catenaria, formada por el conductor tomando en cuenta que en ese lugar, -- cuando cesa el viento que provoca el balanceo, éste último se torna irregular provocando acercamientos que pueden disminuir la distancia mínima entre fases, limitada por el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, se anexa la tabla correspondiente.

De la figura B podemos observar que el desplazamiento "X" del conductor a un ángulo  $\frac{\alpha}{8}$  (valor determinado por experiencias) acerca a los conductores una distancia "d". Si conocemos el valor de "S", que es la separación de los conductores en los puntos de soporte de la cruceta, así como la distancia "d" limitada por el reglamento de obras e instalaciones eléctricas, estaremos en condiciones de conocer el valor del claro máximo por el siguiente procedimiento.

De la figura se deduce:

$$S = d + 2X \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Sen } \frac{\alpha}{8} = \frac{X}{f} \dots \dots \dots X = f \text{ Sen } \frac{\alpha}{8} \dots \dots \dots (2)$$

Sustituyendo 2 en 1

$$S = d + 2f \text{ Sen } \frac{\alpha}{8} \dots \dots \dots (3)$$

Ahora sabiendo que :

$$f = \frac{w L^2}{8 T}$$

$$S = d + 2 \left[ \frac{w L^2}{8 T} \right] \text{ Sen } \frac{\alpha}{8} \dots \dots \dots (5)$$

2c.- Separación Eléctrica.

Para el cálculo de los claros máximos por separación eléctrica entre conductores, se parte del balanceo que tienen los conductores en el punto más bajo de la catenaria, formada por el conductor tomando en cuenta que en ese lugar, -- cuando cesa el viento que provoca el balanceo, éste último se torna irregular provocando acercamientos que pueden disminuir la distancia mínima entre fases, limitada por el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, se anexa la ta bia correspondiente.

De la figura 5 podemos observar que el desplazamiento "X" del conductor a un ángulo  $\frac{\alpha}{8}$  (valor determinado por experiencias) acerca a los conductores una distancia "d". Si conocemos el valor de "S", que es la separación de los conductores en los puntos de soporte de la cruceta, así como la distancia "d" limitada por el reglamento de obras e instalaciones eléctricas, estaremos en condiciones de conocer el valor del claro máximo por el siguiente procedi--- miento.

De la figura se deduce:

$$S = d + 2X \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Sen } \frac{\alpha}{8} = \frac{X}{f} \dots \dots \dots X = f \text{ Sen } \frac{\alpha}{8} \dots \dots \dots (2)$$

Sustituyendo 2 en 1

$$S = d + 2f \text{ Sen } \frac{\alpha}{8} \dots \dots \dots (3)$$

Ahora sabiendo que :

$$f = \frac{w L^2}{8 T}$$

$$S = d + 2 \left[ \frac{w L^2}{8 T} \right] \text{ Sen } \frac{\alpha}{8} \dots \dots \dots (5)$$

Despejando L encontramos:

$$L = \sqrt{\frac{4 T (S - d)}{W \operatorname{Sen} \frac{\alpha}{8}}} \dots\dots\dots(6)$$

En donde;

L Claro máximo por separación eléctrica (m).

T Tensión del conductor a 50°C, sin viento (kg),

S Separación de los conductores entre puntos de apoyo (m)

d Distancia mínima entre fases limitada por el ROIE (m).

W Peso del conductor por unidad de longitud (kg/m).

El valor del ángulo  $\alpha$  se obtiene de la siguiente manera:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{C_{vc}}{W_c}$$

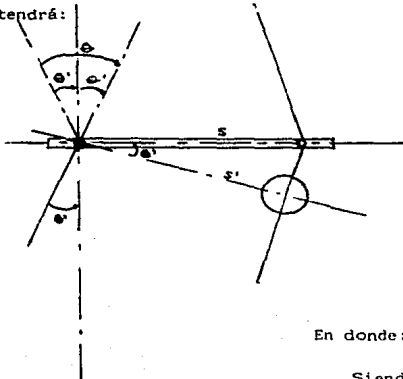
$$\alpha = \operatorname{Ang.} \operatorname{tg} \frac{C_{vc}}{W_c}$$

En donde:

$C_{vc}$  = Carga de viento sobre los conductores (kg).

$W_c$  = Peso unitario del conductor (kg).

Para el cálculo del claro máximo por separación eléctrica con deflexión se --- tendrá:



$$\operatorname{Cos} \theta' = \frac{S'}{S}$$

$$S' = S \operatorname{Cos} \theta' \dots\dots\dots(7)$$

Substituyendo 7 en 6

$$L = \sqrt{\frac{4 T (S \operatorname{Cos} \theta' - d)}{W \operatorname{Sen} \frac{\alpha}{8}}}$$

En donde:

Siendo  $\theta$  el ángulo total de la deflexión (°/)

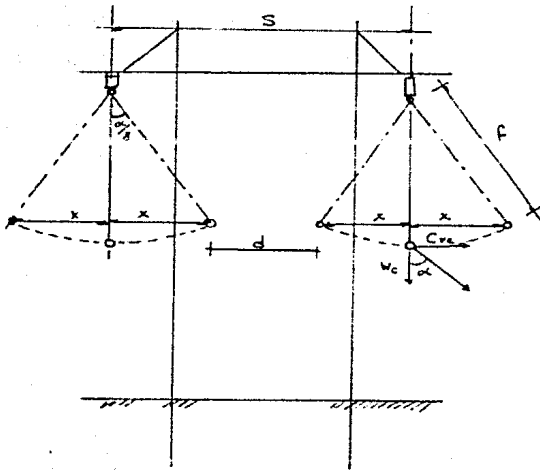


SEPARACION MINIMA EN CUALQUIER DIRECCION ENTRE CONDUCTORES DE UNA LINEA Y SOPORTES, CONDUCTORES VERTICALES  
 O TRANSVERSALES, CABLES DE SUSPENSION Y RETENIDOS EN LA MISMA ESTRUCTURA.

LINEAS AEREAS.	Separación mínima en cm. de los conductores de línea a.c.						
	superficie de cruceetas y otros soportes horizontales	superficie de postes o estruc- turas	Hilos de guarda	cables de retenida y de suspensión		conductores transver- sales y verticales	
				paralelos a la línea	otras direcciones	del mismo circuito	de otros circuitos
Suministradoras con tensión entre conduc- tores en KiloVolts (13.2)	10.5	15.5	(2)*	36.0	21.0	10.5	21.0

\* Para determinar la separación mínima del hilo de guarda a otros conductores que no sean los del circuito que proteja, se considera que el hilo de guarda tiene la tensión a tierra de dicho circuito.

ESTRUCTURA TIPO HS.



- S Separación de los conductores entre puntos de apoyo (m)
- f Flecha máxima del conductor (m).
- d Distancia mínima entre fazes limitada por el ROIE (m)
- $C_{vc}$  Carga debida a la presión de viento sobre el conductor (kg).
- $W_c$  Peso unitario del conductor (kg).
- $\frac{\alpha}{8}$  Angulo para mínima separación entre conductores

Fig. No. 8 Fuerzas y parámetros que intervienen en el cálculo del Claro Máximo por Separación Eléctrica.

Ejemplo:

Cálculo del claro máximo por separación eléctrica para una estructura tipo HS, con tensión de operación de 13.2 kV y conductores de ACSR No.2.

Datos para el cálculo:

Conductor ACSR No. 2

$W = 0.13644 \text{ kg/m}$

$d = 0.105 \text{ m}$  (Distancia entre fases para 13.2 kV)

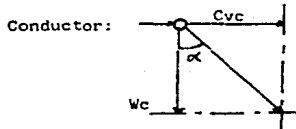
$S = 5.94 \text{ m}$ . (Determinado a partir de la cruceta C4S)

$T_f = 178 \text{ Kg}$ . (Para un claro regla de 150m, una temperatura de 50°C y  $P_v = 0$ )

La fórmula para calcular el claro interpostal en función de la separación eléctrica es:

$$L = \sqrt{\frac{4 T (S - d)}{W \text{ Sen } \frac{\alpha}{8}}} \dots\dots\dots(1)$$

El ángulo  $\alpha$  se calcula cuando se tiene una presión de viento de  $39 \text{ Kg/m}^2$ .



$$\text{tg } \alpha = \frac{C_{vc}}{W_c \times 1m} = \frac{0.313031}{0.13644}$$

$$= 66^\circ 27'$$

$$\alpha/8 = 8^\circ 18' \text{ (Angulo de mínima separación entre conductores).}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 1 se tiene:

$$L = \sqrt{\frac{(5.94 - 0.105) \times 4 \times 178}{0.13644 \times 0.14445}}$$

$$L = 459.14 \text{ m.}$$

### V.2.4.3. ALFILER

3a.- Determinación del claro medio horizontal a partir de la resistencia mecánica del Alfiler.

Los claros máximos por resistencia mecánica del alfiler, se determinan haciendo intervenir las cargas transversales provocadas por la presión de viento sobre los conductores, en un claro medio horizontal, considerado éste en terreno plano, e igualando esta carga con la carga máxima de trabajo de alfiler.

La carga límite del conjunto alfiler - aislador, es proporcionada por el Instituto de Investigaciones de la Industria Eléctrica (IIIE), el cual somete a cargas simuladas en cantiliver, al alfiler.

Carga debida a la presión de viento sobre el conductor de fase ( $C_{vcf}$ ) =  $\frac{\text{Carga límite del alfiler}}{\text{Factor de Seguridad}}$

$$C_{vcf} = P_{vc} \cdot d_f \cdot L$$

$$\text{Carga de trabajo del alfiler } (C_{TA}) = \frac{C_{LA}}{F_S}$$

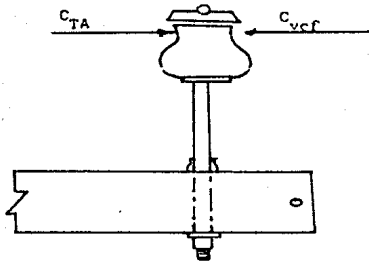
$$P_{vc} \cdot d_f \cdot L = \frac{C_{LA}}{(F_S)}$$

$$L = \frac{C_{LA}}{F_S \cdot P_{vc} \cdot d_f}$$

En donde:

- L Claro medio horizontal (C.M.H.) Máximo, por resistencia mecánica del alfiler
- $C_{LA}$  Carga límite del alfiler (kg)
- $F_S$  Factor de Seguridad (F = 2 para cualquier tipo de alfiler)
- $P_{vc}$  Presión de viento sobre el conductor ( $\text{kg/m}^2$ )
- $d_f$  Diámetro del conductor de fase (m).

ALFILER - AISLADOR



En donde:

$C_{TA}$  Carga de trabajo del conjunto alfiler - Aislador

$C_{vcf}$  Carga debida a la presión de viento sobre el conductor de fase.

Fig. No. 9 Fuerzas que intervienen en el cálculo del claro máximo por Resistencia Mecánica del conjunto.

ALFILER - AISLADOR.

Ejemplo:

Cálculo del claro máximo por resistencia mecánica del alfiler, considerando un sistema de 13.2 kV, una estructura Tipo P y conductor de ACSR No.2

Consideraciones para el cálculo.

Tipo de Estructura	P
Voltaje de Operación	13.2 kv
Conductor	ACSR.
Calibre	2 AWG.
Cargo límite del Alfiler IA	200 kg.
Factor de seguridad para el alfiler	2
Presión de viento.	39 kg/m <sup>2</sup>
Diámetro del conductor ACSR No.2.	0.008026 m.

De la ecuación obtenida en la hoja No. 112 -- se tiene:

$$L = \frac{200}{2 \times 39 \times 0.008026}$$

$$L = 319.47 \text{ m.}$$

3b.- Cálculo de deflexiones máximas del conjunto Aislador - Alfiler

La deflexión máxima que es posible dar en estructuras tipo "P" , tomando como punto de falla el conjunto aislador - alfiler se analiza en la siguiente forma:

Planteando una ecuación de suma de fuerzas de acuerdo a la figura 10.

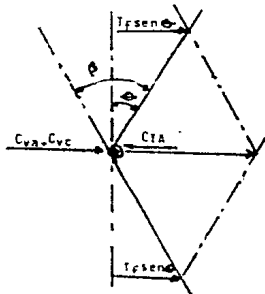


Fig. No. 10

$$C_{va} + C_{vc} + 2 T_f \text{ Sen } \theta = C_{TA}$$

$$C_{vc} = P.v.d.L$$

$$C_{va} = 1 \text{ Kg. ( Por norma )}$$

$$\text{Sen } \theta = \frac{C_{TA} - C_{va} - PvdL}{2 T_f} \quad (1)$$

En donde:

- $C_{va}$  Carga de viento sobre el aislador (kg)
- $C_{vc}$  Carga de viento sobre el conductor (kg)
- $T_f$  Tensión final del conductor (kg) ( Ver sección de cálculo de - tensiones mecánicas pag. 68 )
- $\theta$  Semiángulo de deflexión ( ° )
- $C_{TA}$  Carga de trabajo del conjunto aislador - alfiler (kg)
- $Pv$  Presión de viento (kg/m<sup>2</sup>)



$d =$  Diámetro del conductor (m)

$L =$  Claro regla promedio, establecido para cada conductor y condiciones de terreno. (m)

$2 \theta =$  Deflexión total (°/)

Consideraciones para el cálculo.

a) Para conductores ACSR en calibres 4,2 y 1/0 se calculó con claros interpostales de 200 m, en calibres ACSR 3/0 y 266.8 MCM de 150 m. y para conductores normalizados de cobre, de 150 m.

b) Como condiciones iniciales se consideró una temperatura de 16°C, sin presión de viento, módulo de elasticidad final y sin carga de hielo.

c) Como condiciones finales se consideró una temperatura de - 10°C, una presión de viento de 39 kg/m<sup>2</sup>, módulo de elasticidad final y sin carga de hielo. (Condiciones críticas de tensión en el conductor).

d) El conjunto aislador "13 A" - Alfiler "1A" acepta cargas de trabajo de acuerdo con pruebas de laboratorio de 100 kg. y el conjunto aislador "22A" - Alfiler "2A" de 125 kg.

Ejemplo: Se tiene una estructura tipo P con aislador "22A" y alfiler "2A", se requiere calcular la deflexión máxima para un conductor ACSR 4, calculando de acuerdo a las condiciones establecidas anteriormente.

$$\text{Sen } \theta = \frac{C_{TA} - C_{va} - P_v d L}{2T_f}$$

$$C_{TA} = 125 \text{ (kg)}$$

$$C_{va} = 1 \text{ (kg)}$$

$$P_v = 39 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

$$d = .00636 \quad (\text{m})$$

$$L = 200 \text{ m (claro regla promedio para este tipo de conductor).}$$

$$T_f = 372 \text{ (kg)}$$

$$\text{Sen } \theta = \frac{125 - 1 - 39 \times .00636 \times 200}{2 \times 372} = .09999$$

$$\theta = 5.7^\circ$$

$$\text{Deflexión total} = 2 \times \theta = 11.4^\circ$$

#### V. 2.4.4. RETENIDAS

La carga que soportan los postes se debe a la acción combinada de las fuerzas horizontales y verticales. Las fuerzas verticales se deben básicamente al peso muerto del equipo instalado en ellos, a la componente vertical de la retenida y además al peso propio de los mismos, las cuales en sí son fácilmente absorbidas, dado que normalmente los postes tienen una considerable resistencia bajo condiciones de compresión. Por lo que respecta a las cargas horizontales, éstas resultan de la carga transversal ocasionada por la presión de viento sobre poste, herrajes y conductores, además de las tensiones resultantes debidas a las deflexiones de la línea, remates, fuerzas longitudinales y verticales desbalanceadas. De aquí para diseñar mecánicamente una retenida, se deberán considerarse únicamente las cargas correspondientes a las fuerzas horizontales.

Como ejemplo ilustrativo, se anexa a continuación los cálculos correspondientes a la estructura tipo normalizada, en donde se analiza al cable de retenida como limitante para determinar su claro máximo interpostal.

#### ESTRUCTURA TIPO PP

En la determinación del claro máximo, se consideran las cargas transversales que actúan sobre los elementos de la estructura, debidas a la presión de viento, y las tensiones resultantes ocasionadas por la deflexión, tomándose como elemento de falla al cable de retenida.

El planteamiento de la ecuación se hace de acuerdo con las fuerzas que intervienen en la estructura tipo de la figura No.

$$\sum M_o = 0 = 2 T_{rf} (D) = 4 C_{va} D + 2 C_{vc} D - C_{TR} C + T_{rn} .B + C_{vcn} .B + C_{vp} A$$

Se consideran para fines de cálculo :

a) Despreciable la carga de viento, sobre el soporte del hilo neutro

b) Que el diámetro del hilo neutro es igual al diámetro de la fase.

$$O = 2 (2 T_{rf} \text{ Sen } \theta) D + 4 C_{va} D + 2 (P_v d_f L.) D - C_{TR} (\text{Cos } 45^\circ)$$

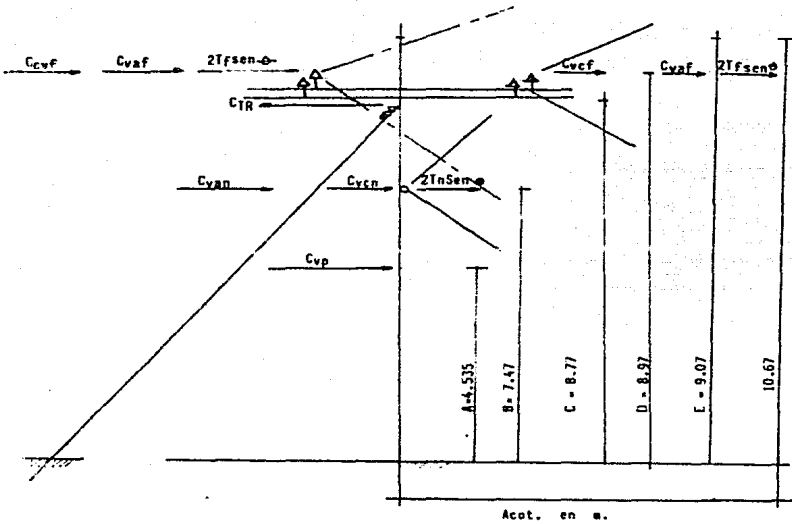
$$(C) + 2 T_{rn} \text{ Sen } \theta (B) + (P_v d_n L.) B + \left[ \frac{G + H}{2} \right] E (Pv) A$$

$$L = \frac{C_{TR} C \text{ Cos } 45^\circ - 4 T_f D \text{ Sen } \theta - 2 T_{rn} B \text{ Sen } \theta - 4 C_{va} D - \left[ \frac{G+H}{2} \right] Pv E.A}{2 Pvd_f D + Pvd_n B}$$

En donde:.

A,B,C,D y E	Parámetros derivados de la configuración de la estructura (m)
L	Claro máximo interpostal por resistencia mecánica de la retenida (m)
$T_{rf}$ y $T_{rn}$	Tensión resultante de los conductores de fase e hilo neutro respectivamente.
$T_f$ , $T_n$	Tensión del conductor de fase y neutro respectivamente a $-10^\circ\text{C}$ de temp. con presión de viento y claro regla correspondiente. (kg).
$F_S$	Factor de seguridad (El factor de seguridad establecido para retenidas es de 1.5)
$\theta$	Angulo total de la deflexión (°/)
G	Base mayor del poste (m)
H	Base menor del poste (m)
$d_f$	Diámetro del conductor de fase (m)
$d_n$	Diámetro del hilo neutro (m)
$C_{va}$	Carga de viento sobre los aisladores de fase (kg)

ESTRUCTURA TIPO PP  
MADERA.



En donde:

- $C_{vcf}$  Carga debido a la presión de viento sobre el conductor de fase.
- $C_{vaf}$  Carga debida a la presión de viento sobre el aislador de fase.
- $C_{TR}$  Carga de trabajo de la Retenida
- $C_{van}$  Carga debida a la presión de viento sobre el soporte del hilo neutro.
- $C_{vcn}$  Carga debida a la presión de viento sobre el hilo neutro.
- $C_{vp}$  Carga debida a la presión de viento sobre el poste
- $T_f$  Tensión mecánica del conductor de fase.
- $T_n$  Tensión mecánica del hilo neutro

Fig. No.11 Fuerzas que intervienen en el cálculo del Claro Máximo por Resistencia Mecánica de la Retenida.

Ejemplo:

Cálculo del claro máximo por resistencia mecánica de la retenida en una estructura Tipo PP para una deflexión de  $10^\circ$  en postería de madera para una tensión de 13.2 kV y conductor de ACSR No. 2

Datos para el cálculo:

Estructura	PP
Postería.	Madera Glase (IV)
Carga de ruptura del Cable de Acero de 5/16" Alta resistencia para retenida.	3,630 kg.
Factor de Seguridad del cable para retenida	1.5
Diámetro del poste en el empotramiento (G)	0.32126 m.
Diámetro del poste en el extremo superior (H)	0.1843 m.
Angulo de la deflexión.	$10^\circ$
Conductor fase y neutro	ACSR No.2
Diámetro del ACSR No.2	0.008026 m.
Tensión final del conductor para fase y neutro, para las condiciones de $-10^\circ$ de ---- temp. y con presión de viento de $39 \text{ kg/m}^2$ y claro regla de 150 m.	501 kg. (Cálculo de tensiones Mecánicas en líneas de ---- Distrib. Página No. 68)

Los parámetros A,B,C,D y E, se obtienen de la Fig. No. 11

Sustituyendo valores en la ecuación correspondiente de la página No. 119

Se obtiene:

$$L = \frac{2420 + 8.77 \times 0.707 - 4 \times 501 \times 8.97 \times 0.08716}{39 \times 0.008026 (2 \times 8.97 + 7.47)}$$

$$= \frac{2 \times 501 \times 7.47 \times 0.08716 - 4 \times 1 \times 8.97 - \left[ \frac{0.32126 + 0.18430}{2} \right] \times 39 \times 9.07 \times 4.53}{39 \times 0.008026 (2 \times 8.97 + 7.47)}$$

$$L = 1552.05 \text{ m.}$$

## A N E X O S .



## FORMULAS PARA EL CALCULO DE CLAROS POR LIMITACIONES MECANICAS.

## 1) Por resistencia mecánica del poste:

## 1.1) Para estructuras sin deflexión:

## 1.1.1) Tipo P.

$$1LP = \frac{\left[ \frac{I}{3} \right] (F1) - 2(cva)(D1) - G(cva) - \left[ \frac{J+H}{2} \right] (h1)(Pv)(A3)}{(2)(Pv)(d_f)(E1) + (Pv)(d_f)(G)}$$

• (cva=1)

## 1.1.2) Tipo pp:

$$1LPP = \frac{\left[ \frac{I}{3} \right] (F1) - 4(D1) - 2(G) - \left[ \frac{J+H}{2} \right] (h1)(Pv)(A3)}{4(Pv)(d_f)(E1) + 2(Pv)(d_f)(G)}$$

## 1.1.3) Tipo HA sin/contra viento

$$1LHA s/cv = \frac{\left[ \frac{2(I)}{3} \right] (F2) - 12(C2) - (J+H)(h1)(Pv)(A3)}{3(Pv)(d_f)(C2)}$$

## 1.1.4) Tipo HA con/contraviento

$$1LHA c/cv = \frac{\left[ \frac{2(Ccd)}{3} \right] - 12(C2) - (J+H)(h1)(Pv)(A3/C2)}{3(Pv)(d_f)(C2)}$$

## 1.1.5) Tipo HS sin/contraviento

$$1LHS s/cv = \frac{\left[ \frac{2}{3} \right] (I)(F2) - 6(C2 - 0.4324) - (J+H)(h1)(Pv)(A3)}{3(Pv)(d_f)(C2 - 0.4324)}$$

## 1.1.6) Tipo HS con/contraviento

$$1LHS c/cv = \frac{\left[ \frac{2}{3} \right] (CcD) - 6 \left[ \frac{C2 - 0.4324}{C2} \right] - (J+H)(h1)(Pv) \left[ \frac{A3}{C2} \right]}{3(Pv)(d_f) \left[ \frac{C2 - 0.4324}{C2} \right]}$$

1.2) Para estructuras con deflexión.

1.2.1) Tipo P.

$$1LPD = 1LP - \left[ \frac{4(T_f) \operatorname{sen} \phi (E1) + 2(T_f) \operatorname{sen} \phi (G)}{2(P_v)(d_f)(E1) + (P_v)(d_f)(G)} \right]$$

1.2.2) Tipo PP

$$1LPPD = 1LPP - \left[ \frac{8(T_f) \operatorname{sen} \phi (E1) + 4(T_f) \operatorname{sen} \phi (G)}{4(P_v)(d_f)(E1) + 2(P_v)(d_f)(G)} \right]$$

1.2.3.) Tipo HA sin/contraviento

$$1LHAD \text{ s/cv} = 1LHA \text{ s/cv} - \left[ \frac{6(T_f) \operatorname{sen} 30^\circ (C2)}{3(P_v)(d_f)(C2)} \right]$$

1.2.4.) Tipo HA con/contraviento

$$1LHAD \text{ c/cv} = 1LHA \text{ c/cv} - \left[ \frac{6(T_f) \operatorname{sen} 30^\circ (C2)}{3(P_v)(d_f)(C2)} \right]$$

Donde:

I = Resistencia de la fibra (Kg)  
J = Diámetro del poste en la punta ( m )  
H = Diámetro del poste en la base ( m )  
h1 = Altura libre ( m )  
CcD = Carga crítica de diseño ( Kg )  
Cc = Carga crítica por columna ( Kg )  
Pv = Presión de viento ( Kg/m<sup>2</sup> ) ( 39, 47, 55, )  
df = Diámetro del conductor a utilizar  
Tf = Tensiones finales ( a temp= -10°C y Pv ( 39, 47, 55 ) )  
Ct = Retenida = 3630 Kg.  
Cva = Carga debida a la presión de viento sobre el conductor = 1 Kg.  
A3, C1, C2, D1, E1, F1, F2, G = Parámetros de los postes  
peso del conductor + herrajes = 60 Kg.  
Cc por columna > Ct retenida + peso conductor + herrajes.  
FS= Factor de seguridad = 3 para postes  
e = 1.5 para retenidas

A N E X O 2

DATOS NECESARIOS PARA EL CALCULO DE LAS TENSIONES FINALES NECESARIAS DE LOS CONDUCTORES A USAR EN EL PROGRAMA

ACSR	4	2	1/0	3/0
K kg. <sup>3</sup> /cm <sup>6</sup>	0.00399	0.00399	0.00399	0.00399
K kg./mm <sup>2</sup> °C	0.1536	0.1536	0.1536	0.1536
a m	175 ± 25	175 ± 25	175 ± 25	125 ± 25
s kg.	166.0176	253.1088	388.2816	605.556
m unitario	1	1	1	1
m' unitario	1	1	1	1
Tf °C	50	50	50	50
ti °C	16	16	16	16
<hr/>				
Cu	4	2	1/0	3/0
K	0.037127	0.035966	0.035966	0.035966
k'	0.190336	0.184388	0.184388	0.184388
a	100	100	100	100
s	143.7	214.188	336.116	527.264
m	1	1	1	1
m'	1	1	1	1
Tf	50	50	50	50
ti	16	16	16	16

NOTA S : 20 % de la tensión de ruptura.

A N E X O 3

VALORES PARA LOS POSTES EN ESTUDIO.

	I (Kg)	J (m)	H (m)	h <sub>1</sub> (m)	Cc <sub>1</sub> (Kg)	Cc por columna (Kg)
1° Valor	1,140.00	0.16588	0.3533	15.7	1, 337.386	2 510.26
2° Valor	1,140.00	0.16366	0.3374	13.9	1, 323.97	2 778.296
3° Valor	1,090.00	0.1496	0.3024	13.0	1, 026.275	2 103.35
4° Valor	1,090.00	0.1509	0.3055	11.2	1, 150.173	2 945.799
5° Valor	1,090.00	0.1498	0.2769	10.3	1, 058.285	2 661.8685
6° Valor	1,344.95	0.1798	0.2896	7.6	1, 800.92	7 158.232

Parametros de los postes en (m):

	A 3	C 1	C 2	D 1	F 1	F 1	F 2
1° Valor	7.85	14.95	14.70	15.19	15.19 + 0.5 df	15.40	15.40
2° Valor	6.95	13.15	12.90	13.39	13.39 + 0.5 df	13.60	13.60
3° Valor	6.50	12.25	12.00	12.49	12.49 + 0.5 df	12.70	12.70
4° Valor	5.60	10.45	10.20	10.69	10.69 + 0.5 df	10.90	10.90
5° Valor	5.15	9.55	9.30	9.79	9.79 + 0.5 df	10.00	10.00
6° Valor	3.8	6.85	6.60	7.09	7.09 + 0.5 df	7.30	7.30

G

1° Valor	15.885 + 0.5 df
2° Valor	14.085 + 0.5 df
3° Valor	13.185 + 0.5 df
4° Valor	11.385 + 0.5 df
5° Valor	10.485 + 0.5 df
6° Valor	7.785 + 0.5 df

ANEXO 4

Estructura Tipo	Tensión (KV)	Poste	Conductor Cu	Deflexión max. permisible	Postería de madera		Cruce t a		Alfiler
					Libramiento	Res. Mec FS=3	Separación	Cargas. eléctrica verticales	Resistencia mecánica
					CLAROS INTERPOSTALES ( m )				
P	7.6/13.2	10.67m 1088 Kg clase IV	4	0 -15°	130	214	224	3334	150
			2	0 -10°	124	185	224	2055	150
			1/0	0 - 5°	125	181	244	1293	150
			3/0	0°	124	236	266	812	217
P P	7.6/13.2	10.67m 1088 Kg clase IV	4	15 -40°	130	1994	218	7199	150
			2	10 -25°	124	1513	222	4438	150
			1/0	5 -15°	125	1227	243	2791	150
			3/0	0 -10°	124	974	266	1755	150
R-2M	7.6/13.2	10.67m 1088 Kg clase IV	4	0°	130		220	7199	NO
			2	0°	124	375	219	4438	Existe
			1/0	0°	125	298	239	2791	Limita-
			3/0	0°	124	236	260	1755	ción.

Estructura tipo	Tensión (kv)	Poste	Conductor Cu	Deflexión max. permisible	Posterior de madera		c r u c e t a		alfiler
					Libramiento	Res. Mec. FS-3	Separación eléctrica	Cargas. verticales	Resistencia mecánica
CLAROS INTERPOSTALES ( m )									
RR-2M	7.6/13.2	10.67 1088 (IV)	4	60°	120	2300	204	7,199	No
			2	60°	124	1585	204	4,438	existe
			1/0	60°	125	801	221	2,791	Limita-
			3/0	60°	124	319	241	1,755	ción.
HA-1M	7.6/13.2	10.67 1088 (IV)	4	60°	117	6554	347	5,212	No
			2	60°	112	4354	346	3,213	Existe
			1/0	60°	113	2988	376	2,021	Limita-
			3/0	60°	112	3848	410	1,270	ción.
HS-2M	7.6/13.2	10.67 1088 (IV)	4	0°	110	1183	373	2,630	NO
			2	0°	105	826	372	1,621	Existe
			1/0	0°	106	656	405	1,020	Limita-
			3/0	0°	105	520	441	641	ción.

**P R O G R A M A .**



```

10 CLEAR:CLS
20 DEFINE I=N
30 DIM PV(3)
40 DIM NOS(11),DF(11),W(11)
50 DIM F1(5),F2(5),H(5),H1(5),CC(5),A3(5),C1(5),C2(5),D1(5),E1(5),F1(5),F2(5),G(5)
60 DIM CR(11,5,6),MD(6), CI(11,4),CA(11),CM(11,5,7)
70 READ CE
80 FOR I = 1 TO 3
90 READ PV(I)
100 NEXT I
110 FOR I = 1 TO 11
120 READ NOS(I), DF(I), W(I)
130 NEXT I
140 FOR I = 1 TO 5
150 READ A1(I),A2(I),H(I),H1(I),CC(I),A3(I),C1(I),C2(I),D1(I),E1(I),F1(I),F2(I),G(I)
160 NEXT I
170 FOR M=1 TO 3
175 PRINT : PRINT:PRINT"CALCULO DE CLAROS PARA PRESION DE VIENTO DE*"; PV(M):PRINT:PRINT
180 FOR I=1 TO 11
190 FOR J=1 TO 5
200 CR (I,J,1)=(A1(J)/3**F1(J)-2*D1(J)-G(J)-.5*DF(I))-(A2(J)-H(J))/2**H1(J)+PV(M)*A3(J))/((2**PV(M)*DF(I)*(E1(J)-.5*DF(I))+PV(M)*DF(I)*G(J)-.5*DF(I)))
210 CR (I,J,2)=(A1(J)/3**F1(J)-4*D1(J)-2(G(J)-.5*DF(I))-(A2(J)-H(J))/2**H1(J)+PV(M)*A3(J))/4**PV(M)*DF(I)*(E1(J)-.5*DF(I))-2**PV(M)*DF(I)*G(J)-.5*DF(I)))
220 CR (I,J,3)=(2**H1(J)/3**F2(J)-12**C2(J)-H(J))**H1(J)+PV(M)*A3(J))/((3**PV(M)*DF(I)+C2(J))
230 CR (I,J,4)=(2**H1(J)-12**C2(J)-(A1(J)-H1(J))**H1(J)+PV(M)*A3(J))/C2(J))**PV(M)*DF(I)/C2(J))
240 CR (I,J,5)=(2**H1(J)+F2(J)-6**C2(J)-.4324)-(A2(J)-H(J))**H1(J)+PV(M)*A3(J))/((3**PV(M)*DF(I)+G2(J)-.4324))
250 CM (I,J,6)=(2**H1(J)+CC(J)-6**C2(J)-.4325)/C2(J)-(A2(J)-H1(J))**H1(J)+PV(M)*A3(J)/C2(J))/((3**PV(M)*DF(I)+G2(J)-.4324)/C2(J))
260 NEXT J
270 NEXT I
275 PRINT:PRINT:PRINT"CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DEL POSTE":PRINT
280 FOR I = 1 TO 11
290 FOR K = 1 TO 6
300 OP = 0
310 FOR J = 1 TO 5
320 IF CR(I,J,K) OP THEN OP = CR(I,J,K) : MD(K)=J
330 NEXT J,K
340 PRINT:PRINT:PRINT"CONDUCTOR*"; NOS(I):PRINT
350 PRINT"
ESTRUCTURA "
360 PRINT"POSTE P. PP. HAS/cv. HAC/cv. HS/cv. HSC/cv.
370 FOR J=1 TO 5
380 PRINT USING "### " : J;
390 FOR K = 1 TO 6
400 PRINT USING " ###.### " : CR (I,J,K);
410 NEXT K
420 PRINT
430 NEXT I

```

```

440 PRINT:PRINT "OPTIMO";
450 FOR K=1 TO 6
460 PRINT USING " # " :MO(K);
470 NEXT K
480 PRINT
490 NEXT I
510 FOR I=1 TO 11
520 CI(1,1)=597.169/W(1)
530 CI(1,2)=CI(1,1)*2
540 CI(1,3)=164.876/W(1)
550 CI(1,4)=74.0664/W(1)
560 NEXT I
465 PRINT:PRINT:PRINT "CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DE LA CRUCELA (CARGA VERTICAL)": PRINT
590 PRINT:PRINT " ESTRUCTURA"
600 PRINT "CONDUCTOR P HA HSM"
603 FOR I=1 TO 11
605 PRINT USING "/":NO$(I);
610 FOR J=1 TO 4
620 PRINT USING "###.###" : CI(I,J);
630 NEXT J
640 PRINT
650 NEXT I
710 FOR I=1 TO 11
720 CA (I)=100/PV(M)/DF(I)
730 NEXT I
735 PRINT:PRINT:PRINT"CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DEL ALFILER": PRINT
740 PRINT:PRINT " CONDUCTOR CLARO":PRINT
745 FOR I=1 TO 11
750 PRINT USING "/ ###.###" : NO$(I);CA(I)
760 NEXT I
810 FOR I=1 TO 11
820 FOR J=1 TO 5
830 CW(I,J,1)=CR(I,J,2)-[A(I,J)/3*F1(J)-CE*CI(J)*.70710678]/[4*PV(M)*DF(I)*E1(J)+.5*DF(I)]-2*PV(M)*DF(I)*[G(J)+.5*DF(I)]
840 CW(I,J,2)=CR(I,J,3)-(2*A1(J)/3*F2(J)-4*CE*CI(J)*.70710678)/[3*PV(M)*DF(I)+C2(J)]
850 CW(I,J,3)=CR(I,J,4)-(2*CC(J)/3-4*CE*CI(J)*.70710678)/[3*PV(M)*DF(I)+C2(J)]
860 NEXT J
870 NEXT I
875 PRINT:PRINT:PRINT"CLAROS POR RETENIDA": PRINT.
880 FOR I=1 TO 11
890 FOR K=1 TO 3
900 OP=0
910 FOR J=1 TO 5
920 IF CW(I,J,K)>OP THEN OP=CW(I,J,K)
930 NEXT J,K
940 PRINT:PRINT:PRINT " CONDUCTOR " : NO$(I)
950 PRINT:PRINT " ESTRUCTURA"

```

```

960 PRINT " POSTE          PP          HAS/cv          HAC/cv"
970 FOR J=1 TO 5
980 PRINT USING "###" " ";J;
990 FOR K=1 TO 3
1000 PRINT USING " #####.###":CH(I,J,K);
1010 NEXT K
1020 PRINT
1030 NEXT J
1040 PRINT:PRINT "OPTIMO";
1050 FOR K=1 TO 3
1060 PRINT USING " # " " ";MO(K);
1070 NEXT K
1080 PRINT
1090 NEXT I
1100 NEXT M
10000 END
10010 DATA 3630
10020 DATA 39,47,55
10030 DATA "ACSR 477 HAWK", .0218,9749
10040 DATA "ACSR 2 SPARROW",.008026,.13644
10050 DATA "ACSR 1/0 RAVEN",.010109,.21679
10060 DATA "ACSR 3/0 PIGEON", .01275,.34478
10070 DATA "ACSR 266.8 PARTRIDGE",.016306,.54578
10080 DATA "ACSR 336.4 LINNET",.018313,.68843
10090 DATA "COBRE 250", .01458,1.149
10100 DATA "COBRE 300",.01595,1.379
10110 DATA "COBRE 2",.0074168,.3050311
10120 DATA "COBRE 1/0",.0093472,.4848924
10130 DATA "COBRE 3/0",.0117856,.7713173
10140 DATA 1140,.16588,.3533,15.7,1337.386,7.85,14.95,14.7,15.186,15.186,15.4,15.4,15.8849
10150 DATA 1140,.16366,.3374,13.9,1323.87,6.95,13.15,12.9,13.386,13.386,13.6,13.6,14.0854
10160 DATA 1090,.1496,.3024,13,1026.275,6,5,12.25,12,12.486,12.486,12.7,12.7,13.1849
10170 DATA 1090,.1509,.3055,11.2,1150.173,5.6,10.45,10.2,10.686,10.686,10.9,10.9,11.3849
10180 DATA 1090,.1498,.27693,10.3,1058.285,5.15,9.55,9.3,9.786,9.786,10,10,10.4849

```

FORMA  
 1: PUN

CALCULO DE CLAROS PARA REGION DE VIENTO DE 39

CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DEL POSTE

CONDUCTOR ACCR 477 HAWK

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA		HSc/cv	HSc/cv
			HAs/cv	HAc/cv		
1	150.7660	70.0950	331.4600	20.7094	344.0210	302.5570
2	150.0750	77.0370	329.3200	23.2613	343.2050	374.2610
3	143.6950	73.7507	313.2670	19.0199	327.5050	292.9060
4	147.6050	73.2463	314.2630	20.1926	330.7570	320.7030
5	143.7710	72.4070	312.7270	20.2303	330.5560	299.3750
OPTIMO	1	1	1	3	1	1

CONDUCTOR ACCR 2 CARRERA

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA		HSc/cv	HSc/cv
			HAs/cv	HAc/cv		
1	431.9710	214.0000	900.3370	56.2302	934.4230	1039.0900
2	420.3700	214.0000	874.5110	54.2003	922.3670	1021.7900
3	424.1000	203.4000	830.0070	51.6613	809.5600	793.8000
4	421.3450	177.0700	853.3460	71.1469	870.3730	887.5460
5	396.0100	170.0000	849.4210	71.2466	897.0530	813.1530
OPTIMO	1	1	1	3	1	1

CONDUCTOR ACCR 1/0 RAVEN

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA		HSc/cv	HSc/cv
			HAs/cv	HAc/cv		
1	342.0300	170.2010	714.0340	44.0596	741.0790	824.9030
2	330.4000	167.7700	710.1000	51.0253	740.2470	811.4000
3	330.0000	159.1300	675.9500	41.0163	706.2630	631.8000
4	310.6100	150.0.00	677.7300	50.4004	710.2750	704.6630

FORMA  
1.000

CALCULO DE CLASES PARA PRESION DE VIENTO DE 39

CLASES POR RESISTENCIA MECANICA DEL POSTE

CONDUCTOR ACCR 477 HAWK

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HAs/cv	HAc/cv	HSc/cv	HSc/cv
1	150.0668	70.0958	331.4688	20.7884	344.8218	302.5578
2	150.0758	77.0978	329.3288	27.4613	343.2058	376.2618
3	142.0758	73.7587	313.2478	19.0197	327.5858	192.9068
4	147.0758	73.2463	314.0638	23.1736	330.7578	326.7038
5	145.9718	72.4878	312.7278	22.2388	330.5588	299.3758

OPTIMO 1 1 1 3 1 1

CONDUCTOR ACCR 2 BROWN

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HAs/cv	HAc/cv	HSc/cv	HSc/cv
1	431.9718	214.2888	900.3978	52.2888	924.4288	1034.0988
2	429.3788	211.2888	874.5118	54.2888	732.2478	1024.9788
3	424.1888	208.4888	858.0878	51.2413	867.5488	795.8288
4	421.3488	197.0788	853.3488	71.1463	878.3738	887.5488
5	376.8188	192.0888	849.4218	71.2466	897.0538	813.1538

OPTIMO 1 1 1 3 1 1

CONDUCTOR ACCR 178 BAVEN

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HAs/cv	HAc/cv	HSc/cv	HSc/cv
1	342.0288	179.2818	714.0348	44.0596	741.0798	824.9838
2	339.4878	167.7778	710.1888	51.0253	740.2478	811.4888
3	339.0878	157.1388	675.9588	41.0163	702.2478	621.8288
4	310.0148	156.0.88	677.7988	52.4884	713.3758	784.6638

312.0 347.000 1.00000 212.0000 712.0400 362.0700  
 OPTIMO 1 1 1 5 1 1

CONDUCTOR ACSR 370 PARTRIDGE

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA5/cv	HA6/cv	HA7/cv	HA8/cv
1	271.0000	134.9300	565.7600	35.4000	500.2000	654.0700
2	250.0000	133.1000	563.0000	40.4500	526.7100	643.3300
3	234.0000	126.1000	539.6200	32.6200	507.0000	580.0400
4	222.0000	125.2000	537.0600	44.7000	492.5200	560.7000
5	242.0000	123.0000	534.7000	44.0400	488.1000	511.0700

OPTIMO 1 1 1 5 1 1

CONDUCTOR ACSR 266.0 PARTRIDGE

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA5/cv	HA6/cv	HA7/cv	HA8/cv
1	212.0000	105.1000	443.1400	27.6000	459.7000	511.4000
2	207.0000	103.1100	440.2000	31.4300	459.9000	503.0000
3	199.0000	99.6300	410.8100	25.4200	437.0000	391.7000
4	177.0000	97.0000	420.1700	35.0100	442.1700	436.0000
5	175.0000	96.0000	410.0000	35.0000	441.9000	400.2400

OPTIMO 1 1 1 5 1 1

CONDUCTOR ACSR 336.4 LINNET

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA5/cv	HA6/cv	HA7/cv	HA8/cv
1	107.0000	93.0000	374.5000	24.6000	407.5000	455.4000
2	106.0000	92.0000	372.0000	28.1000	400.0000	447.0000
3	177.0000	97.0000	372.9100	22.6400	399.0000	340.7700
4	175.0000	97.0000	374.1000	31.1000	393.7000	380.0000
5	173.0000	96.2000	372.2700	31.2200	393.0000	356.3700

OPTIMO 1 1 1 5 1 1

CONDUCTOR COBRE 250

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA5/cv	HA6/cv	HA7/cv	HA8/cv

	312.0000	134.9380	555.7620	35.4007	500.0000	654.0900
OPTIMS	1	1	1	5	1	1

CONDUCTOR ACBR 370 PITCHER

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA2/cv	HA3/cv	HA4/cv	HA5/cv
1	271.0000	134.9380	555.7620	35.4007	500.0000	654.0900
2	220.0000	133.1070	563.0510	40.4503	520.0000	543.3330
3	254.0000	122.1000	555.6200	32.9203	597.0000	500.0000
4	252.0000	125.0000	557.0000	44.7000	545.0000	550.0000
5	249.0000	123.0000	554.7000	44.0490	545.1000	511.0700

OPTIMS	1	1	1	5	1	1
--------	---	---	---	---	---	---

CONDUCTOR ACBR 266.0 PARTRIDGE

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA2/cv	HA3/cv	HA4/cv	HA5/cv
1	212.0000	125.0000	443.1660	27.6970	459.0000	511.4530
2	207.0000	104.1140	440.0000	31.6336	458.0000	503.0000
3	198.0000	90.6330	410.0160	25.4203	437.0000	391.0000
4	177.4720	97.0000	420.1750	35.0191	442.1790	436.0000
5	175.0000	96.0000	410.0000	35.0000	441.0000	400.0000

OPTIMS	1	1	1	5	1	1
--------	---	---	---	---	---	---

CONDUCTOR ACBR 336.4 LINNET

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA2/cv	HA3/cv	HA4/cv	HA5/cv
1	100.0000	93.0000	374.5970	24.6526	407.0000	455.4010
2	100.0000	92.0000	372.0000	28.1667	400.0000	447.0000
3	177.0000	87.0164	372.9160	22.6415	395.0000	340.7740
4	175.0160	87.0000	374.1200	31.1012	393.0000	358.0000
5	173.0000	86.2101	372.2740	31.2251	393.0000	356.3790

OPTIMS	1	1	1	5	1	1
--------	---	---	---	---	---	---

CONDUCTOR COBRE 250

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA2/cv	HA3/cv	HA4/cv	HA5/cv

1	234.3530	119.4470	468.3760	39.1647	474.5470	467.6260
2	234.3530	119.4470	468.3760	39.1647	474.5470	467.6260
3	234.3530	119.4470	468.3760	39.1647	474.5470	467.6260
4	234.3530	119.4470	468.3760	39.1647	474.5470	467.6260
5	234.3530	119.4470	468.3760	39.1647	474.5470	467.6260

OPTIMO 1 1 1 5 1 1

CONDUCTOR CODE 300

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HAz/ev	HSz/ev	HGz/ev	
1	217.3110	107.6890	453.3570	28.2847	470.1900	522.6400
2	214.4850	107.4200	450.1140	32.3394	467.1650	514.2600
3	203.2700	103.6360	428.1640	25.9559	447.6260	499.4450
4	201.0530	103.1300	429.9530	35.0007	452.0670	446.6110
5	197.5950	99.9930	427.4260	35.8511	451.7970	409.1760

OPTIMO 1 1 1 5 1 1

CONDUCTOR CODE 2

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HAz/ev	HSz/ev	HGz/ev	
1	447.4610	222.0820	974.3100	60.0784	1011.1700	1124.4400
2	441.4850	220.7200	967.7040	59.5471	1000.9500	1105.7300
3	437.3230	216.9230	959.7770	58.9347	988.6270	1061.1650
4	434.3430	215.4300	953.7640	76.7903	978.1040	760.4470
5	429.4160	212.9800	919.1900	77.0586	971.6000	877.9430

OPTIMO 1 1 1 5 1 1

CONDUCTOR CODE 1/3

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HAz/ev	HSz/ev	HGz/ev	
1	370.0770	184.0770	773.0940	48.2974	802.3420	892.2170
2	362.0060	181.6720	758.0740	55.1041	800.5790	877.5230
3	346.0200	172.1110	730.6160	44.3522	763.8230	803.3160
4	314.5950	170.9270	732.7870	61.0701	771.4070	762.0940
5	346.2990	169.9790	729.3500	61.1761	770.9460	890.2160

OPTIMO 1 1 1 5 1 1



CONDUCTOR COBRE 3 3

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA3/2V	HA2/2V	HA1/2V	HA0/2V
1	294.1370	145.9010	213.1430	30.3204	436.3400	787.6220
2	290.3100	144.0720	207.1020	43.7667	434.9420	575.9700
3	275.1520	136.4000	277.4540	35.1814	605.7910	571.9400
4	273.2070	135.5470	281.3340	40.4508	611.0610	304.4170
5	272.1770	134.0010	270.4560	40.5190	611.4300	553.7570

CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DE LA CRUCETA (CARGA VERTICAL)

CONDUCTOR	P	ESTRUCTURA			HS
		PP	HA	HA	
ACDR 477 HAWK	612.5440	1225.0700	169.1210		75.9754
ACDR 2 SPARROW	4376.7200	8753.0000	1209.4100		542.0640
ACDR 1/0 RAVEN	2754.6000	5507.1000	760.5330		241.6600
ACDR 3/0 PIGEON	1732.0000	3464.0000	470.2000		214.0200
ACDR 200.0 PARTRIDGE	1074.1600	2100.3100	302.0020		135.7110
ACDR 336.4 LINNET	667.4000	1334.0700	239.4762		107.5700
COBRE 250	519.7200	1039.4000	143.4750		64.4634
COBRE 300	433.0400	866.0800	119.5620		53.7117
COBRE 2	1737.7000	3475.4000	540.5000		242.0220
COBRE 1/0	1231.5000	2463.1000	340.0260		152.7520
COBRE 3/0	774.2200	1540.4400	213.7550		96.0204

CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DEL ALFILER

CONDUCTOR	CLARO
ACDR 477 HAWK	117.6170
ACDR 2 SPARROW	319.4730
ACDR 1/0 RAVEN	253.6430
ACDR 3/0 PIGEON	201.1060
ACDR 200.0 PARTRIDGE	157.2470
ACDR 336.4 LINNET	140.0150
COBRE 250	175.0040
COBRE 300	140.7590
COBRE 2	343.7130
COBRE 1/0	274.3180
COBRE 3/0	217.5620

CLAROS POR RETENIDA

CONDUCTOR ACSR 477 HAWK

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HA/cv	HA/cv
1	492.074	4044.720	4090.770
2	100.786	4040.590	4100.250
3	406.907	4037.150	4105.930
4	483.303	4035.230	4120.700
5	460.496	4031.700	4130.100

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 2 SPARROW

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HA/cv	HA/cv
1	1337.150	10906.000	11111.300
2	1320.040	10974.900	11137.000
3	1323.250	10965.000	11152.400
4	1313.550	10960.400	11192.800
5	1306.010	10951.000	11218.100

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 1/0 RAVEN

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HA/cv	HA/cv
1	1061.500	0722.420	0821.770
2	1054.750	0713.510	0842.170
3	1050.500	0706.070	0854.420
4	1042.770	0701.760	0866.450
5	1036.770	0694.520	0890.540

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 3/0 PIGEON

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HA/cv	HA/cv

1	841.576	6913.600	6774.150
2	836.348	6900.620	7010.630
3	832.816	6902.730	7020.340
4	826.679	6899.460	7045.730
5	821.926	6893.560	7061.660

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 266.0 PARTRIDGE

POSTE	PP	ESTRUCTURA HAs/cv	HAc/cv
1	657.906	5407.520	5469.110
2	653.072	5401.770	5481.750
3	651.105	5397.300	5489.353
4	646.301	5394.030	5507.210
5	642.567	5390.220	5521.660

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 336.4 LINNET

POSTE	PP	ESTRUCTURA HAs/cv	HAc/cv
1	585.036	4814.800	4867.720
2	582.167	4807.970	4880.980
3	579.702	4803.070	4887.750
4	575.417	4803.590	4905.430
5	572.080	4799.400	4916.520

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR COBRE 250

POSTE	PP	ESTRUCTURA HAs/cv	HAc/cv
1	735.920	6047.670	6116.550
2	731.325	6041.490	6130.690
3	720.233	6036.340	6137.100
4	722.060	6033.460	6161.390
5	710.676	6020.320	6175.320

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR COBRE 2/3

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAc/cv	HAc/cv
1	472.679	5520.210	5591.180
2	468.475	5520.530	5501.110
3	665.847	5517.800	5611.870
4	660.737	5515.240	5632.170
5	656.920	5510.530	5644.980
OPTIMO	1	1	5

CONDUCTOR COBRE 2

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAc/cv	HAc/cv
1	1447.010	11808.500	12024.300
2	1438.020	11876.400	12051.800
3	1431.970	11866.300	12060.500
4	1421.490	11860.700	12112.100
5	1413.320	11850.500	12139.500
OPTIMO	1	1	5

CONDUCTOR COBRE 1/0

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAc/cv	HAc/cv
1	1149.100	9433.300	9540.740
2	1140.900	9423.670	9542.010
3	1136.100	9415.040	9570.050
4	1127.820	9411.170	9610.700
5	1121.330	9403.130	9632.420
OPTIMO	1	1	5

CONDUCTOR COBRE 3/0

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAc/cv	HAc/cv
1	910.491	7481.590	7566.800
2	904.317	7473.740	7584.300
3	900.970	7467.500	7594.000
4	894.377	7464.050	7622.200
5	887.225	7457.650	7639.510

OPTIMO 1 1 3

CALCULO DE CLAROS PARA PRESION DE VIENTO DC 47

CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DEL POSTE

CONDUCTOR ACSR 477 HANK

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA <sub>s</sub> /cv	HA <sub>c</sub> /cv	HS <sub>s</sub> /cv	HS <sub>c</sub> /cv
1	133.8540	66.4401	279.1470	17.4626	207.6780	321.6550
2	131.7920	65.4883	276.5980	17.8764	206.3413	315.7210
3	124.7090	61.8640	262.7450	16.0150	274.6450	246.0210
4	123.5880	61.3561	263.2620	21.9777	277.8120	273.7290
5	122.0160	60.5206	261.3040	21.9687	276.2720	250.3960

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR ACSR 2 SPARROW

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA <sub>s</sub> /cv	HA <sub>c</sub> /cv	HS <sub>s</sub> /cv	HS <sub>c</sub> /cv
1	363.7380	180.3640	750.2120	47.4313	786.0140	873.6780
2	350.1510	177.7500	751.4520	54.0420	783.1030	857.5520
3	330.9040	168.1270	713.6610	43.5010	746.0360	640.2350
4	330.1670	166.7370	715.0660	57.6953	752.4730	743.4920
5	331.6460	164.4980	709.9650	59.6707	750.4030	600.1200

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR ACSR 1/0 RAVEN

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA <sub>s</sub> /cv	HA <sub>c</sub> /cv	HS <sub>s</sub> /cv	HS <sub>c</sub> /cv
1	200.7690	143.3320	601.9003	37.6579	624.6020	693.6470
2	204.3310	141.1130	575.6120	42.9064	621.0030	600.8500
3	269.0470	133.4730	566.6800	34.5301	592.3130	530.5430
4	266.0750	132.3850	567.7240	47.3948	597.4300	570.2720
5	263.2010	130.5890	563.6740	47.3753	595.7790	539.9780

OPTING 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR ACSR 3/0 PICDEON

POSTE	ESTRUCTURA					
	P	PP	HAa/cv	HAc/cv	HSs/cv	HSc/cv
1	220.9240	113.6330	477.2070	29.8976	493.2920	347.9270
2	213.4110	111.0730	473.0310	31.0107	473.0060	339.0200
3	213.2970	105.0160	449.2430	27.3039	467.0230	420.6400
4	211.5670	101.7310	430.1270	37.3776	473.6870	460.0210
5	200.7100	103.3220	446.7160	37.5621	472.3710	420.1250

OPTING 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR ACSR 262.0 PARTRIDGE

POSTE	ESTRUCTURA					
	P	PP	HAa/cv	HAc/cv	HSs/cv	HSc/cv
1	170.9000	00.0417	373.2310	23.3462	307.2700	430.0300
2	176.2330	87.4641	367.0730	26.6001	303.4920	422.0770
3	166.7300	02.7267	351.2720	21.4121	367.2000	320.9130
4	165.4000	02.0496	351.7640	29.3327	370.2000	363.7500
5	163.1720	00.9341	349.4530	29.3706	369.3370	334.7630

OPTING 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR ACSR 336.4 LINNET

POSTE	ESTRUCTURA					
	P	PP	HAa/cv	HAc/cv	HSs/cv	HSc/cv
1	159.3610	79.1000	332.3000	20.7876	344.0350	300.9010
2	156.9070	77.0720	329.3370	23.2047	343.2440	373.8370
3	148.4710	73.6547	312.7750	19.0254	326.9240	292.0660
4	147.2630	73.0507	313.3910	26.1625	327.7930	323.0490
5	143.2750	72.0549	311.1550	26.1510	320.0770	290.0750

OPTING 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR COBRE 250

POSTE	ESTRUCTURA					
	P	PP	HAa/cv	HAc/cv	HSs/cv	HSc/cv
1	200.1000	77.3645	417.3010	26.1100	433.1260	400.9300

2	197.1200	67.2140	417.4590	29.7400	431.1270	472.0500
3	184.3100	72.5065	392.0360	29.7400	410.2700	367.0500
4	184.7500	71.7700	373.6300	32.3611	414.2300	407.2700
5	182.5000	90.5230	390.0210	32.0475	413.0000	374.3900

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR CODRE 303

POSTE	ESTRUCTURA					
	P	PP	HAs/cv	HAc/cv	HSs/cv	HSc/cv
1	182.9000	90.0257	301.5310	23.0670	395.9200	430.6100
2	180.1000	67.4175	370.1200	27.1900	374.0700	431.0100
3	178.4000	64.5740	359.1100	21.0900	375.4000	336.0000
4	129.0000	63.0000	357.8200	30.0000	378.0000	374.1000
5	166.0170	82.7420	357.2500	30.0000	377.0010	342.2000

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR CODRE 2

POSTE	ESTRUCTURA					
	P	PP	HAs/cv	HAc/cv	HSs/cv	HSc/cv
1	393.0000	195.3770	828.4000	51.3270	851.4400	945.4310
2	397.5700	172.3500	810.1740	58.4000	847.0100	927.0000
3	366.7000	181.9410	772.2000	47.0747	807.3140	723.1000
4	363.7710	180.4000	773.0000	64.5785	814.0010	804.5010
5	350.0570	170.0100	768.2700	64.5719	812.0000	735.0000

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR CODRE 170

POSTE	ESTRUCTURA					
	P	PP	HAs/cv	HAc/cv	HSs/cv	HSc/cv
1	312.0110	155.0100	451.0410	40.7270	675.0000	750.1700
2	290.0000	140.0000	440.0000	40.0000	670.0000	740.0000
3	290.0000	140.0000	440.0000	40.0000	670.0000	740.0000
4	208.6000	143.1000	413.7740	51.0000	544.1000	630.4010
5	204.7000	141.2000	409.6100	51.2000	644.0000	583.0000

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR CODRE 370

PORTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA2/2V	HA3/2V	HA5/2V	
1	247.4750	122.7350	512.3430	32.3000	535.0210	594.9700
2	245.8600	121.0310	511.7500	32.8324	533.3480	593.7930
3	238.7400	114.4770	486.8340	29.6247	520.0510	499.0500
4	228.0000	110.5410	486.7000	42.6325	512.4400	502.5100
5	225.8000	110.0000	483.4860	42.6350	511.0250	463.1600

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DE LA CRUCETA (CARGA VERTICAL)

CONDUCTOR	P	ESTRUCTURA		
		PP	HA	HO
ACSR 477 HAWK	612.5440	1225.0900	169.1210	75.9754
ACSR 2 SPARRON	4374.7900	8753.5800	1200.4100	542.0040
ACSR 1/2 RAVEN	2754.6000	5507.1900	720.5000	341.6600
ACSR 3/2 PIGEON	1732.0300	3464.0000	470.2000	214.0200
ACSR 266.0 PARTRIDGE	1094.1600	2180.3100	302.0700	139.7110
ACSR 336.4 LINNET	687.4300	1734.0700	239.4700	107.5900
COBRE 250	519.7200	1037.4200	143.4900	64.6634
COBRE 300	433.0400	866.0700	119.5000	53.7117
COBRE 2	1957.7300	3912.4600	540.5200	242.8220
COBRE 1/2	1231.5500	2462.1000	340.0200	152.7520
COBRE 3/2	774.2200	1540.4400	213.7500	96.0204

CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DEL ALFILER

CONDUCTOR	CLARO
ACSR 477 HAWK	97.5771
ACSR 2 SPARRON	265.0760
ACSR 1/2 RAVEN	210.4700
ACSR 3/2 PIGEON	166.0750
ACSR 266.0 PARTRIDGE	130.4030
ACSR 336.4 LINNET	116.1833
COBRE 250	145.9300
COBRE 300	133.3760
COBRE 2	236.0700
COBRE 1/2	227.6250
COBRE 3/2	180.5300



CONDUCTOR ACSR 477 HAWK

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HA5/cv	HA6/cv
1	409.250	3320.350	3374.770
2	406.500	3356.200	3402.600
3	404.691	3352.700	3407.200
4	401.613	3350.080	3419.620
5	399.147	3347.410	3427.310

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 2 SPARROW

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HA5/cv	HA6/cv
1	1112.200	9127.290	9220.770
2	1104.030	9116.070	9242.050
3	1077.810	9100.720	9254.770
4	1071.540	9101.510	9268.270
5	1084.700	7072.150	7309.100

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 1/C RAVEN

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HA5/cv	HA6/cv
1	802.967	7246.500	7320.790
2	877.111	7237.660	7337.680
3	873.115	7230.240	7347.700
4	866.540	7226.110	7374.300
5	861.261	7210.670	7390.970

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 3/0 PIGEON

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HA5/cv	HA6/cv
1	700.012	5743.310	5804.300

1	675.571	5730.470	5317.700
2	572.102	5731.570	5020.790
3	606.924	5739.310	5046.870
5	632.772	5723.420	5360.020

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 266.8 PARTRIDGE

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAs/cv	HAc/cv
1	547.291	4492.560	4538.570
2	543.046	4497.030	4949.040
3	541.121	4482.430	4555.300
4	537.064	4477.970	4571.790
5	533.779	4475.260	4582.370

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 336.4 LINNET

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAs/cv	HAc/cv
1	497.279	4000.200	4041.170
2	484.030	3995.200	4050.490
3	481.015	3991.100	4056.070
4	478.101	3989.900	4070.750
5	475.232	3984.000	4079.900

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR COBRE 250

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAs/cv	HAc/cv
1	612.114	5024.370	5075.050
2	608.042	5019.210	5087.560
3	605.265	5015.070	5094.570
4	600.690	5010.200	5113.010
5	597.020	5005.050	5124.510

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR COBRE 300

POSTE	PP	ESTRUCTURA HAs/cv	HAc/cv
1	557.512	4592.830	4639.870
2	555.780	4587.100	4650.572
3	553.247	4582.480	4656.980
4	549.060	4579.060	4673.600
5	545.702	4575.140	4684.340

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR COBRE 2

POSTE	PP	ESTRUCTURA HAs/cv	HAc/cv
1	1233.500	9070.970	9970.140
2	1195.610	7834.040	10001.200
3	1190.170	9054.720	10014.900
4	1181.200	7817.070	10051.200
5	1174.040	9030.950	10073.000

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR COBRE 1/0

POSTE	PP	ESTRUCTURA HAs/cv	HAc/cv
1	954.953	7827.170	7917.440
2	940.022	7827.540	7935.710
3	914.302	7819.510	7940.620
4	937.196	7815.040	7975.400
5	931.409	7807.000	7993.330

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR COBRE 3/0

POSTE	PP	ESTRUCTURA HAs/cv	HAc/cv
1	757.316	6215.670	6279.350
2	752.280	6200.030	6292.940
3	740.050	6201.600	6302.500
4	743.211	6190.130	6325.320
5	730.670	6191.760	6339.540

CALCULO DE CLASES PARA PRESION DE VIENTO DE 55

CLASES POR RESISTENCIA MECANICA DEL POSTE

CONDUCTOR ACSR 477 HAWK

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA		H3c/cv	H5c/cv
			HAs/cv	HAc/cv		
1	116.0500	57.6004	242.0390	15.1603	231.1430	270.4670
2	113.7700	56.5701	237.3110	17.2207	247.3740	272.7920
3	107.6740	53.4382	226.7210	13.6057	237.1960	212.7190
4	102.0070	50.7240	227.0040	10.7000	238.9530	234.1210
5	105.0100	52.0914	224.5770	10.9466	237.7700	219.4660
OPTIMO	1	1	1	4	1	1

CONDUCTOR ACSR 2 SPARROW

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA		H3c/cv	H5c/cv
			HAs/cv	HAc/cv		
1	315.3500	156.5400	637.4190	41.1780	602.1470	756.3710
2	307.7100	153.7570	620.0070	33.7900	677.3700	740.9190
3	278.6740	143.2050	516.3560	37.7150	644.2650	577.7000
4	237.7530	143.0440	618.7790	51.5750	649.0300	641.3450
5	205.4370	141.5070	611.0770	51.4620	645.0470	505.7870
OPTIMO	1	1	1	4	1	1

CONDUCTOR ACSR 170 RAVEN

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA		H3c/cv	H5c/cv
			HAs/cv	HAc/cv		
1	350.3570	124.2000	521.9530	32.6731	541.5070	600.5100
2	245.9200	122.0000	510.0700	37.1472	537.0170	500.2740
3	232.3400	115.2750	487.3530	29.9444	511.5110	450.7260
4	210.1030	114.1740	489.7050	40.9400	513.3000	509.1730
5	226.5790	112.4010	405.1620	40.8503	512.7600	465.0040

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HAc/cv	HAc/cv	HSc/cv	HSc/cv
1	100.4010	70.5101	413.0300	25.2011	428.4000	476.1200
2	124.7200	74.7714	489.1740	29.4542	428.4100	466.4200
3	104.1010	71.0007	327.0000	27.7110	428.5400	367.2000
4	102.4000	70.5100	300.2670	32.4002	408.5600	403.7100
5	179.2000	07.1005	304.0670	32.3950	406.5540	360.7470

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HAc/cv	HAc/cv	HSc/cv	HSc/cv
1	150.1700	71.0320	313.5090	20.2603	328.7010	372.2940
2	152.4000	75.0570	317.9420	23.0309	333.4000	364.7040
3	144.0110	71.4400	303.3770	18.5642	317.1140	304.3900
4	142.0000	70.7740	303.5900	25.3000	317.1000	315.6770
5	140.4000	07.2610	300.7790	25.3004	317.0900	300.3010

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HAc/cv	HAc/cv	HSc/cv	HSc/cv
1	130.1630	60.5005	280.1260	10.0470	270.7640	331.4900
2	110.0000	07.1010	304.0700	20.5000	276.0000	324.7040
3	110.0000	07.1010	304.0700	20.5000	276.0000	324.7040
4	110.0000	07.1010	304.0700	20.5000	276.0000	324.7040
5	110.0000	07.1010	304.0700	20.5000	276.0000	324.7040

CONT  
 157.0770 77.9152 336.3620 28.3290 355.5260 322.4640

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR CODRE 300

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA2/cv	HA3/cv	HA5/cv	HA6/cv
1	150.6490	76.7505	339.0120	29.7207	345.2040	303.6040
2	155.0340	77.3473	327.0030	23.5447	343.0050	372.0440
3	147.2270	73.0437	310.1470	10.9703	324.1920	290.7300
4	140.0510	72.3356	310.3720	25.9526	326.3930	322.7230
5	143.5750	71.2179	307.4930	25.0757	324.7870	294.7670

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR CODRE 2

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA2/cv	HA3/cv	HA5/cv	HA6/cv
1	341.2430	167.4660	711.4100	44.5602	738.1770	010.4970
2	330.2500	166.3970	703.3990	30.6337	733.0300	001.0070
3	316.7210	157.1350	666.9020	40.0130	697.1830	625.0000
4	313.7700	155.0040	667.4620	35.8116	702.3470	674.0230
5	300.0730	153.2210	661.2700	35.6094	698.0960	633.9030

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR CODRE 1/0

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA2/cv	HA3/cv	HA5/cv	HA6/cv
1	270.7600	134.4100	564.4950	35.3576	505.7290	649.4600
2	265.9770	132.0170	558.1320	10.1707	501.6490	630.2100
3	251.0720	124.6740	529.2360	32.3047	553.2020	496.1130
4	240.0740	123.5030	527.6150	44.2053	537.2970	550.6920
5	245.0760	121.5660	524.7030	44.1803	534.5900	502.9800

OPTIMO 1 1 1 4 1 1

CONDUCTOR COBRE 3/0

POSTE	P	PP	ESTRUCTURA			
			HA/2CV	HA/4CV	HS/2CV	HS/4CV
1	214.7330	104.5940	447.7030	20.0422	444.5440	315.0000
2	213.9280	104.5740	442.2370	31.0045	381.3000	504.5070
3	197.2820	90.0677	419.7370	25.6845	430.7450	373.4670
4	197.4210	97.9410	420.0410	35.1228	441.9910	436.7560
5	194.3470	92.4026	416.1440	35.2457	437.0220	393.9210
OPTIMO	1	1	1	4	1	1

CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DE LA CRUCETA (CARGA VERTICAL)

CONDUCTOR	P	ESTRUCTURA		
		PP	HA	HS
ACCR 477 DARR	412.5140	1225.0900	169.1210	75.9754
ACCR 2 SPARROW	4370.7900	0793.5000	1203.4100	542.0010
ACCR 1/2 DAVEN	2734.6000	5809.1000	760.5330	341.6500
ACCR 3/8 PIGEON	1730.0300	3151.0000	470.2000	214.0000
ACCR 222.0 PARTRIDGE	1074.1000	2100.3100	302.0720	135.7110
ACCR 333.4 LINNET	837.4300	1734.0700	237.4720	107.5700
COBRE 200	319.7070	1037.6200	141.4950	64.4634
COBRE 150	437.0450	808.3700	119.5220	53.7117
COBRE 120	1937.7000	3715.1600	540.5200	241.0200
COBRE 100	1221.5000	2463.1000	310.0200	132.7020
COBRE 3/0	774.2200	1548.4400	213.7000	92.0201

CLAROS POR RESISTENCIA MECANICA DEL ALFILER

CONDUCTOR	CLARO
ACCR 477 DARR	33.4027
ACCR 2 SPARROW	226.5370
ACCR 1/2 DAVEN	137.0000
ACCR 3/8 PIGEON	142.6000
ACCR 222.0 PARTRIDGE	111.5010
ACCR 333.4 LINNET	90.2037
COBRE 200	124.7010
COBRE 150	117.0000
COBRE 120	217.1440
COBRE 100	174.3160

COBRE 2/0

154.2710

CLAROS POR RETENIDA

CONDUCTOR ACSR 477 HAWK

POSTE	PP	ESTRUCTURA HA/cv	HA/cv
1	350.590	2875.070	2901.220
2	340.105	2870.930	2907.700
3	340.371	2867.490	2911.080
4	343.090	2860.500	2920.430
5	341.460	2861.100	2920.900

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 2 SPARROW

POSTE	PP	ESTRUCTURA HA/cv	HA/cv
1	952.687	7009.100	7000.210
2	945.991	7797.950	7070.360
3	941.357	7700.000	7707.160
4	934.110	7703.400	7937.010
5	928.111	7774.030	7955.570

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 1/0 RAVEN

POSTE	PP	ESTRUCTURA HA/cv	HA/cv
1	756.331	6200.060	6256.460
2	751.000	6191.150	6270.870
3	747.333	6183.730	6279.450
4	741.562	6177.000	6302.190
5	736.793	6172.160	6316.290

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 3/0 PIGEON



POSTE	PP	ESTRUCTURA	HAs/cv	HAs/cv
1	577.615	4915.000	4760.510	
2	575.389	4900.730	4771.940	
3	592.471	4902.050	4770.740	
4	587.086	4897.570	4796.770	
5	584.077	1073.680	5007.950	

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 266.8 PARTRIDGE

POSTE	PP	ESTRUCTURA	HAs/cv	HAs/cv
1	460.790	3843.770	3878.730	
2	465.406	3830.240	3887.630	
3	463.201	3833.640	3872.980	
4	457.400	3831.000	3907.000	
5	456.030	3824.470	3915.820	

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR ACSR 336.4 LINNET

POSTE	PP	ESTRUCTURA	HAs/cv	HAs/cv
1	417.393	3422.510	3453.610	
2	414.441	3417.570	3461.600	
3	412.404	3413.470	3466.330	
4	409.170	3411.210	3478.890	
5	406.552	3407.110	3486.670	

OPTIMO 1 1 5

CONDUCTOR COBRE 250

POSTE	PP	ESTRUCTURA	HAs/cv	HAs/cv
1	524.324	4290.800	4337.900	
2	520.624	4272.620	4347.070	
3	518.070	4287.470	4353.040	
4	514.000	4281.610	4367.610	
5	510.737	4279.450	4379.300	

OPTIMO 1 1 5

## CONDUCTOR CODE 300

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAe/cv	HAe/cv
1	477.267	3717.560	3765.390
2	475.803	3723.710	3774.430
3	473.546	3717.210	3777.870
4	467.071	3716.590	3774.290
5	466.030	3711.870	4003.220

OPTIMO 1 1 5

## CONDUCTOR CODE 2

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAe/cv	HAe/cv
1	1030.920	8430.610	8527.470
2	1028.720	8433.430	8547.110
3	1010.710	8423.340	8530.000
4	1010.000	8422.710	8537.810
5	1034.370	8412.570	8607.020

OPTIMO 1 1 5

## CONDUCTOR CODE 1/0

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAe/cv	HAe/cv
1	817.772	6703.370	6766.360
2	812.230	6695.730	6701.950
3	800.265	6687.710	6791.220
4	802.020	6603.240	6815.820
5	796.872	6675.170	6831.070

OPTIMO 1 1 5

## CONDUCTOR CODE 3/0

POSTE	PP	ESTRUCTURA	
		HAe/cv	HAe/cv
1	640.731	5310.050	5366.430
2	644.131	5310.410	5370.770
3	640.777	5304.040	5386.140
4	636.310	5300.500	5405.650
5	631.925	5294.120	5417.750

OPTIMO 1 1 5

Reade

&gt;SYSTEM\* DUAL OFF\*

Dual Routine now OFF

## CONCLUSIONES.

Los resultados que se obtuvieron al hacer el análisis de las limitaciones que se presentarían en el tendido de líneas de distribución con -- postes de madera nacional ( aunque para esto se propusieron condiciones -- ideales de tendido ) nos pueden ayudar en un momento dado a determinar en que casos es recomendable utilizar postería de madera de importación debido al costo que representaría el montar una mayor cantidad de postes de madera mexicanos ya que por las limitaciones mecánicas de trabajo que presenta, los claros intepostales serían más cortos en algunas estructuras.

Esto se debe analizar para el tendido de la línea en cuestión de que se trate en cada caso y de las diferentes estructuras que se requieran.

El presente trabajo únicamente da una base para la toma de decisiones -- en cuanto a que tipo de postería conviene montar en una línea determinada por el costo que se tendría en cuanto a materiales y mano de obra.

## B I B L I O G R A F I A .

Especificación para postes de madera: C.F.E. J6200-01-1979  
Specifications and dimensions for wood poles ANSI O5.1 - 1979

Aprovechamiento del ARBOL. Asesoría y Proyectos Integrales , S.A.  
( Grupo Guadiana )

Método para el Cálculo de limitaciones Mecánicas y Eléctricas de --

Estructuras tipo en Distribución C.F.E.

Normas de Distribución Construcción C.F.E. 1973

Cálculo de Flechas y Tensiones C.F.E.

Standard Methods of static test of wood poles ASTM D 1036-58

Normas Técnicas para instalaciones eléctricas - Parte 2°

Líneas Aéreas y Subterráneas 1982 - Secretaría de Patrimonio y  
Fomento Industrial.