



## CARACTERÍSTICAS POSTES DE CONCRETO DOBLE T

TABLA I

Item	Longitud Nominal Mts L	Tipo	Resistencia Nominal Rn (Kgf)		Momento flector nom. En el plano de aplicación Rn-Max(Kgfm)		Dimensiones (mm)										Peso Apro. Kg	Coef. Seguridad	COD CRE
							Fase A		Fase B		F ± 5	f ± 5	E ± 5	T ± 5	M ± 5				
							Cima	Base	Cima	Base									
							a	A	b	B									
1	8.50	A	100	200	160	220	120	256	100	185	65	1000	1500	2025	2000	400	2	2798	
2	8.50	B	150	300	129	180	140	378	110	280	65	1000	1500	2025	2000	650	2		
3	8.50	C	300	600	258	360	140	378	110	280	65	1000	1500	2025	2000	650	2		
4	9.00	A	100	200	160	220	120	264	100	190	75	1000	1500	3025	3000	470	2	222	
5	9.00	B	150	300	129	180	140	392	110	290	75	1000	1500	3025	3000	750	2		
6	9.00	C	300	600	258	360	140	392	110	290	75	1000	1500	3025	3000	750	2		
7	11.00	A	150	300	152	203	140	448	110	330	1875	1200	1700	4525	4500	1050	2		
8	11.00	B	300	600	234	317	140	448	110	330	1875	1200	1700	4525	4500	1050	2		
9	11.00	C	500	1000	640	869	182	490	140	360	1875	1200	1700	4525	4500	1330	2		
10	12.00	A	150	300	111	149	140	476	110	350	2775	1300	1800	4525	4500	1210	2		
11	12.00	B	300	600	222	298	140	476	110	350	2775	1300	1800	4525	4500	1210	2		
12	12.00	C	500	1000	618	829	182	518	140	380	2775	1300	1800	4525	4500	1520	2		
13	13.00	A	150	300	126	168	140	504	110	370	2800	1400	1900	4525	4500	1400	2		
14	13.00	B	300	600	251	335	140	504	110	370	2800	1400	1900	4525	4500	1400	2		

\* Ver diseños en anexos

## 1. OBJETIVO

Esta especificación determina las dimensiones y establece las condiciones generales y específicas de los postes de concreto doble T de hormigón armado vibrado, a ser utilizados en el montaje de líneas aéreas de distribución.

## 2. NORMAS

Conforme NBR 8451, NBR 8452, NB 011, NB1060

## 3. CONDICIONES GENERALES

### 3.1. Identificación

Los postes de concreto doble T deben presentar marcación externa indeleble y fácilmente legible, a través de grabado en bajo relieve con letras y números de 40 mm de altura mínima y a una distancia de 4 Mts aproximadamente, contando a partir de la base, con las siguientes indicaciones

- Altura total Mts
- Resistencia nominal del poste
- Señal demarcatoria para el levantamiento
- Marca del fabricante
- Marca de "CRE"
- Fecha de fabricación (día, mes, año)



- Tipo de poste A, B o C
- Marca de referencia a 3 Mt de la base para verificar después de la instalación, la longitud de empotramiento del poste.

### 3.2. Acabamiento

Este tipo de poste presenta dos fases; la fase B (plana) que es de mayor resistencia y donde se instalarán todos los equipos pesados y la fase A (ahondada) que es de menor resistencia y donde se instalarán las líneas.

Los postes deben presentar superficies planas, sin marcas de encofrado, sin fisuras o porosidad. Todas las perforaciones deben ser cilíndricas.

Deben atender las siguientes exigencias:

- Rectitud del poste
- Las perforaciones para la instalación de los pernos deben tener un eje perpendicular al eje del poste, con un diámetro de 18 mm.
- Las perforaciones deben estar totalmente desobstruídas y no deben dejar expuestas ninguna parte de la armadura.

Los postes de 11, 12 y 13 m. Llevaran para el cable a tierra un tubo de PVC flexible con protección de rayos ultravioletas y un 2% negro de humo, de 15 mm de diámetro y 1.5 mm de espesor, desde la marca F superior hasta la marca f inferior de acuerdo a Tabla II y el cual estará fijado mediante amarres cada 30 cm a un fierro adicional.

Estará adecuadamente instalado de tal manera que realice un ángulo de 75° que permita el ingreso y salida del cable de aterramiento cobre desnudo No. 2 AWG (35 mm<sup>2</sup>).

### 3.3. Conicidades

Para los postes de

8.50 Mtrs Tipo A	Fase A – 16 mm/m
9.00 Mtrs Tipo A	Fase B – 10mm/m

Para los postes de

8.50 Mtrs tipo B y C	Fase A – 28 mm/m
9.00 Mtrs Tipo B y C	Fase A – 20 mm/m
11.00 Mtrs Tipo A, B y C	
12.00 Mtrs Tipo A, B y C	
13.00 Mtrs Tipo A, B y C	

### 3.4. Condición de empotramiento

Se adopta la siguiente distancia de empotramiento en metros:

$$E = 0.1 L + 0.6 \quad \text{Donde } L \text{ es la longitud del poste en metros}$$

Para efecto de ensayos y dimensionamiento de los postes, en la longitud de empotramiento referirse a la Tabla II.



### 3.5. Diseños y planos

El Contratista someterá a consideración de la CRE el diseño estructural completo de cada tipo de poste, detalles típicos, planos, especificaciones de los postes. Presentará también un detalle completo del molde o encofrado que instalará en la fábrica.

### 3.6. Periodo de fraguado

Los postes solamente podrán ser transportados e instalados 14 días (según la NB 1060) después de su fabricación.

Se debe prever una vida útil de 35 años a partir de la fecha de fabricación.

### 3.7. Pesos aproximados

El peso aproximado indicado en la Tabla I, se aplica al proyecto y al transporte. Los pesos son aproximados y no poseen sentido normativo, no debiendo ser exigida su observancia, inclusive en la inspección.

### 3.8. Recubrimiento mínimo de la armadura

Cualquier parte de la armadura longitudinal o transversal debe tener un encubrimiento de concreto con espesor mínimo de 15 milímetros, con excepción de las perforaciones de la armadura transversal donde se admite 10 milímetros como mínimo.

## 4. CONDICIONES ESPECÍFICAS

### 4.1. Material

Los ensayos de los materiales y del concreto se harán de acuerdo a normas de la American Society of Testing and Materiales (A.S.T.M.). Debe ser presentados al inspector de CRE una relación de los ensayos de control de calidad de los materiales. El inspector de CRE tendrá la libertad de presenciar estos ensayos y acompañar todas las fases de fabricación.

**Cemento.-** Conforme Norma ASTM C 150 y/o NB-011. Cemento Portland con Puzolana, Procedencia Nacional.

ENSAYO	EXIGENCIA	NORMA
Peso específico (promedio)	3.10 t/m <sup>3</sup>	ASTM C-188
Fineza del molido	94 %	ASTM C-184
Peso unitario suelto	1070 kg/m <sup>3</sup>	ASTM C-29
Peso unitario asentado	1430 kg/m <sup>3</sup>	
Volumen de vacío máximo	65 %	
Volumen de vacío mínimo	53%	
Tiempo de fraguado inicial	2 ½ horas	ASTM C-191
Tiempo de fraguado final	4 horas	
Compresión del mortero	Tipo I	ASTM C-109

**Aditivos.-** Conforme Norma ASTM C494. Reducen el agua del amasado aumentando la resistencia mecánica del concreto, asimismo hacen la mezcla más fluida para su mejor colocación en el molde.



**Agregados.-** Los agregados gruesos y finos, que se utilicen deben cumplir las normas ASTM C – 136.

El fabricante deberá presentar la granulometría de los agregados para su aprobación.

**Grava.-** El agregado grueso puede ser canto rodado o proveniente de roca chancada, la cual debe cumplir la siguiente granulometría según la Norma previamente indicada.

Abertura Pulg	Tamices mm	Límite inferior % que pasa	Límite superior % que pasa
3	76.20	-	-
2 1/2	63.50	-	-
2	50.80	-	-
1 1/2	38.10	-	-
1	25.40	-	-
3/4	19.10	100	100
1/2	12.70	90	100
3/8	9.50	40	70
N° 4	4.76	0	15
N° 8	2.36	0	5
N° 16	1.19	-	-
N° 30	0.60	-	-
N° 50	0.30	-	-
N° 100	0.15	-	-

### Agregado fino

El agregado fino a emplearse puede ser proveniente de banco natural de arena o proveniente del chancado. Según la Norma ASTM C-136, la granulometría que debe cumplir la arena es la siguiente

Abertura Pulg	Tamices mm	Límite inferior % que pasa	Límite superior % que pasa
3	76.20	-	-
2 1/2	63.50	-	-
2	50.80	-	-
1 1/2	38.10	-	-
1	25.40	-	-
3/4	19.10	-	-
1/2	12.70	-	-
3/8	9.50	100	100
N° 4	4.76	95	100
N° 8	2.36	80	100
N° 16	1.19	50	85
N° 30	0.60	25	60
N° 50	0.30	10	30
N° 100	0.15	2	10
Base		-	-



**Agua.-** El agua a utilizarse estará limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales materiales orgánicas y otras sustancias que pueden ser dañinas para el hormigón o el acero. El PH del agua debe ser superior a 7.

**Arena.-** La arena a emplearse presentará la calidad de una arena normal dura angular y áspera al tacto. Estará libre de partículas arcillosas, salinas, materias orgánicas y sustancias corrosivas.

**Acero principal.-** Todo el acero principal satisfac

erá la norma ASTM A615, para la armadura pretensada se utilizara el acero principal con un esfuerzo mínimo de 17000 kg./cm<sup>2</sup>., para la armadura sin tensar, el acero será de grado 60, con un esfuerzo de rotura mínimo  $f_y=5000$  kg./cm<sup>2</sup>.

#### 4.2. Características técnicas

##### Características mecánicas:

**Carga de ruptura.-** Manteniendo las condiciones de empotramiento ítem 3.4, aplicar esfuerzos a la fase B plana, cada vez mayores hasta alcanzar la rotura del poste.

- El valor máximo leído en el dinámometro se considera la carga real de ruptura del poste.
- El valor debe ser superior al 200% de la carga nominal especificada en la TABLA I.

La fase de menor resistencia fase A (ahondada) debe resistir un mínimo de 50% de la indicada para la dirección de mayor resistencia. La verificación del espesor del concreto y la distancia de la armadura debe ser realizada en 5 puntos a lo largo de la longitud de cada poste sometido a la ruptura.

**Límite de cargabilidad excepcional.-** Corresponde a una sobre carga de 40 por ciento, sobre la resistencia nominal. En esta condición de carga el límite elástico de la armadura no debe ser alcanzado, garantizándose el cierre de todas las fisuras y la flecha residual máxima, correspondiente al 0.35% de la longitud del poste.

##### Elasticidad.-

**a) Flechas.-** Los postes sometidos a una tracción igual a la resistencia nominal no deben presentar flechas, en el plano de aplicación de los esfuerzos reales, superiores a:

- 3.5 % de la longitud nominal del poste.

**b) Flecha residual.-** La flecha residual, medida después que se anula la aplicación de un esfuerzo correspondiente al 140 % de la resistencia nominal en el plano de aplicación de los esfuerzos reales, no debe ser superior a:

- 0.5 % de la longitud nominal del poste, cuando la tracción fuera aplicada en la dirección de menor resistencia (Fase Ahondada)
- 0.35 % de la longitud nominal del poste, cuando la tracción fuera aplicada en la dirección de mayor resistencia (Fase B plana)

**Fisuras.-** Todos los postes sometidos a una tracción igual a la resistencia nominal no deben presentar fisuras, excepto las capilares.

Las fisuras que aparecen durante la aplicación de los esfuerzos correspondientes a 140 por ciento de la resistencia nominal, después de retirada la carga deben cerrarse en su totalidad.



El valor de la distancia de aplicación de la Resistencia nominal en la cima del poste es de:

Fase A (cavada) 100 mm                      Fase B (plana) 100mm

Nota.- Los ensayos serán registrados en los formularios proporcionados por CRE, y cualquier modificación de ellos deberá contar con la aprobación de la supervisión de CRE.

## 5. PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN

El contratista puede hacer las dosificaciones del hormigón en peso de cada uno de sus componentes, o en volumen aparente, lo importante es que preparado el hormigón de cualquiera de las dos formas garantice la resistencia característica del hormigón de 350 kg/cm.2.

Para garantizar la resistencia característica del hormigón, la resistencia de las probetas rotas en laboratorio a la edad de 28 días deben tener una resistencia igual o mayor a las expresiones que se detallan en el punto 5.1 que se da a continuación.

### 5.1. Dosificación

Como parámetro general, los hormigones de alta resistencia deben tener una relación agua/cemento ( A/C): no mayor a 0.43 en masa, para una consistencia plástica adecuada al método de compactación por centrifugación y no mayor a 0.50 en masa, para el método de compactación por vibrado.

El asentamiento medido en el cono de Abrans debe estar comprendido entre cero y tres centímetros como máximo para garantizar la resistencia requerida o mayor con fluidificante.

DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO. La proporción en que deben mezclarse los componentes del concreto se base en los siguientes criterios.

a.- Cuando hay datos disponibles para establecer la desviación estándar de la muestra debe dosificarse para obtener una resistencia promedio a la compresión requerida en laboratorio de acuerdo a la siguiente expresión.

Resistencia especificada  
A la compresión en MPa

$f'c \leq 35$  usar el mayor valor siguiente

Resistencia promedio requerida a la  
compresión en MPa

a.-  $f'cr = f'c + 1.34Ss$

b.-  $f'cr = f'c + 2.33Ss - 3.5$

b.- Cuando no se disponga de registros de ensayos para el cálculo de la desviación estándar (Ss) y los correspondientes factores de corrección que se indican en la tabla 5.3.1.2 del reglamento para concreto estructural y comentario (ACI 318S-05 ), la resistencia requerida en laboratorio se debe calcular por la siguiente expresión.

Resistencia especificada  
A la compresión en MPa

$f'c \leq 35$  usar la siguiente expresión

Resistencia promedio requerida a la  
compresión en MPa

a.-  $f'cr = f'c + 8.3$



Donde:

$F'_{cr}$  = resistencia media del concreto requerida que debe obtenerse en laboratorio con probetas de edad 28 días en  $\text{kg/cm}^2$

$f'c$  = resistencia característica de diseño =  $350 \text{ kg/cm}^2$

Se aclara que valores promedios inferiores a  $390 \text{ kg/cm}^2$ , implica el rechazo del grupo de postes.

Es decir que solo se recepcionarán en almacenes postes agrupados en fábricas en grupos de 100, con su correspondiente ensayo de probetas 3 mínimas, rotura de poste y rotura en laboratorio de las probetas para verificar la resistencia media requerida del concreto según la Norma ACI.

### **5.2. Control de resistencia**

El fabricante deberá sacar como mínimo tres probetas por día de fabricación de postes para la verificación de la resistencia media de rotura en laboratorio mientras el supervisor sacara las probetas que vea conveniente cuando él lo disponga de tal forma que sirva como parámetro de comparación y por supuesto para la determinación de la resistencia media de rotura en laboratorio.

En caso que la resistencia por probeta sacadas por el fabricante sobrepasara el 5% de la resistencia de las probetas sacadas por la supervisión solo se considerará la resistencia promedio obtenida con las probetas sacadas por la supervisión.

Previo a la utilización de los componentes del hormigón, el contratista deberá presentar para su aprobación, el ensayo de todos los materiales a ser utilizados, los cuales deben cumplir estrictamente las Normas mencionadas.

## **6. ENSAYOS SOBRE LAS MUESTRAS DE POSTES.**

Los ensayos, métodos de ensayos, formación de muestras, cantidad de muestra y criterios de aceptación o rechazo deben estar de acuerdo con las Normas Bolivianas NB 1060 respectivas.

### **6.1. Formación de la muestra.**

La formación de la muestra se realizará de acuerdo a lo siguiente:

#### **a) Ensayos no destructivos (Solo para contratos menores a 30 piezas).-**

Para este caso el tamaño de la muestra o la serie de tamaños de muestra para la inspección general y para las pruebas de elasticidad y carga de trabajo estarán de acuerdo a la siguiente disposición:

El tamaño de la muestra será de 1 (un) poste por cada lote menor a 30 postes. Si el poste cumple la condición de flecha para el 100% de la carga de trabajo ( $f = 3.5\% * L$  poste) y la condición de flecha residual para el 140% de la carga de trabajo, el lote es aprobado. Si la unidad ensayada del lote de iguales características constructivas, longitud y resistencia nominal fallará, es decir no cumpliera las exigencia de flecha para la carga de trabajo y extraordinaria (140% de la carga de trabajo), se hará un segundo muestreo de 2 (dos) piezas realizando el mismo ensayo y Si alguno de los postes de la segunda muestra no



cumple los requisitos establecidos, se hará un ensayo de rotura y si éste ensayo falla, el lote es rechazado.

Nota.- Si el contrato para la fabricación de poste está compuesto de piezas de diferentes longitudes y cargas y el pedido global es menor de 100 piezas (cien piezas), se realizará el ensayo destructivo con la pieza de longitud y carga que defina la supervisión siempre y cuando no se cumpla una de las exigencias correspondiente al ensayo no destructivo y además no se cumpla la resistencia media ( $F_{cm}$ ) del concreto obtenida en laboratorio según la norma ACI, igual a las expresiones indicadas en los puntos (5) y (5.1) de este pliego.

#### **b) Ensayos destructivos.-**

El tamaño de la muestra para ejecutar los ensayos de deformación y resistencia a la rotura estará de acuerdo a la siguiente exigencia.

b.1.- El 2% para contratos menores a 100 unidades

b.2.- el 0.75% para contratos comprendido entre 100 y menor a 500 unidades

b.3.- De 500 unidades en adelante se tomara el 1% por cada 100 unidades o fracción subsiguiente a esta.

b.4.- El total de las muestra no será en ningún caso menor de dos (2) unidades; en todos los cálculos de la cantidad de la muestra, las mismas redondearan al entero inmediato superior.

Si la muestra cumple en el ensayo con las exigencias de flechas instantánea y residual para el 100% y 140% de la carga nominal de trabajo y además la rotura, el lote es aprobado.

Si la unidad ensayada del lote de iguales características constructivas, da valor menor a los exigidos, se hará un segundo muestreo de 2 (dos) piezas para su rotura y si alguno de los postes de la segunda muestra no cumple los requisitos establecidos, el lote es rechazado. En el caso de que los dos postes cumplan las exigencias indicadas previamente para la rotura, el lote es aprobado.

Los costos de los ensayos correrán por cuenta del proveedor.

### **6.2. Requisitos necesarios para la aceptación de postes en almacenes de CRE.-**

Para que un grupo de postes pueda ser recepcionado en almacenes de CRE, se debe cumplir con los siguientes requisitos.

- a). Tener una edad mínima de 14 días.
- b). Ensayo para verificar la flecha instantánea con el 100% de la carga de trabajo
- c). Ensayo para verificar la flecha residual con el 140% de la carga de trabajo
- d). Ensayo de rotura
- e). Haber realizado el ensayo de verificación de la resistencia media de rotura en laboratorio según la norma Española o la ACI, de acuerdo a las exigencias del punto (5.1) y (5.2) de este pliego

### **6.3. Tolerancias en medidas**

Se admiten las tolerancias descritas en la tabla I. Las tolerancias no son acumulativas. Las tolerancias para las perforaciones es de +2 -1.

**6.4. Rechazo de un lote**

Si el lote es rechazado por no cumplir las exigencias del ensayo indicadas en el punto (4.2, exigencias técnicas) de este pliego, el fabricante estará obligado a demolerlos en presencia del inspector de CRE, o marcarlos de modo definitivo a fin de garantizar que no sean incluidos en ningún suministro a CRE.

**6.5. Transporte, almacenamiento y montaje**

La resistencia debe asegurarse para todas las solicitudes que, debidas a su peso propio, sean previsibles en el transcurso del izado (2 puntos mínimos), almacenamiento, transporte y puesta en obra, en todas las posiciones que puede normalmente ocupar el elemento con relación a sus apoyos o a los elementos de suspensión.

Deben también tenerse en cuenta en el cálculo otras solicitudes distintas de las debidas al peso propio, como las climáticas y de sismo, tomando para ellas su valor de combinación.

Durante el almacenamiento, transporte y montaje deberá ser utilizado una estructura metálica (percha), de modo que el poste sea levantado de dos puntos en la longitud del poste, los elementos prefabricados no deberán sobrecargarse, alabearse, dañarse o tomar una contraflecha que los pueda afectar adversamente. Los postes deben ser siempre transportados y almacenados con la fase conteniendo la identificación hacia arriba.

TABLA II

Item	Longitud Nominal Mts L	Longitud		Distancia	
		empotramiento		tubo	PVC
		Mtrs		De cima	De base
		Tierra	Concreto	F	f
1	8.50	1.45	1.25	-----	-----
2	9.00	1.50	1.30	-----	-----
3	11.00	1.70	1.40	1875	1200
4	12.00	1.80	1.30	2775	1300
5	13.00	1.90	1.60	---	----

**7. DOCUMENTOS A PRESENTAR EN LA OFERTA DEL SOBRE TECNICO**

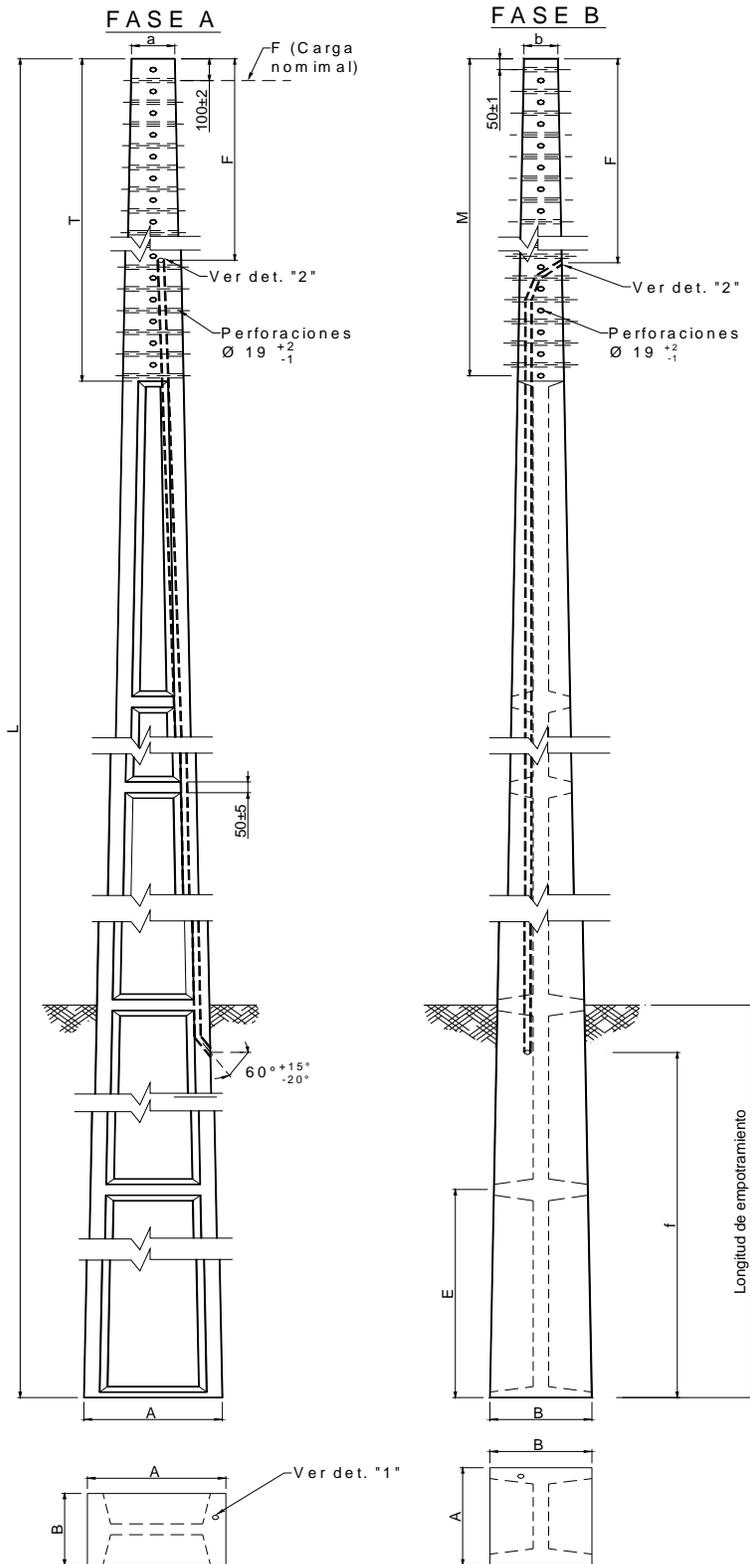
Para efectuar la evaluación técnica el oferente presentara a CRE en el sobre técnico, los siguientes documentos:

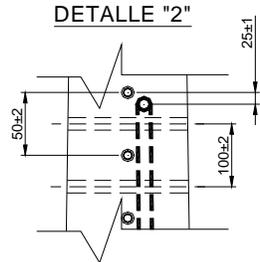
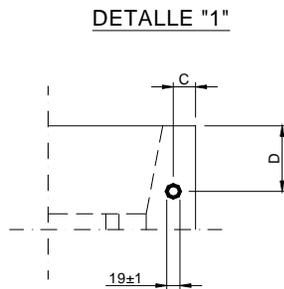
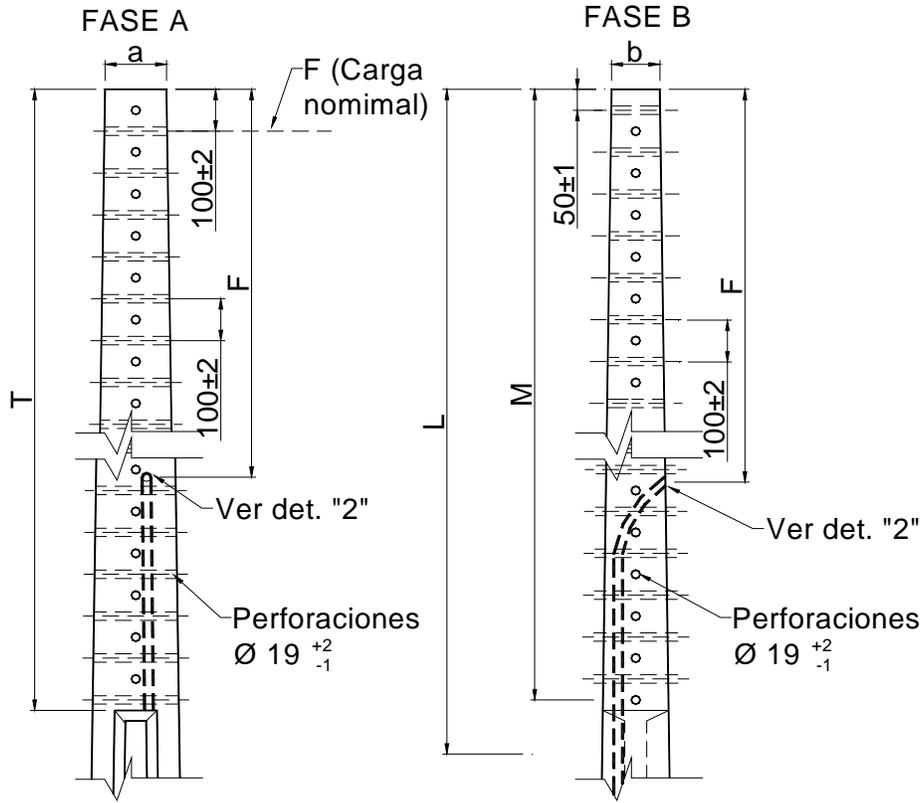
- Presentación de la fábrica, lugar de ubicación y detalle de los equipos instalados para la fabricación de los postes para realizar inspección física en el transcurso de la evaluación técnica, para dar inicio a la fabricación y luego para las inspecciones en la producción.
- Cantidad de moldes de cada tipo de postes y capacidad productiva diaria y mensual.
- Licencia Ambiental vigente de la actividad de la fabrica otorgado por el organismo competente
- Calculo estructural (firmado y sellado por el calculista responsable).
- Planos constructivos de fabricación con detalle de armaduras pasivas y trenzas en escala 1:50 o menor, para cada tipo de poste con firma, sello y fecha actualizada del responsable del cálculo estructural.



- Currículo Vitae de un Ing. Civil responsable de planta encargado de la fabricación.

La no presentación de uno de los documentos indicados en el punto siete (7), determina la descalificación de la oferta técnicamente y de la Empresa participante en la oferta.





DIMENSIONES EN MILIMETROS