



ENSA

Departamento de Normas

Especificación Técnica

Postes de Concreto Armado Pretensado

Código:	NO.MA.01.04
Fecha de Creación:	28-Oct-94
Fecha de Última Actualización:	03-Jun-15
Versión:	2.0
Páginas:	1 a 23

1 OBJETO

Esta especificación fija las características mínimas exigibles para el suministro de postes de concreto armado pretensado, para ser utilizados en redes de distribución de energía eléctrica de **ENSA**.

2 ALCANCE

Estas especificaciones establecen las características mínimas, requisitos y propiedades, que deben poseer los postes de concreto armado pretensado, a ser suministrados a **ENSA** de acuerdo con las mismas.

3 GENERALIDADES

- a) La elaboración y suministro de los postes de concreto deberá realizarse de acuerdo a la correcta práctica comercial e industrial, normalmente aceptada.
- b) Los postes de concreto armado pretensado serán instalados a la intemperie.
- c) Las siguientes condiciones climáticas deben ser consideradas en la fabricación y diseño:
 - Altitud: arriba del nivel del mar hasta 1,000 m de altura
 - Clima: tropical, de alta humedad relativa y cercana al mar
 - Temperatura del aire:
 - Máxima 40 °C
 - Mínima 10 °C
 - Media en 24 horas 25 °C
 - Humedad relativa: 85% o más
 - Velocidad máxima del viento: 100 km/h
- d) Los postes serán de hormigón reforzado, en forma de tronco cónico hueco, fabricado por los procesos de centrifugado o vibrado, pretensado; y cumplirán los requerimientos de prueba que se estipulan en esta especificación.
- e) Los postes deben ser acabados en el color natural de concreto en toda superficie, la cual debe estar libre de porosidades e imperfecciones originadas por deficiencias en la fabricación, tales como: escoriaciones producidas por la mala fluidez del concreto, burbujas originadas por la mala compactación de los materiales, grietas no capilares, corrugaciones, desprendimiento de concreto, etc. La parte interna del poste deberá estar libre de obstrucciones y sedimentaciones producto del rebosamiento del concreto.
- f) Idioma

Todos los documentos emitidos con referencia al equipo a suministrar por el proveedor deben ser editados preferiblemente en el idioma español.

- g) Unidad de Medidas

Debe ser usado el Sistema Métrico Decimal para todas las referencias de suministros, tanto en la descripción técnica y especificaciones, como en los diseños y cualquier documento o datos adicionales. Si por conveniencia fuera utilizado en una determinada situación un valor

en cualquier otro sistema de medida, debe también, al lado, constar el valor equivalente en el Sistema Métrico Decimal.

4 NORMAS APLICABLES

Se utilizarán como normas de referencia los patrones de construcción que a continuación se indican, así como la tabla de características específicas:

- NC.PC8.04
- NC.PC11.05
- NC.PC12.06
- NC.PC14.07
- NC.PC16.08
- NC.PA11.09
- NC.PA12.10
- NC.PA14.11
- NC.PA14.12

Los patrones de construcción indicarán la separación entre agujeros de cada cara del poste, que se opondrá a la otra en ángulo de 90°. No se admitirá tolerancias en los espaciados de los huecos para montaje de equipos o materiales, ni en el ángulo de 90° entre las caras.

Los patrones de construcción indicados anteriormente han sido incluidos en la sección 11_Dibujos de la presente especificación técnica.

5 PROCESO DE FABRICACIÓN

a) Fabricación

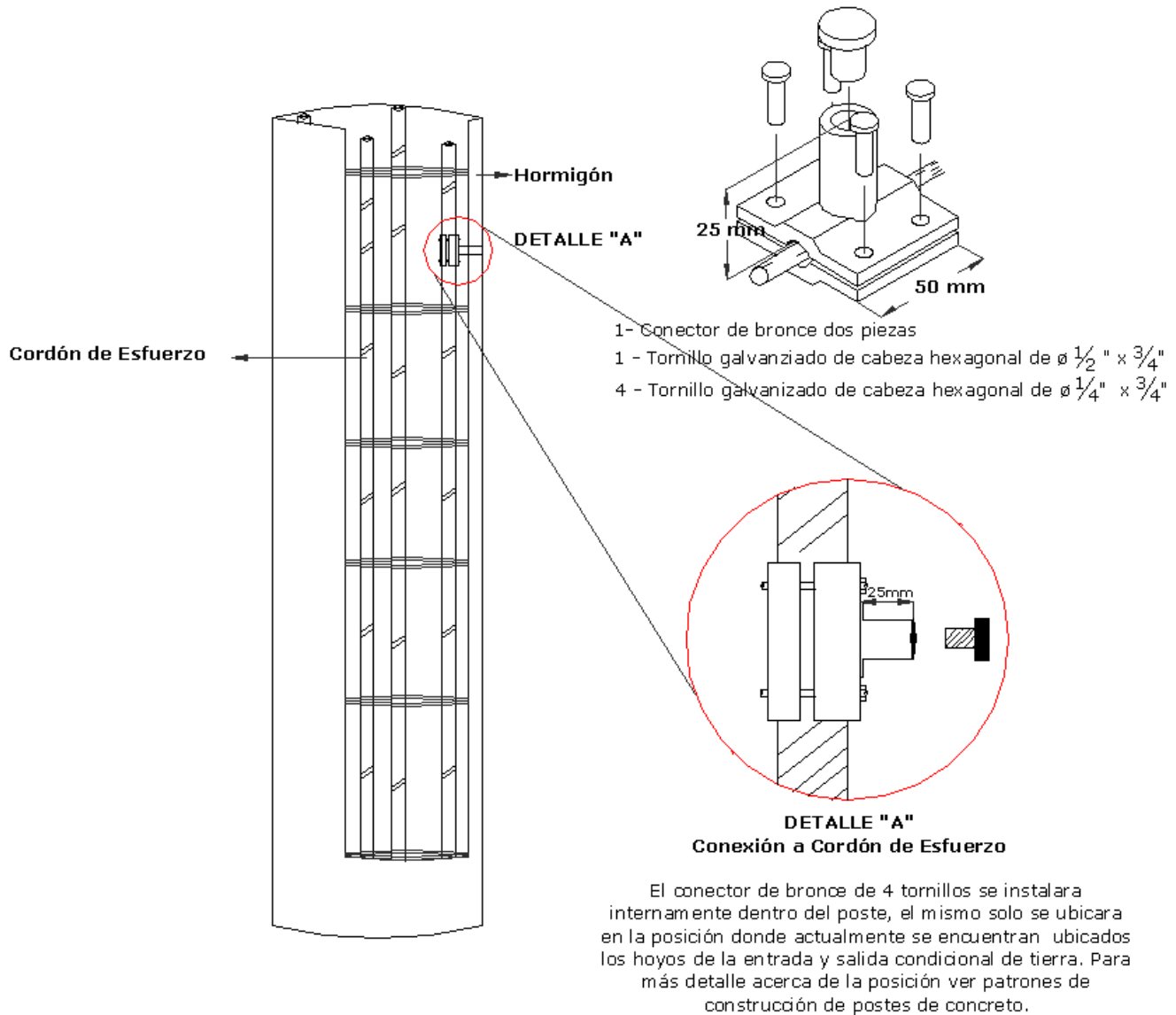
Los postes que se suministren contendrán aberturas u orificios, según se indique en el Patrón de Construcción correspondiente para cada tipo de poste que se solicite, para lo cual, esta especificación será acompañada de la descripción del poste requerido. El mismo se identificará con un número de código asignado por **ENSA** y corresponderá a la unidad de propiedad del patrón de construcción para cada tipo de poste contemplado por esta especificación.

Los agujeros destinados a la fijación de equipos y materiales, serán pasantes en forma cilíndrica o ligeramente tronco cónico perpendicular al eje central longitudinal del poste. Ninguna de las partes de la armadura de acero podrá ser visible en estos agujeros, ni podrán ser interrumpidos por los mismos.

Todos los postes serán fabricados por el proceso de centrifugado o vibrado pretensado, en forma de tronco cónico hueco.

Todos los postes se les debe instalar un conector para puesta a tierra (diseño ENSA) en la estructura de acero previo al vaciado de concreto, según el diámetro del cordón o varilla para pre-postensado utilizado a la altura señalada en los patrones indicados en este documento, que quede a nivel de la superficie de concreto del poste, libre de escombros o mezcla de concreto. El conector debe ser instalado en el cordón o varilla aplicando un torque de 5 lb en cada tornillo de $\frac{1}{4}'' \times \frac{3}{4}''$.

Este conector la fábrica de postes lo adquirirá en el modelo señalado en este documento y sólo de proveedor autorizado por ENSA. Ver dibujo N°1 y Capítulo N°11.



**Dibujo N°1, Conector Bajante en Poste.
(Los detalles no están a escala)**

b) Tolerancias Admisibles

Se admiten postes con tolerancias máximas en:

- Longitud de más o menos 0.5 % - ver Tabla N°1
- Dimensiones transversales más 5% (exteriores) - ver Tabla N°2

TABLA N°1

POSTE	CAPACIDAD	TOLERANCIA EN LONGITUD	
		MINIMO	MÁXIMO
8 m	300 daN	7.96	8.04
11 m	300 daN	10.95	11.06
	500 daN		
12 m	500 daN	11.94	12.06
	800 daN		
14 m	500 daN	13.93	14.07
	800 daN		
	1500 daN		
16 m	500 daN	15.92	16.08
18 m	800 daN	17.91	18.09

TABLA N°2

POSTE	CAPACIDAD	DIAMETRO NOMINAL (cm)		DIÁMETRO MÁXIMO(cm)	
		CUSPIDE	BASE	CUSPIDE	BASE
8 m	300daN	18.00	30.00	18.90	31.50
11 m	300daN	16.50	33.00	17.33	34.65
	500 daN	18.33	34.05	19.25	35.75
12 m	500daN	19.50	37.50	20.48	39.38
	800 daN	20.00	37.14	21.00	39.00
14 m	500 daN	16.50	37.50	17.33	39.38
	500daN	19.50	40.50	20.48	42.52
	800 daN	20.00	40.00	21.00	42.00
	1500 daN	28.57	48.57	30.00	51.00
16 m	500daN	19.50	44.00	20.48	46.20
18 m	800 daN	19.50	46.50	20.48	48.83

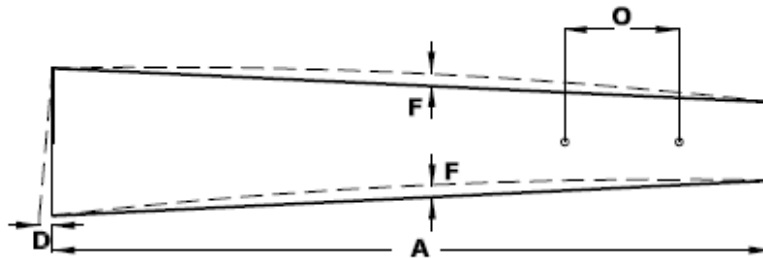
c) Tolerancias Inadmisibles

Es inadmisibles todo poste que presente una curvatura cuya flecha exceda de 0.4 % de la longitud total del mismo. La flecha debe medirse con relación a la cara interna más deformada del poste – ver Tabla N°3.

TABLA N°3

POSTE	CAPACIDAD	FLECHA MÁXIMA
8 m	300 daN	0.032 m (3.2 cm)
11 m	300 daN	0.044 m (4.4 cm)
	500 daN	
12 m	500 daN	0.048 m (4.8 cm)
	800 daN	
14 m	500 daN	0.056 m (5.6 cm)
	800 daN	
16 m	500 daN	0.064 m (6.4 cm)
18 m	800 daN	0.072 m (7.2 cm)

La deflexión (curvatura) en el poste se medirá colocando un hilo desde la cúspide hasta la base, por la cara interna más deformada del poste. Se medirá la distancia entre el hilo y el poste en el punto donde la deformación sea más pronunciada. Ver "F" en el dibujo N°2



- A - Longitud total del poste.
- D - Variación perpendicular en la cúspide.
- F - Punto a medir de deflexión.
- O - Tolerancia de distancia de ahoyados.

Dibujo N°2, Medición de deflexión en Postes de Concreto

La tolerancia en la variación perpendicular en cúspide y base (vista de planta) será:

- Cúspide ± 0.60 cm
- Base ± 2.5 cm

La tolerancia en las distancias entre ahoyados del poste será ± 0.30 cm

6 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

- a) El hormigón debe tener una resistencia mínima de 350 kg/cm^2 ($5,000 \text{ lbs/plg}^2$), a los 28 días de ensayo en cilindros de 0.15 m de diámetro por cada 0.30 m de altura ($6'' \times 12''$), y una resistencia mínima de 280 kg/cm^2 ($4,000 \text{ lbs/plg}^2$) al transferir la pretensión.
- b) El cemento se usará de acuerdo a la Especificación C-150 de la ASTM. Se podrá escoger entre los tipos I, II y III de cemento; la selección final del tipo será sometida previamente a la aprobación de **ENSA**.
- c) El tamaño de los agregados gruesos puede variar entre 1.3 cm y 2 cm ($1/2''$ a $3/4''$) y deben estar limpios y libres de sales nocivas. Los agregados deberán cumplir lo establecido en la especificación C-33 de la ASTM.
- d) El agua a utilizar en la mezcla deberá estar limpia y libre de ácidos, impurezas o sustancias que puedan afectar la calidad y resistencia del hormigón.
- e) Los tendones y estribos serán de acero de alta resistencia, conforme a la norma ASTM-A416, y consistirá en barras de acero carbono, del diámetro adecuado, roladas calientes y cuyo contenido mineral se limitará a lo siguiente:
 - Carbono $0.70 - 0.85\%$
 - Manganeso $0.40 - 0.90\%$
 - Fósforo $0.45 - \text{máximo}$
 - Azufre $0.50 - \text{máximo}$

Los estribos podrán ser de barra de alambre de acero de calibre adecuado para las resistencias finales solicitadas, libres de óxidos y manchas de grasa o aceite.

No se permitirán empalmes en las armaduras, en las secciones longitudinales, o sea, en los tendones, cuya tracción sea menor que la sección que se empalme. No se permitirán empalmes en las secciones longitudinales en los puntos que se ubicarán a nivel del suelo al enterrar el poste.

La armadura no deberá desplazarse de su posición al ser moldeado el poste. Las armaduras longitudinales y transversales deberán unirse entre sí, mediante soldadura o atadura con alambre.

- f) La vibración puede ser llevada a cabo por métodos aceptados, de aplicación externa sobre el molde o cualquier otro sistema propuesto por el fabricante autorizado por **ENSA**. El asentamiento de hormigón puede variar de 4 a 6 cm ($1\frac{1}{2}''$ a $2\frac{1}{2}''$).
- g) Se permite el uso de aditivos que no alteren la consistencia final del poste, con la previa aprobación de **ENSA**.
- h) El curado se hará mediante métodos usuales (vapor, agua caliente o aceite), con la previa aprobación de **ENSA**.

7 INSPECCION, PRUEBAS Y/O CERTIFICACIONES

7.1 Inspección:

- a) Los postes suministrados, de acuerdo con esta especificación, deberán ser sometidos por el fabricante a todas las pruebas de rutina en fábrica y además a todas las pruebas requeridas por las normas aplicables estipuladas contenidas en esta especificación.

- b) Todas las pruebas o ensayos deberán ser realizados en presencia de inspector(es) de **ENSA**, o de su representante debidamente autorizado, a menos que **ENSA** renuncie a este derecho mediante una comunicación formal.
- c) No deberá procederse a ningún despacho, sin que antes hayan sido efectuadas todas las pruebas requeridas a satisfacción del inspector de **ENSA**, a menos que éste formalmente establezca lo contrario.
- d) El fabricante deberá notificar a **ENSA**, con una anticipación mínima de treinta días calendario, la fecha y lugar de las pruebas.
- e) **ENSA**, a través de una comunicación formal del inspector, podrá renunciar a la realización de cualquiera de las pruebas.
- f) La aceptación de los postes o la renuncia por parte de **ENSA** a su derecho a inspección o pruebas, no relevará al fabricante de su responsabilidad de suministrar postes que cumplan con los requisitos de las presentes especificaciones.
- g) **ENSA** se reserva el derecho de marcar o señalar aquellos postes que no hayan resultado satisfactorios en cualquier prueba realizada, de las que se contemplan en esta especificación.
- h) Todos los costos relativos a la realización de las pruebas o ensayos requeridos en esta especificación, estará incluido en el precio unitario de los postes correspondientes, que serán presentados para oferta del proponente o fabricante.
- i) Si del lote recibido un 10% resultará defectuoso o con daño físico alguno, se rechazará el lote completo.

7.2 Muestreo:

De cada producción diaria de postes para **ENSA** se debe realizar la prueba de calidad y enviar los resultados con el despacho de postes.

El fabricante deberá proporcionar, sin costo alguno para **ENSA**, el 2% de cada 50 unidades para efectuar las pruebas, en donde una unidad se someterá a la prueba de ruptura. En caso que **ENSA** solicitará una cantidad inferior a 50 unidades, el fabricante deberá entregar una certificación de garantía firmada por responsable de fábrica dando fe que los postes cumplen con la capacidad de ruptura solicitada en esta especificación, además de realizar pruebas de trabajo por lo menos a uno de cada 10 postes.

Si los postes seleccionados como muestra no satisfacen los requisitos estipulados en dichas pruebas, esto será motivo suficiente para rechazar por completo el lote respectivo sin apelaciones, en cuyo caso se procederá a marcar cada uno de los postes del lote rechazado, en la forma que los inspectores de **ENSA** consideren conveniente.

7.3 Métodos de Prueba:

Las pruebas se efectuarán en la fábrica, bajo la inspección de **ENSA**, después de por lo menos 28 días de haber sido colados los postes. **ENSA** se reserva el derecho de hacer estas verificaciones para los suministros donde medien terceros entre la fábrica y **ENSA**, para las cuales regirán las mismas condiciones.

Los postes se prueban en posición horizontal, y deben quedar sujetos por medios apropiados que fijen la sección de empotramiento, la cual será de una longitud igual al 10% de la longitud total del poste, más 50 cm. El tramo correspondiente a la altura útil del poste se apoyará sobre rodillos o cualquier otro dispositivo que eviten esfuerzos excesivos por fricción o flexión debidos al peso propio del poste.

La carga se aplicará a 30 cm de la punta del poste y en dirección normal al eje longitudinal del mismo. Las deformaciones se medirán a partir de dicho eje longitudinal. También se tomarán lecturas de las elongaciones que se producen en una porción del poste de un metro de longitud, localizada medio metro arriba y medio metro debajo del centro de apoyo (línea de tierra).

Las pruebas serán de tres clases:

- Prueba de calidad de los materiales
- Prueba de trabajo
- Prueba de ruptura.

7.4 Prueba de Calidad de los Materiales:

Cuando **ENSA** lo estime conveniente, durante el proceso de fabricación puede nombrar inspectores que tomen muestras de los materiales empleados y efectúen las pruebas de calidad correspondientes:

- Toma de muestras de concreto según la ASTM C1064
- Toma de cilindros de concreto según la ASTM C31
- Rotura de cilindros de concreto según la norma ASTM C39.
- En el caso de los tendones y estribos de acero el fabricante deberá presentar certificado de pruebas físicas y química del acero (Mill Test Certificate), de **ENSA** requerir realizar pruebas mecánicas al acero.

ENSA se reserva el derecho de designar el o los inspectores, que supervisen el proceso de fabricación y pruebas mecánicas que se incluyen para aceptación de los lotes de postes.

El reporte de dicho inspectores se considera definitivo, para la aceptación o rechazo de los materiales probados.

7.5 Prueba de Trabajo:

Ver el acápite 7.3 y prosiga con el procedimiento que se detalla a continuación:

- a) Se aplica una carga igual al 20% de la resistencia de diseño, y se anota la deformación producida a los dos minutos de aplicada la carga. Se descarga lentamente y después de cinco minutos de relevada la carga, se anota la deformación y elongación permanente. Debe prevenirse que la fricción no sea un factor que impida la recuperación del poste.
- b) Se carga nuevamente el poste al 20% de la resistencia de diseño, se deja actuar la carga por dos minutos y se anota la deformación. Se incrementa la carga hasta el 40% de la resistencia, y después de dos minutos se anota la deformación correspondiente. Se descarga lentamente y después de cinco minutos se anota la deformación y la elongación correspondiente.
- c) El procedimiento descrito se repite aumentando la carga a incrementos del 20% de la resistencia de diseño, hasta llegar al 120%.
- d) Esta prueba se considera satisfactoria, cuando se libera la carga del 120% después del respectivo período de reposo, la deformación permanente no exceda al 20% de la deformación máxima producida con carga al 120%, sin que se desprenda concreto en la zona comprimida. Al mismo tiempo, la elongación permanente deberá ser menor al 5 por 1,000.

7.6 Prueba de Ruptura:

La prueba de ruptura se efectuará inmediatamente después de haber sometido al poste a la prueba de trabajo.

- a) Se aplica una carga igual al 20% de la resistencia de diseño y se incrementa lentamente y de manera continua, anotando las cargas y deflexiones a intervalos iguales, hasta que se produzca la ruptura del poste. Se anota entonces la carga que determinó la ruptura del poste y la deflexión máxima observada.
- b) En caso que el poste no represente ruptura violenta, se considera que ha llegado a ruptura, cuando la deflexión en la punta sea relativamente grande ante inexistentes incrementos de carga o cuando la elongación permanente del poste sea igual o mayor a un 5 por 1,000.
- c) Esta prueba se considera satisfactoria si la carga de ruptura observada es igual o mayor que la resistencia de diseño especificada para el poste, multiplicada por 2 (coeficiente de seguridad en sobrecarga).

7.7 Pruebas Misceláneas:

Todo poste que presente un acabado con fisuras de anchos superiores a 0.1 mm, o con cuarteo superficial apreciable, será considerado defectuoso, no satisfactorio o no sujeto a aceptación por parte de **ENSA**.

Todo poste que en sus dimensiones no cumpla con las tolerancias establecidas en esta especificación técnica, será considerado defectuoso, no satisfactorio y no aceptable por parte de **ENSA**.

Todo poste a ser suministrado, deberá ser inspeccionado por el fabricante y el proveedor, garantizando un correcto acabado y que todas sus dimensiones cumplan con esta especificación técnica.

8 PLANOS DE TALLER Y/O SEÑALIZACIÓN DEL MATERIAL

El proveedor debe entregar a **ENSA**, con la debida anticipación y para aprobación, los diseños de fabricación de los postes de concreto armado, que se propone suministrar.

a) Señalización

1. Cada poste deberá tener marcas legibles e imborrables, que no rebasen 3.5 metros desde la base hasta arriba, con letras y número de por lo menos 3 cm de altura por 2 cm de ancho en bajo relieve cuyo contenido será el siguiente:
 - Iniciales del fabricante;
 - Año de fabricación;
 - Capacidad del poste en daN
 - Longitud del poste (en metros);
 - Siglas **ENSA**;
 - Letra "A" en la cara A.
2. Todo poste deberá llevar una franja pintada en color azul de 3 cm de ancho por 15 cm de largo, en dirección al perímetro circular del poste, a una altura tomada desde la base que sea de 2.44 m.
3. Todo poste deberá ser pintados en su cúspide de acuerdo a su capacidad con un color que permita su fácil identificación en campo, de acuerdo a la tabla N° 4.

TABLA N°4. Colores para la Cúspide de Postes.

CAPACIDAD DEL POSTE	COLOR EN CUSPIDE
300 daN	AZUL
500 daN	NEGRO
800 daN	VERDE
1500 daN	ROJO

4. Aquellos postes con ahoyado especial para redes de cable protegido deberán venir con un franja adicional de 2" de grosor pintada alrededor de su circunferencia, utilizando el mismo color designado para la cúspide, de acuerdo con la Tabla N°4. El punto medio de esta franja debe estar a una distancia de 8-1/2" por debajo de la cúspide del poste y se debe ver claramente la separación entre esta y la coloración de la cúspide del mismo.

9 MANEJO, EMBALAJE Y TRANSPORTE

Aplicable tanto al fabricante como al proveedor de **ENSA**. Con la finalidad de evitar que se rechacen los postes por daños al ser suministrados por el proveedor, se recomienda transportar los mismos de forma adecuada. Los postes deben ser asegurados al transporte, para evitar que se muevan de un lado al otro. La parte que sobresalga no debe dejarse balancear libremente.

El poste al ser transportado o almacenado en pilas estará adecuadamente soportado por lo menos en dos puntos a lo largo del mismo; estos dos puntos deben estar a una distancia no menor del 60%, ni mayor que el 70% de la longitud del poste.

Al cargar o descargar los postes, se utilizarán herramientas adecuadas para su manejo a fin de evitar que se produzca algún deterioro, tales como: excoriaciones, grietas, fracturas o cualquier otro daño.

Los postes serán levantados con estrobos amarrados a por lo menos dos puntos en el poste. No se moverá poste alguno por un sólo punto a menos que la base ancha del poste esté firmemente apoyada impidiendo su desplazamiento.

10 TABLA DE INFORMACION PARTICULAR

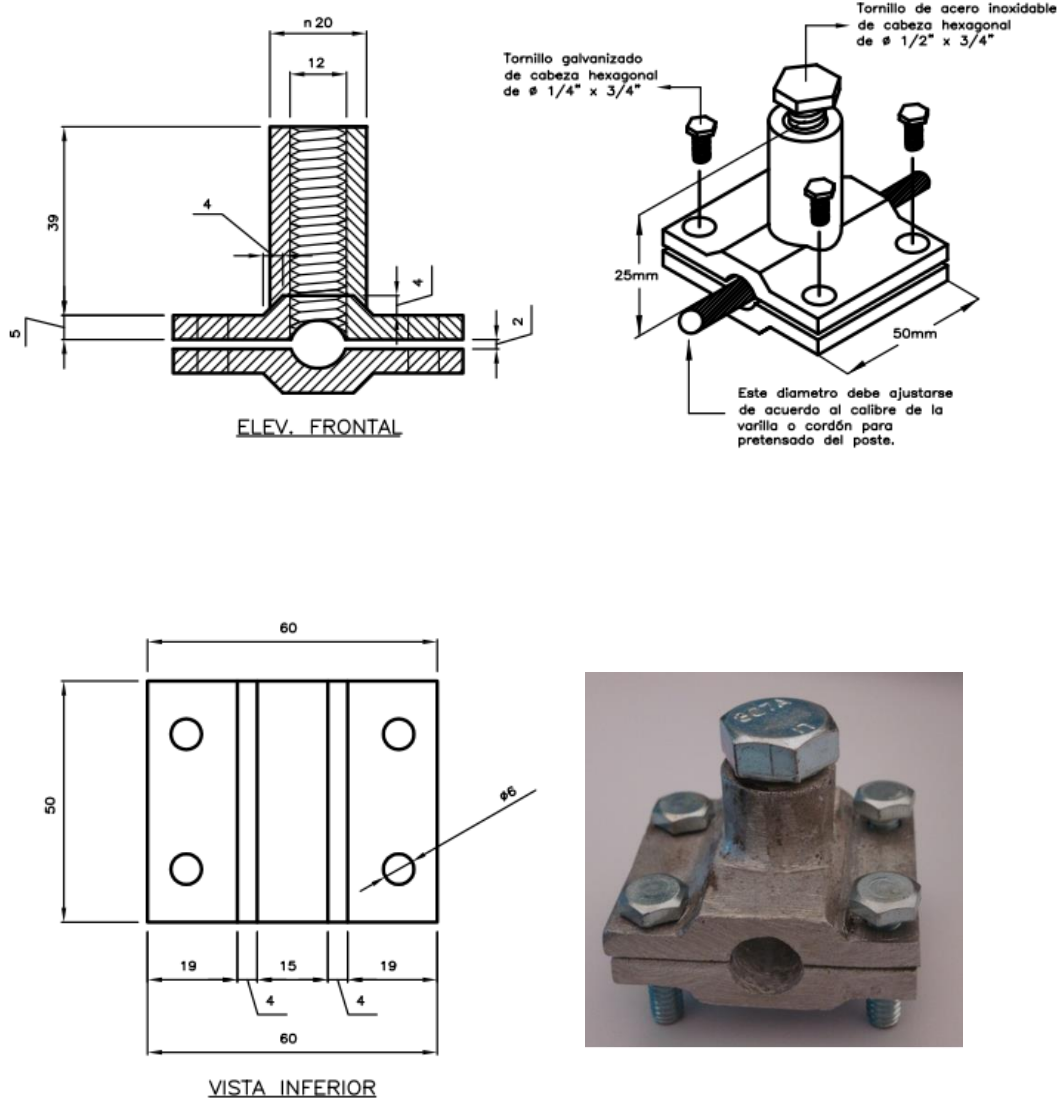
TABLA N°5
Características de Diseño de los Postes de Concreto Armado Pretensado

LARGO (m)	DIAMETRO (cm)		FUERZA ADMISIBLE APLICADA EN LA CUSPIDE (kgf)	PESO (kg)	COEFICIENTE DE SOBRE CARGA (FS)	PENDIENTE cm/m
	CUSPIDE	BASE				
8	16.5	28.5	300	520	2	1.5
	18.0	30.0	300	520	2	1.5
11	16.5	33.0	300	920	2	1.5
	18.0	34.5	500	1010	2	1.5
12	18.0	36.0	300	1140	2	1.5
	19.5	37.5	500	1200	2	1.5
	19.5	37.5	800	3759	2	1.5
14	16.5	37.5	500	1657	2	1.5
	19.5	40.5	500	1560	2	1.5
	20.00	40.50	800	4734	2	1.5
	28.57	48.57	1500	7363	2	1.5
18	19.5	46.5	800	2760	2	1.5

11 CONECTOR DE BRONCE PARA INSTALAR EN POSTES DE CONCRETO

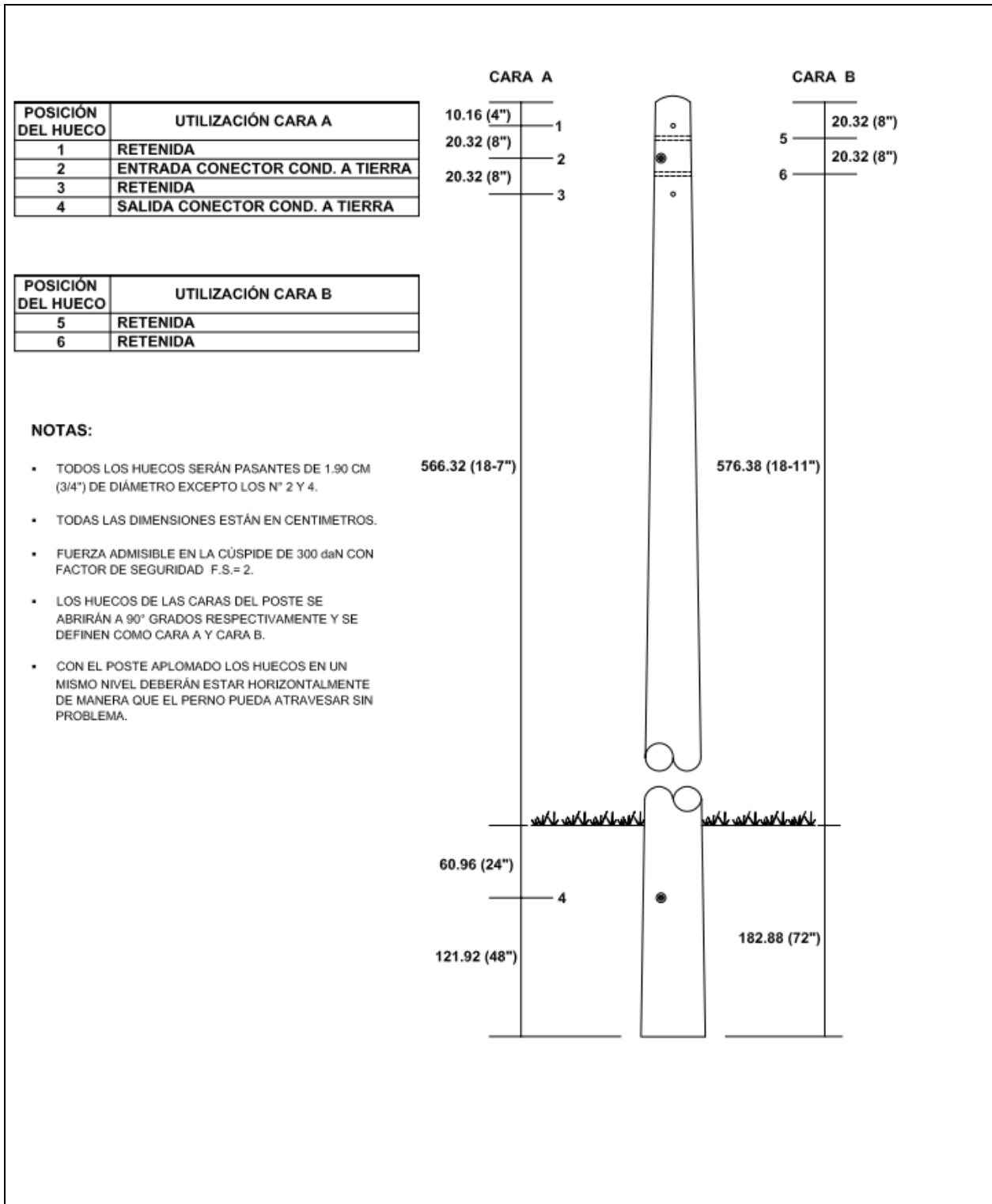
El conector de bronce para instalar en la estructura de los postes de concreto de **ENSA** debe tener una composición de metales de 70% cobre y 30% metales blandos. Se utilizara únicamente para la conexión de la bajante a tierra de los postes de concreto instalados en la red de distribución de energía eléctrica de **ENSA**. El diámetro de fijación para instalación al cable tensor del poste debe ser de acorde con el diámetro del cable tensor. Los cuatro pernos para sujeción de la pieza al cable tensor debe ser de $\frac{1}{4}'' \times \frac{3}{4}''$, de cabeza hexagonal, galvanizado. El perno para la conexión de tierra debe ser de acero inoxidable de $\frac{1}{2}'' \times \frac{3}{4}''$.

Se adquirirá esta pieza sólo de fabricante autorizado por **ENSA**.



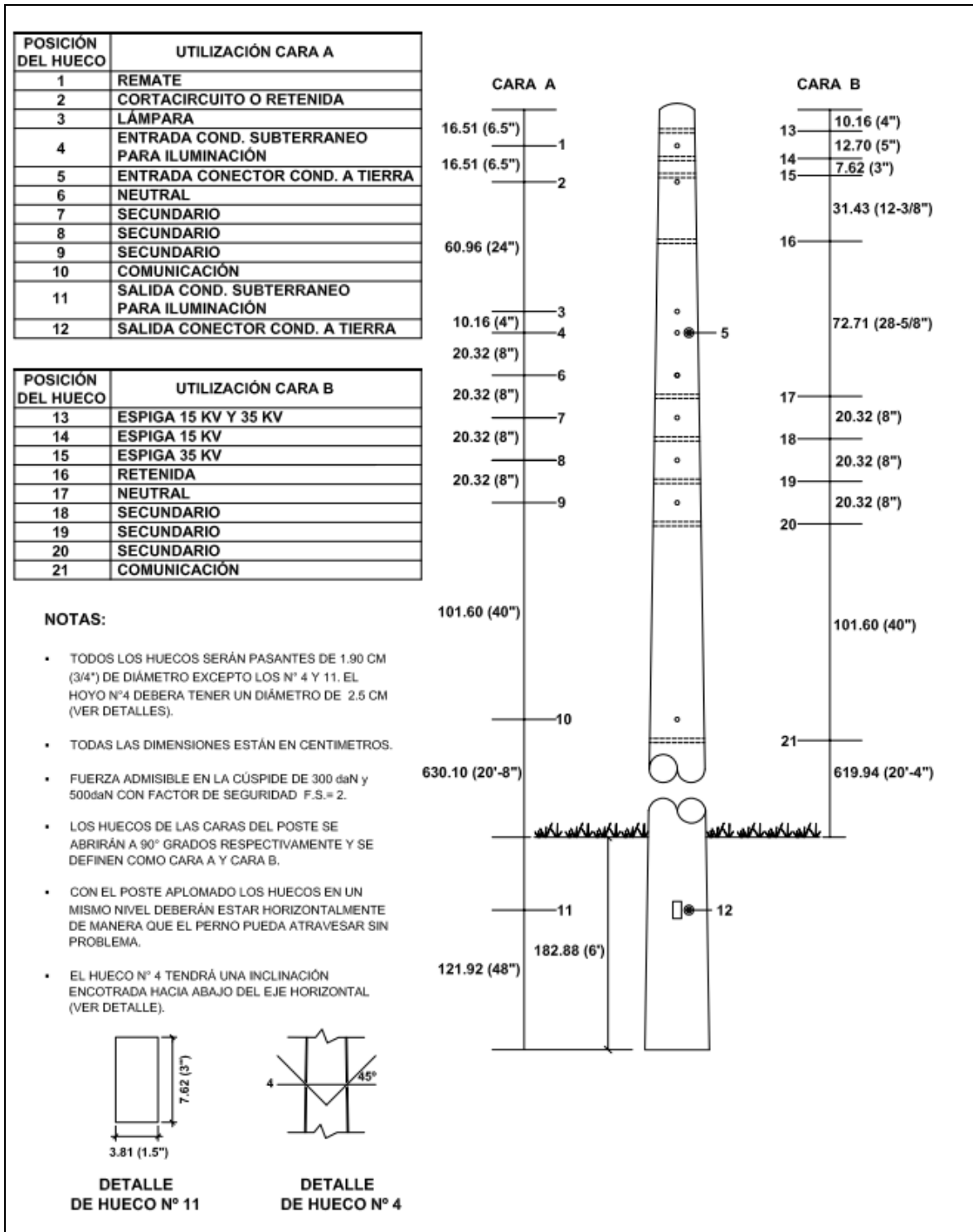
Dibujo N°3, Diseño Conector Bajante en Poste.

PATRÓN NC.PC8.04



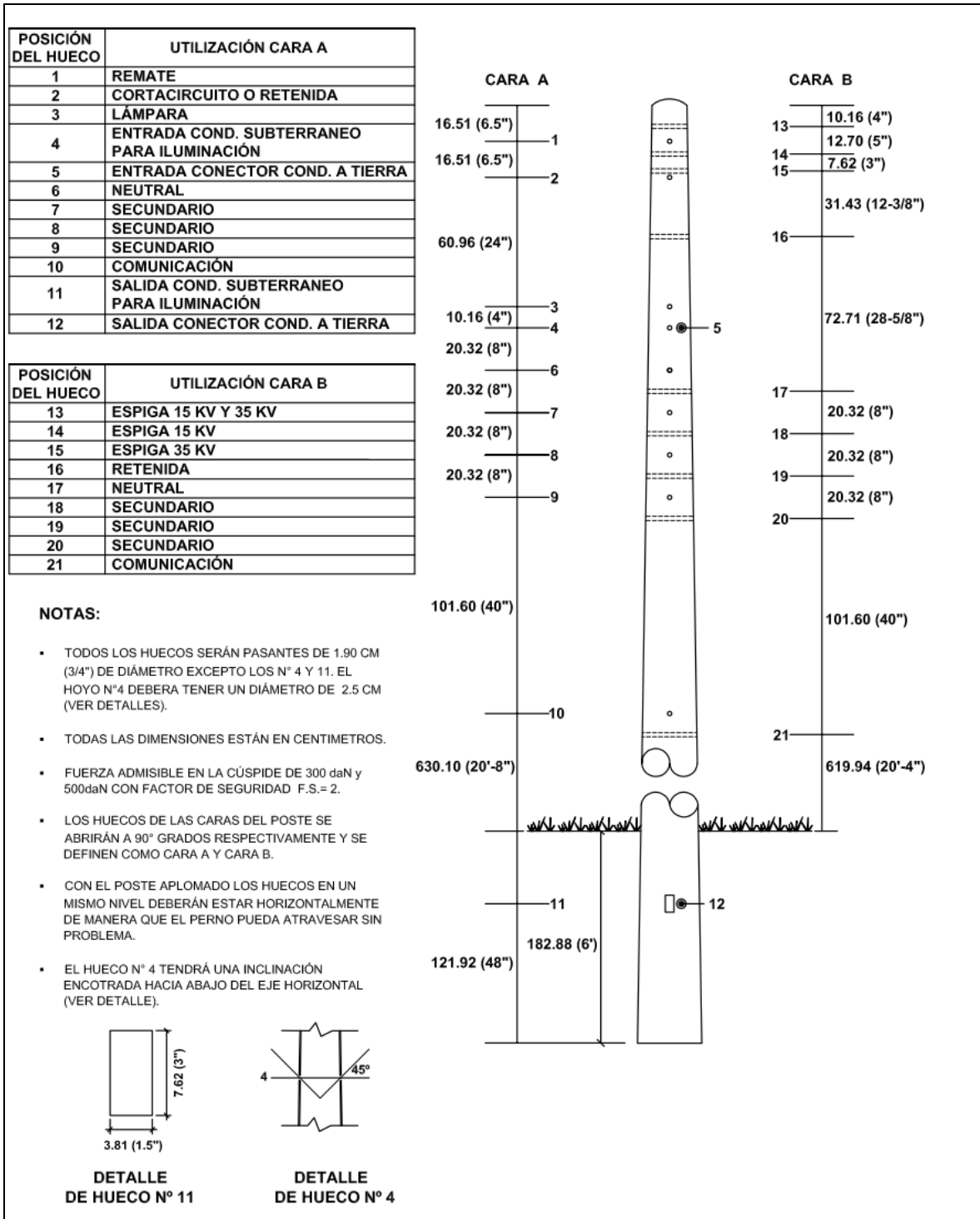
POSTE DE CONCRETO DE 8 METROS, 300daN

PATRÓN NC.PC11.05



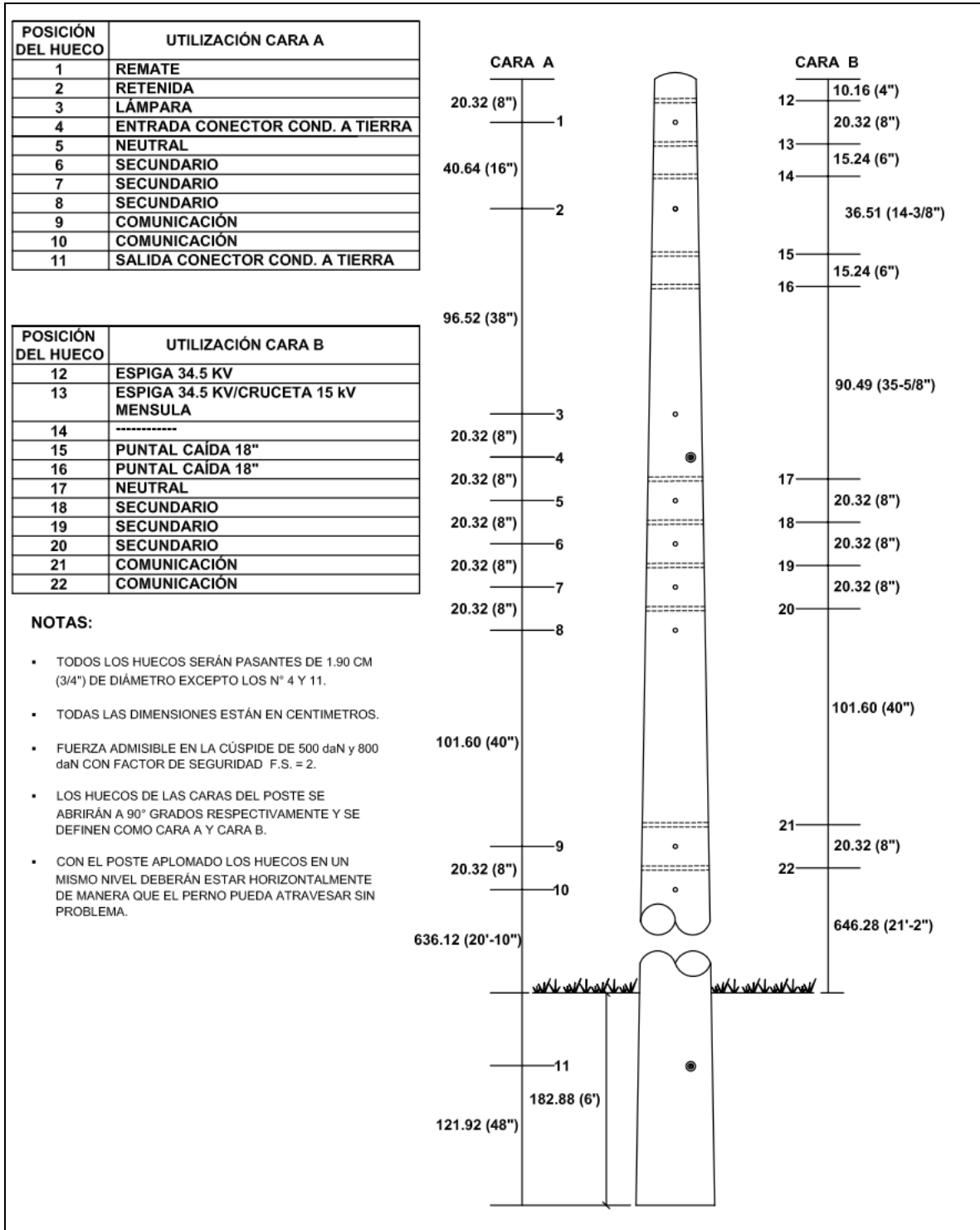
POSTE DE CONCRETO DE 11 METROS, 300daN

PATRÓN NC.PA11.09



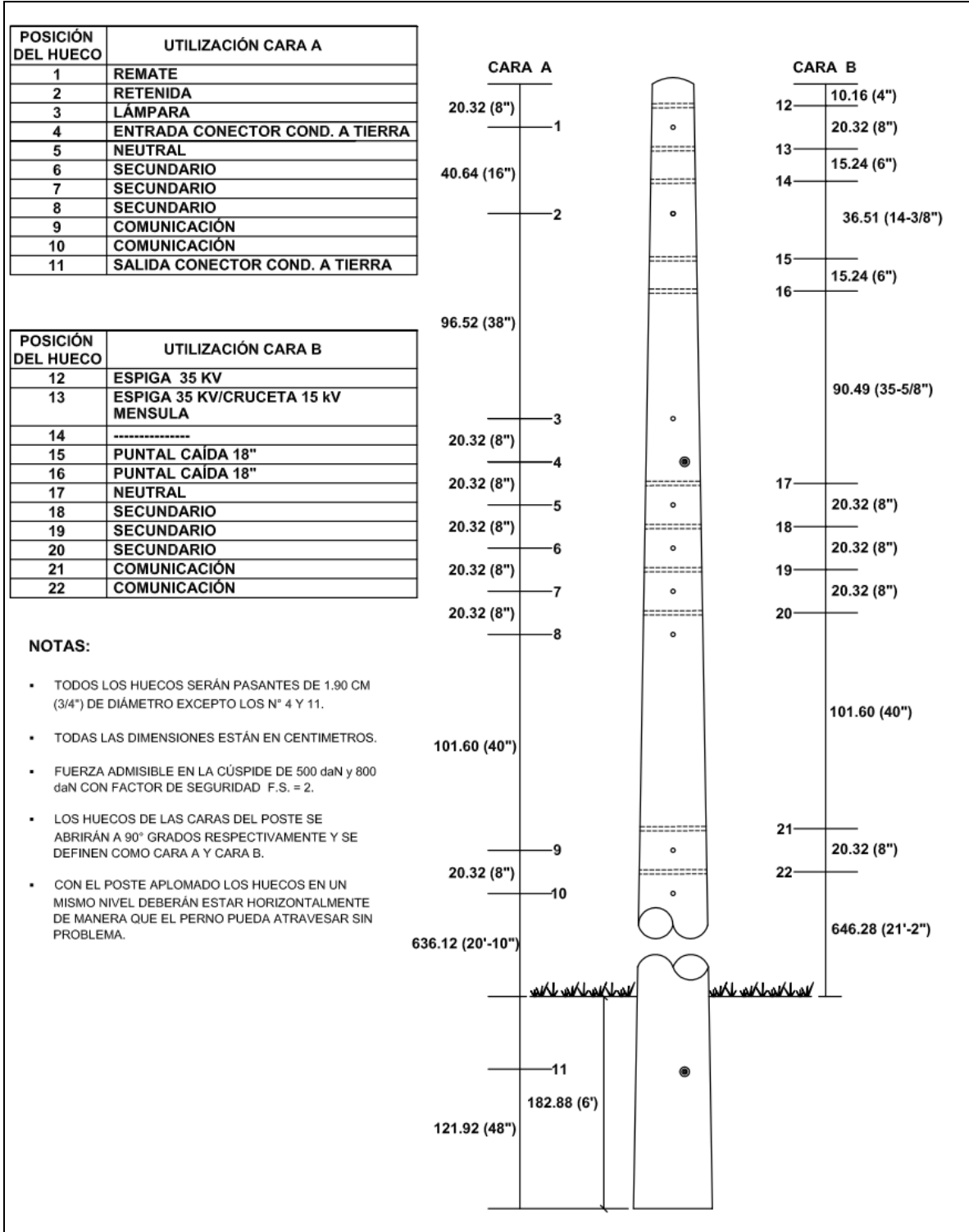
POSTE AUTOSOPORTADO DE 11 METROS, 500daN

PATRÓN NC.PC12.06



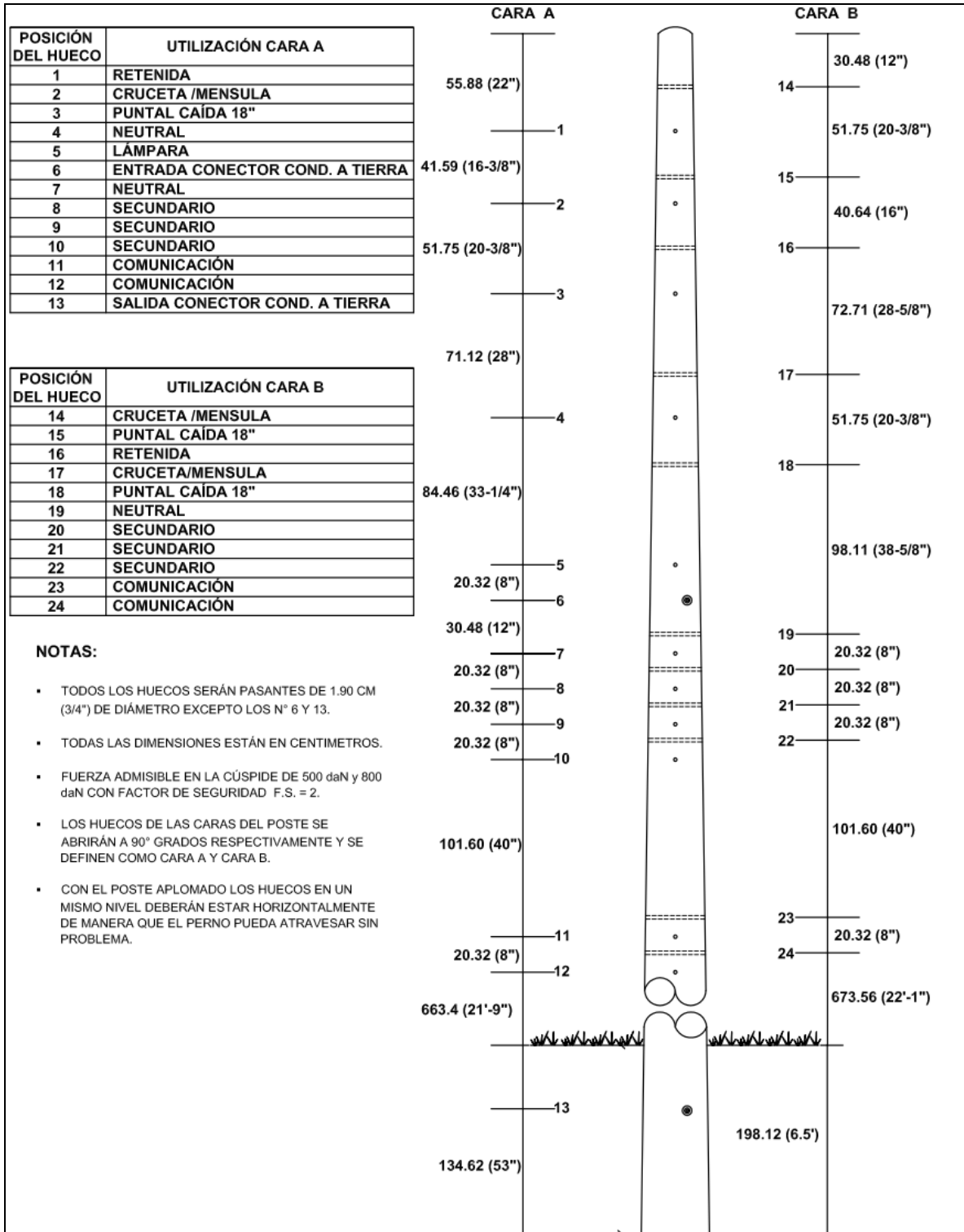
POSTE DE CONCRETO DE 12 METROS, 500daN

PATRÓN NC.PA12.10



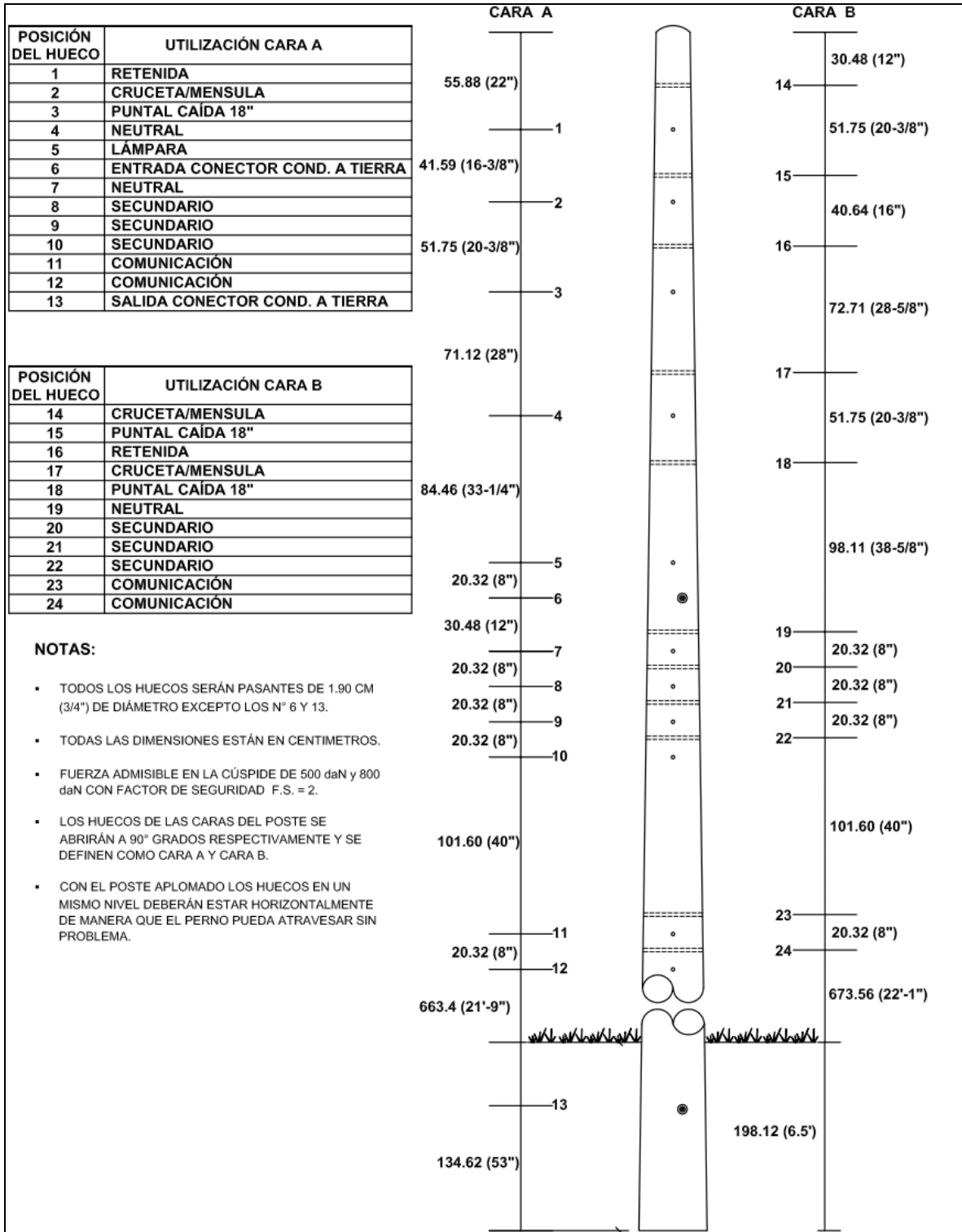
POSTE AUTOSOPORTADO DE 12 METROS, 800daN

PATRÓN NC.PC14.07



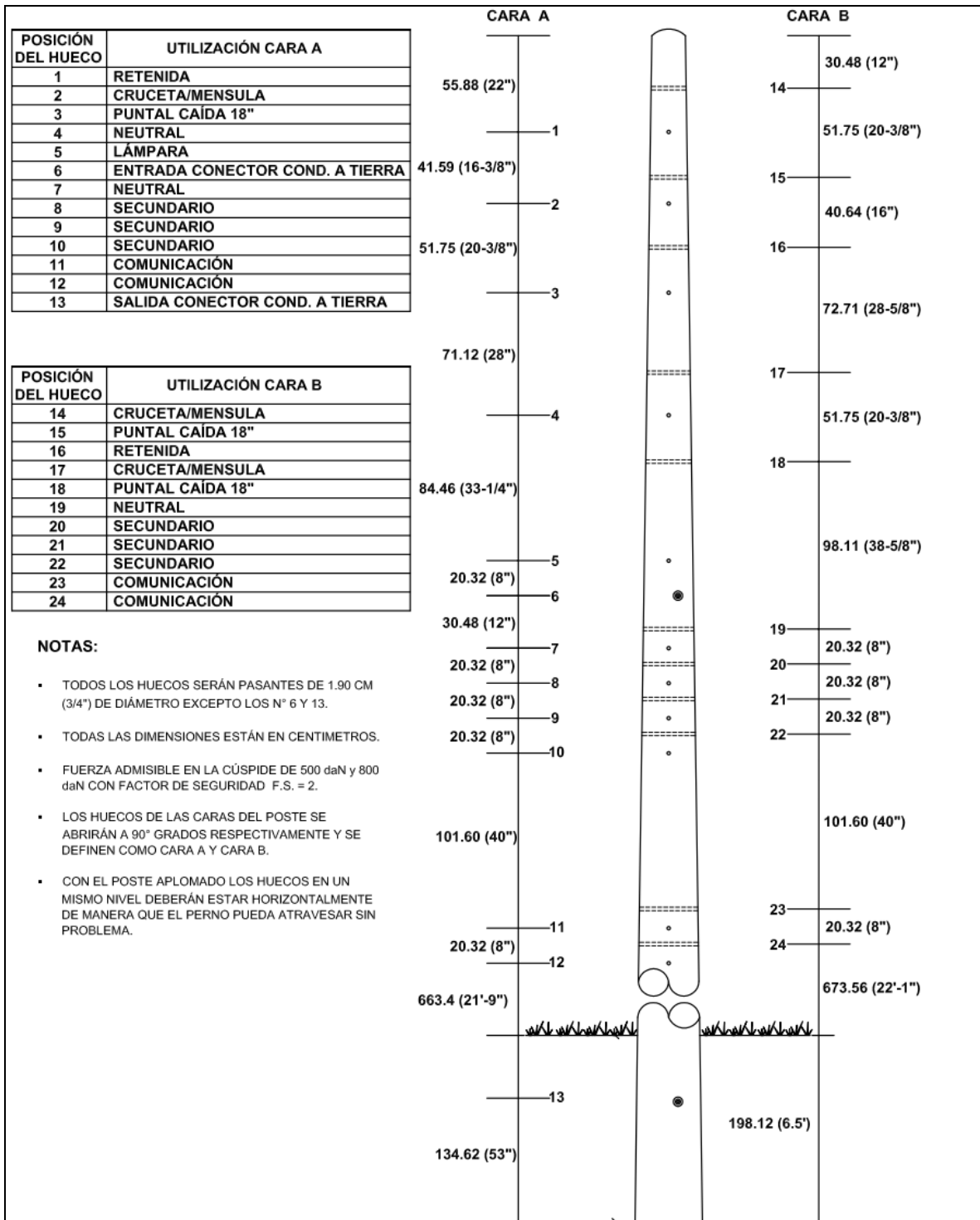
POSTE CONCRETO DE 14 METROS, 500daN

PATRÓN NC.PA14.11



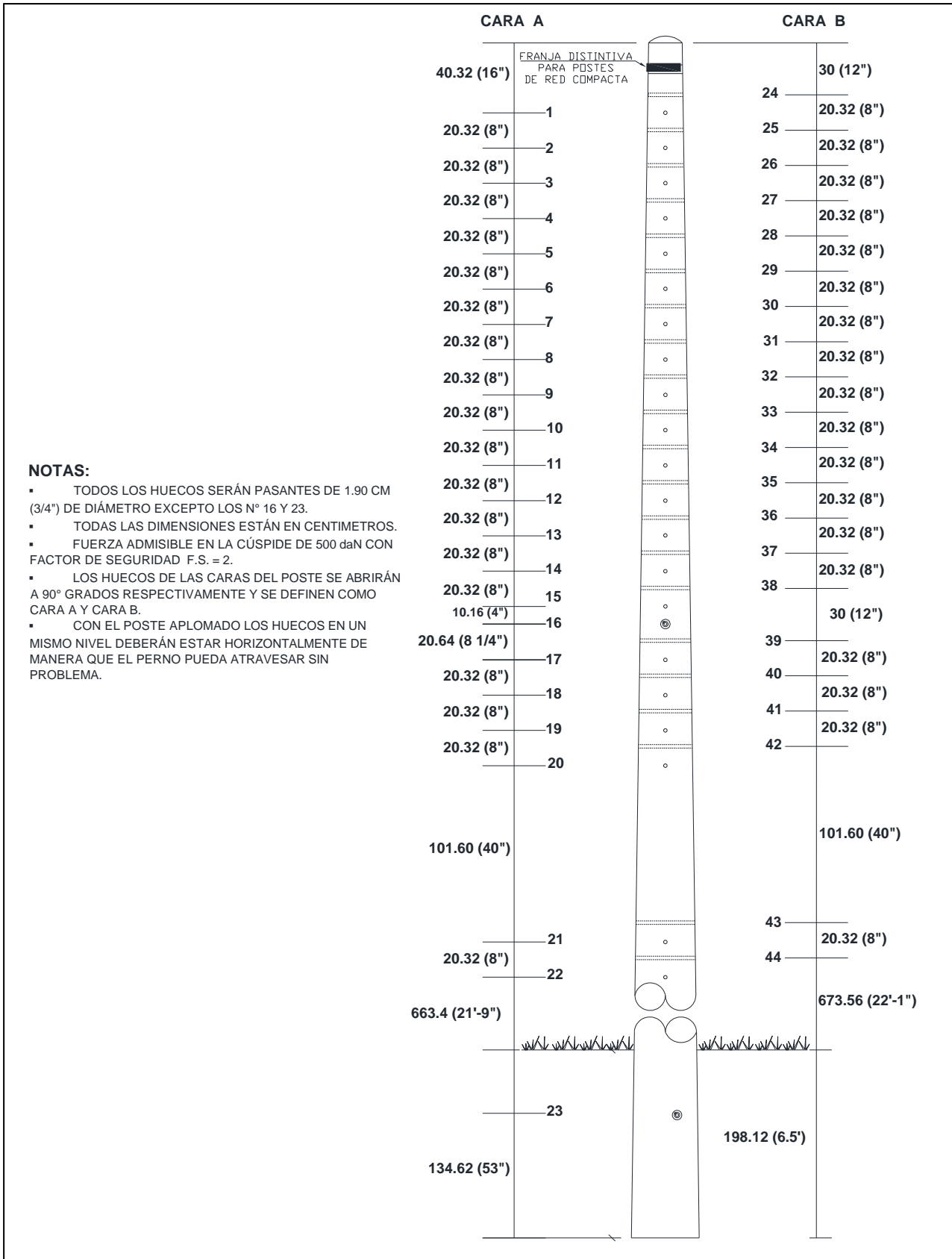
POSTE AUTOSOPORTADO DE 14 METROS, 800daN

PATRÓN NC.PA14.12



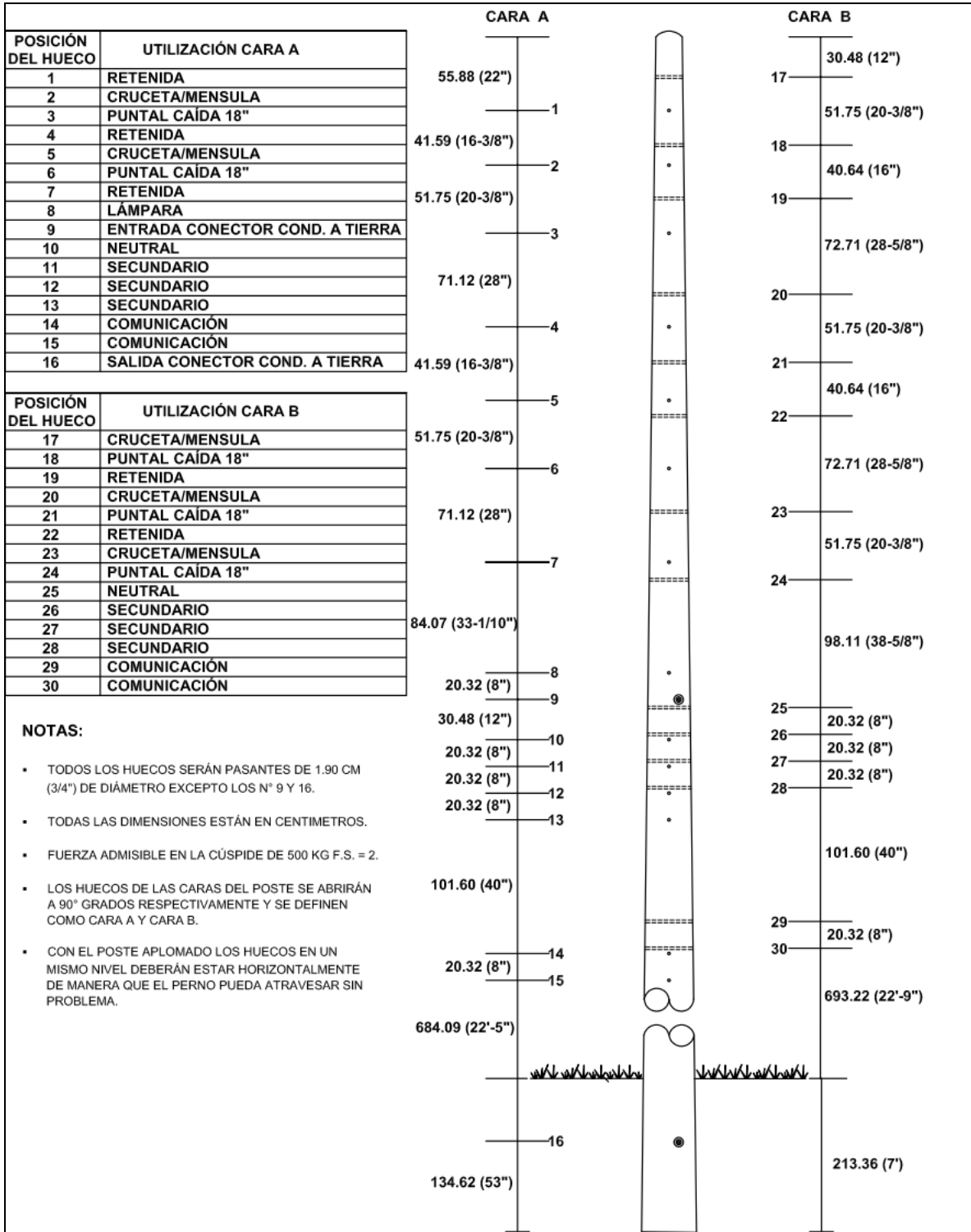
POSTE AUTOSOPORTADO DE 14 METROS, 1500daN

PATRÓN NC.PC14.13



POSTE DE CONCRETO PARA RED COMPACTA DE 14 METROS, 500daN

PATRÓN NC.PC16.08



POSTE DE CONCRETO DE 16 METROS, 500daN

