

NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Capítulo 12. REDES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA AEREA

MA-DI-02-002-001

02/02/2021 Versión 39.0



Grupo·epm®

MACROPROCESO: DISTRIBUCIÓN
PROCESO: INGENIERÍA
SUBPROCESO: NA

Este documento es confidencial y para uso exclusivo de CHEC S.A. E.S.P.

VERSIÓN NO.	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	MOTIVO	CAP. Y PÁG. AFECTADA
		Ver Cap. 1 Presentación y Objetivos		

	ELABORÓ/MODIFICÓ	REVISÓ	APROBÓ
CARGO:	CET	Comité de Normas	Comité de Normas
NOMBRE:	CET	Comité de Normas	Comité de Normas
FECHA:	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021

CHEC. Todos los derechos reservados. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación expresa de CHEC

TABLA DE CONTENIDO

12.	REDES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA AEREA	3
12.1.	TENSIÓN NOMINAL.....	3
12.2.	CONFIGURACIÓN DE LA RED	3
12.3.	CONDUCTORES	3
12.3.1.	CABLES DÚPLEX, TRÍPLEX Y CUÁDRUPLEX	4
12.3.2.	MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN	5
12.3.3.	CAPACIDAD DE CORRIENTE	5
12.3.4.	FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURA AMBIENTE	7
12.3.5.	TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.....	7
12.4.	APOYOS.....	20
12.4.1.	CIMENTACIÓN.....	23
12.4.2.	LOCALIZACIÓN E INTERDISTANCIA.....	23
12.5.	AISLAMIENTO – SOPORTE AISLADO	24
12.6.	HERRAJES.....	25
12.7.	TIPOS DE ESTRUCTURAS	25
12.7.1.	SUSPENSIÓN SENCILLA.....	26
12.7.2.	SUSPENSIÓN EN ÁNGULO, CON VIENTO.....	26
12.7.3.	TERMINAL	26
12.7.4.	RETENCIÓN	26
12.8.	TEMPLETES	27
12.9.	EMPALMES Y DERIVACIONES.....	27
12.9.1.	DERIVACIÓN DE ACOMETIDAS.....	28

12. REDES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA AEREA

12.1. TENSIÓN NOMINAL

En circuitos con alimentación monofásica la tensión nominal será **240/120 V**.

En redes trifásicas residenciales la tensión de servicio nominal es de **208/120 V**.

No se permitirá la utilización de redes servidas por transformadores con tensión secundario nominal 220/127 V en zonas residenciales.

En zonas industriales se podrá analizar su conveniencia, pero la autorización será impartida por la División de Distribución.

12.2. CONFIGURACIÓN DE LA RED

En todo diseño las redes de distribución secundaria tendrán configuración radial.

El calibre de las fases y del neutro siempre será igual en redes de distribución de baja tensión.¹

La red de uso general siempre será trifilar si el transformador es monofásico y trifásica si el transformador es trifásico. Cuando el diseño consagre el empleo de subestaciones trifásicas, no se permitirá la construcción de redes de uso general trifilares o monofásicas.

12.3. CONDUCTORES

En las redes de distribución secundaria aéreas se emplearán conductores tipo ASC (Aluminum Stranded Conductors) o cobre, con aislamiento THHN/THWN o XLPE.

Así mismo se emplearán conductores TRIPLEX y CUÁDRUPLEX con aluminio 1350 o aleación de aluminio con silicio y magnesio 6201 AAAC para las fases y aleación AAAC o ACSR para el neutro portante. No se requiere aislamiento para el neutro portante.

¹ Modificado en diciembre 20 de 2011

Se permitirá el uso de conductores ACSR para las fases en la construcción de redes de baja tensión exclusivamente en zona rural para vanos de longitud superior a los analizados en las tablas del numeral **12.3.6**.

En redes separadas 10 cm el conductor neutro siempre irá en la posición superior y las fases siempre se conectarán así:

La superior siempre será la fase A o R.
La siguiente siempre será la fase B o S.
La siguiente siempre será la fase C o T.

Los calibres mínimos a ser empleados las fases de las redes de baja tensión serán:

MATERIAL	CALIBRE
COBRE XLPE – THHN/THWN	4 AWG
ALUMINIO ASC XLPE – THHN/THWN	2 AWG
ALEACIÓN AAAC XLPE – THHN/THWN	2 AWG

No obstante, primará la selección del conductor económico de acuerdo a los planes de expansión que considere la CHEC.

Los conductores tendrán una tensión final no mayor del 35.7% de su carga de ruptura, a la temperatura promedio de la región y sin carga de viento.

En zona urbana y/o rural el calibre del conductor neutro será como mínimo igual al empleado en las fases.²

12.3.1. CABLES DÚPLEX, TRÍPLEX Y CUÁDRUPLEX

Los cables aéreos aislados y suspensión propia, están formados de uno, dos o tres conductores de fase, cableados alrededor de un mensajero, desnudo o aislado, el cual además de soportar el cable actúa como conductor neutro. El esfuerzo de tracción del cable es soportado por el conductor portante.

Para vanos superiores a 150 m el conductor neutro debe calcularse para soportar adecuadamente el peso compartido del conductor, sin sobrepasar la carga crítica calculada con un factor de seguridad de 2.8 como mínimo (Tensión de trabajo del 35.7%)

² Cambiado en diciembre 20 de 2012

Las conexiones para las acometidas pueden hacerse en cualquier punto del tramo comprendido entre los postes y no necesariamente en éstos.

12.3.2. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN

Se marca una de las fases o el neutro si es aislado con la información siguiente:

- a) Calibre del conductor AWG.
- b) Material del conductor.
- c) Tipo de aislamiento (XLPE, THHN, THWN).
- d) Tensión nominal 600 V.
- e) Nombre del fabricante.
- f) Tipo de cableado.
- g) Contrato de suministro No. XX cuando es adquirido por CHEC.

El intervalo debe repetirse a intervalos no mayores de 100 cm. El rotulado será impreso en forma indeleble.³

Cuando el neutro es aislado, la información del cable va sobre él y c/u de las fases identificadas A, B o C. En tales condiciones llevará en toda su extensión una franja en color amarillo que lo identifica.

Las fases pueden identificarse alto relieve alternativamente. En éste caso llevará una vena sobresaliente en el aislamiento para la fase A, dos para la B y tres para la C.

Puede marcarse uno de los conductores con metraje secuencial, aunque para adquisiciones propias o contratos de construcción de obra externa se exigirá permanentemente.

12.3.3. CAPACIDAD DE CORRIENTE

Las tablas siguientes indican las capacidades de corriente para conductores de aluminio y cobre suave en instalación al aire libre, para una temperatura ambiente de 30 ° C y temperatura del conductor de 75 ° C y 90 ° C.

³ Modificado en diciembre 20 de 2011

Tabla 1. CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA CONDUCTOR DE ALUMINIO (A)

CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA CONDUCTOR DE ALUMINIO (A)				
CALIBRE AWG o MCM	75 ° C THW, THHW, THWN		90 ° C THHN, THWN-2	
	Cables monopolares	Cables monopolares Ductos (no más de 3)	Cables monopolares	Cables monopolares Ductos (no más de 3)
2	135	90	150	100
1/0	180	120	205	135
2/0	210	135	235	150
3/0	240	155	275	175
4/0	280	180	315	205
250	315	205	355	230
300	350	230	395	255

Fuente: Tablas 310-16 y 310-17 del Código Eléctrico Colombiano.

Tabla 2. CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA CONDUCTOR DE COBRE (A)

CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA CONDUCTOR DE COBRE (A)				
CALIBRE AWG O MCM	75 ° C THW, THHW, THWN		90 ° C THHN, THWN-2	
	Cables Monopolares	Cables monopolares Ductos (no más de 3)	Cables Monopolares	Cables monopolares Ductos (no más de 3)
8	70	50	80	55
6	95	65	105	75
4	125	85	140	95
2	170	115	190	130
1/0	230	150	260	170
2/0	265	175	300	195
3/0	310	200	350	225
4/0	360	230	405	260
250	405	255	455	290
300	445	285	505	320
500	620	380	700	430

Fuente: Tablas 310-16 y 310-17 del Código Eléctrico Colombiano.

12.3.4. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURA AMBIENTE

TEMPERATURA AMBIENTE °C	60 ° C	75 ° C	90 ° C
21 – 25	1,08	1,05	1,04
26 – 30	1,00	1,00	1,00
31 – 35	0,91	0,94	0,96
36 – 40	0,82	0,86	0,91
41 – 45	0,71	0,82	0,87
46 – 50	0,58	0,75	0,82
51 – 55	0,41	0,67	0,76
56 – 60	0,58	0,71
61 – 70	0,33	0,58
71 - 80	0,41

Fuente: Tabla 310-16 del Código Eléctrico Nacional

12.3.5. TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO

A continuación, se aprecian las tensiones de tendido y las flechas para el conductor TRIPLEX 2 X 2 AWG + 2 AAAC con un factor de seguridad máximo de 2.8 (35.7% de la tensión de ruptura), fuerza de viento de 60 km/h, vanos entre 50 y 600 m y temperaturas entre 10 y 50 °C.

La tensión de ruptura del conductor portante es de 1,272 kgf, su peso es de 344 kg/km y el conductor neutro se asimila al ASC 2 AWG en lo relacionado con la conductividad.

La tabla siguiente permite conocer los vanos permitidos a las temperaturas que se indican sin disminuir el factor de seguridad de 2.8:

Tabla 3. VANOS MÁXIMOS PERMITIDOS PARA TRIPLEX 2 AAAC

CABLE TRIPLEX 2 X 2 AAC + 77.5 kcmil AAAC (EQUIV. 2 AWG) VIENTO 60 Km/h FS 2.8				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. SEG.
50	15	429.63	0.384	2.96
50	20	403.01	0.410	3.16
50	25	376.91	0.438	3.37
50	30	351.46	0.470	3.62
50	35	326.78	0.505	3.89
50	40	303.05	0.545	4.20
50	45	280.43	0.589	4.54
50	50	259.10	0.637	4.91
60	15	431.45	0.551	2.95
60	20	405.81	0.586	3.13
60	25	380.83	0.624	3.34
60	30	356.62	0.667	3.57
60	35	333.30	0.713	3.82
60	40	311.03	0.764	4.09
60	45	289.95	0.820	4.39
60	50	270.17	0.880	4.71
70	15	433.44	0.747	2.93
70	20	408.85	0.791	3.11
70	25	385.02	0.840	3.30
70	30	362.04	0.894	3.51
70	35	340.04	0.952	3.74
70	40	319.14	1.014	3.99
70	45	299.42	1.081	4.25
70	50	280.98	1.152	4.53
80	15	435.55	0.970	2.92
80	20	412.04	1.026	3.09
80	25	389.35	1.086	3.27
80	30	367.58	1.150	3.46
80	35	346.83	1.219	3.67
80	40	327.17	1.292	3.89
80	45	308.68	1.369	4.12
80	50	291.40	1.450	4.37
90	15	437.74	1.222	2.91
90	20	415.30	1.288	3.06
90	25	393.74	1.359	3.23
90	30	373.12	1.434	3.41
90	35	353.53	1.513	3.60
90	40	335.02	1.597	3.80
90	45	317.62	1.684	4.00

CABLE TRIPLEX 2 X 2 AAC + 77.5 kcmil AAAC (EQUIV. 2 AWG) VIENTO 60 Km/h FS 2.8				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. SEG.
90	50	301.37	1.775	4.22
100	15	439.97	1.501	2.89
100	20	418.59	1.578	3.04
100	25	398.11	1.659	3.20
100	30	378.59	1.744	3.36
100	35	360.07	1.834	3.53
100	40	342.60	1.928	3.71
100	45	326.18	2.025	3.90
100	50	310.83	2.125	4.09
110	15	442.20	1.807	2.88
110	20	421.85	1.894	3.02
110	25	402.41	1.986	3.16
110	30	383.91	2.081	3.31
110	35	366.39	2.181	3.47
110	40	349.87	2.284	3.64
110	45	334.35	2.390	3.80
110	50	319.81	2.499	3.98
120	15	444.41	2.140	2.86
120	20	425.05	2.237	2.99
120	25	406.60	2.339	3.13
120	30	389.06	2.444	3.27
120	35	372.47	2.553	3.42
120	40	356.82	2.665	3.56
120	45	342.10	2.780	3.72
120	50	328.30	2.897	3.87
130	15	446.57	2.499	2.85
130	20	428.17	2.607	2.97
130	25	410.65	2.718	3.10
130	30	394.01	2.833	3.23
130	35	378.28	2.951	3.36
130	40	363.42	3.071	3.50
130	45	349.44	3.194	3.64
130	50	336.31	3.319	3.78
140	15	448.67	2.885	2.84
140	20	431.18	3.002	2.95
140	25	414.54	3.123	3.07
140	30	398.75	3.246	3.19
140	35	383.81	3.373	3.31
140	40	369.69	3.501	3.44
140	45	356.39	3.632	3.57
140	50	343.87	3.764	3.70

CABLE TRIPLEX 2 X 2 AAC + 77.5 kcmil AAAC (EQUIV. 2 AWG) VIENTO 60 Km/h FS 2.8				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. SEG.
150	15	450.70	3.297	2.82
150	20	434.08	3.423	2.93
150	25	418.27	3.553	3.04
150	30	403.26	3.685	3.15
150	35	389.06	3.819	3.27
150	40	375.63	3.956	3.39
150	45	362.95	4.094	3.50
150	50	351.01	4.233	3.62
160	15	452.66	3.735	2.81
160	20	436.85	3.870	2.91
160	25	421.82	4.008	3.02
160	30	407.56	4.148	3.12
160	35	394.04	4.291	3.23
160	40	381.24	4.435	3.34
160	45	369.15	4.580	3.45
160	50	357.73	4.726	3.56
170	20	439.50	4.343	2.89
170	25	425.20	4.489	2.99
170	30	411.62	4.637	3.09
170	35	398.75	4.787	3.19
170	40	386.55	4.938	3.29
170	45	375.00	5.090	3.39
170	50	364.07	5.242	3.49
180	20	442.01	4.841	2.88
180	25	428.41	4.995	2.97
180	30	415.48	5.150	3.06
180	35	403.20	5.307	3.15
180	40	391.56	5.465	3.25
180	45	380.52	5.623	3.34
180	50	370.05	5.782	3.44
190	20	444.40	5.365	2.86
190	25	431.45	5.526	2.95
190	30	419.12	5.688	3.03
190	35	407.41	5.852	3.12
190	40	396.28	6.016	3.21
190	45	385.72	6.181	3.30
190	50	375.69	6.346	3.39
200	20	446.66	5.914	2.85
200	25	434.32	6.082	2.93
200	30	422.57	6.251	3.01
200	35	411.38	6.421	3.09

CABLE TRIPLEX 2 X 2 AAC + 77.5 kcmil AAAC (EQUIV. 2 AWG) VIENTO 60 Km/h FS 2.8				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. SEG.
200	40	400.74	6.592	3.17
200	45	390.63	6.763	3.26
200	50	381.01	6.933	3.34
210	20	448.80	6.489	2.83
210	25	437.03	6.664	2.91
210	30	425.82	6.840	2.99
210	35	415.13	7.016	3.06
210	40	404.95	7.192	3.14
210	45	395.26	7.369	3.22
210	50	386.02	7.545	3.30
220	20	450.82	7.090	2.82
220	25	439.60	7.271	2.89
220	30	428.89	7.453	2.97
220	35	418.67	7.635	3.04
220	40	408.92	7.817	3.11
220	45	399.62	7.999	3.18
220	50	390.75	8.180	3.26
230	20	452.73	7.717	2.81
230	25	442.02	7.904	2.88
230	30	431.78	8.091	2.95
230	35	422.01	8.279	3.01
230	40	412.67	8.466	3.08
230	45	403.74	8.653	3.15
230	50	395.22	8.840	3.22
240	25	444.30	8.562	2.86
240	30	434.51	8.755	2.93
240	35	425.15	8.947	2.99
240	40	416.20	9.140	3.06
240	45	407.63	9.332	3.12
240	50	399.43	9.524	3.18
250	25	446.46	9.245	2.85
250	30	437.09	9.443	2.91
250	35	428.12	9.641	2.97
250	40	419.53	9.839	3.03
250	45	411.30	10.035	3.09
250	50	403.42	10.232	3.15
260	25	448.49	9.954	2.84
260	30	439.52	10.157	2.89
260	35	430.93	10.360	2.95
260	40	422.68	10.562	3.01
260	45	414.77	10.764	3.07

CABLE TRIPLEX 2 X 2 AAC + 77.5 kcmil AAAC (EQUIV. 2 AWG) VIENTO 60 Km/h FS 2.8				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. SEG.
260	50	407.18	10.964	3.12
270	25	450.41	10.689	2.82
270	30	441.82	10.897	2.88
270	35	433.57	11.104	2.93
270	40	425.65	11.311	2.99
270	45	418.04	11.517	3.04
270	50	410.74	11.722	3.10
280	25	452.22	11.450	2.81
280	30	443.98	11.662	2.86
280	35	436.07	11.874	2.92
280	40	428.46	12.084	2.97
280	45	421.14	12.294	3.02
280	50	414.10	12.503	3.07
290	25	453.92	12.236	2.80
290	30	446.03	12.452	2.85
290	35	438.43	12.668	2.90
290	40	431.11	12.883	2.95
290	45	424.07	13.097	3.00
290	50	417.28	13.310	3.05
300	30	447.96	13.269	2.84
300	35	440.66	13.488	2.89
300	40	433.62	13.707	2.93
300	45	426.84	13.925	2.98
300	50	420.29	14.142	3.03
310	30	449.78	14.110	2.83
310	35	442.77	14.334	2.87
310	40	435.99	14.557	2.92
310	45	429.46	14.778	2.96
310	50	423.15	14.999	3.01
320	30	451.51	14.978	2.82
320	35	444.76	15.205	2.86
320	40	438.24	15.432	2.90
320	45	431.94	15.657	2.94
320	50	425.85	15.880	2.99
330	30	453.14	15.871	2.81
330	35	446.64	16.102	2.85
330	40	440.36	16.332	2.89
330	45	434.29	16.560	2.93
330	50	428.41	16.787	2.97
340	35	448.43	17.025	2.84
340	40	442.38	17.258	2.88

CABLE TRIPLEX 2 X 2 AAC + 77.5 kcmil AAAC (EQUIV. 2 AWG) VIENTO 60 Km/h FS 2.8				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. SEG.
340	45	436.52	17.489	2.91
340	50	430.84	17.720	2.95
350	35	450.12	17.973	2.83
350	40	444.28	18.209	2.86
350	45	438.63	18.444	2.90
350	50	433.15	18.678	2.94
360	35	451.72	18.948	2.82
360	40	446.09	19.187	2.85
360	45	440.63	19.424	2.89
360	50	435.34	19.661	2.92
370	35	453.24	19.948	2.81
370	40	447.81	20.190	2.84
370	45	442.54	20.430	2.87
370	50	437.41	20.669	2.91
380	40	449.44	21.219	2.83
380	45	444.34	21.462	2.86
380	50	439.39	21.704	2.89
390	40	450.98	22.273	2.82
390	45	446.06	22.519	2.85
390	50	441.27	22.764	2.88
400	40	452.45	23.354	2.81
400	45	447.69	23.603	2.84
400	50	443.06	23.850	2.87
410	40	453.85	24.461	2.80
410	45	449.25	24.712	2.83
410	50	444.76	24.961	2.86
420	45	450.72	25.847	2.82
420	50	446.38	26.099	2.85
430	45	452.13	27.008	2.81
430	50	447.92	27.262	2.84
440	45	453.47	28.195	2.81
440	50	449.39	28.451	2.83
450	50	450.79	29.667	2.82
460	50	452.13	30.908	2.81
470	50	453.41	32.176	2.81

De igual manera, para el conductor TRIPLEX 2 X 1/0 + 2 en material de aleación AAAC, con 39.25 mm² de área para el conductor portante (77.5 kcmil), 8.05 mm de diámetro, 469 kg/km para el conductor completo, tensión de ruptura 1,272 kg, se tendrán los siguientes vanos máximos:

CABLE TRIPLEX 2 X 1/0 AAC + 77.5 kcmil AAAC (2 AWG) VIENTO 60 KM/H F.S. = 2.8 MIN.				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. DE SEG.
50	15	430.959	0.447	2.95
50	20	405.976	0.475	3.13
50	25	381.713	0.505	3.33
50	30	358.285	0.538	3.55
50	35	335.816	0.574	3.79
50	40	314.430	0.613	4.05
50	45	294.245	0.655	4.32
50	50	275.357	0.700	4.62
60	15	433.114	0.641	2.94
60	20	409.566	0.678	3.11
60	25	386.847	0.718	3.29
60	30	365.053	0.761	3.48
60	35	344.280	0.807	3.69
60	40	324.614	0.855	3.92
60	45	306.122	0.907	4.16
60	50	288.851	0.961	4.40
70	15	435.374	0.868	2.92
70	20	413.276	0.915	3.08
70	25	392.068	0.964	3.24
70	30	371.824	1.016	3.42
70	35	352.608	1.072	3.61
70	40	334.469	1.130	3.80
70	45	317.439	1.191	4.01
70	50	301.533	1.253	4.22
80	15	437.666	1.128	2.91
80	20	416.989	1.184	3.05
80	25	397.226	1.243	3.20
80	30	378.424	1.304	3.36
80	35	360.619	1.369	3.53
80	40	343.836	1.436	3.70
80	45	328.079	1.505	3.88
80	50	313.343	1.575	4.06
90	15	439.935	1.420	2.89
90	20	420.624	1.485	3.02
90	25	402.218	1.553	3.16
90	30	384.744	1.624	3.31
90	35	368.217	1.697	3.45
90	40	352.639	1.772	3.61
90	45	338.002	1.848	3.76
90	50	324.286	1.927	3.92
100	15	442.140	1.745	2.88

CABLE TRIPLEX 2 X 1/0 AAC + 77.5 kcmil AAAC (2 AWG) VIENTO 60 KM/H F.S. = 2.8 MIN.				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. DE SEG.
100	20	424.123	1.819	3.00
100	25	406.981	1.895	3.13
100	30	390.725	1.974	3.26
100	35	375.352	2.055	3.39
100	40	360.854	2.137	3.52
100	45	347.212	2.221	3.66
100	50	334.399	2.307	3.80
110	15	444.253	2.101	2.86
110	20	427.450	2.183	2.98
110	25	411.479	2.268	3.09
110	30	396.337	2.355	3.21
110	35	382.011	2.443	3.33
110	40	368.485	2.533	3.45
110	45	355.734	2.624	3.58
110	50	343.730	2.715	3.70
120	15	446.255	2.489	2.85
120	20	430.586	2.580	2.95
120	25	415.695	2.672	3.06
120	30	401.572	2.766	3.17
120	35	388.198	2.861	3.28
120	40	375.552	2.958	3.39
120	45	363.607	3.055	3.50
120	50	352.333	3.152	3.61
130	15	448.139	2.909	2.84
130	20	433.521	3.007	2.93
130	25	419.625	3.106	3.03
130	30	406.435	3.207	3.13
130	35	393.929	3.309	3.23
130	40	382.083	3.412	3.33
130	45	370.871	3.515	3.43
130	50	360.262	3.618	3.53
140	15	449.900	3.360	2.83
140	20	436.254	3.465	2.92
140	25	423.275	3.572	3.01
140	30	410.940	3.679	3.10
140	35	399.228	3.787	3.19
140	40	388.113	3.895	3.28
140	45	377.570	4.004	3.37
140	50	367.571	4.113	3.46
150	15	451.538	3.843	2.82
150	20	438.791	3.955	2.90

CABLE TRIPLEX 2 X 1/0 AAC + 77.5 kcmil AAAC (2 AWG) VIENTO 60 KM/H F.S. = 2.8 MIN.				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. DE SEG.
150	25	426.654	4.068	2.98
150	30	415.105	4.181	3.06
150	35	404.120	4.294	3.15
150	40	393.676	4.408	3.23
150	45	383.748	4.522	3.31
150	50	374.310	4.636	3.40
160	15	453.057	4.358	2.81
160	20	441.140	4.476	2.88
160	25	429.778	4.594	2.96
160	30	418.950	4.713	3.04
160	35	408.634	4.832	3.11
160	40	398.807	4.951	3.19
160	45	389.445	5.070	3.27
160	50	380.526	5.189	3.34
170	20	443.310	5.028	2.87
170	25	432.662	5.152	2.94
170	30	422.498	5.276	3.01
170	35	412.798	5.400	3.08
170	40	403.539	5.524	3.15
170	45	394.701	5.648	3.22
170	50	386.263	5.771	3.29
180	20	445.312	5.612	2.86
180	25	435.322	5.741	2.92
180	30	425.771	5.870	2.99
180	35	416.638	5.998	3.05
180	40	407.905	6.127	3.12
180	45	399.552	6.255	3.18
180	50	391.561	6.382	3.25
190	20	447.160	6.227	2.84
190	25	437.776	6.361	2.91
190	30	428.789	6.494	2.97
190	35	420.182	6.627	3.03
190	40	411.935	6.760	3.09
190	45	404.033	6.892	3.15
190	50	396.457	7.023	3.21
200	20	448.863	6.874	2.83
200	25	440.039	7.011	2.89
200	30	431.574	7.149	2.95
200	35	423.452	7.286	3.00
200	40	415.657	7.423	3.06
200	45	408.173	7.559	3.12

CABLE TRIPLEX 2 X 1/0 AAC + 77.5 kcmil AAAC (2 AWG) VIENTO 60 KM/H F.S. = 2.8 MIN.				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. DE SEG.
200	50	400.986	7.694	3.17
210	20	450.434	7.552	2.82
210	25	442.127	7.694	2.88
210	30	434.145	7.835	2.93
210	35	426.473	7.976	2.98
210	40	419.097	8.116	3.04
210	45	412.003	8.256	3.09
210	50	405.178	8.395	3.14
220	20	451.883	8.261	2.81
220	25	444.054	8.407	2.86
220	30	436.518	8.552	2.91
220	35	429.264	8.697	2.96
220	40	422.278	8.841	3.01
220	45	415.548	8.984	3.06
220	50	409.062	9.126	3.11
230	20	453.221	9.003	2.81
230	25	445.833	9.152	2.85
230	30	438.712	9.301	2.90
230	35	431.846	9.449	2.95
230	40	425.223	9.596	2.99
230	45	418.833	9.742	3.04
230	50	412.664	9.888	3.08
240	25	447.478	9.929	2.84
240	30	440.742	10.080	2.89
240	35	434.236	10.231	2.93
240	40	427.952	10.382	2.97
240	45	421.878	10.531	3.02
240	50	416.007	10.680	3.06
250	25	448.999	10.737	2.83
250	30	442.620	10.891	2.87
250	35	436.451	11.045	2.91
250	40	430.482	11.199	2.95
250	45	424.706	11.351	3.00
250	50	419.113	11.502	3.03
260	25	450.408	11.577	2.82
260	30	444.361	11.734	2.86
260	35	438.505	11.891	2.90
260	40	432.831	12.047	2.94
260	45	427.333	12.202	2.98
260	50	422.002	12.356	3.01
270	25	451.714	12.448	2.82

CABLE TRIPLEX 2 X 1/0 AAC + 77.5 kcmil AAAC (2 AWG) VIENTO 60 KM/H F.S. = 2.8 MIN.				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. DE SEG.
270	30	445.976	12.608	2.85
270	35	440.412	12.767	2.89
270	40	435.014	12.926	2.92
270	45	429.776	13.083	2.96
270	50	424.691	13.240	3.00
280	25	452.925	13.351	2.81
280	30	447.475	13.514	2.84
280	35	442.184	13.676	2.88
280	40	437.044	13.837	2.91
280	45	432.050	13.996	2.94
280	50	427.196	14.156	2.98
290	25	454.050	14.287	2.80
290	30	448.869	14.452	2.83
290	35	443.833	14.615	2.87
290	40	438.935	14.779	2.90
290	45	434.170	14.941	2.93
290	50	429.534	15.102	2.96
300	30	450.166	15.421	2.83
300	35	445.368	15.587	2.86
300	40	440.697	15.752	2.89
300	45	436.148	15.916	2.92
300	50	431.716	16.080	2.95
310	30	451.374	16.422	2.82
310	35	446.800	16.590	2.85
310	40	442.341	16.757	2.88
310	45	437.994	16.924	2.90
310	50	433.755	17.089	2.93
320	30	452.501	17.455	2.81
320	35	448.136	17.625	2.84
320	40	443.877	17.794	2.87
320	45	439.720	17.962	2.89
320	50	435.663	18.130	2.92
330	30	453.552	18.520	2.80
330	35	449.384	18.692	2.83
330	40	445.313	18.863	2.86
330	45	441.336	19.032	2.88
330	50	437.449	19.202	2.91
340	35	450.551	19.790	2.82
340	40	446.656	19.963	2.85
340	45	442.848	20.134	2.87
340	50	439.124	20.305	2.90

CABLE TRIPLEX 2 X 1/0 AAC + 77.5 kcmil AAAC (2 AWG) VIENTO 60 KM/H F.S. = 2.8 MIN.				
VANO	TEMPERATURA	TENSIÓN	FLECHA	F. DE SEG.
350	35	451.644	20.921	2.82
350	40	447.915	21.095	2.84
350	45	444.267	21.268	2.86
350	50	440.695	21.440	2.89
360	35	452.668	22.083	2.81
360	40	449.096	22.259	2.83
360	45	445.598	22.434	2.85
360	50	442.170	22.607	2.88
370	35	453.629	23.278	2.80
370	40	450.204	23.455	2.83
370	45	446.848	23.631	2.85
370	50	443.557	23.806	2.87
380	40	451.246	24.683	2.82
380	45	448.023	24.860	2.84
380	50	444.862	25.037	2.86
390	40	452.225	25.942	2.81
390	45	449.130	26.121	2.83
390	50	446.090	26.299	2.85
400	40	453.147	27.234	2.81
400	45	450.172	27.414	2.83
400	50	447.248	27.594	2.84
410	40	454.016	28.558	2.80
410	45	451.154	28.740	2.82
410	50	448.341	28.920	2.84
420	45	452.081	30.097	2.81
420	50	449.372	30.278	2.83
430	45	452.957	31.486	2.81
430	50	450.347	31.668	2.82
440	45	453.785	32.907	2.80
440	50	451.268	33.091	2.82
450	50	452.141	34.545	2.81
460	50	452.967	36.032	2.81
470	50	453.750	37.550	2.80

En los cálculos se ha empleado el valor de 6,500 kg/mm² para el módulo de elasticidad y 23x10⁻⁶ °C⁻¹ para el coeficiente de dilatación lineal, correspondientes al cable AAAC.

12.4. APOYOS

Los postes, torres o torrecillas usados como soportes de redes de distribución deben tener una tensión de rotura de mínimo 2,5 veces para concreto y 2 veces para metálico y poliméricos reforzados, entendido este factor como la suma de las tensiones mecánicas resultantes de la interacción de los diferentes esfuerzos a que este sometida la estructura, para lo cual, se debe tener en cuenta los esfuerzos de los cables de la red eléctrica y los demás cables y elementos que actúen sobre la estructura.

Para la construcción de redes de distribución secundaria en zona urbana se emplearán postes de concreto centrifugado o vibrados, metálicos o de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de ocho (8) metros,

Los postes de concreto, deben disponer de una platina u otro elemento metálico de sección no menor a 78 mm², localizado a menos de un metro de la marcación de enterramiento, que sirva de contacto eléctrico entre el acero del armazón del poste y el medio exterior de conexión de la puesta a tierra.⁴

Los postes serán troncocónicos con conicidad de 1.8 cm por metro de longitud, con una resistencia a la ruptura en punta de 510 kg, o de 350 kg cuando se trate de postes para suspensión.

Se permite el uso de estructuras o postes metálicos o de materiales poliméricos reforzados, de resistencia a la rotura entre 250 kgf y 510 kgf, siempre que la resistencia de trabajo supere las resultante de las fuerzas que actúan sobre el poste generadas por la red en condiciones de menor temperatura y máximo viento y su aplicación se haga en lugares de difícil acceso, en los lugares aledaños a su instalación no se presenten concentración de personas y su resistencia mecánica a la rotura esté probada por un laboratorio para las condiciones ambientales similares a las del sitio de utilización.

Se permite el uso de postes de 7 m de altura para la instalación de redes secundarias en **zonas rurales**.

En áreas aisladas de escasa presencia de personas, donde se utilicen conductores aislados o semiaislados y para acometidas secundarias aisladas se permite el uso de postes de menor longitud. Además, se podrán utilizar postes de 6 m de altura (tipo alfardas) para soportar acometidas aéreas aisladas desde el contador hasta el tablero de distribución de la edificación, siempre que su resistencia a la rotura no sea menor de 250 kgf.⁵

⁴ Incluido enero 21 de 2014 acta 25

⁵ Incluido enero 21 de 2014 acta 25

La construcción de postes de concreto se ceñirá a lo contemplado en la norma técnica NTC 1329 tercera revisión.

En sitios en los cuales las edificaciones son considerablemente altas y el andén es angosto, se emplearán postes de mayor altura (10, 12 m), de acuerdo con la necesidad.

En zona rural con dificultad de acceso serán utilizados torres metálicas de sección triangular o cuadrada, postes metálicos o de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 8 metros con 350 o 510 kg de resistencia de rotura en punta, dependiendo de las exigencias de vanos y conductores.⁶

La tabla siguiente permite conocer los vanos máximos de tendido para las diferentes torres en los calibres indicados del cable TRIPLEX y CUÁDRUPLEX sin la instalación de templetes laterales opuestos a la fuerza de viento:⁷

Tabla 4. VANOS MÁXIMOS A SER TENDIDOS SOBRE TORRECILLAS METÁLICAS SIN TEMPLETES ADICIONALES Y VELOCIDAD DEL VIENTO 80 KM/HORA

TORRE DE 8 M CON CABLE ACSR						
TORRE	2 ACSR N° 2	3 ACSR N° 2	2 ACSR N° 0	3 ACSR N° 0	2 ACSR N° 00	3 ACSR N° 00
100 KG	133	89	106	71	94	63
150 KG	193	129	154	102	137	91
250 KG	326	218	260	173	232	154
350 KG	433	289	344	230	307	205
TORRE DE 8 M CON CABLE MÚLTIPLEX						
TORRE	DUPLEX 2	TRIPLEX 2	TRIPLEX 1/0	TRIPLEX 2/0	CUADRUPLEX 2	CUADRUPLEX 1/0
100 KG	121	106	82	76	93	72
150 KG	176	154	119	110	135	104
250 KG	298	261	202	186	228	177
350 KG	395	346	268	246	303	234

Las características de fabricación de las torres se especifican en el capítulo **19.9 TORRES O ESTRUCTURAS METÁLICAS** del capítulo 19 **MATERIALES NORMALIZADOS**.

⁶ Modificados los anteriores cinco párrafos agosto 2009

⁷ Se retira de la tabla la torre de 7 m agosto 2009

Tabla 5. VANOS MÁXIMOS APLICABLES A APOYOS DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO⁸

Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio y cable ACSR							
TIPO	Carga trabajo con FS=2	2 X ACSR 2	3 X ACSR 2	2 X ACSR 1/0	3 X ACSR 1/0	2 X ACSR 2/0	3 X ACSR 2/0
8 m X 350 kg	175	220	147	175	116	156	104
8 m X 510 kg	255	342	228	272	181	242	161

Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio y cable múltiplex								
TIPO	Carga trabajo con FS=2	DUPLEX 2	TRIPLEX 2	TRIPLEX 1/0	TRIPLEX 2/0	CUADRUPLEX 2	CUADRUPLEX 1/0	CUADRUPLEX 2/0
8 m X 350 kg	175	201	176	136	125	154	119	109
8 m X 510 kg	255	312	274	211	194	240	185	170

Postes metálicos y de concreto con cable ACSR ⁹							
TIPO	Carga trabajo con FS=2	2 X ACSR 2	3 X ACSR 2	2 X ACSR 1/0	3 X ACSR 1/0	2 X ACSR 2/0	3 X ACSR 2/0
8 m X 350 kg	175	234	156	186	124	166	110
8 m X 510 kg	255	352	234	279	186	249	166

Postes metálicos y de concreto con cable múltiplex								
TIPO	Carga trabajo con FS=2	DUPLEX 2	TRIPLEX 2	TRIPLEX 1/0	TRIPLEX 2/0	CUADRU PLEX 2	CUADRU PLEX 1/0	CUADRU PLEX 2/0
8 m X 350 kg	175	213	187	144	133	164	126	116
8 m X 510 kg	255	321	281	217	199	247	190	175

Cuando el constructor debe superar los vanos calculados en la tabla anterior hará uso de tres templetes para el apoyo ubicados a 120° entre sí y podrá cargarlo hasta el vano máximo permitido por el conductor según su tensión de rotura con

⁸ Incluidas en marzo 2010

⁹ Mejorado en diciembre 20 de 2011

un factor de seguridad mínimo de 2.8, el cual ha sido calculado de 470 m para conductores tríplex 2 y 1/0 AWG.

No se admitirá el uso de postería de madera o rieles en la construcción de nuevas redes.

12.4.1. CIMENTACIÓN

La torre de 8 m será concretada con las cantidades incluidas en la tabla siguiente, empleando concreto ciclópeo con un aporte de piedra mediana del 40% y cubrirá la torre en su empotramiento y hasta 10 cm por encima de la rasante del terreno.

En este caso se concretará la totalidad de la base en una altura de 1.3 m en las proporciones siguientes:

BASE TORRE DE 8 M		
APORTE ARENA	0.052 m ³	5.21 baldes
		10.72 baldes
APORTE GRAVILLA	0.104 m ³	
APORTE CEMENTO	32.92 kg	0.66 sacos
APORTE PIEDRA	0.073 m ³	7.32 baldes

Un metro cúbico equivale a veinticinco carretas o a cien baldes de mezcla y un balde a tres paladas de material y a ocho litros de agua.¹⁰

12.4.2. LOCALIZACIÓN E INTERDISTANCIA

Los apoyos se localizarán en lo posible en el lindero de las edificaciones o lotes urbanizados evitando obstaculizar accesos.

Se admitirá una distancia máxima entre apoyos de 35 metros en zona urbana, aunque estará supeditada a la máxima longitud de las acometidas domiciliarias de 15 metros y a la utilización del apoyo para alumbrado público.

En andenes sin zona verde ni antejardín, el poste se ubicará en el borde exterior limitando con la vía, pero incluido totalmente dentro del andén.

En andenes con zona verde al borde de vía, el apoyo se ubicará en la zona verde en el límite con la zona dura del andén.

¹⁰ Se retiran datos para torre de 7 m agosto 2009

En zonas donde existan antejardines, el apoyo se ubicará preferiblemente en el límite entre el andén y la citada zona, incluido totalmente en ésta última.¹¹

El diámetro de la perforación será mayor al de la base del poste en 20 cm, suficientes para la introducción del pisón.

En sitios con nivel freático alto se empleará el mismo método seguido para el empotramiento de apoyos primarios.

Siempre que el poste sea empotrado en áreas duras (vías o andenes) se restaurará la superficie dura en una profundidad de 10 cm, con igual acabado al existente.

Se permitirá la ubicación de postes en cercanías a las esquinas siempre y cuando no se obstaculice el giro de automotores con el poste o su templete. Lo anterior facilitará en lo posible los cruces de la red hacia otras estructuras de tal manera que los empalmes aéreos o "goteras" se minimicen o se omitan.

En vías con un ancho superior a 6 metros se exigirá la ubicación de postería bilateral, alternada preferiblemente.

Deben tenerse presente las reglamentaciones existentes en los diferentes municipios que la CHEC atiende en lo referente a la ubicación de postería en plazas principales, parques, etc., con la finalidad de evitar su planeamiento o uso cuando no se permita, para lo cual deberá tenerse en cuenta la "ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (Pot.)", la que se basó en una metodología propuesta en el desarrollo de tres pasos. Cada paso corresponde a la organización en secuencia de los puntos que según la Ley 388 de 1997 debe contener el POT. El primer paso se centra en el desarrollo del Componente General, el segundo en los Componentes Territoriales (lo regional, lo urbano y lo rural) y el tercero corresponde a la Ejecución del Plan (documentos que deben constituir el Pot., los instrumentos de gestión y una propuesta de indicadores)

12.5. AISLAMIENTO – SOPORTE AISLADO

El espesor del aislamiento se adopta de la tabla siguiente:

¹¹ Se retira referencia a profundidad de empotramiento para torre de 7 m agosto 2009

Calibre	Espesor mínimo de aislamiento para cables tipo TW y THW (mm)		Espesor mínimo de aislamiento de PVC cables tipo THHN (mm)		Espesor mínimo de aislamiento NYLON para cable THHN (mm)
	Promedio	Cualquier punto	Promedio	Cualquier punto	Cualquier punto
8	1.14	1.02	0.76	0.69	0.13
6	1.52	1.37	0.76	0.69	0.13
4	1.52	1.37	1.02	0.91	0.15
2	1.52	1.37	1.02	0.91	0.15
1/0	2.03	1.83	1.27	1.14	0.18
2/0	2.03	1.83	1.27	1.14	0.18
3/0	2.03	1.83	1.27	1.14	0.18
4/0	2.03	1.83	1.27	1.14	0.18

Se emplearán aisladores tipo yoyo de 3" de porcelana o vidrio fabricados bajo las normas ANSI 53.3 cuyas características son las siguientes:

Detalles	ANSI 53.3
Resistencia transversal	1.814.36 kg
Altura	8.1 cm
Diámetro interior	5 cm

Se aceptará la implementación de aisladores elastoméricos (EPDM) que cumpla con las normas para éste tipo de material.

12.6. HERRAJES

Para la red construida en cable TRIPLEX o CUÁDRUPLEX se emplearán aisladores de yoyo de 3" sobre percha de un puesto, tanto para suspensión como para retención.

Como alternativa podrá emplearse grapa recta para el cable portante en las estructuras de retención.

Para la construcción de las redes de distribución secundaria rural, las estructuras poseerán perchas fabricadas en ángulo de 1/8"x 1", con la existencia de una hasta tres por torre, según el destino que se le dé a la estructura.

12.7. TIPOS DE ESTRUCTURAS

Los siguientes tipos de estructuras serán empleados:

12.7.1. SUSPENSIÓN SENCILLA

Soportará la red secundaria en vanos entre retenciones sin deflexión alguna.

El herraje se sujeta al poste empleando tornillos de máquina galvanizado en caliente de 5/8" x 7", doble arandela y guasa, aunque se podrá emplear si se desea la cinta band-it de 5/8".

Obviamente en poste de concreto que soporte la red primaria deberá emplearse ésta última, al igual que en estructuras metálicas cuando se requiere percha adicional y en poste de concreto de 8 m con más de una salida.

12.7.2. SUSPENSIÓN EN ÁNGULO, CON VIENTO

Se utilizará cuando existe un ángulo en la ruta de tendido no mayor de 30°.

La estructura anterior combinada con un templete en la bisectriz del ángulo de la deflexión que forman las líneas coincidentes.

12.7.3. TERMINAL

Es la estructura final de un ramal de baja tensión y requiere el templete correspondiente que absorba la tensión del vano recibido.

Una estructura doble terminal será adicionalmente aquella en la cual confluyen dos finales de dos circuitos secundarios adyacentes.

En razón de los posibles diferentes calibres confluyentes se emplearán templetas para absorber las diferentes tensiones o cuando hay ángulo entre las líneas coincidentes de igual calibre.

12.7.4. RETENCIÓN

Como se ha mencionado, cuando existe una deflexión en la ruta de tendido superior a los 30°, la estructura llevará herrajes terminales, cada una orientada en uno de los sentidos del tendido, con un templete opuesto al mismo.

Se sujeta al apoyo empleando cinta band-it de 5/8".

En éste caso la estructura no se admitirá el empleo de un único templete en la bisectriz del ángulo de la deflexión.

12.8. TEMPLETES

En la construcción de redes de distribución secundaria se emplearán los mismos tipos de templetes enumerados en la parte pertinente para las redes primarias, con los cambios que a continuación se mencionan:

- a) El cable de acero galvanizado a utilizar será mínimo de 1/4" con resistencia a la ruptura no inferior a 6.500 lbf.
- b) Se emplearán en todos los casos aisladores tensores de 3 1/2".
- c) La varilla de anclaje será de 1/2 " x 1.8 metros galvanizada en caliente¹². En casos especiales, cuando los vanos de tendido son excesivamente largos, principalmente en zonas rurales, se emplearán varillas de anclaje de 5/8 " x 1.8 metros.
- d) El guardacabo a emplear será siempre de 1/2" galvanizado en caliente.
- e) Como anclaje se usará vigueta redonda de concreto de 0.30 m de diámetro mínimo o retal de ángulo de 3" x 1/4 x 0.50 m como mínimo.¹³

12.9. EMPALMES Y DERIVACIONES

Aunque los conectores de los bornes de baja tensión de los transformadores son bimetálicos, se derivará de ellos (bajante) en conductor de cobre, el cual será conectado al conductor de aluminio del mismo calibre de la red o superior empleando conectores apropiados que garanticen excelente contacto y estanco a la introducción de aire, contaminantes, humedad.

El conductor de cobre será de longitud suficiente para un adecuado empalme y para conectarse al borne siempre por la parte superior del conector del transformador.

El conductor de cobre se empalma en la mitad del tramo de aluminio a usar. El calibre del conductor de cobre y el número de bajantes así construidas estarán de acuerdo con la capacidad instalada en la subestación, con cubrimiento adicional de sobrecarga hasta del 50%.

Toda conexión de cables de aluminio a bornes de transformador requiere del empleo del terminal bimetálico adecuado, de acuerdo con la norma respectiva.

¹² Modificada en febrero 1 de 2018

¹³ Modificada en diciembre 20 de 2011

12.9.1. DERIVACIÓN DE ACOMETIDAS¹⁴

El conductor de acometida en cobre se conectará a la red secundaria en aluminio mediante conectores bimetálicos que garanticen una excelente conexión o mediante caja portabornera.

Se deberán utilizar conectores de perforación de aislamiento recomendados por los fabricantes en el caso de redes tríplex o cuádruplex¹⁵.

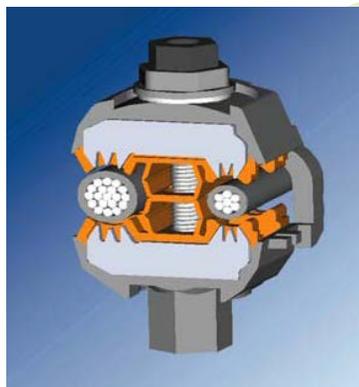
En los conectores perforación de aislamiento de apriete simultáneo, la conexión eléctrica entre los conductores principal y de derivación se lleva a cabo sin necesidad de retirar el aislamiento o pelar el cable, como tradicionalmente se hace en los otros tipos de conectores.

El contacto de los dientes con las capas internas del conductor deforma la sección transversal del conductor reduciendo la hermeticidad de la conexión. El tamaño del conector debe ser consistente con el diámetro del conductor para asegurar una óptima conexión eléctrica.

En cada conector viene identificado el rango de conexión tanto para el cable principal como para la derivación.

El conector es suministrado con un capuchón el cual se le es colocado al extremo del conductor de derivación para asegurar la hermeticidad, previniendo el ingreso de humedad por este extremo.

La gráfica siguiente permite conocer su forma tradicional y forma de empleo:

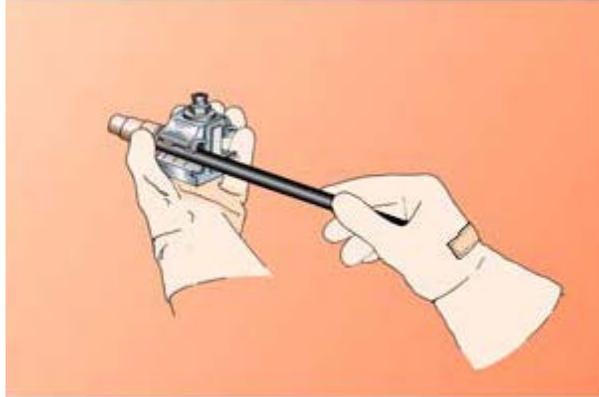


A continuación se relacionan los pasos para su adecuado empleo:

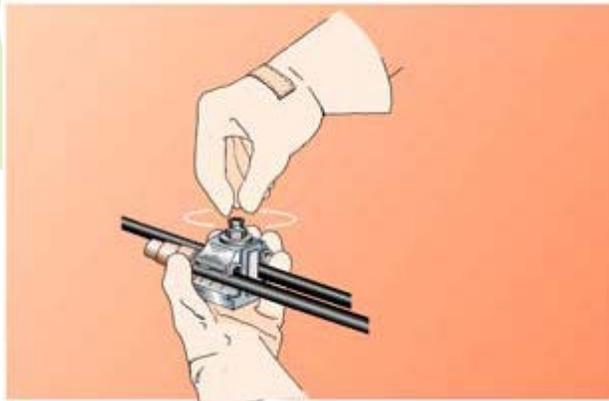
¹⁴ Anexado en julio del 2005

¹⁵ Complementado en julio del 2005

PASO 1: Seleccione el conector de acuerdo con el calibre de los cables principal y derivación. Inserte el conductor de DERIVACION totalmente en el capuchón, como se muestra en la gráfica siguiente:



PASO 2: Posicione el conector sobre el conductor principal, verificando que el conector este alineado con los ejes de los cables principal y derivación. Apriete con la mano el tornillo hasta que el conjunto cables y conectores este ajustado y se sostenga:



PASO 3: Con una llave de trinquete o de estría de 13 o 7 mm, de acuerdo con la cabeza del tornillo, apriete el mismo verificando que se haga desde la CABEZA FUSIBLE:



PASO 4: La instalación termina cuando la cabeza fusible del tornillo se quiebra, como se muestra en la gráfica siguiente:

