



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Suministro en media tensión a la población de Ariño

MV Electric supply to the village of Ariño

Autor

Noelia Solana Ramón

Director

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2019/2020



Documentos del Proyecto

ÍNDICE GENERAL

- 1.- Memoria
- 2.- Anexo I: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
- 3.- Pliego de Condiciones
- 4.- Presupuesto
- 5.- Estudio básico de Seguridad y Salud
- 6.- Planos



Documento 1

MEMORIA



ÍNDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES	3
1.- OBJETO DEL PROYECTO	3
2.- PETICIONARIO	3
3.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES	3
4.- TIEMPO DE EJECUCIÓN	4
5.- LEGISLACIÓN APLICABLE	4
CAPITULO II: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	6
1.- DESCRIPCIÓN GENERAL.....	6
2.- CARACTERÍSTICAS LÍNEA AÉREA	8
2.1.- Afecciones a Entidades y Organismos	8
2.2.- Propietarios y Particulares Afectados	10
2.3.- Conductor.....	13
2.4.- Apoyos	13
2.5.- Armados	17
2.6.- Aislamiento.....	18
2.7.- Herrajes y accesorios.....	18
2.8.- Aparamenta.....	20
2.9.- Cimentaciones	21
2.10.-Puesta a tierra	22
2.11.-Señalización.....	26
3.- MEDIDAS DE PROTECCIÓN AVIFAUNA	26
CAPITULO III: LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	28
1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	28
2.- DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	28
2.1.- Sistemas de instalación	28
2.2.- Condiciones generales para cruzamientos, proximidades y paralelismos.	30
2.3.- Señalizaciones	30
2.4.- Cierre de zanjas	31
2.5.- Reposición del pavimento	31
3.- CARACTERÍSTICAS	31
3.1.- Propietarios y particulares afectados.....	31
3.2.- Entidades y organismos afectados	32
3.3.- Tensión nominal	32
3.4.- Cable subterráneo.....	32
3.5.- Empalmes	35
3.6.- Terminales.....	35
3.7.- Conversiones de línea aérea a subterránea	36
3.8.- Esquema de conexión.....	37
3.9.- Protecciones contra sobreintensidades	37
3.10.-Autoválvulas - pararrayos	37



CAPITULO IV: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	40
1.- DESCRIPCIÓN	40
2.- Instalación Edificio prefabricado	40
2.1.- Condiciones de instalación del edificio	40
2.2.- Dimensiones de la excavación.....	40
2.3.- Tipo de terreno	40
3.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	41
3.1.- Celdas de distribución secundaria	41
3.2.- TRANSFORMADOR	41
3.3.- Cuadro de Baja tensión.....	42
3.4.- Conductores de conexionado	43
3.5.- Dimensionado de las conexiones B.T.....	43
3.6.- Señalización	43
3.7.- Alumbrado	43
3.8.- Foso de recogida de aceite.....	44
3.9.- Pantallas de protección	44
4.- PROTECCIONES	44
4.1.- Protección contra sobrintensidades	44
4.2.- Protección térmica del transformador	44
4.3.- Protección contra cortocircuitos externos	44
4.4.- Protección contra sobretensiones en MT	45
4.5.- Instalación de puesta a tierra	45
5.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL	48
5.1.- EDIFICIOS PREFABRICADOS	48
5.2.- CIMENTACIÓN	48
6.- Protección contra incendios.....	49
7.- Ventilación	49
8.- Insonorización y medidas anti vibraciones	49
9.- Protección contra la contaminación.....	50
10.- Señalización y material de seguridad.....	50
CAPITULO V: RESUMEN DEL PRESUPUESTO	51
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	52

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.- OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto describir la proyección de la línea aérea de media tensión de 15 kV para dar suministro a la población de Ariño. A través de 33 apoyos de línea aérea, con una conversión aéreo-subterránea atravesamos una zona de minas, donde a partir del apoyo 34, con conversión aéreo-subterránea, la línea vuelve a ser aérea hasta la llegada a los centros de transformación que dan suministro a la población.

Podemos definir la proyección de la línea en los siguientes tramos:

- Línea Aérea MT 15 kV, entre los apoyos nº1 y nº33 (conversión aéreo-subterránea).
- Línea Subterránea MT 15 kV, entre los apoyos nº33 y nº34.
- Línea Aérea MT 15 kV, entre los apoyos nº34 y nº62 (conversión aéreo-subterránea).
- Línea Subterránea MT 15 kV desde el apoyo nº62 (conversión aéreo-subterránea) hasta el CT "ARIÑO Nº3" pasando por el CT "ARIÑO Nº2".
- Conversión aéreo-subterránea en el apoyo nº55, derivación al CT "ARIÑO Nº1".

Asimismo, es objeto del presente proyecto el servir de base a todos los trámites oficiales o privados que sean precisos para obtener la autorización necesaria para llevar a cabo dichas instalaciones y su posterior puesta en servicio, de acuerdo con el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

2.- PETICIONARIO

El proyecto nace como demanda de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, como Trabajo Fin de Grado del Grado en Ingeniería Eléctrica.

3.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La línea de media tensión, en proyecto, será aéreo-subterránea y estará ubicada en los polígonos 3, 4, 5 y 6, pertenecientes al término municipal de Ariño y el polígono 15 del Término Municipal de Alloza.

Los Centros de Transformación objeto de la proyección de esta línea tienen las siguientes coordenadas:

	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
	X	Y	Término Municipal
C.T. "ARIÑO Nº1"	702.684	4.544.689	Ariño
C.T. "ARIÑO Nº2"	702.025	4.544.939	Ariño
C.T. "ARIÑO Nº3"	702.167	4.545.260	Ariño



4.- TIEMPO DE EJECUCIÓN

La obra, en caso de ejecutarse completamente, tendrá una duración estimada de 3 meses.

5.- LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes reglamentaciones:

- *Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.*
- *Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.*
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002).*
- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.*
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.*
- *Decreto 34/2005, de de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna*
- *Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.*
- *Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.*
- *Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)*
- *Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.*
- *Real decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.*
- *Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).*



- *Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.*
- *Documentos propios de Endesa (Normas informativas).*
- *Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, autonómicas o locales vigentes de obligado cumplimiento no especificadas que sean de aplicación.*
- *Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos y sus correspondientes revisiones y actualizaciones.*
- *Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento, definen características de elementos integrantes de las LAMT Y LSMT*

CAPITULO II: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

La línea eléctrica objeto del presente proyecto tiene su origen en el apoyo nº1 desde donde, a través de 7 alineaciones y 33 apoyos, se llegará al apoyo nº33 de conversión aéreo-subterránea y desde el apoyo nº34 de conversión aéreo-subterránea, a través de 13 alineaciones y 29 apoyos se llegará al apoyo nº62 de conversión aéreo-subterránea.

La longitud total de la línea es de 8208,30 metros, discurriendo por los siguientes términos municipales:

Alloza: 3.618,70 m.

Ariño: 4.589,60 m.

La línea proyectada está formada por los siguientes tramos:

TRAMO ENTRE APOYOS Nº 1 - Nº33:

Nº ALINEACIÓN	APOYOS Nº	LONGITUD (m)	ÁNGULO (g)	TÉRMINO MUNICIPAL
1	1 - 10	1.253,10	178,008	Alloza
2	10 - 17	1.022,89	199,992	Alloza
3	17 - 26	1.229,78	191,116	Alloza
4	26 - 27	179,25	199,746	Alloza/Ariño
5	27 - 28	186,36	222,638	Ariño
6	28 - 30	341,42	165,094	Ariño
7	30 - 33	472,40	213,594	Ariño
TOTAL	33 UD.	4.685,20		

TRAMO ENTRE APOYOS Nº 34 - Nº 62:

Nº ALINEACIÓN	APOYOS Nº	LONGITUD (m)	ÁNGULO (g)	TÉRMINO MUNICIPAL
1	34 - 36	194,44	-	Ariño
2	36 - 37	113,60	197,236	Ariño
3	37 - 41	634,50	200,226	Ariño
4	41 - 45	684,49	197,204	Ariño
5	45 - 49	643,09	193,380	Ariño
6	49 - 50	94,83	199,896	Ariño
7	50 - 52	258,15	199,942	Ariño
8	52 - 53	38,25	199,270	Ariño
9	53 - 55	158,99	199,378	Ariño
10	55 - 56	168,78	110,344	Ariño
11	56 - 57	71,55	243,318	Ariño
12	57 - 59	181,96	206,868	Ariño
13	59 - 62	256,44	253,838	Ariño
TOTAL	29 UD.	3.499,08		



Se instalarán dos semicrucetas de 1,75m en el apoyo nº0, existente, donde empieza la línea a través del entronque con un vano destensado de 24 m.

En el presente proyecto, se forrará el puente flojo de la fase central en el armado tipo TR2 a instalar. Se aislarán con vaina de polipropileno tipo CSCD de 3m Scotch o similar fabricada con silicona tipo HTV de un nivel hidrófugo Hc2 y una alta resistencia a los rayos UV.

A continuación se indican coordenadas U.T.M. aproximadas de ubicación de los apoyos proyectados y existentes en la Línea. Asimismo se incluyen las cotas (Z) de los apoyos referidas sobre nivel medio del mar en Alicante:

Nº APOYO	COORDENADAS UTM		
	DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
	X	Y	Z
1	707.583	4.538.608	653,423
2	707.553	4.538.657	641,891
3	707.477	4.538.782	641,847
4	707.390	4.538.925	640,808
5	707.327	4.539.028	628,972
6	707.234	4.539.180	621,992
7	707.158	4.539.304	618,081
8	707.086	4.539.423	615,405
9	706.994	4.539.574	608,345
10	706.930	4.539.678	603,971
11	706.862	4.539.790	599,175
12	706.749	4.539.975	599,904
13	706.670	4.540.104	608,355
14	706.588	4.540.239	622,996
15	706.521	4.540.350	637,337
16	706.434	4.540.490	698,634
17	706.396	4.540.551	719,666
18	706.352	4.540.604	691,263
19	706.262	4.540.711	630,484
20	706.192	4.540.794	613,454
21	706.070	4.540.937	585,412
22	705.966	4.541.059	572,177
23	705.843	4.541.203	560,881
24	705.739	4.541.325	558,594
25	705.677	4.541.398	549,038
26	705.600	4.541.488	555,693
27	705.483	4.541.624	551,122
28	705.419	4.541.799	551,032
29	705.315	4.541.881	551,422
30	705.151	4.542.011	556,258
31	705.019	4.542.171	531,981
32	704.882	4.542.337	519,506
33	704.850	4.542.375	516,717
34	704.623	4.542.639	500,170
35	704.589	4.542.685	500,870
36	704.506	4.542.794	513,725
37	704.434	4.542.882	502,188
38	704.314	4.543.031	503,899
39	704.203	4.543.166	505,599
40	704.116	4.543.273	519,564
41	704.034	4.543.374	517,667
42	703.899	4.543.525	490,157
43	703.792	4.543.646	486,82
44	703.670	4.543.783	488,199
45	703.579	4.543.885	488,809
46	703.429	4.544.022	495,312



Nº APOYO	COORDENADAS UTM		
	DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
	X	Y	Z
47	703.323	4.544.118	500,934
48	703.207	4.544.224	502,706
49	703.103	4.544.319	489,231
50	703.033	4.544.383	488,061
51	702.917	4.544.488	483,329
52	702.842	4.544.556	483,576
53	702.814	4.544.582	483,781
54	702.773	4.544.618	484,429
55	702.695	4.544.688	481,849
56	702.563	4.544.583	480,239
57	702.492	4.544.583	480,256
58	702.413	4.544.592	480,334
59	702.311	4.544.604	484,838
60	702.243	4.544.702	485,664
61	702.184	4.544.787	478,610
62	702.164	4.544.814	478,610

La mayor cota del terreno se encuentra en las inmediaciones del apoyo N°17 el cual alcanza una cota de 719,66 m. Por tanto, y según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), se deberá considerar a efectos de cálculo la zona “B”.

2.- CARACTERÍSTICAS LÍNEA AÉREA

2.1.- Afecciones a Entidades y Organismos

En las siguientes tablas se indican los organismos o entidades afectados por la línea aérea en proyecto, bien por cruzamientos, paralelismos o por proximidad, que cumplen lo que al respecto se establece en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

- **AYUNTAMIENTO DE ALLOZA**
- **AYUNTAMIENTO DE ARIÑO**
- **ENDESA**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	2 - 3	Cruzamiento/ con LAAT 132kV “Aliaga-La Oportuna” entre Ap 180N y 181N	Alloza

- **REDEXIS GAS**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	30 - 31	Cruzamiento con Gasoducto Subterráneo Azaida-Albalate-Ariño de Redexis	Ariño
2	43 - 44	Cruzamiento con Gasoducto Subterráneo de Redexis	Ariño
3	44 - 45	Cruzamiento con Gasoducto Subterráneo de Redexis	Ariño



- **DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN (CARRETERAS)**

Nº CRUCE	APOYO Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	30 - 31	Cruzamiento con Carretera Minera Andorra-Ariño, sin p.K.	Ariño
2	36 - 37	Cruzamiento con Carretera Minera Andorra-Ariño, sin p.K.	Ariño

- **TELEFÓNICA DE ESPAÑA, SA**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	30 - 31	Cruzamiento con línea telefónica entre sus postes nº66 y nº67.	Ariño
2	36 - 37	Cruzamiento con línea telefónica entre sus postes sin número.	Ariño
3	37 - 38	Cruzamiento con línea telefónica entre sus postes sin número.	Ariño

- **CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	36 - 37	Cruzamiento con Barranco	Ariño
2	37 - 38	Cruzamiento con Barrancos	Ariño
3	38 - 39	Cruzamiento con Barrancos	Ariño
4	45 - 47	Cruzamiento con Barrancos	Ariño
5	50 - 51	Cruzamiento con Barrancos	Ariño

- **RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	40 - 41	Cruzamiento con LAAT 220kV "Escucha-Híjar" entre Ap. 98 y 99	Ariño
2	41 - 45	Paralelismo con LAAT 220kV "Escucha-Híjar" entre Ap. 98 y 97B	Ariño



2.2.- Propietarios y Particulares Afectados

La relación de propietarios con bienes y derechos afectados es la que se muestra en las siguientes tablas:

Nº de parcela	Datos de la finca			Afección tramo aéreo		Paraje
	Término municipal	Nº parcela	Polígono Nº	Long. (m)	Nº Apoyo	
1	Alloza	283	15	29	1	Santa Barbara
2	Alloza	293	15	7	-	La Val
3	Alloza	297	15	5	-	Santa Barbara
4	Alloza	296	15	70	2	Santa Barbara
5	Alloza	295	15	13	-	La Val
6	Alloza	9017	15	12	-	Varios
7	Alloza	257	15	22	-	Santa Barbara
8	Alloza	249	15	45	-	San Miguel
9	Alloza	244	15	94	3,4	San Miguel
10	Alloza	306	15	36	-	La Val
11	Alloza	315	15	113	-	La Val
12	Alloza	316	15	15	5	La Val
13	Alloza	317	15	34	-	La Val
14	Alloza	318	15	39	-	La Val
15	Alloza	241	15	25	-	San Miguel
16	Alloza	237	15	21	-	San Miguel
17	Alloza	9013	15	72	-	Varios
18	Alloza	323	15	67	-	La Val
19	Alloza	324	15	3	-	La Val
20	Alloza	325	15	16	6	La Val
21	Alloza	327	15	18	-	La Val
22	Alloza	328	15	18	-	La Val
23	Alloza	329	15	43	-	La Val
24	Alloza	332	15	35	-	La Val
25	Alloza	333	15	29	7	La Val
26	Alloza	335	15	22	-	La Val
27	Alloza	336	15	35	-	Val Tornos
28	Alloza	337	15	14	-	Val Tornos
29	Alloza	339	15	19	-	Val Tornos
30	Alloza	340	15	18	-	Val Tornos
31	Alloza	342	15	31	8	Val Tornos
32	Alloza	345	15	23	-	Val Tornos
33	Alloza	346	15	12	-	Val Tornos
34	Alloza	348	15	3	-	Val Tornos
35	Alloza	341	15	43	-	Val Tornos
36	Alloza	349	15	15	-	Val Tornos
37	Alloza	351	15	26	-	Val Tornos
38	Alloza	352	15	25	-	Val Tornos
39	Alloza	353	15	30	9	Val Tornos
40	Alloza	355	15	15	-	Val Tornos
41	Alloza	357	15	31	-	Val Tornos
42	Alloza	364	15	53	-	Val Tornos
43	Alloza	365	15	22	10	Val Tornos
44	Alloza	900	15	32	-	Val Tornos
45	Alloza	901	15	3	-	Val Tornos
46	Alloza	902	15	58	-	Val Tornos
47	Alloza	903	15	32	11	Val Tornos
48	Alloza	904	15	55	-	Val Tornos
49	Alloza	907	15	23	-	Val Tornos
50	Alloza	909	15	137	½ 12	Val Tornos



Nº de parcela	Datos de la finca			Afección tramo aéreo		Paraje
	Término municipal	Nº parcela	Polígono Nº	Long. (m)	Nº Apoyo	
51	Alloza	1103	15	76	½ 12	Sargal
52	Alloza	1105	15	24	-	Sargal
53	Alloza	1106	15	52	13	Sargal
54	Alloza	1107	15	42	-	Sargal
55	Alloza	918	15	2	-	Sargal
56	Alloza	1110	15	47	-	Sargal
57	Alloza	1111	15	16	-	Sargal
58	Alloza	1112	15	14	-	Sargal
59	Alloza	1113	15	24	14	Sargal
60	Alloza	1080	15	112	15	Portilla
61	Alloza	9021	15	12	-	Varios
62	Alloza	552	15	245	17	Castelillo
63	Alloza	1074	15	47	-	Portilla
64	Alloza	141	15	72	18	Boquera
65	Alloza	1195	15	77	-	Naves
66	Alloza	1178	15	52	19	Naves
67	Alloza	1117	15	2	-	Naves
68	Alloza	1116	15	90	20	Naves
69	Alloza	1177	15	32	-	Naves
70	Alloza	697	15	156	21	Naves
71	Alloza	699	15	82	-	Naves
72	Alloza	704	15	31	22	Naves
73	Alloza	1153	15	81	-	Naves
74	Alloza	9012	15	24	-	Varios
75	Alloza	1175	15	70	-	Naves
76	Alloza	1151	15	32	23	Naves
77	Alloza	762	15	64	-	Naves
78	Alloza	1024	15	22	-	Illoso
79	Alloza	1028	15	44	24	Illoso
80	Alloza	658	15	28	-	Illoso
81	Alloza	659	15	67	-	Illoso
82	Alloza	660	15	73	25	Illoso
83	Alloza	9002	15	11	-	Varios
84	Alloza	657	15	52	26	Illoso
85	Alloza	654	15	35	-	Illoso
86	Alloza	655	15	82	-	Illoso
87	Ariño	117	5	26	-	El Guilloso
88	Ariño	115	5	60	27	El Guilloso
89	Ariño	289	5	243	29	El Guilloso
90	Ariño	114	5	19	28	El Guilloso
91	Ariño	461	5	166	-	El Guilloso
92	Ariño	125	5	60	30	El Guilloso
93	Ariño	129	5	81	-	El Guilloso
94	Ariño	132	5	33	-	El Guilloso
95	Ariño	9012	5	10	-	Carretera Minera
96	Ariño	133	5	28	-	La Venta
97	Ariño	134	5	30	-	La Venta
98	Ariño	135	5	5	-	La Venta
99	Ariño	313	5	42	31	La Venta
100	Ariño	314	5	30	-	La Venta
101	Ariño	315	5	37	-	La Venta
102	Ariño	317	5	20	-	La Venta
103	Ariño	316	5	2	-	La Venta
104	Ariño	318	5	31	-	La Venta
105	Ariño	319	5	55	32	La Venta
106	Ariño	320	5	28	-	La Venta



Nº de parcela	Datos de la finca			Afección tramo aéreo		Paraje
	Término municipal	Nº parcela	Polígono Nº	Long. (m)	Nº Apoyo	
107	Ariño	137	5	11	-	La Venta
108	Ariño	322	5	9	33	El Guilloso
115	Ariño	9007	5	19	34	Barranco del morraz
116	Ariño	28	5	251	35,36	Los Coroneles
117	Ariño	341	5	7	-	Los Coroneles
118	Ariño	9004	5	10	-	Carretera de minas Damsa
119	Ariño	159	5	19	-	Los Coroneles
120	Ariño	165	5	66	37	Los Coroneles
121	Ariño	196	5	107	-	Los Coroneles
122	Ariño	157	5	18	-	Los Coroneles
123	Ariño	345	5	30	38	Los Coroneles
124	Ariño	166	5	372	39,40,41	Los Coroneles
125	Ariño	167	5	18	-	Los Coroneles
126	Ariño	173	5	88	-	Los Coroneles
127	Ariño	172	5	76	-	Picones
128	Ariño	9001	5	13	-	Camino de la Venta
129	Ariño	87	6	4	-	Rincón del Morraz
130	Ariño	86	6	156	42	Rincón del Morraz
131	Ariño	84	6	191	43	Rincón del Morraz
132	Ariño	9018	6	6	-	Camino de Ariño a Alloza
133	Ariño	1521	6	83	44	Loma del Pilon
134	Ariño	83	6	12	-	Loma del Pilon
135	Ariño	9033	4	14	-	Camino de Ariño a Andorra
136	Ariño	498	4	69	45	La Olla
137	Ariño	104	4	63	-	La Olla
138	Ariño	105	4	15	-	La Olla
139	Ariño	9038	4	7	-	Camino
140	Ariño	106	4	158	46	Los Planetas
141	Ariño	504	4	75	-	Los Planetas
142	Ariño	507	4	159	47	Los Planetas
143	Ariño	508	4	27	48	Los Planetas
144	Ariño	509	4	52	-	Los Planetas
145	Ariño	109	4	90	49	Los Planetas
146	Ariño	110	4	2	-	Los Planetas
147	Ariño	9013	4	9	-	Camino de la Calera
148	Ariño	584	4	94	50	Calera
149	Ariño	118	4	51	-	Los Planetas
150	Ariño	9036	4	1	-	Acequia
151	Ariño	122	4	14	-	Los Planetas
152	Ariño	124	4	11	-	Los Planetas
153	Ariño	9017	4	40	51	Barra del Pedurrea
154	Ariño	523	4	28	-	Las Lomas
155	Ariño	2947703YL0424N		36	-	-
156	Ariño	2947702YL0424N		29	-	-
157	Ariño	2947701YL0424N		6	-	-
158	Ariño	9000	4	11	-	Vía de comunicación
159	Ariño	2943401YL0424N		33	52	-
160	Ariño	2947302YL0424N		21	53	-
161	Ariño	529	4	52	-	Las Lomas
162	Ariño	531	4	68	54	Las Lomas
163	Ariño	2849502YL0424N		31	55	-
164	Ariño	2849505YL0424N		20	-	-
165	Ariño	217	4	124	-	Eras
166	Ariño	147	4	40	56	Cerrada
167	Ariño	153	4	18	-	Eras
168	Ariño	154	4	10	-	Eras



Nº de parcela	Datos de la finca			Afección tramo aéreo		Paraje
	Término municipal	Nº parcela	Polígono Nº	Long. (m)	Nº Apoyo	
169	Ariño	155	4	40	57	Eras
170	Ariño	9030	4	3	-	Acequia
171	Ariño	1397	4	2	-	Cerrada
172	Ariño	9021	4	3	-	Camino
173	Ariño	162	4	7	-	Eras
174	Ariño	9029	4	2	-	Acequia
175	Ariño	161	4	16	-	Eras
176	Ariño	160	4	24	58	Eras
177	Ariño	166	4	45	-	Cerrado
178	Ariño	169	4	256	59,60,61	Cerrado
179	Ariño	1432	4	26	62	Cerrado

2.3.- Conductor

El conductor será del tipo aluminio-acero LA-110 (94-AL1/22-ST1A), contemplado en la Norma UNE-EN 50182 y como referencia la normativa AND010 Conductores desnudos para líneas eléctricas aéreas de media tensión hasta 30 kV.

Sus características generales son:

LA – 110

Designación UNE: 94-AL1/22-ST1A

Sección total: 116,2 mm²

Sección equivalente en cobre: 60 mm²

Diámetro total: 14,00 mm

Composición (Nº de alambres Al/Ac): 30+7

Peso del conductor: 0,433 kg/m

Carga de rotura: 4.310 daN

Modulo elástico: 8.000daN/mm²

Coefficiente de dilatación lineal: 17,8 10⁻⁶ °C⁻¹

Resistencia eléctrica 0,3066Ω/km

2.4.- Apoyos

Según las Instrucciones Técnicas Complementarias de Líneas de Alta Tensión (ITC-LAT 07), los apoyos se clasifican atendiendo al tipo de cadena de aislamiento y a su función en la línea de la siguiente forma: Según su función los apoyos pueden ser: (ITC-LAT 07)



- Apoyo de suspensión: apoyo con cadenas de aislamiento de suspensión.
- Apoyo de amarre: apoyo con cadenas de aislamiento de amarre.
- Apoyo de anclaje: apoyo con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea. Limitará, en ese punto, la propagación de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Se instalarán como mínimo cada tres kilómetros.
- Apoyo de principio o fin de línea: son los apoyos primero y último de la línea, con cadenas de aislamiento de amarre, destinados a soportar, en sentido longitudinal, las solicitaciones del haz completo de conductores en un solo sentido.
- Apoyos especiales: son aquellos que tienen una función diferente a las definidas en la clasificación anterior.

Atendiendo a su posición relativa respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:

- Apoyo de alineación: apoyo de suspensión, amarre o anclaje usado en un tramo rectilíneo de la línea. Su función es la de sostener los conductores manteniéndolos elevados del suelo una distancia establecida.
- Apoyo de ángulo: apoyo de suspensión, amarre o anclaje colocado en un ángulo del trazado de una línea.

Atendiendo a su naturaleza constructiva, los apoyos pueden ser metálicos de celosía o de hormigón:

Apoyos metálicos de celosía

Los apoyos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y la norma particular de ENDESAAND001 “Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV”. Estos apoyos son de perfiles angulares atornillados, de cuerpo formado por tramos troncopiramidales cuadrados, con celosía doble alternada en los montantes y las cabezas prismáticas también de celosía, pero con las cuatro caras iguales.

Apoyos de hormigón

Los apoyos de hormigón cumplirán la norma UNE-EN 207016 y la norma particular ENDESA AND002 “Postes de hormigón armado vibrado”. Actualmente, se intenta evitar en todo lo posible la instalación de estos apoyos.

Los apoyos a instalar serán del tipo metálico de celosía, según Recomendación UNESA 6704A. El nivel de contaminación y salinidad ambiental de la zona en que se prevé ubicar los apoyos será normal.

La altura se determinará por la distancia mínima de los conductores al terreno u otros obstáculos, según lo establecido en el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

En los apoyos metálicos de celosía el recubrimiento superficial que se realizará será el de galvanizado en caliente. Si los niveles de contaminación y salinidad ambiental lo requieren se aplicará en campo, de acuerdo con Endesa y siguiendo las recomendaciones de la norma UNE-EN ISO 12944-5 un tratamiento de pintado adicional.

También se realizará un tratamiento de pintura sobre de los apoyos cuando así lo requiera el órgano competente (proximidad de aeropuertos, etc.).



Nº DE APOYO	FUNCIÓN DEL APOYO	TIPO DE APOYO	ARMADOS
1	FIN DE LINEA	C-12 3000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
2	ALI-AMA	C-14 3000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
3	ALI-AMA	C-14 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
4	ALI-AMA	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
5	ALI-AMA	C-22 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
6	ALI-AMA	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
7	ALI-SUS	C-16 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
8	ALI-SUS	C-14 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
9	ALI-SUS	C-16 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
10	ANG-AMA	C-12 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
11	ALI-AMA	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
12	ALI-SUS	C-20 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
13	ALI-AMA	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
14	ALI-AMA	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
15	ALI-AMA	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
16	ALI-AMA	C-18 3000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
17	ANG-AMA	C-22 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
18	ALI-AMA	C-20 3000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
19	ALI-AMA	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
20	ALI-AMA	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
21	ALI-ANC	C-14 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
22	ALI-SUS	C-18 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
23	ALI-SUS	C-20 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
24	ALI-SUS	C-14 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
25	ALI-AMA	C-18 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
26	ANG-AMA	C-14 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
27	ANG-AMA	C-16 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m



28	ANG-AMA	C-18 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
29	ALI-SUS	C-16 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
30	ANG-AMA	C-14 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
31	ALI-AMA	C-20 4500	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
32	ALI-AMA	C-18 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
33	FINAL LÍNEA	C-12 3000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
34	FINAL LÍNEA	C-16 3000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
35	ALI-AMA	C-14 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
36	ANG-AMA	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
37	ANG-AMA	C-14 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
38	ALI-AMA	C-14 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
39	ALI-SUS	C-20 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
40	ALI-ANC	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
41	ANG-AMA	C-14 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
42	ALI-AMA	C-20 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
43	ALI-SUS	C-22 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
44	ALI-AMA	C-16 3000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
45	ANG-AMA	C-14 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
46	ALI-SUS	C-16 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
47	ALI-SUS	C-16 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
48	ALI-SUS	C-18 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
49	ANG-AMA	C-12 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
50	ANG-AMA	C-12 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
51	ALI-SUS	C-14 2000	Instalar Cruceta bóveda B3 a=2,50 m, b=1,00 m, c=1,60 m
52	ANG-AMA	C-14 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
53	ANG-AMA	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
54	ALI-AMA	C-14 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
55	ANG-AMA	C-16 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m

56	ANG-AMA	C-16 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
57	ANG-AMA	C-16 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
58	ALI-ANC	C-16 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
59	ANG-AMA	C-20 7000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
60	ALI-AMA	C-22 2000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
61	ALI-AMA	C-16 4500	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m
62	FINAL LÍNEA	C-10 3000	Instalar Cruceta triángulo TR2 a=1,75 m, b=0,60 m

Las fijaciones de los apoyos al terreno, se realizarán mediante cimentaciones constituidas por un dado de hormigón en masa, de una dosificación de 200 kg/m³ y una resistencia mecánica de 125 kg/m². Las dimensiones serán aquellas que marca la Recomendación UNESA correspondiente.

En los apoyos metálicos de celosía el recubrimiento superficial que se realizará será el de galvanizado en caliente.

2.5.- Armados

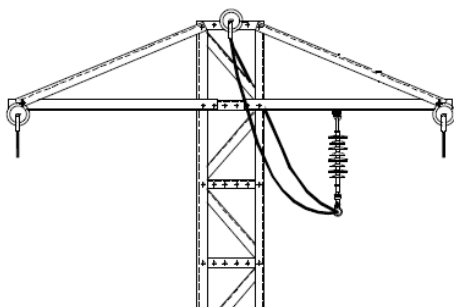
Las características técnicas de los armados metálicos se ajustaran a los criterios establecidos en la ITC-LAT 07 del RLAT en función de las magnitudes y direcciones de las cargas de trabajo y de las distancias de aislamiento eléctrico requeridas.

Se utilizarán semicrucetas atirantadas o crucetas de bóveda en los apoyos metálicos de celosía.

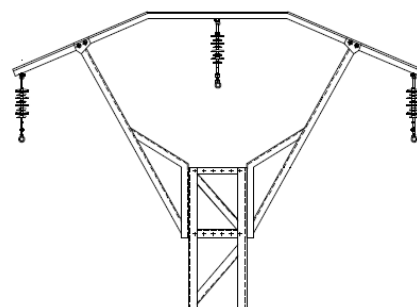
Se emplearán en apoyos de cualquier función: alineación, ángulo, anclaje, fin de línea o especiales y cumplirán la norma UNE 207017 y se tomará como referencia la normal informativa AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.

La longitud de la semicruceta instalada dependerá de la distancia de aislamiento eléctrico requerida.

• Armado triángulo



• Armado bóveda



2.6.- Aislamiento

El aislamiento se dimensionará mecánicamente en función del conductor instalado, garantizando un coeficiente de seguridad a rotura igual o superior a 3, y eléctricamente en función del nivel de tensión de la red proyectada, de la línea de fuga requerida y de la distancia entre partes activas y masa.

Éste constará de cadenas Sencillas con aisladores de bastones de composite.

El nivel de contaminación en la zona es medio (nivel II), al que pertenecen zonas con industrias que no producen humo especialmente contaminante y/o con densidad media de viviendas equipadas con calefacción.

Los aisladores rígidos únicamente podrán emplearse en los puentes flojos, para fijar los cables en su paso por los apoyos y asegurar las distancias, pero no podrán ser elementos de sujeción al comienzo o final de un vano.

Los aisladores a instalar serán del tipo polimérico y se ajustarán a las normas UNE-EN 61109:2010, UNE-EN 61466 y tomarán como referencia la norma informativa AND012 Aisladores compuestos para cadenas de líneas aéreas de MT, hasta 30 kV.

Aislador	Carga de rotura (kN)	Tracción máxima admisible (daN)	Tensión nominal / Tensión más elevada	Nivel contaminación	Longitud del aislador (mm)	Línea de fuga mínima (mm)
CS70AB170/555	70	2.333	24 kV	Normal	555	835
CS70AB170/1150	70	2.333	24 kV	Normal	1.150	1.250

- Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia 70 kV
- Tensión mantenida a impulso tipo rayo 1,2/50 μ s 170kV
- Línea de fuga específica 20 mm/kV

Por tanto, con las cadenas de aisladores previstas se sobrepasan tanto estos valores de línea de fuga como los niveles de aislamiento determinados por el R.L.A.T. en cuanto a tensión de choque y frecuencia industrial.

2.7.- Herrajes y accesorios

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores eléctricos.

2.7.1.- Herrajes para los conductores

Se consideran herrajes todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores al apoyo y al conductor, los elementos de fijación del cable de tierra al apoyo y los elementos de protección eléctrica de los aisladores. Los herrajes son de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158.



Para su elección se tendrán en cuenta las características constructivas y dimensionales de los conductores. Tienen un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Todas las características técnicas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes destinados a los conductores eléctricos tomarán como referencia las indicadas en la norma informativa AND009 Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV.

Se tienen en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

Los elementos de acoplamiento empleados son los siguientes:

- Grapas de amarre: se encargan de la sujeción entre el aislador con el conductor. Deben soportar una tensión mecánica en el cable del 90% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento. Las grapas de amarre son del tipo presión por tornillería, y están de acuerdo con la Norma UNE 21159.
- Grapas de suspensión: se encargan de la sujeción entre el aislador con el conductor, soportan el peso del conductor. Las grapas de suspensión son del tipo armada, compuestas por un manguito de neopreno en contacto con el cable y varillas preformadas que suavizan el ángulo de salida del cable y están de acuerdo con la Norma UNE 21159.
- Varillas de protección: son de aluminio y absorben los esfuerzos del conductor. Van arrolladas al conductor. Se usan en cadenas de suspensión.
- Horquillas de bola y grilletes: se encargan de la sujeción entre la torre y los aisladores.
- Anillas de bola
- Rótulas
- Grilletes

Los elementos de acoplamiento empleados son los siguientes para cada distinto aislador:

CS70AB 170/1150

Cadena de amarre:

- (1+1) Grapas de amarre
- (1+1) Rótula larga R16A
- (1+1) Aislador polimérico
- (1+1) Grillete normal GN 65 mm

CS70AB 125/455

Cadena de suspensión:

- (1) Grapas de suspensión
- (1) Rótula corta R16
- (1) Aislador polimérico
- (1) Grillete normal GN 65 mm
- (1) Varillas preformadas de protección

2.7.2.- Empalmes en el conductor eléctrico

Los empalmes, en caso de ser necesarios, se realizan en el puente flojo de un apoyo con cadenas de amarre mediante conectores tipo cuña.

2.7.3.- Piezas de conexión

Las piezas de conexión son de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos. Las piezas de conexión se dividen en terminales y piezas de derivación. Las características de las piezas de conexión se ajustarán a las normas UNE 21021 y CEI 1238-1.

2.7.4.- Piezas de Derivación

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a sollicitaciones mecánicas, es decir, siempre en un puente flojo.

En este caso la pieza de conexión, además de no aumentar la resistencia eléctrica del conductor, tendrá una resistencia al deslizamiento de, al menos, el 20 % de la carga de rotura del conductor.

La conexión de derivaciones a la línea principal se efectuará mediante conectores de presión constante, de pleno contacto y de acuñamiento cónico.

2.7.5.- Dispositivos antiescalamiento

En los apoyos frecuentados, de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.4.2 e la ITC-AT-07, se instarán dispositivos antiescalamiento que dificulten al acceso a las partes en tensión de los apoyos.

Los antiescalos que se instalen en los apoyos metálicos tomarán como referencia la norma informativa AND017 Antiescalos para apoyos metálicos de celosía.

2.8.- Aparamenta

Con objeto de facilitar la maniobrabilidad y mejorar la calidad de servicio de la red de media tensión, en las líneas aéreas se podrá instalar la siguiente aparamenta:

- Seccionadores tripolares.
- Interruptores seccionadores SF6.
- Cortacircuitos fusibles de expulsión "XS".
- Cortacircuitos fusibles limitadores de APR.

En general, en cualquier derivación se instalará un dispositivo de seccionamiento que la aisle de la línea principal. Se situará en el primer o segundo apoyo de la derivación que sea de fácil acceso.

Las derivaciones deberán estar protegidas desde la cabecera de la línea, y cuando por criterios de explotación sea necesario que exista una protección intermedia, deberá ser selectiva con la de cabecera de la línea.

En los casos en los que se considere necesario, los elementos de maniobra (Interruptores-seccionadores), estarán telemandados para minimizar el impacto de eventuales averías y reducir los tiempos de maniobra, localización y afectación durante los trabajos de normalización del servicio eléctrico.

La aparataje instalada debe soportar la intensidad de cortocircuito prevista en la instalación. Con carácter general se fija el valor de la intensidad de cortocircuito trifásico (intensidad asignada de corta duración) en 16 kA en barras de MT de la subestación de la que depende la LAMT. En puntos alejados de la subestación esta intensidad disminuye; a continuación se muestra una tabla aproximada con las distancias a partir de las cuales se pueden considerar valores de 8 y 12,5 kA respectivamente.

Los elementos de maniobra y protección, con carácter general, deberán tener las siguientes características técnicas:

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material U_m (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)		Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)	
		A tierra	A distancia de seccionamiento	A tierra	A distancia de seccionamiento
$U \leq 20$	24	50	60	125	145
$20 < U \leq 30$	36	70	80	170	195

Adicionalmente, para cada tipología de aparataje se tendrá en cuenta:

- **Interruptor-seccionador tripolar:** Los interruptores-seccionadores tripolares de intemperie, tomarán como referencia las siguientes especificaciones:

- 150383, para instalaciones con $20 < U \leq 30$ kV.
- 150203, para instalaciones con $U \leq 20$ kV.

En cualquier caso, la intensidad nominal de los seccionadores será 400 A o superior y deberán soportar una $I_{cc} \geq 10$ kA.

- **Interruptor seccionador SF6:**

La intensidad nominal de estos seccionadores será 400 A o superior y deberán soportar un $I_{cc} \geq 12,5$ kA.

Las normas de referencia informativa serán la AND013 Interruptor-secc. trifásico de operación manual y corte y aislamiento en SF6 para línea aérea MT y la AND016 Interruptor-seccionador trifásico exterior telemandado para líneas aéreas de MT. Intemperie.

- **Cortacircuitos fusibles:** La norma de referencia informativa de los fusibles de expulsión será la AND007 Cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores de hasta 36 kV.

La intensidad nominal será 200 A y deberán soportar un I_{cc} de 8 kA.

- **Los cortacircuitos fusibles limitadores de APR,** cumplirán con la norma UNE-EN60282 1.

En el apoyo nº1 se instalará un seccionamiento tripolar y fusibles XS para proteger la línea. El detalle del apoyo corresponde al plano nº13.

2.9.- Cimentaciones

Las cimentaciones se realizarán teniendo presente lo que se especifica en el apartado 3.6 de la ITC-LAT 07 del RD 223/2008 y será del tipo monobloque prismática de sección cuadrada.

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón, de una dosificación de 200 Kg/m³ y una resistencia mecánica de 125 Kg/cm², del tipo monobloque.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Así mismo, con el objeto de evitar que el agua que queda confinada en los perfiles de los montantes en su inserción con la cimentación, se efectuarán unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno (K). Los valores de los coeficientes de compresibilidad se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT-07.

Las dimensiones mínimas de cimentaciones de los apoyos más habituales se detallan en el plano nº7.

Tabla 10. Características orientativas del terreno para el cálculo de cimentaciones

Naturaleza del terreno		Peso específico aparente Tn/m ³	Angulo de talud natural Grados sexag.	Carga admisible daN/cm ²	Coefficientes de rozamiento entre cimiento y terreno al arranque Grados Sexag.	Coefficiente de compresibilidad 2 m de profundidad daN/cm ³ (b)
I.	Rocas en buen estado:					
	Isótropas			30-60		
II.	Estratificadas (con algunas grietas)			10-20		
	Terrenos no coherentes					
	a) Gravera arenosa (mínimo 1/3 de volumen de grava hasta 70 mm de tamaño)	1,80-1,90		4-8	20°-22°	
III.	b) Arenoso grueso (con diámetros de partículas entre 2mm y 0,2 mm)	1,60-1,80	30°	2-4	20°-25°	8-20
	c) Arenoso fino (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,50-1,60		1,5-3		
	Terrenos no coherentes sueltos:					
IV.	a) Gravera arenosa	1,70-1,80		3-5		
	b) Arenoso grueso	1,60-1,70	30°	2-3		
	c) Arenoso fino	1,40-1,50		1-1,5		8-12
	Terrenos coherentes (a):			4	20°-25°	
	a) Arcilloso duro	1,80		2	22°	10
	b) Arcilloso semiduro	1,80	20°	1	14°-16°	6-8
V.	c) Arcilloso blando	1,50-2,00		-	0°	4-5
	d) Arcilloso fluido	1,60-1,70				2-3
VI.	Fangosturbosos y terrenos pantanosos en general	0,60-1,1		(c)		(c)
	Terrenos de relleno sin consolidar	1,40-1,60	30°-40°	(c)	14°-20°	(c)

- (a) Duro: Los terrenos con su humedad natural rompen fácilmente con la mano. Tonalidad en general clara
Semiduro: Los terrenos con su humedad natural se amasan difícilmente con la mano. Tonalidad en general oscura
Blando: Los terrenos con su humedad natural se amasan fácilmente, permitiendo obtener entre las manos cilindros de 3 mm de diámetro. Tonalidad oscura
Fluido: Los terrenos con su humedad natural presionados en la mano cerrada fluyen entre los dedos. Tonalidad en general oscura.
- (b) Puede admitirse que sea proporcional a la profundidad en que se considere la acción
- (c) Se admitirá experimentalmente

2.10.- Puesta a tierra

Los apoyos se conectarán a tierra mediante una conexión específica con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse. La instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión.



La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo especificado en el apartado 7 de la ITC-LAT 07.

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos según lo indicado en el punto 7.2.4 de la ITC-LAT-07.

El sistema de puesta a tierra deberá cumplir los siguientes condicionantes:

- a) Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- b) Resistir a la temperatura provocada por la intensidad de falta más elevada.
- c) Garantizar la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- d) Proteger las propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son la línea de tierra y los electrodos de puesta a tierra.

2.10.1.- Electrodo de Puesta a Tierra

Los electrodos de tierra estarán compuestos por:

- Picas de acero recubierto de cobre de 2 m. de longitud y 14,6 mm. de diámetro
- Conductores horizontales de cobre desnudo con una sección mínima de 50 mm².
- Combinación de picas y conductores horizontales.

Las picas se hincarán verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas, se aconseja una profundidad mínima de 0,8 m.

Se utilizarán electrodos alojados en perforaciones profundas para instalaciones ubicadas en terrenos con una elevada resistividad, o por cualquier otra causa debidamente justificada.

2.10.2.- Línea de tierra

La línea de tierra es el conductor o conjunto de conductores que une el electrodo de tierra con la parte del apoyo que se pretende poner a tierra.

Los conductores empleados en las líneas de tierra deberán tener una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión. No podrán insertarse fusibles o interruptores.

Las líneas de tierra se realizarán con conductores de cobre desnudo de una sección mínima de 50 mm² con conductores de aluminio aislado de 95 mm². Cuando se empleen conductores de aluminio, la unión entre conductores de aluminio y cobre deberá realizarse con los medios y materiales adecuados que podrán ser revisados por EDE para garantizar que se eviten fenómenos de corrosión.

La parte de conductor de cobre desnudo hasta el punto de conexión con el montante se protegerá mediante un tubo de PVC, para lo cual el paso de dicho conductor a través del macizo de cimentación se efectuará por medio de un tubo introducido en el momento del hormigonado.

El extremo superior del tubo quedará sellado con poliuretano expandido o similar para impedir la entrada de agua, evitando así tener agua estancada que favorezca la corrosión del cable de tierra.

En general, como conductores de tierra entre herrajes, crucetas y la propia toma de tierra, puede emplearse la estructura de los apoyos metálicos. En ningún caso podrá emplearse para la puesta a



tierra de autoválvulas o pararrayos, que deberán disponer de un conductor independiente hasta el terminal de tierra del apoyo.

2.10.3.-Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- Apoyos NO frecuentados: son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
- Apoyos frecuentados: son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

- Cuando se aíslen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
- Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).
- Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o aisladas respecto del apoyo o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que cumplen las tensiones de paso aplicadas.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

- Apoyos frecuentados con calzado (F): se considerará como resistencias adicionales la resistencia del calzado y la resistencia a tierra en el punto de contacto.



Estos apoyos serán los situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.

- Apoyos frecuentados sin calzado (F.S.C.): se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto considerando nula la resistencia del calzado.

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Según la ubicación de los apoyos del presente proyecto, todos serán de tipo no frecuentado (NF) excepto los apoyos nº33, nº34, nº55 y nº62, que serán frecuentados (F).

2.10.4.- Sistemas de puesta a tierra

De acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT-07, si el tiempo de desconexión automática en la líneas de media tensión es inferior a 1 segundo, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. No obstante, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones.

Electrodo de difusión (apoyo no frecuentado):

Se dispondrán de picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo a los montantes del apoyo, con el objeto de conseguir una resistencia de paso inferior a 20 ohmios.

Anillo difusor:

Cuando se trate de un apoyo frecuentado o con apartamento de maniobra, se realizará una puesta a tierra en anillo alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m como mínimo de las aristas del macizo de cimentación, unido a los montantes del apoyo mediante dos conexiones.

A tal efecto se podrá utilizar un electrodo lineal por apoyo compuesto por picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

El extremo superior de la pica de tierra quedará a 0,80 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo.

Si con la configuración de puesta a tierra proyectada no se obtienen valores de tensión de contacto aplicada reglamentarios, se adoptarán medidas adicionales de seguridad con el objeto de considerar la instalación exenta de dicho cumplimiento. En estos casos, no será necesario que el electrodo de puesta a tierra sea en forma de anillo siempre que se verifique el cumplimiento de la tensión de paso aplicada y que el valor de la resistencia de puesta a tierra sea suficiente para asegurar la correcta actuación de las protecciones.

Las medidas adicionales de seguridad que se deberán considerar para reducir los riesgos a las personas podrán ser:



- Instalar sistemas antiescalo de fábrica de ladrillo u obra civil, de acuerdo a los estándares constructivos indicados en el plano correspondiente, que aislen o impidan el contacto con las partes metálicas puestas a tierra. En caso de existir en el apoyo alguna conversión aéreo-subterránea, si la protección mecánica de los cables es metálica también deberá quedar inaccesible.
- Disponer de una superficie equipotencial unida al electrodo de puesta a tierra, de 1,2 metros de ancho y perimetral con la cimentación del apoyo.
- Disponer de suelos o pavimentos que aislen suficientemente de tierra las zonas deservicio peligrosas, de 1,2 metros de anchura y perimetral con la cimentación del apoyo.

2.11.- Señalización

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de peligro eléctrico, en la cual se reflejará: la tensión en kV de la línea y el número de apoyo.

Las placas se instalarán a una altura del suelo de 3 m en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que puedan ser vistas fácilmente.

3.- MEDIDAS DE PROTECCIÓN AVIFAUNA

Debido a la alta mortalidad de aves por su convivencia con los tendidos eléctricos, la comunidad de Aragón emite el 28 de Febrero de 2005 el Decreto 34/2005 por el que se establecen normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna. A su vez, se emite también el Real Decreto 1432/2008, el 29 de agosto del 2008, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

1. Los puentes y aparamenta deberán mantener siempre las partes en tensión por debajo de la cruceta. Además se aislarán los puentes y/o partes en tensión de las conexiones en los apoyos especiales (derivaciones, seccionamientos, fusibles, centros de transformación, conversiones, etc.)
2. En configuraciones al tresbolillo y en hexágono se asegurará que la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior es mayor de 1,5 m.
3. Para armados de bóveda la distancia entre la cabeza del apoyo y el conductor central, será mayor de 0,88 m., o en caso contrario, se aislará dicho conductor un metro a cada lado del punto de enganche.
4. En zonas de protección, las distancias mínimas de seguridad entre la cruceta y cualquier punto en tensión del conductor asociado a ella, será:
 - Para cadenas de suspensión: 0,70 m.
 - Para cadenas de amarre: 1,00 m.
5. En cualquier caso, si no es posible obtener la distancia de seguridad mediante la instalación de aisladores y alargaderas, se puede adoptar la solución de aislar el conductor y/o las piezas de conexión.



A continuación reflejamos las medidas adoptadas para esta línea.

Medidas constructivas

Tal y como queda reflejado en los Decretos mencionados. No se han utilizado aisladores rígidos. No hay puentes por encima de los apoyos.

No se instalan elementos de corte o protección en posición dominante, por encima de los travesaños o cabeceras de los apoyos.

Medidas de protección contra la electrocución

Se aislarán con Vaina de polipropileno tipo CSCD de 3m Scotch o similar, fabricada con un nivel hidrófugo Hc2 y una alta resistencia a los rayos UV, todos los puentes flojos en los apoyo de derivación y de unión en los apoyos que llevan elementos de maniobra o protección para la línea, así como en los apoyos cuya función es de centro de transformación intemperie, entre los distintos elementos que llevan instalados (seccionadores, autoválvulas, cruceta derivación, puentes bajantes), minimizando así la electrocución aviar.

Además, se forrará el puente flojo de la fase central en el armado triángulo TR2.

Con ello se cumplen todas las exigencias en cuanto a las distancias a mantener en los Decretos a los que hacemos referencia.

Medidas de protección contra la colisión

La prescripción técnica prevista para este objetivo es la señalización de los vanos que atraviesan cauces fluviales, zonas húmedas, pasos de cresta, collados de rutas migratorias y/o colonias de nidificación, mediante el empleo de bandas de balizamiento de neopreno en "X" de 5x35 cm, dispuestas en los conductores, de radio aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo y con una distancia máxima de 20 m entre señales contiguas en un mismo conductor.

Se prevé la colocación de balizas salvapájaros para protección avifauna por existir afección entre los apoyos N°54 - N°62 al LIC Parque Cultural del Río.



CAPITULO III: LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El primer trazado comenzará en el apoyo nº33, donde se instalara el cable subterráneo 3x1x240mm² hasta llegar al apoyo nº34 discurriendo por la zanja indicada en planos y discurrirá por la rigola del camino hasta el Término Municipal de Alloza (Teruel). La línea subterránea a ejecutar tiene una longitud de 483,60 m y está constituida por 1 circuito, con cable de 240 mm² de aluminio.

El segundo trazado comenzará en el apoyo nº62, donde se instalara el cable subterráneo 3x1x240mm² discurriendo por la zanja en la rigola de la carretera A-1401, cruzará la calle Carretera hasta llegar al CT "Ariñonº2" Z03841 ubicado en las coord. :(X=702.025; Y=4.544.939) ubicado en la Calle Carretera del término Municipal de Ariño (Teruel). La línea subterránea a ejecutar tiene una longitud de 235,60 m y está constituida por 1 circuito, con cable de 240 mm² de aluminio.

El tercer trazado comenzará en el CT "Ariñonº2" Z03841 ubicado en las coord. :(X=702.025 ; Y=4.544.939) ubicado en la Calle Carretera, donde se instalará el cable subterráneo 3x1x240mm² discurriendo por la zanja en la rigola de la carretera A-1401 hasta llegar a la calle Carretera por donde discurrirá por el lado izquierdo de la rigola hasta llegar a la calle Teruel donde girando a la izquierda y luego atravesando dicha calle circularemos por el lado izquierdo hasta llegar a la calle Cochera donde discurrirá la línea por el lado derecho para girar a izquierdas al final de la misma calle y llegar al CT "Ariño nº3" Z03840 ubicado en las coord. :(X=702.167; Y=4.545.260) en el término Municipal de Ariño (Teruel). La línea subterránea a ejecutar tiene una longitud de 534,10 m y está constituida por 1 circuitos, con cable de 240 mm² de aluminio.

El cuarto trazado comenzará en el apoyo doble de conversión aéreo-subterránea nº55 ubicado en las coord. :(X=702.695;Y=4.544.688) en el término municipal de Ariño donde se instalará cable subterráneo 3x1x240mm² paralelo a la acera de la Calle Tiro del Bolo hasta llegar al CT "Ariño nº1" Z04057 ubicado en las coord. :(X=702.167; Y=4.545.260). La línea subterránea a ejecutar tiene una longitud de 13,62 m y está constituida por 1 circuitos, con cable de 240 mm² de aluminio.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán por terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, preferentemente bajo las primeras y se evitarán ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

La construcción y montaje de la red subterránea se realizará siempre con la preceptiva licencia municipal, de acuerdo con lo que dispongan las Ordenanzas Municipales de cada Ayuntamiento, coordinándose con los diferentes servicios públicos que puedan verse afectados por la nueva obra, quedando así resueltos los posibles problemas de paralelismos y cruzamientos.

2.- DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

2.1.- Sistemas de instalación

Las zanjas y/o canalizaciones se han dispuesto procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible y respetando los radios de curvatura mínimos de cada uno de los cables a tender.



Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entubaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesaria.

La reposición del pavimento se realizara con el mismo material existente previa a la apertura de la zanja.

- *Enterrados directamente en el terreno.*

Los cables se dispondrán al tresbolillo sobre un lecho de arena de mina ó río lavada ó tierra cribada. Encima irá otra capa de arena y sobre esta una protección mecánica (ladrillos, etc.) colocadas transversalmente.

Se colocará a una distancia de 30 cm de la protección mecánica una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

- *En canalizaciones entubadas.*

Las canalizaciones entubadas estarán constituidas por tubos de polietileno (PE), hormigonados ó no, de suficiente resistencia mecánica, debidamente enterrados en la zanja. El diámetro exterior de los tubos no será inferior a 200 mm debiendo permitir la sustitución de un cable averiado. Los cables entubados irán situados a unos 100 cm de profundidad protegidos por una capa de hormigón de 30 cm.

Por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable.

La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo urbano, es decir, la construcción de otras redes subterráneas eléctricas de B.T. de alumbrado público, las acometidas de redes subterráneas de B.T., y demás instalaciones de otros organismos.

Estas canalizaciones quedarán debidamente selladas en sus extremos.

En el presente proyecto se tendrán las siguientes disposiciones:

- *Zanja con conductor bajo tubo seco:*

El cable irá alojado en una zanja de 0,90 x 0,40 m, previéndose la instalación de tubos, debidamente enterrados y hormigonados.

- *Zanja con conductor bajo tubo hormigonado cruces con carretera:*

El cable irá alojado en una zanja de 1,10 x 0,50 m, previéndose la instalación de tubos, debidamente enterrados y hormigonados.

- *Zanja directamente enterrado:*

El cable irá alojado en una zanja de 0,90 x 0,40 m.



- *Zanja directamente enterrado lateral de calzada:*

El cable irá alojado en una zanja de 1,10 x 0,40 m, previéndose la instalación de tubos, debidamente enterrados y hormigonados.

- *Zanja para cruces con servicios:*

El cable irá alojado en una zanja de 1,10 x 0,40 m, previéndose la instalación de tubos, debidamente enterrados.

En caso de que el cruzamiento lo exija se realizará una zanja de las dimensiones necesarias para el paso y el hormigonado de los tubos sin alterar el elemento de cruce.

2.2.- Condiciones generales para cruzamientos, proximidades y paralelismos.

Los cables subterráneos cumplirán los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06, cumplirán, y además de lo indicado en el presente apartado, las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos. Se señalarán los servicios que coincidan con el trazado de los cables y se realizarán catas para confirmar ó rectificar el trazado.

- *Cruzamientos.*

Organismo	Instalación	Profundidad
Calles y Carreteras	Entubada y hormigonada	≥ 0,60 m de vial
Ferrocarriles	Entubada y hormigonada	≥ 1,1 m de vial
Cables eléctricos	Entubada	≥ 0,25 m
Cables telecomunicación	Entubada	≥ 0,20 m
Agua	Entubada	≥ 0,20 m
Gas	Entubada	≥ 25 o 40 cm en función de la presión
Carburante	Entubada	≥ 1,20 m
Conexiones de servicio	Entubada	≥ 0,30 m

- *Paralelismos.*

Organismo	Instalación	Distancia
Calles y Carreteras	Entubada y hormigonada	≥1,5 m
Ferrocarriles	Entubada y hormigonada	≥1,5 m
Cables eléctricos	Entubada	≥ 20 o 25 cm en función de la titularidad de la instalación
Cables telecomunicación	Entubada	≥ 20 cm
Agua	Entubada	≥ 20 cm
Gas	Entubada	≥15, 25 o 40 cm en función de la presión

2.3.- Señalizaciones

Para advertir de la existencia del cable eléctrico se colocará una cinta de señalización de las características indicadas en la norma ETU 205a, como mínimo a 40 cm por encima de la protección mecánica en calzada, y 10 cm por debajo de la base del pavimento en acera.

2.4.- Cierre de zanjas

La primera capa por encima de los elementos de protección tendrá unos 20 cm de profundidad, utilizándose tierra cernida, de manera que no contenga piedras ni cascotes.

El relleno de las zanjas se efectuará por compactación mecánica, por tongadas de un espesor máximo de 30 cm, debiéndose alcanzar una densidad de relleno mínima del 95% la densidad correspondiente para los materiales de relleno en el ensayo Proctor modificado.

2.5.- Reposición del pavimento

La reposición del pavimento, tanto de las calzadas como de las aceras, se hará en condiciones técnicas de máxima garantía, utilizándose el mismo firme existente antes de la apertura de la zanja.

3.- CARACTERÍSTICAS

3.1.- Propietarios y particulares afectados

Las parcelas que se ven afectadas por el trazado de la línea subterránea Media Tensión son:

Nº de finca	Datos de la finca			Afección tramo subterráneo			Usos del suelo
	Término municipal	Nº Parcela	Nº Polígono	Long. (m)	Sup. (m ²)	Ocupac. Temp. (m ²)	
108	Ariño	322	5	53	26,5	53	Labor
109	Ariño	323	5	21	10,5	21	Labor
110	Ariño	324	5	166	83	166	Labor
111	Ariño	9003	5	7	3,5	7	Comunicación
112	Ariño	142	5	166	83	166	Labor
113	Ariño	9008	5	13,2	6,6	13,2	Comunicación
114	Ariño	9007	5	9	4,5	9	Comunicación
115	Ariño	9000	4	589	294,5	589	Comunicación
158	Ariño	169	4	34	17	34	Labor
178	Ariño	1432	4	29	14,5	29	Labor
179	Ariño	2252115YL0425S		116	58	116	Urbano
180	Ariño	2849502YL0424N		13,62	6,81	13,62	Labor

3.2.- Entidades y organismos afectados

Se indican a continuación los organismos o entidades afectados por la línea en proyecto, bien por cruzamientos o por paralelismos, que cumplen lo que al respecto se establece en el apartado 5. De la ITC-LAT 06 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

- REDEXIS

Nº CRUCE	AFECCIÓN	UBICACIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	Cruzamiento con Redexis Gas subterráneo	Calle Teruel	Ariño
2	Cruzamiento con Redexis Gas subterráneo	Calle Teruel	Ariño

3.3.- Tensión nominal

La red se explotará, en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, 50 Hz. de frecuencia, a la tensión nominal de 15kV. El nivel de aislamiento correspondiente es de 12/20 kV. La tensión más elevada del cable y los accesorios (U_m) es de 24 kV eficaz, la tensión soportada nominal a frecuencia industrial es de 50 kV eficaces y la de choque soportada nominal tipo rayo es de 125 kV de cresta.

3.4.- Cable subterráneo

Los conductores que conforman el cable subterráneo serán unipolares de aluminio, sección 240 mm² y tensión nominal 12/20kV con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductora sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica asociada. Se ajustarán a lo indicado en las Normas UNE-HD 620-10E y UNE 211620:2010 y/o ITC-LAT-06 y se tomara como referencia la normativa DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV.

Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes vagabundas, y tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos durante el tendido.

El aislamiento está constituido por un diámetro seco extruido, de polietileno reticulado químicamente (XLPE), de espesor radial adecuado a la tensión nominal del cable, de excelentes características dieléctricas, térmicas, y de gran resistencia a la humedad.

Las características térmicas del polietileno reticulado permiten que el conductor trabaje permanentemente a 90°C, temperatura máxima admisible para este conductor y este tipo de aislamiento.

Los circuitos se compondrán de tres conductores unipolares de aluminio del tipo y características que se indican continuación:

La tensión y designación del cable será:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| - Designación UNE: | RH5Z1 12/20kV 3x1x240 mm ² Al |
| - Sección: | 240 mm ² |
| - Resistencia del conductor a T 20°C° | 0,125 Ω/km |

- Reactancia inductiva	0,106Ω/km
- Capacidad	0,306 μF/km
- Diámetro nominal aislamiento	28,2 mm
- Espesor aislamiento	4,3 mm
- Diámetro nominal exterior	36 mm
- Peso aproximado	1430 kg/km
- Radio curvatura estático	540 mm
- Radio curvatura dinámico	720 mm
- Intensidad máxima admisible directamente enterrado a 1m de profundidad, temperatura del terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K.m/W	345 A
- Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor (1s)	22560 A
- Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla (1s)	2990 A
- T máx. Admisible en el conductor en servicio permanente	90°C
- T máx. Admisible en el conductor en régimen de cortocircuito	250°C

Conductor: los conductores serán circulares compactos de aluminio, de clase 2 según la norma UNE-EN 60228, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados.

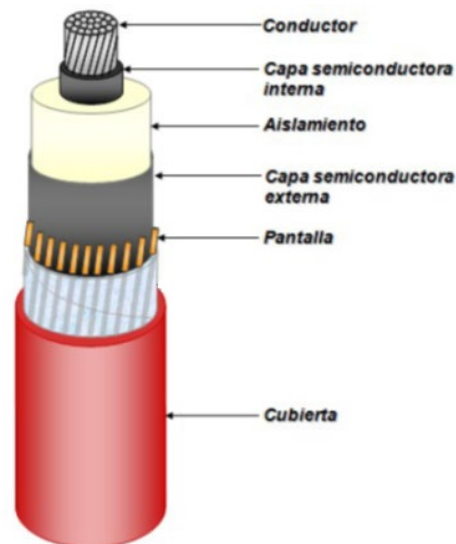
Capa semiconductor interna: se trata de unas delgadas capas de material sintético conductor. Se coloca entre el conductor y el aislante, y su misión es homogeneizar el campo eléctrico en contacto con el conductor, rellenando los huecos dejados por los alambres de la cuerda. Esta capa está a la misma tensión que el conductor con el que está en íntimo contacto.

Aislamiento: constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo polietileno reticulado XLPE. El material aislante se coloca alrededor del conductor, de tal manera, que lo cubra totalmente y con un espesor adecuado a la tensión de servicio del cable, con el fin de que el campo eléctrico a que está sometido el aislamiento sea muy inferior a la tensión de perforación o rigidez dieléctrica del medio. EL XLPE destaca por sus bajas pérdidas en el dieléctrico, baja resistividad térmica, elevada resistividad eléctrica y elevada rigidez dieléctrica. Sus limitaciones más importantes son la aparición de arborescencias en presencia de humedad, por lo que se desaconseja su empleo en tendidos subterráneos en suelos con presencia de humedad, lo que se ha resuelto colocando bajo la cubierta exterior una cubierta metálica y una capa de polvos higroscópicos que impidan la llegada de la humedad al aislamiento, y su rigidez mecánica, que dificulta su tendido en recorridos muy sinuosos.

Capa semiconductor externa: cumple la función análoga a la interna en la parte exterior del aislamiento, y se mantiene a la tensión de tierra, al igual que la pantalla de protección con la que está en contacto. Su función es la de evitar vacíos en tensión entre los elementos de la pantalla y el aislamiento.

Pantalla sobre la capa semiconductor externa: las pantallas son elementos metálicos que tienen como misión proteger el cable contra interferencias exteriores electrostáticas o electromagnéticas, dar forma cilíndrica al campo eléctrico que rodea el conductor y derivar a tierra una eventual corriente de defecto. Con su conexión a tierra en los extremos de la línea confina en el interior del cable el campo eléctrico evitando tensiones peligrosas en el exterior. En conductores de MT está formada por hilos de cobre dispuestos uniformemente con una cinta que los cortocircuita helicoidalmente para asegurar que tanto las corrientes inductivas como las de eventuales defectos monofásicos circulen por toda la sección efectiva de la pantalla.

Cubierta exterior no metálica: sirve para proteger al cable contra agentes dañinos exteriores: químicos, biológicos, atmosféricos, abrasivos... o para mejorar determinadas características internas, que le permitan satisfacer mejor sus prestaciones materiales de relleno para dar forma cilíndrica a los cables multiconductores, elementos portantes en los cables destinados a soportar esfuerzos de tracción, barreras antillama en los cables resistentes al fuego, asientos de armadura para evitar que esta dañe a los conductores, etc.



Las características técnicas del tubo de polietileno son:

- Tipo de material: PE (Polietileno).
- Tipo de construcción: Doble pared (Interior lisa, exterior corrugada) rígido.
- Diámetro interior: 165 mm mínimo.
- Diámetro exterior: 200 mm.
- Resistencia a la compresión: mayor de 450 N.
- Resistencia al impacto: Tipo N (uso normal).
- Color: Rojo.
- Marcas en el tubo: Indeleble. Indicando nombre o marca del fabricante, designación, año de fabricación, lote y Norma UNE EN 50086-2-4.

3.5.- Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser constituido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238. Las características principales son:

Sección conductor	240 mm ²
Tensión nominal	12/20 kV
Tensión máxima	24 kV
Tensión de ensayo a 50 Hz (1 min)	48 kV
Tensión de ensayo onda tipo rayo	125 kV
Intensidad máxima	415 A
Limite térmico (T= 160°C, 1 s)	21 kA
Limite dinámico	50 kA

3.6.- Terminales

Se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire, aislamiento integral en SF6 o en las conversiones aéreo-subterráneas.

3.6.1.- Terminales apantallados de interior

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado y apto igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

Sus características son:

Sección Conductor	240 mm ²
Tensión nominal Uo/U	12/20 kV
Tensión más elevada de la red Um	24 kV
Tensión a impulsos tipo rayo	125 kV cresta
Tensión soportada a frecuencia industria	50 kV
Línea de fuga en atmósfera no contaminada	>= 408 mm.
Línea de fuga en atmósfera no contaminada	>= 600 mm.
Intensidad nominal	400 A
Limite térmico (1s)	28 kA
Sobrecarga admisible (8 horas)	600 A

3.6.2.- Terminales de exterior termorretractil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretractil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretractil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplirán la norma UNE-HD 629.1-S1.

Sus características son:

Sección Conductor	240 mm ²
Tensión nominal U₀/U	12/20 kV
Tensión más elevada de la red U_m	24 kV
Tensión a impulsos tipo rayo	125 kV cresta
Tensión soportada a frecuencia industrial	50 kV
Línea de fuga	>= 550 mm.
Intensidad nominal	415 A
Limite térmico (T=160 °C, 1s)	21 kA

3.7.- Conversiones de línea aérea a subterránea

La conexión del cable subterráneo con la línea aérea en general será seccionable excepto en casos acordados por requerimientos de explotación o dependiendo de la topología de la red.

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102. El tubo o bandeja se obturará por su parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. En el caso de tubo, su diámetro interior será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja, su sección tendrá una profundidad mínima de 1,8 veces el diámetro de un cable unipolar, y una anchura de unas tres veces su profundidad. Los detalles constructivos corresponden al plano nº11.

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. La conexión a tierra de los pararrayos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico, se colocará una línea de tierra a tal efecto, a la que además se conectarán, cortocircuitadas, las pantallas de los cables subterráneos.

Los apoyos de conversión aéreo-subterránea en el proyecto son el nº33, nº34, nº55 y nº62.



3.8.- Esquema de conexión

El esquema de conexión, sistema de puesta a tierra “solid-bonding” (puesta a tierra en ambos extremos), se realizará mediante la interconexión entre la línea subterránea de media tensión y el centro de transformación CT “Ariño nº3”03840.

Las pantallas metálicas estarán puestas a tierra en ambos extremos de la línea. Cuando haya un empalme tenemos que asegurar la continuidad eléctrica.

3.9.- Protecciones contra sobreintensidades

Contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimentan cables subterráneos. El funcionamiento de dichos elementos de protección, corresponderá a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

3.10.- Autoválvulas - pararrayos

Con objeto de proteger las transiciones aéreo-subterráneas y/o los interruptores seccionadores encapsulados en SF₆, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará a través de la estructura del apoyo.

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099 y se tomará como referencia la norma GE AND015 Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV. Las características exigidas serán las siguientes:

U _n (kV)	U _r (kV)	U _c (kV)	U _{res} (kV) máximo (*)	Sistema de neutro red
6	9	7,65	19,8	Puesto a tierra
10	12	10,2	39,6	Aislado
11	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
13,2	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
15	18	15,3	59,4	Aislado
15,4	18	15,3	59,4	Puesto a tierra
17,5	21	17	69,3	Aislado
20	21	17	69,3	Puesto a tierra
	24	19,5	79,2	Aislado
25	30	25	99,0	Puesto a tierra
	30	25	99,0	Aislado
30	36	30	118,8	Aislado



Siendo:

U_n	Tensión nominal de la red
U_r	Tensión asignada del pararrayos
U_c	Tensión de servicio continuo del pararrayos
U_{res}	Tensión residual del pararrayos con onda tipo rayo 8/20 μs y con corriente nominal de descarga 10 kA

Los pararrayos estarán constituidos por resistencias de características no lineales, de óxido de cinc, conectadas en serie sin explosores.

La envolvente externa será polimérica cumpliendo las características que se mencionan en la norma GE AND012 Aisladores de compuestos para líneas aéreas de MT.

La línea de fuga mínima se establece para dos niveles de contaminación, según se define en el documento del Grupo Endesa, referencia NZZ009, Mapas de contaminación salina e industrial:

- Alta contaminación salina

La línea de fuga específica considerada es de 40 mm/kV de tensión más elevada entre fase tierra ($U_n/\sqrt{3}$).

- Muy alta contaminación salina

La línea de fuga específica considerada es de 60 mm/kV de tensión más elevada entre fase y tierra ($U_n/\sqrt{3}$).

En el proyecto, la longitud de fuga mínima para alta contaminación y tensión de aislamiento menor de 24 kV es de 555 mm.

CÁLCULO DE LAS AUTOVÁLVULAS:

Línea de fuga mínima:

$$L.F. \geq \text{Nivel de aislamiento} \cdot U_s (kV) = 20 \frac{mm}{kV} \cdot 17,5 kV = 350 mm$$

Tensión de servicio continuo:

$$U_c \geq c \cdot \frac{U_s}{\sqrt{3}} = 1,05 \cdot \frac{17,5}{\sqrt{3}} = 10,6 kV$$

Sobretensión temporal ($k=1,7$; $T_i=10s$; $m=0,018$ para neutro aislado):

$$TOV (10s) \geq K \cdot \frac{U_s}{\sqrt{3}} \cdot \left(\frac{T_i}{10}\right)^m = 1,7 \cdot \frac{17,5}{\sqrt{3}} \cdot \left(\frac{10}{10}\right)^{0,02} = 17,17 kV$$

Tensión residual:

$$U_r \geq TOV (10s)$$



Tipos Types Type	Ur kV (RMS)	Uc kV (RMS)	Ures max. al frente de la onda Max. equivalent (F.O.W.) Max. équivalent KV (crest) ⁽¹⁾	Tensión residual (Ures) máxima con onda de corriente 8/20 µs Maximum discharge voltage using an 8/20 µs current impulse Tension résiduelle (Ures) maximale avec onde de courant 8/20 µs					
				1,5 kA	3 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA
INZP__10	3	2,55	10,6	8,3	8,7	9,2	9,9	11,1	13,1
	6	5,1	21,2	16,6	17,4	18,4	19,8	22,2	26,2
	9	7,65	31,8	24,9	26,1	27,6	29,7	33,3	39,3
	10	8,5	35,3	27,7	29	30,7	33	37	43,7
	12	10,2	42,4	33,2	34,8	36,8	39,6	44,4	52,4
	15	12,7	53	41,5	43,5	46	49,5	55,5	65,5
	18	15,3	63,6	49,8	52,2	55,2	59,4	66,6	78,6
	21	17	74,2	58,1	60,9	64,4	69,3	77,7	91,7
	24	19,5	84,8	66,4	69,6	73,6	79,2	88,8	104,8
	27	22	95,4	74,7	78,3	82,8	89,1	99,9	117,9
	30	24,4	105,9	83,1	87	92,1	99	111	131,1
	33	27	116,4	91,4	95,7	101,3	108,9	122,1	144,2
	36	29	127	99,7	104,4	110,4	118,8	133,2	157,3
	39	31,4	137,5	107,9	113,1	119,6	128,7	144,3	170,3
	42	34	148,1	116,2	121,8	128,8	138,6	155,4	183,4
45	36	158,9	124,5	130,5	138,2	148,5	166,5	196,5	
48	39	169,5	132,8	139,2	147,4	158,4	177,6	209,6	

Elección de la autovalvula del catálogo “Pararrayos para sistemas de distribución tipo INZP” de INAEL): Ur=18kV, Uc=15,3 kV, Ures=59,4 kV:

- Margen de protección a impulso tipo rayo (M.P.>1,2):

$$M.P. = \frac{U_{bil}}{U_{res}} = \frac{95}{59,4} = 1,6$$

Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo: U_{bil}=95 kV (Tabla 1 RAT ITC-12)

- Distancia máxima de protección:

$$L = \frac{U_{bil} - U_{res}}{2 \cdot s} \cdot v = \frac{95 - 54,9}{2 \cdot 1200} \cdot 300 = 4,45 \text{ m}$$

Donde s=1200 kV/µs y v = 300 m/ µs



CAPITULO IV: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.- DESCRIPCIÓN

Los centros de transformación del proyecto: CT Ariño nº1, CT Ariño nº2 y CT Ariño nº3, se instalarán de tipo edificio prefabricado de hormigón de estructura monobloque, modelo Ormazábal PFU-4, de dimensiones interiores 4,46m x 2,38m x 3,05m. En este edificio se pueden instalar hasta dos transformadores con su apartamentación correspondiente, por el momento, se instalará un solo transformador para cubrir la demanda actual y se dejará el espacio suficiente para posibles ampliaciones.

El edificio prefabricado previsto, ha sido diseñado de acuerdo a CEI 61330, UNE-EN 61330, RU 1303A y Códigos Técnicos de Edificación. Se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma informativa FNH001 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie.

2.- Instalación Edificio prefabricado

2.1.- Condiciones de instalación del edificio

El terreno sobre el cual deben ir situados los edificios prefabricados debe de prepararse para no generar asentamientos del terreno que originen esfuerzos sobre la envolvente del edificio.

La construcción de la base deberá de tener en cuenta el acceso de los tubos correspondientes de MT.

Con objeto de minimizar los riesgos inherentes a las tensiones de paso en el exterior del CT, se bordeará el mismo con una acera acabada en hormigón y con 10 cm de grosor. La anchura mínima será de 1 m.

2.2.- Dimensiones de la excavación

Las dimensiones de la excavación a realizar para la instalación del edificio prefabricado PFU serán de 4,28m de ancho x 3,18 m de fondo x 0,56 m de profundidad.

Para su ejecución, se recomienda tener en cuenta las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Real Decreto 1627/1997 de 24.10.24

2.3.- Tipo de terreno

El tipo de terreno para el asentamiento de los Centros de Transformación PFU es determinante debido al peso del equipo. El terreno puede ceder o perder nivelación o bien puede trabajar con asientos diferenciales provocando así agrietamientos.

El terreno en el que se van a instalar los edificios va a ser considerado duro, ya que el suelo está asentado y compactado por la propia naturaleza.

Tras la excavación a realizar, se procederá a extender en la zona de asentamiento una capa de 100 mm aproximadamente de arena y se compacta de forma que una persona pueda caminar sobre ella sin dejar huella. Una vez retiradas las reglas, se rellenan con arena los huecos de las mismas.



3.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1.- Celdas de distribución secundaria

Las celdas de distribución secundaria corresponderán al tipo de celdas bajo envolvente metálica en las modalidades de compactas o modulares contempladas en la Norma ENEL GSM001 para celdas con corte y aislamiento en SF6, se han seleccionado celdas de distribución secundaria de la marca Ormazabal.

En el nuevo centro de transformación se ubicarán una celda de línea, utilizada para la entrada de la línea, una celda de interruptor pasante, que actuará como interruptor-seccionador, una celda de protección de trafo y una celda de medición, además, se instalará transformador de 250kVA aislado en aceite.

Cabe destacar la posibilidad de instalación de una segunda celda de línea para la continuación de la línea eléctrica de media tensión si en un futuro la compañía distribuidora lo considerase oportuno además de disponer de espacio suficiente en el centro de transformación proyectado para una futura ampliación, dando cabida a otra máquina transformadora y a su celda de protección correspondiente.

3.1.1.- Celda de Entrada: CGM-CML

Se instalará una celda de línea dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones que permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de cable de media tensión.

3.1.2.- Celda de protección de trafo con fusibles CMPF

Celda de Interruptor con Fusibles, que dispone, además de un interruptor al igual que la celda de línea, la protección con fusibles. Llevará relés de protección que dispongan de contactos libres de potencial, tanto por anomalías propias como por disparo.

3.2.- TRANSFORMADOR

Los transformadores de los 3 centros de transformación serán de 250 kVA. La tensión de salida será de 400 V. La máquina transformadora del tipo trifásico reductor de tensión, aislado en aceite, de tensión primaria de 15kV y tensión secundaria de 400V en vacío (B2) de las siguientes características:

- Tensión primaria: 15.000 V/B2
- Tensión secundaria en vacío: 400 V
- Nivel de aislamiento: 24 kV
- Regulación en primario: $\pm 2,5\% \pm 5\% \pm 7,5\%$
- Grupo de conexión: Dyn11
- Tensión de cortocircuito: 4%

El transformador de cada CT, además, cumple lo establecido en la norma particular FND001 para Transformadores Trifásicos de Endesa Distribución.



El transformador irá alojado en un espacio reservado especialmente para ello y separado del resto del centro de transformación mediante una reja de protección. También dispondrá de acceso propio.

3.2.1.- Refrigeración

La refrigeración será por circulación natural del aceite mineral, enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen naturalmente alrededor de la cuba.

3.2.2.- Pasatapas de M.T.

Los pasatapas de los bornes de 15 kV serán del tipo enchufable, según lo indicado en la Norma UNE-EN 50180

3.2.3.- Grupo de conexión

El grupo de conexión será Dyn11, triangulo-estrella con puesta de neutro a tierra.

3.3.- Cuadro de Baja tensión

El cuadro de baja tensión a instalar va a ser el modelo CBTO-C, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de baja tensión procedente de la maquina transformadora y distribuirlo en cuatro circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de Ormazabal está compuesta por un bastidor aislante en el que se distinguen dos partes:

Zona de acometida, medida y equipos auxiliares:

En la parte superior del cuadro existe un compartimiento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar. El cuadro incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

Zona de salidas:

Está formada por un compartimiento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1600A
- Frecuencia asignada: 50Hz
- Nivel aislamiento frecuencia industrial: 10kV
- Salidas de baja tensión.....4

En general, los cuadros de BT cumplirán lo establecido en la Norma particular Endesa FNZ001 “Cuadros Modulares de Distribución en Baja Tensión para Centros de Transformación” .



3.4.- Conductores de conexionado

Media Tensión

La interconexión entre la celda de A.T. y las bornas de Alta Tensión del transformador, por ambos lados, se realizará mediante cable unipolar aislado con aislamiento de polietileno reticulado RH5Z1 3x1x95 mm² Al 12/20 kV.

Baja Tensión

La interconexión entre las bornas BT del transformador con el cuadro de BT se realizará mediante cable aislado unipolar de aluminio del tipo XZ1, con aislamiento polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina de tensión nominal 0,6/1 Kv.

Se tomarán como referencia la norma informativa CNL001 Cables Unipolares para Redes Subterráneas de Distribución BT de tensión asignada 0,6/1 kV.

La conexión del cuadro de BT con el transformador se hará mediante un puente único, excepto para los transformadores bitensión, en que se instalará un puente independiente para cada tensión.

En general, los puentes de BT de los CT prefabricados se instalarán al aire. En caso de instalarse sobre bandejas, preferiblemente serán de PVC y si se disponen sobre bandejas metálicas deberán conectarse a la red de tierra de protección.

3.5.- Dimensionado de las conexiones B.T.

Se justifican los puentes previstos para el transformador de 250kVA con secundario B2, que están formados por tres ternas de 240 mm² de Aluminio para el puente de 400V. El número de cables unipolares por fase que constituyen el puente es diferente dependiendo de la tensión de las bornas del transformador al que está conectado, se obtiene la intensidad máxima por cada conductor para el puente:

El puente correspondiente será 0,6/1kV XZ1 2x(3x1x240mm²) + 1x240 mm² Al.

3.6.- Señalización

El edificio cumplirá las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al centro y las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.4.10, modeloAE-10.

- En un lugar bien visible en el interior del Centro se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardiaco.

3.7.- Alumbrado

Para el alumbrado interior las casetas prefabricadas tienen instalados los puntos de luz necesarios.

Asimismo, existe un alumbrado de emergencia.



3.8.- Foso de recogida de aceite

El edificio prefabricado dispone de foso de recogida de aceite y lecho de guijarros cortafuegos ya instalados en la estructura prefabricada.

3.9.- Pantallas de protección

En virtud de lo establecido en la MIE RAT 14, se colocarán pantallas de separación entre el habitáculo del trafo y el resto del recinto, de forma que exista una separación física para evitar posibles accidentes.

4.- PROTECCIONES

4.1.- Protección contra sobreintensidades

En base a lo indicado en la ITC-RAT 09 apartado 4.2.1 referente a la protección de transformadores MT/BT, estos deberán protegerse contra sobreintensidades producidas por sobrecargas o cortocircuitos, ya sean externos en la baja tensión o internos en el propio transformador.

La protección se efectuará limitando los efectos térmicos y dinámicos mediante la interrupción del paso de la corriente, para lo cual se utilizarán cortacircuitos fusibles. La fusión de cualquiera de los dará lugar a la desconexión trifásica del interruptor-seccionador de protección del transformador.

4.2.- Protección térmica del transformador

Esta protección la provee una sonda que mide la temperatura del aceite en la parte superior del transformador y que provoca el disparo del interruptor-seccionador de la celda de protección de dicho transformador.

Se seguirá lo indicado en la Norma UNE-IEC 60076-7 Parte 7 "Guía de carga para transformadores de potencia sumergidos en aceite".

4.3.- Protección contra cortocircuitos externos

La protección contra cortocircuitos externos en el puente que une los bornes del secundario del transformador y el cuadro de BT, y en su propio embarrado estará asignada a los fusibles de MT.

Los calibres a utilizar se referencian en documento informativo de Endesa DGD001 Guía técnica sobre suministros en MT.

Los cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que salen del centro de transformación no deberán repercutir en el transformador.

El calibre de los fusibles APR serán de 40 A.



4.4.- Protección contra sobretensiones en MT

En el caso de existir transición de línea aérea a subterránea para alimentar el CT, se instalará, en el punto de conversión, una protección contra sobretensiones de la aparatada instalada en el CT mediante pararrayos. La conexión de la línea al pararrayos se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

Los pararrayos tomarán como referencia la norma informativa AND015 Pararrayos óxidos metálicos sin explosores redes MT hasta 36 kV.

4.5.- Instalación de puesta a tierra

Con el objeto de facilitar la conexión de los distintos elementos al electrodo existente, se instalará grapado a las paredes interiores del CT, ligeramente separado de éstas, y a unos 30 cm del nivel del suelo, un anillo perimetral con cable de cobre desnudo de 50 mm² al que se conectarán, también mediante cables de cobre desnudo y piezas de conexión con apriete mecánico según UNE 21021, los distintos elementos a poner a tierra.

El mallazo equipotencial de la solera está conectado a la tierra de protección y para ello se utilizan al menos dos latiguillos de cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección dispuestos en al menos dos puntos diametralmente opuestos del CT.

En la instalación de la puesta a tierra de protección y en la conexión de elementos a la misma, se cumplirán las siguientes condiciones:

- El recorrido de la línea que constituye el circuito de protección es rectilíneo y paralelo o perpendicular al suelo del CT.
- La parte de la instalación de la puesta a tierra de protección que discurre por el interior del CT es revisable visualmente en todo su recorrido.
- Se reinstalarán un borne de conexión para la medida de la resistencia de tierra en los que será posible la inserción de una pinza amperimétrica para la medición de la corriente de fuga o la continuidad del bucle.
- Los elementos conectados a tierra no están intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.
- No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los perímetros exteriores del CT, tales como puertas de acceso, rejillas de ventilación, etc.
- La pletina de puesta a tierra de las celdas de distribución secundaria se conectará al circuito de protección en al menos dos puntos.
- Igualmente, la cuba del transformador se conectará, por lo menos en dos puntos, a la puesta a tierra de protección.
- La envolvente del cuadro de BT (cuando sea metálica) estará conectada al circuito de protección, mientras que la pletina de conexión del neutro de BT lo estará al de servicio.



Se dispondrán dos instalaciones de puesta a tierra independientes entre sí, una puesta a tierra de protección y otra puesta a tierra de servicios.

Las dos tierras deberán ser eléctricamente independientes entre sí, de esta forma se evitan posibles accidentes producidos por el paso de tensiones elevadas de unas partes de la instalación a otras, lo que podría suceder si solamente se hiciera una tierra común para todo.

Se han diseñado de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la máxima diferencia de potencial que pueda aparecer en la tierra de servicio sea inferior a 1.000 V.

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de servicio en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra de protección sean tales que ante un posible defecto a tierra la elevación de potencial en la red de la instalación de puesta a tierra sea inferior a 1.000 V.

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que aseguren la perfecta unión. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente. Asimismo, estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

4.5.1.- Diseño de la instalación de puesta a Tierra.

Para diseñar la instalación de puesta a tierra se utilizará el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

El método UNESA establece el siguiente procedimiento a seguir para el diseño de la instalación de puesta a tierra de un CT:

1.- Investigación de las características del terreno. Se admite la estimación del valor de la resistividad del terreno, aunque resulta conveniente medirla in situ mediante el método de Wenner.

2.- Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto. El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro, pudiendo ser:

- Neutro aislado
- Neutro unido a tierra
 - Directamente
 - Mediante impedancia

3.- Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.

4.- Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.

5.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior del CT.

6.- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT.

7.- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto son inferiores a los valores máximos admisibles definidos en el ITC-RAT 13 “Instalaciones de puesta a tierra”.

8.- Investigación de las tensiones transferidas al exterior.

9.- Corrección y ajuste del diseño inicial.



En el anexo de cálculos se desarrolla el procedimiento de cálculo y justificación de la instalación de puesta a tierra que se aplicará.

4.5.2.- Electrodo de puesta a tierra

Dependiendo de las características del CT, la composición de los electrodos podrá estar formada por una combinación de

- Picas de acero recubierto de cobre (norma informativa NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra).
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).

Las picas se hincarán verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja profundidad mínima de 0,8 m.

Los electrodos horizontales se enterrarán a profundidad igual al extremo superior de las picas.

4.5.3.- Puesta a tierra de protección.

Se conectarán al circuito de puesta a tierra de protección, con carácter general, las masas de MT y BT y más concretamente los siguientes elementos:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envoltura metálica de las celdas de distribución secundaria y cuadros de BT.
- Cuba del transformador.
- Bornas de tierra de los detectores de tensión.
- Bornas de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra de protección.

Debido a las características del Centro de Transformación, se toma como configuración del electrodo de puesta a tierra 30-30/8/42.

La puesta a tierra de protección se ejecutará, siempre que sea posible, mediante un electrodo horizontal formado por cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección (C-50) soterrado bajo la solera del CT, de forma cuadrada o rectangular, complementada, si procede, con picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro clavadas en el terreno. En número de picas será el suficiente para conseguir la resistencia a tierra prevista.

4.5.4.- Puesta a tierra de servicio

Para la puesta a tierra de servicio se utilizará un electrodo constituido por picas alineadas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, clavadas en zanja a una profundidad mínima de 0,5 m.

Con objeto de independizarla de la anterior, se establece una toma de tierra del neutro de B.T. (Puesta a tierra de servicio), a una distancia no inferior a la determinada en el documento cálculos.



La línea de tierra se ejecutará con cable de cobre aislado 0,6/1 kV del tipo RV de 50 mm² de sección, protegido en su instalación intemperie con tubo de PVC de 32 mm diámetro. Partirá de la pletina de neutro del cuadro de BT y discurrirá, por el fondo de una zanja a una profundidad mínima de 0,5 m hasta conectar con las picas de puesta a tierra.

El número de picas a instalar estará determinado por la condición de que la resistencia de puesta a tierra debe ser inferior a 37 Ω .

Al igual que para la puesta a tierra de protección se instalará un borne accesibles para la medida de la resistencia de tierra.

4.5.5.- Cálculo de la Red de Tierras

Los cálculos de la instalación de tierras que ha de colocarse se adjuntan en el anexo de cálculos.

4.5.6.- Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto

El valor de las resistencias de puesta a tierra de protección y de servicio será tal que, en caso de defecto a tierra, las tensiones máximas de paso y contacto no alcancen los valores peligrosos considerados en la ITC-RAT 13.

Si esto no fuera posible, se adoptarán medidas de seguridad adicionales tendentes a adecuar dichos valores de las tensiones de paso y contacto en el exterior del CT.

En este caso, la siguiente medida será de carácter obligatorio:

Construir exteriormente al CT una acera perimetral de 1 m de ancho por 10 cm de espesor, armada y localizada en la zona normalmente utilizada para acceder al mismo, que aporte una elevada resistividad superficial incluso después de haber llovido. El armado de la acera perimetral no se conectará a la tierra de protección.

5.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL

5.1.- EDIFICIOS PREFABRICADOS

Los edificios prefabricados para alojar CT podrán ser de tipo monobloque o constituidos por varias piezas o paneles prefabricados de hormigón armado convenientemente ensamblados.

Estarán preparados para albergar toda la aparamenta y equipos necesarios, con tensión máxima del material 24 kV y potencia máxima del transformador de 250kVA.

5.2.- CIMENTACIÓN

El terreno sobre el cual deba ir situado el edificio prefabricado, deberá compactarse previamente con un grado de compactación no menor al 90%.

Se construirá una solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos con las siguientes características:



- Estará construida en hormigón armado de 15 cm de grosor con varillas de 4 mm y cuadro 20 x 20 cm.
- Tendrá unas dimensiones tales que abarquen la totalidad de la superficie del EP sobresaliendo 25 cm por cada lado.
- Incorporará la instalación de tubos de paso para las puestas a tierra.

Sobre la solera, y para que el edificio se asiente correctamente, se dispondrá una capa de arena de 10 cm de grosor. La presión que el edificio prefabricado ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm²

6.- Proteccion contra incendios

En la construcción se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 5.1 del ITC-RAT 14, el Documento Básico DB-SI “Seguridad en caso de Incendio” del Código Técnico de la Edificación y las Ordenanzas Municipales aplicables en cada caso.

Extintores móviles

Dado que existe personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de esta tipología de instalaciones, este personal itinerante deberá llevar en sus vehículos, como mínimo, dos extintores de eficacia mínima 89B, y por lo tanto no será precisa la instalación de extintores en los CT.

7.- Ventilación

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC-RAT 14 apartado 4.4, utilizándose preferentemente el sistema de ventilación natural.

La posición y tamaño de las rejillas de ventilación estarán determinadas por la envolvente prefabricada elegida, referenciados en la norma informativa FNH001 CC.TT. Prefabricados Hormigón Tipo Superficie.

Cuando el CT requiera la instalación de ventilación forzada, se realizará un estudio específico de la misma.

8.- Insonorización y medidas anti vibraciones

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Además se deberá cumplir con el Código Técnico de la Edificación, legislaciones de las comunidades autónomas y ordenanzas municipales.

Caso de sobrepasar esos límites, se tomarán medidas correctoras para minimizar y reducir la emisión de ruido y la transmisión de vibraciones producidas. El Real Decreto 1367/2007 regula, en las tablas B1 y B2 del anexo III, los valores límite de emisión de ruido al medio ambiente exterior y a los locales colindantes del CT, siendo estos valores función del tipo de área acústica. Estos niveles de ruido deben medirse de acuerdo a las indicaciones del anexo IV del RD 1367/2007.



9.- Protección contra la contaminación

Dado que el CT puede estar afectado por varios tipos de contaminación a la vez, en función de su ubicación, se tomarán las medidas adicionales que correspondan.

Para los CT afectados por alta contaminación salina o ambiental se tomarán las medidas siguientes:

- Las rejillas se colocarán preferentemente en la cara no afectada directamente por vientos dominantes procedentes de la contaminación, y cuando esto no sea posible se instalarán cortavientos adecuados.
- Los terminales de los cables de baja tensión, las bornas de BT del transformador y del cuadro de BT, irán protegidos mediante envolventes aislantes.

10.- Señalización y material de seguridad

Los CT estarán dotados de los siguientes elementos de señalización y seguridad:

Las puertas de acceso llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.4-10, modelo CE-14.

En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.4-10, modelo AE-10.

Las celdas de distribución secundaria y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva.

La señal CR-14 C de Peligro Tensión de Retorno se instalará en el caso de que exista este riesgo.

En un lugar bien visible del interior se colocará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.

La identificación exterior se realizará mediante la placa de señalización detallada en el Plano FPY20103 Detalle Placa de Señalización.



CAPITULO V: RESUMEN DEL PRESUPUESTO

DENOMINACION	IMPORTE (€)
LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN	432.766,03 €
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	125.004,71 €
LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN	69.473,99 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN	627.244,73 €
GASTOS GENERALES (13%)	81.541,82 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	37.634,68 €
GASTOS PROYECTO, CFO Y COORDINACIÓN	16.400,00 €
TRAMITACIÓN	22.500,00 €
SUMA	785.321,23 €
21% IVA	164.917,46 €
SUMA TOTAL	950.238,69 €



CAPITULO VI: CONCLUSIONES

Considerando suficientes los datos reseñados para su estudio junto con los planos que se acompañan se espera obtener las oportunas legalizaciones de la Administración.

No obstante quedo a disposición de la misma, para cuantas consultas o aclaraciones sean necesarias.

Noelia Solana Ramón

Zaragoza, Enero de 2020



Documento 2

ANEXO CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



ÍNDICE

CAPITULO I: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1.	CÁLCULO ELÉCTRICO.....	1
	DATOS DE LA INSTALACIÓN	1
1.1	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CABLE	1
1.2	CAÍDA DE TENSIÓN	2
1.3	PÉRDIDAS DE POTENCIA	3
1.4	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.....	3
2.	CÁLCULOS MECÁNICOS	4
2.1	CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES	4
2.1.1	Cargas permanentes.....	4
2.1.2	Carga de viento	4
2.1.3	Carga de hielo	5
2.1.4	Hipótesis de tracciones máximas.....	5
2.1.5	Hipótesis de flechas máximas.....	6
2.1.6	Determinación de la tracción en los conductores	6
2.1.7	Determinación de las flechas	7
2.1.8	Fenómenos vibratorios.....	7
2.2	CÁLCULO DE APOYOS	5
2.3	AISLAMIENTO Y HERRAJES	73
2.3.1	Aisladores.....	73
3.	CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES	73
4.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD	75
4.1	DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO	75
4.2	SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES.....	75
4.3	DISTANCIA A MASA	76
4.4	DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS.....	76
5.	PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	78
5.1	DATOS INICIALES	78
5.2	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	79
5.2.1	Apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados.....	79
5.2.2	Investigación de las características del terreno. Resistividad.	80
5.2.3	Determinación de la intensidad de defecto.....	81
	• Neutro aislado	81
	• Neutro a tierra	82
5.2.4	Tiempo de eliminación del defecto.....	82
5.2.5	Resistencia de tierra de los electrodos	82
5.2.6	Cálculo de tierras en apoyos no frecuentados.....	84
5.2.7	Cálculo de tierras en apoyos frecuentados.....	84
2.1.1.1	Determinación del aumento de potencial ante un defecto a tierra.....	85
2.1.1.2	Determinación de las tensiones contacto máximas admisibles	85
2.1.1.3	Determinación de las tensiones paso máximas admisibles.....	87
2.1.1.4	Determinación de las tensiones de contacto y de paso	87
2.1.1.5	Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas	88
5.3	RESUMEN CÁLCULO PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS	89
5.3.1	Apoyos Frecuentados	89
5.3.2	Apoyos no frecuentados	90
5.3.3	Rmáximo P.A.T. en función de resistividad de terreno (ρ):	91



CAPITULO II: RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

1.	CÁLCULO ELÉCTRICO.....	92
1.1	CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR.....	92
1.1.1	Resistencia eléctrica	92
1.1.2	Reactancia del cable.....	92
1.1.3	Capacidad	92
1.1.4	Resumen Características Eléctricas	92
1.2	INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES	93
1.2.1	INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN SERVICIO PERMANENTE.....	93
1.2.2	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor	95
1.3	CAÍDAS DE TENSIÓN.....	97
1.4	POTENCIA A TRANSPORTAR.....	97
1.5	PÉRDIDAS DE POTENCIA	98

CAPITULO III: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

1.	PUENTES DE MT Y BT	99
1.1	INTRODUCCIÓN	99
1.2	INTENSIDAD EN M.T.....	99
1.3	DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES M.T.....	99
1.4	INTENSIDAD EN B.T.....	100
1.5	DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES B.T.....	100
1.6	CAIDA DE TENSIÓN	101
3	CÁLCULO INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA.....	101
2.1	INTRODUCCIÓN	101
2.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	101
2.2.1	Puesta a tierra de protección	101
2.2.2	Puesta a tierra de servicio.....	102
2.2.3	Sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio	102
2.3	DATOS INICIALES	102
2.4	RESISTIVIDAD DEL TERRENO	103
2.5	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN	104
2.5.1	Determinación de la intensidad de defecto.....	104
2.5.2	Neutro aislado	104
2.5.3	Resistencia máxima de la puesta a tierra de masas del CT.....	105
2.5.4	Selección del electrodo	105
2.5.5	Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado.	106
2.5.6	Tiempo de eliminación del defecto.....	107
2.5.7	Valores máximos de tensión admisibles.....	107
2.5.8	Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas.....	109
	Tensiones de paso y contacto en el interior del CT	109
	Tensión de contacto en el exterior del CT	109
	Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT.....	109
	Protección del material	110
2.5.9	Corrección y ajuste del diseño inicial	110
2.6	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO	110
2.7	SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO.....	110
2.8	CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	111



CAPITULO I: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSÓN

1. CÁLCULO ELÉCTRICO

Se trata de justificar que la elección del conductor de media tensión supera las necesidades de la red, en lo que se refiere a caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de transporte.

DATOS DE LA INSTALACIÓN

Tensión nominal en A.T.	15 kV
Circuitos	1
Conductor aéreo	LA-110
Conductores por fase.....	1
Frecuencia	50 Hz
Factor de potencia (desfavorable)	0,8
Longitud:	
Tramo nº1 - nº33.....	4.685,20 m
Tramo nº34 - nº62.....	3.499,08 m

1.1 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CABLE

La potencia máxima admisible que circula por la línea es:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi_{med}$$

$$P_{max} = \sqrt{3} \times 15 \times 318 \times 0,8 = 6.610 \text{ kW}$$

Para el tramo nº1-nº33

Para cumplir con la reglamentación de caída de tensión inferior a 5% esta potencia a transportar deberá ser inferior a:

$$P_{max} < 3.722 \text{ kW}$$

Para el tramo nº34-nº62

Para cumplir con la reglamentación de caída de tensión inferior a 5% esta potencia a transportar deberá ser inferior a:

$$P_{max} < 4.958 \text{ kW}$$

Siendo:

P_{máx} = Potencia máxima a transportar, en kW.

U = Tensión nominal de la línea, en kV.

I_{máx} = Intensidad máxima admisible del conductor, en A.

cosφ_{med} = factor de potencia medio de las cargas receptoras.

La intensidad máxima admisible de corriente se obtiene de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.2 de la ITC-LAT 07.

La densidad máxima de corriente admisible por un conductor de sección S se obtiene de la tabla Nº11 del citado apartado, interpolando entre la sección inferior y superior y aplicando el correspondiente coeficiente reductor en función de su composición.

$$I_{m\acute{a}x} = \sigma \cdot S$$



Siendo:

σ = Densidad máxima admisible por un conductor, en A/mm².

S = Sección del conductor, en mm².

Sección nominal mm ²	Densidad de corriente A/mm ²
	Aluminio
95	3,2
125	2,9

Los valores anteriores se obtienen de la tabla 11. Interpolando, obtenemos la densidad de corriente para una sección de 116,2 mm, en este caso 2,988 A/mm². Este valor hay que multiplicarlo por un coeficiente de reducción (0,916) ya que se está considerando el cable como si su sección total fuera de aluminio.

$$I_{\text{máx}} = (2,988 \text{ A/mm}^2 \times 0,916) \times 116,2 \text{ mm}^2 = 318 \text{ A}$$

El conductor empleado y su intensidad máxima admisible son las siguientes:

Conductor	Sección (mm ²)	Alambres Aluminio	Alambres Acero	Imáx (A)
47AL1/8-ST1A (antes LA-56)	54,6	6	1	199
94-AL1/22-ST1A (antes LA-110)	116,2	30	7	318
147-AL1/34-ST1A (antes LA-180)	181,6	30	7	431

1.2 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por km de línea, considerando una capacidad despreciable viene dada por la siguiente expresión:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{50} + X \cdot \text{tg } \varphi) \text{ en valor absoluto}$$

$$U_c (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{50} + X \cdot \text{tg } \varphi) \text{ en valor porcentual}$$

Siendo:

U_c = Caída de tensión objeto del cálculo.

P = Potencia a transportar, en kW.

L = Longitud de la línea, en km. (optaremos por caso más desfavorable L=4,685km)

U = Tensión nominal de la línea, en kV.

R₅₀ = Resistencia del conductor en Ω/km a 50 °C, incluidos el efecto skin y el efecto proximidad.

X = Reactancia de la línea en, Ω /km.

φ = Angulo de desfase, en radianes.



Para el tramo nº1 - nº33:

$$U_c = \frac{3.722 \times 4,685}{15} \times (0,344 + 0,399 \times 0,75) = 748,81 \text{ V}$$

Para una longitud $L = 4,685 \text{ km}$; $U_c(\%) 4,99\% < 5\%$.

La máxima potencia a transportar será de 3.722 kW.

Para el tramo nº34 - nº62:

$$U_c = \frac{4.958 \times 3,499}{15} \times (0,344 + 0,399 \times 0,75) = 748,01 \text{ V}$$

Para una longitud $L = 3,499 \text{ km}$; $U_c(\%) 4,99\% < 5\%$.

La máxima potencia a transportar será de 4.958 kW.

1.3 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia por efecto Joule se calculan de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

Siendo:

AP = Pérdidas de potencia por efecto Joule

R₅₀ = Resistencia del conductor en Ω/km .

L = Longitud de la línea, en km.

I = Intensidad de la línea, en amperios.

Para el tramo nº1 - nº33:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 = 3 \times 0,344 \times 4,685 \times 318^2 = 488,95 \text{ kW}$$

Para el tramo nº34 - nº62:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 = 3 \times 0,344 \times 3,499 \times 318^2 = 365,16 \text{ kW}$$

1.4 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Se determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea. Este valor será proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red. Este valor es un dato proporcionado por la compañía suministradora Endesa.

La corriente de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc_3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

I_{cc₃} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV,



A continuación se indica la intensidad de cortocircuito para la red en estudio:

U (kV)	Sc _{cc} (MVA)	I _{cc3} (kA)
15	500	19,245

2. CÁLCULOS MECÁNICOS

Para el cálculo mecánico y el dimensionamiento de los distintos elementos que componen la línea eléctrica objeto del presente proyecto, se tienen en cuenta, las solicitaciones debidas a los conductores eléctricos.

2.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES

Los criterios de cálculo mecánico de conductores se establecen en base a lo especificado en el apartado 3 de la ITC-LAT 07.

Las tensiones mecánicas y las flechas con que debe tenderse el conductor dependen de la longitud del vano y de la temperatura del conductor en el momento del tendido, de forma que al variar ésta, la tensión del conductor en las condiciones más desfavorables no sobrepase los límites establecidos.

Denominación	LA – 110
Sección	116,2 mm ²
Diámetro	14,00mm
Peso	0,432kg/m
Modulo elástico	8.000daN/mm ²
Coef. dilatación lineal	19,1 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Carga de Rotura	1.629daN

2.1.1 Cargas permanentes

Para los conductores se consideran cargas verticales debidas al peso propio de los elementos, en este caso del conductor, cadenas de aisladores, herrajes y accesorios.

2.1.2 Carga de viento

Se considera un viento mínimo de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad, supuesto de componente horizontal y actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

La presión del viento sobre el conductor se calcula para la velocidad especificada V_v de la forma siguiente, según apartado 3.1.2.1. de la ITC-LAT 07:

$$q = 60 \cdot \left(\frac{v_v}{120} \right)^2 \text{ daN} / \text{m}^2 \quad \text{para conductores de } d \leq 16 \text{ mm}$$

$$q = 50 \cdot \left(\frac{v_v}{120} \right)^2 \text{ daN} / \text{m}^2 \quad \text{para conductores de } d > 16 \text{ mm}$$



Por lo tanto, la acción total del viento sobre el conductor se obtiene de la siguiente expresión:

$$P_v = q \cdot d \left(\frac{daN}{m} \right)$$

Siendo:

d = diámetro del conductor en m.

q = presión del viento.

Resultando una presión de viento por metro lineal sobre los conductores de:

Denominación conductor Denominación antigua	Diámetro conductor (mm)	qv para viento de 120 km/h (daN/m)
47AL1/8-ST1A (LA-56)	9,45	0,567
94-AL1/22-ST1A (LA-110)	14,00	0,840
147-AL1/34-ST1A (LA-180)	17,5	0,875

2.1.3 Carga de hielo

- **Zona A: Altitud inferior a 500 m**

No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

- **Zona B: Altitud comprendida entre 500 y 1000 m**

Se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor, $q_v = 0,18 \cdot \sqrt{d}$ daN/m, siendo "d" el diámetro del conductor en milímetros.

- **Zona C: Altitud superior a 1000 m**

Se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor, $q_v = 0,36 \cdot \sqrt{d}$ daN/m, siendo "d" el diámetro del conductor en milímetros. Para altitudes superiores a 1500 metros, el proyectista deberá establecer las sobrecargas de hielo mediante estudios pertinentes, no pudiéndose considerar sobrecarga de hielo inferior a la indicada anteriormente.

2.1.4 Hipótesis de tracciones máximas

Las hipótesis de sobrecarga que se consideran para el cálculo de la tensión máxima en los conductores son las definidas en el apartado 3.2.1 ITC-LAT 07 del R.L.A.T, según la zona por la que discurra la línea, considerando una velocidad el viento de 120 km/h. Las sobrecargas que les son aplicables son las siguientes:

ZONA A, Altitud inferior a 500 m			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de Viento	Sobre carga de hielo
Tracción máxima de viento	-5	Según apartado 2.1.2 y 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
ZONA B, Altitud comprendida entre 500 y 1000 m			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de Viento	Sobre carga de hielo
Tracción máxima de viento	-10	Según apartado 2.1.2 y 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-15	No se aplica	Según apartado 3.1.3 ITC-LAT 07



ZONA C, Altitud superior a 1000 m			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de Viento	Sobre carga de hielo
<i>Tracción máxima de viento</i>	-15	<i>Según apartado 2.1.2 y 3.1.2 ITC-LAT 07</i>	<i>No se aplica</i>
<i>Tracción máxima de hielo</i>	-20	<i>No se aplica</i>	<i>Según apartado 3.1.3 ITC-LAT 07</i>

En caso de que se prevea la aparición en la zona de un viento excepcional, se considerarán los conductores, a la temperatura de -5°C en zona A, -10°C en zona B y -15 °C en zona C, sometidos a su propio peso y a una sobrecarga de viento correspondiente a una velocidad superior a 120 km/h.

En altitudes superiores a 1.500m se realizarán estudios específicos para determinar la sobrecarga motivada por el hielo, no pudiendo ser nunca inferior a la indicada para la zona C.

La tracción máxima de los conductores no resultará superior a su carga de rotura mínima, dividida por 3.

2.1.5 Hipótesis de flechas máximas

De acuerdo con el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, se determina la flecha máxima de los conductores, en zona B, en las siguientes hipótesis:

- Hipótesis de viento:** Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2. ITC-LAT 07 a la temperatura de +15°C, con una velocidad de 120 km/h.
- Hipótesis de temperatura:** Sometidos a la acción de su peso propio a la temperatura de +50°C.
- Hipótesis de hielo:** Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de hielo según zona, según apartado 3.1.3 ITC-LAT 07, a la temperatura de 0°C.

La sobrecarga de hielo será, según zona:

- No se considera para zona A.
- $0,18 \cdot \sqrt{d}$ daN/m para zona B.
- $0,36 \cdot \sqrt{d}$ daN/m para zona C.

Siendo “d” el diámetro del cable en milímetros.

En altitudes superiores a 1.500 m se realizarán estudios específicos para determinar la sobrecarga motivada por el hielo, no pudiendo ser nunca inferior a la indicada para la zona C.

2.1.6 Determinación de la tracción en los conductores

Para el cálculo de las flechas y tensiones de los conductores, a partir de unas condiciones iniciales preestablecidas, se utiliza la ecuación de cambio de condiciones en su forma exacta:

$$\frac{2 \cdot T_2}{p_2} \cdot \operatorname{senh} \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} = \frac{2 \cdot T_1}{p_1} \cdot \operatorname{senh} \frac{a \cdot p_1}{2 \cdot T_1} \left[1 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_1 - T_2}{E \cdot S} \right]$$



Donde:

E = Módulo de elasticidad en daN/mm².

α = Coeficiente de dilatación lineal en °C⁻¹.

S = Sección del conductor en mm².

a = Vano en m.

T₁, T₂ = Tenses en daN en los estados inicial y final.

p₁, p₂ = Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m.

θ₁, θ₂ = Temperaturas del conductor en los estados inicial y final en °C.

2.1.7 Determinación de las flechas

Conocido el valor de T₂, se calcula la flecha correspondiente con la ecuación siguiente:

$$f = \frac{T_2}{p_2} \cdot \left(\cosh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} - 1 \right)$$

f = Máxima flecha del conductor.

a = Vano en m.

T₂ = Tenses en daN en los estados inicial y final.

p₂ = Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m.

El vano de cálculo de regulación se determinará para cada serie de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre y vendrá dado por la expresión:

$$VANO_{regulación} = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

Para los diferentes vanos comprendidos en la línea, se determinan sus flechas de regulación a partir de la expresión:

$$FLECHA_{Vano\ a\ regular} = Flecha_{Vano\ cálculo} \cdot \left(\frac{Vano_{A\ regular}}{Vano_{Cálculo}} \right)^2$$

2.1.8 Fenómenos vibratorios

El valor denominado EDS, abreviatura de “everyday stress”, representa la carga media de todos los días, situación en la que a lo largo del año están los cables un mayor periodo de tiempo, y que se mide como porcentaje respecto a la carga de rotura:

$$EDS = \frac{\text{Tracción del cable a } 15^\circ \text{ de temperatura y calma}}{\text{Carga de rotura del cable}} = \%$$

Cuando el EDS es inferior al 15%, no se producen fenómenos vibratorios que dañen el conductor. Para evitar el uso de dispositivos de amortiguamiento la tracción a la temperatura de 15°C no superará el 15% de la carga de rotura.

En el diseño se tendrá también en cuenta el CHS o tensión del conductor en horas frías, que no será superior al 20%.



TABLAS DE CALCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

ZONA B	Conductor: LA-110
Sección:	116,2 mm ²
Diámetro:	14 mm
Mod. Elástico:	8.200 kg/mm ²
Coef. Dilatación:	0,0000178 °C ⁻¹
Peso cable:	0,433 kg/m
Carga rotura:	4.398 kg
Viento:	0,84 kg/m
Hielo:	0,67 kg/m



VANOS (m)	Tensión Máxima						Flecha Máxima						Flecha Mínima			Cálc. Apoyos				
	-15°C y Hielo			-10°C y Viento			+15°C y Viento			50°C			0°C y Hielo			-15°C			-5°C y Viento	
	T(Kg)	F(m)	Cs	T(Kg)	F(m)		T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)
57	1.084	0,41	4,06	984	0,39		686	0,56	726	246	0,71	569	893	0,50	807	975	0,18	2.252	917	0,00
147	1.195	2,50	3,67	1.058	2,41		899	2,84	951	394	2,97	909	1.090	2,74	985	747	1,57	1.726	1.022	2,00
167	1.213	3,18	3,62	1.070	3,08		929	3,55	983	412	3,67	951	1.119	3,45	1.011	707	2,14	1.632	1.039	3,00
121	1.167	1,74	3,76	1.040	1,66		852	2,03	901	364	2,18	841	1.044	1,94	943	811	0,98	1.873	997	2,00
178	1.222	3,59	3,59	1.076	3,48		943	3,97	998	421	4,08	971	1.134	3,87	1.025	688	2,49	1.589	1.046	4,00
150	1.198	2,60	3,66	1.060	2,51		904	2,94	956	397	3,07	916	1.094	2,85	989	741	1,64	1.710	1.025	3,00
130	1.177	1,99	3,73	1.047	1,91		869	2,30	920	375	2,44	867	1.061	2,20	959	788	1,16	1.819	1.007	2,00
193	1.233	4,18	3,55	1.083	4,07		961	4,58	1.017	431	4,68	995	1.152	4,48	1.041	666	3,03	1.538	1.056	4,00
158	1.205	2,87	3,64	1.065	2,77		916	3,22	969	404	3,34	934	1.106	3,12	1.000	724	1,87	1.672	1.032	3,00
129	1.176	1,96	3,73	1.046	1,88		867	2,27	918	374	2,41	864	1.059	2,17	957	790	1,14	1.825	1.006	2,00
165	1.211	3,11	3,62	1.069	3,01		926	3,48	980	410	3,59	948	1.116	3,37	1.009	710	2,07	1.641	1.037	3,00
72	1.105	0,65	3,98	998	0,61		732	0,84	775	282	1,00	651	933	0,77	843	942	0,30	2.175	938	1,00
69	1.100	0,60	3,99	995	0,57		723	0,78	765	275	0,94	635	925	0,71	836	949	0,27	2.191	933	1,00
140	1.188	2,28	3,69	1.054	2,20		887	2,61	939	387	2,75	893	1.078	2,52	974	763	1,39	1.763	1.016	2,00
109	1.153	1,43	3,81	1.031	1,36		827	1,70	875	348	1,85	803	1.020	1,61	922	843	0,76	1.948	984	1,00
188	1.229	3,98	3,57	1.081	3,87		956	4,37	1.011	428	4,48	988	1.146	4,27	1.036	673	2,84	1.554	1.053	4,00
162	1.209	3,00	3,63	1.067	2,91		922	3,37	975	408	3,49	942	1.112	3,27	1.005	716	1,98	1.654	1.035	3,00
119	1.165	1,68	3,77	1.039	1,61		848	1,97	897	362	2,12	835	1.040	1,88	940	816	0,94	1.885	995	2,00
179	1.222	3,63	3,59	1.076	3,52		945	4,01	1.000	421	4,12	973	1.135	3,91	1.026	686	2,53	1.585	1.047	4,00
186	1.228	3,90	3,57	1.080	3,79		953	4,29	1.009	426	4,40	985	1.144	4,19	1.033	676	2,77	1.561	1.052	4,00
184	1.226	3,82	3,57	1.079	3,71		951	4,21	1.006	425	4,32	981	1.141	4,11	1.031	679	2,70	1.568	1.050	4,00
208	1.243	4,82	3,52	1.089	4,70		977	5,23	1.034	440	5,32	1.017	1.168	5,13	1.055	648	3,62	1.496	1.065	5,00
215	1.247	5,13	3,51	1.092	5,01		984	5,55	1.042	444	5,64	1.025	1.175	5,45	1.062	640	3,91	1.479	1.068	5,00
49	1.074	0,31	4,09	977	0,29		659	0,43	698	225	0,58	519	872	0,38	788	991	0,13	2.288	906	0,00



VANOS (m)	SIN SOBRECARGAS																								
	+45°C		+40°C		+35°C		+30°C		+25°C		+20°C		+15°C			+10°C		+5°C		0°C		-5°C		-10°C	
	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	EDS(%)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)
57	268	1,00	295	1,00	327	1,00	367	0,00	413	0,00	467	0,00	528	0,00	12	594,00	0,00	665	0,00	740	0,00	816	0,00	895	0,00
147	408	3,00	423	3,00	440	3,00	459	3,00	480	2,00	502	2,00	528	2,00	12	556,00	2,00	587	2,00	621	2,00	659	2,00	701	2,00
167	425	4,00	438	3,00	453	3,00	470	3,00	487	3,00	507	3,00	528	3,00	12	551,00	3,00	577	3,00	605	2,00	636	2,00	670	2,00
121	380	2,00	399	2,00	419	2,00	441	2,00	467	2,00	496	2,00	528	2,00	12	564,00	1,00	604	1,00	649	1,00	699	1,00	753	1,00
178	433	4,00	445	4,00	459	4,00	474	4,00	491	3,00	508	3,00	528	3,00	12	549,00	3,00	572	3,00	597	3,00	625	3,00	655	3,00
150	411	3,00	426	3,00	443	3,00	461	3,00	481	3,00	503	2,00	528	2,00	12	555,00	2,00	585	2,00	619	2,00	655	2,00	696	2,00
130	391	2,00	408	2,00	427	2,00	448	2,00	472	2,00	498	2,00	528	2,00	12	561,00	2,00	598	2,00	639	1,00	684	1,00	734	1,00
193	442	5,00	454	4,00	467	4,00	480	4,00	495	4,00	511	4,00	528	4,00	12	546,00	4,00	566	4,00	588	3,00	612	3,00	638	3,00
158	418	3,00	432	3,00	448	3,00	465	3,00	484	3,00	505	3,00	528	3,00	12	553,00	2,00	581	2,00	612	2,00	646	2,00	683	2,00
129	390	2,00	407	2,00	426	2,00	447	2,00	471	2,00	498	2,00	528	2,00	12	561,00	2,00	598	2,00	640	1,00	686	1,00	736	1,00
165	423	3,00	437	3,00	452	3,00	469	3,00	487	3,00	506	3,00	528	3,00	12	551,00	3,00	577	3,00	606	2,00	638	2,00	672	2,00
72	302	1,00	327	1,00	355	1,00	389	1,00	429	1,00	475	1,00	528	1,00	12	586,00	0,00	650	0,00	718	0,00	790	0,00	865	0,00
69	296	1,00	321	1,00	350	1,00	385	1,00	426	1,00	474	1,00	528	0,00	12	588,00	0,00	653	0,00	723	0,00	796	0,00	871	0,00
140	401	3,00	417	3,00	435	2,00	455	2,00	477	2,00	501	2,00	528	2,00	12	558,00	2,00	591	2,00	628	2,00	669	2,00	714	1,00
109	365	2,00	384	2,00	406	2,00	431	1,00	459	1,00	492	1,00	528	1,00	12	569,00	1,00	614	1,00	665	1,00	720	1,00	780	1,00
188	439	4,00	451	4,00	464	4,00	478	4,00	494	4,00	510	4,00	528	4,00	12	547,00	3,00	568	3,00	591	3,00	616	3,00	643	3,00
162	421	3,00	435	3,00	450	3,00	467	3,00	486	3,00	506	3,00	528	3,00	12	552,00	3,00	579	2,00	608	2,00	641	2,00	677	2,00
119	378	2,00	396	2,00	417	2,00	440	2,00	466	2,00	495	2,00	528	1,00	12	565,00	1,00	606	1,00	652	1,00	702	1,00	757	1,00
179	433	4,00	446	4,00	460	4,00	475	4,00	491	4,00	509	3,00	528	3,00	12	549,00	3,00	571	3,00	596	3,00	624	3,00	654	3,00
186	438	4,00	450	4,00	463	4,00	478	4,00	493	4,00	510	4,00	528	4,00	12	547,00	3,00	569	3,00	592	3,00	618	3,00	645	3,00
184	437	4,00	449	4,00	462	4,00	477	4,00	492	4,00	509	4,00	528	3,00	12	548,00	3,00	570	3,00	593	3,00	619	3,00	648	3,00
208	450	5,00	461	5,00	473	5,00	485	5,00	498	5,00	513	5,00	528	4,00	12	544,00	4,00	562	4,00	581	4,00	601	4,00	624	4,00
215	454	6,00	464	5,00	475	5,00	487	5,00	500	5,00	513	5,00	528	5,00	12	543,00	5,00	560	4,00	578	4,00	597	4,00	618	4,00
49	247	1,00	275	0,00	310	0,00	353	0,00	404	0,00	462	0,00	528	0,00	12	598,00	0,00	673	0,00	750	0,00	829	0,00	909	0,00



VANOS	Tensión Máxima						Flecha Máxima						Flecha Mínima			Cálc. Apoyos				
	-15°C y Hielo			-10°C y Viento			+15°C y Viento			50°C			0°C y Hielo			-15°C			-5°C y Viento	
	(m)	T(Kg)	F(m)	Cs	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)
57	1.084	0,41	4,06	984	0,39	686	0,56	726	246	0,71	569	893	0,50	807	975	0,18	2.252	917	0,00	
137	1.185	2,19	3,70	1.052	2,11	882	2,52	933	383	2,65	885	1.073	2,42	970	770	1,32	1.779	1.013	2,00	
114	1.159	1,55	3,79	1.035	1,48	837	1,83	886	355	1,98	820	1.030	1,75	931	830	0,85	1.916	990	2,00	
191	1.231	4,10	3,56	1.082	3,99	959	4,50	1.015	430	4,60	992	1.149	4,39	1.039	669	2,95	1.545	1.055	4,00	
160	1.207	2,94	3,63	1.066	2,84	919	3,29	972	406	3,41	938	1.109	3,19	1.003	720	1,92	1.663	1.033	3,00	
130	1.177	1,99	3,73	1.047	1,91	869	2,30	920	375	2,44	867	1.061	2,20	959	788	1,16	1.819	1.007	2,00	
202	1.239	4,56	3,54	1.087	4,44	971	4,97	1.028	437	5,06	1.008	1.162	4,86	1.050	655	3,37	1.512	1.061	5,00	
173	1.218	3,40	3,60	1.073	3,30	937	3,78	991	417	3,89	963	1.127	3,67	1.019	696	2,33	1.608	1.043	3,00	
138	1.186	2,22	3,70	1.052	2,14	884	2,55	935	384	2,68	888	1.075	2,45	971	768	1,34	1.774	1.014	2,00	
167	1.213	3,18	3,62	1.070	3,08	929	3,55	983	412	3,67	951	1.119	3,45	1.011	707	2,14	1.632	1.039	3,00	
95	1.136	1,10	3,87	1.019	1,05	794	1,34	840	326	1,50	752	989	1,26	894	882	0,55	2.036	968	1,00	
38	1.060	0,19	4,15	968	0,18	622	0,27	658	191	0,41	441	842	0,24	761	1.009	0,08	2.329	893	0,00	
55	1.081	0,39	4,07	982	0,36	679	0,53	719	241	0,68	557	888	0,47	802	979	0,17	2.261	914	0,00	
104	1.147	1,30	3,83	1.027	1,24	815	1,57	863	340	1,72	786	1.009	1,48	912	857	0,68	1.979	978	1,00	
169	1.215	3,25	3,61	1.071	3,15	932	3,62	986	414	3,74	955	1.122	3,52	1.014	703	2,20	1.624	1.040	3,00	
72	1.105	0,65	3,98	998	0,61	732	0,84	775	282	1,00	651	933	0,77	843	942	0,30	2.175	938	1,00	
80	1.116	0,79	3,94	1.005	0,75	755	1,00	799	298	1,16	689	953	0,93	862	922	0,38	2.128	948	1,00	
102	1.145	1,26	3,84	1.025	1,20	811	1,52	858	337	1,67	779	1.005	1,43	908	863	0,65	1.992	976	1,00	
120	1.166	1,71	3,76	1.039	1,64	850	2,00	899	363	2,15	838	1.042	1,91	942	814	0,96	1.879	996	2,00	
103	1.146	1,28	3,83	1.026	1,22	813	1,54	860	339	1,70	782	1.007	1,46	910	860	0,67	1.986	977	1,00	
34	1.056	0,15	4,16	965	0,14	608	0,22	643	177	0,35	409	832	0,19	752	1.014	0,06	2.342	888	0,00	



VANOS	SIN SOBRECARGAS																								
	+45°C		+40°C		+35°C		+30°C		+25°C		+20°C		+15°C			+10°C		+5°C		0°C		-5°C		-10°C	
	(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	EDS(%)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)
57	268	1,00	295	1,00	327	1,00	367	0,00	413	0,00	467	0,00	528	0,00	12	594,00	0,00	665	0,00	740	0,00	816	0,00	895	0,00
137	398	3,00	415	2,00	433	2,00	453	2,00	475	2,00	500	2,00	528	2,00	12	559,00	2,00	593	2,00	631	2,00	673	2,00	720	1,00
114	372	2,00	391	2,00	412	2,00	436	2,00	463	2,00	493	1,00	528	1,00	12	567,00	1,00	610	1,00	658	1,00	711	1,00	768	1,00
191	441	4,00	453	4,00	466	4,00	479	4,00	494	4,00	510	4,00	528	4,00	12	547,00	4,00	567	3,00	589	3,00	614	3,00	640	3,00
160	419	3,00	434	3,00	449	3,00	466	3,00	485	3,00	505	3,00	528	3,00	12	553,00	3,00	580	2,00	610	2,00	643	2,00	680	2,00
130	391	2,00	408	2,00	427	2,00	448	2,00	472	2,00	498	2,00	528	2,00	12	561,00	2,00	598	2,00	639	1,00	684	1,00	734	1,00
202	447	5,00	458	5,00	470	5,00	483	5,00	497	4,00	512	4,00	528	4,00	12	545,00	4,00	563	4,00	584	4,00	605	4,00	629	4,00
173	429	4,00	442	4,00	457	4,00	472	3,00	489	3,00	508	3,00	528	3,00	12	550,00	3,00	574	3,00	600	3,00	629	3,00	661	2,00
138	399	3,00	416	2,00	434	2,00	454	2,00	476	2,00	500	2,00	528	2,00	12	558,00	2,00	592	2,00	630	2,00	672	2,00	718	1,00
167	425	4,00	438	3,00	453	3,00	470	3,00	487	3,00	507	3,00	528	3,00	12	551,00	3,00	577	3,00	605	2,00	636	2,00	670	2,00
95	344	1,00	365	1,00	390	1,00	418	1,00	449	1,00	486	1,00	528	1,00	12	575,00	1,00	627	1,00	684	1,00	746	1,00	812	1,00
38	214	0,00	245	0,00	284	0,00	332	0,00	390	0,00	456	0,00	528	0,00	12	603,00	0,00	682	0,00	762	0,00	843	0,00	926	0,00
55	263	1,00	290	1,00	323	1,00	363	0,00	411	0,00	466	0,00	528	0,00	12	595,00	0,00	667	0,00	742	0,00	820	0,00	899	0,00
104	358	2,00	378	2,00	401	1,00	427	1,00	456	1,00	490	1,00	528	1,00	12	571,00	1,00	619	1,00	672	1,00	729	1,00	791	1,00
169	426	4,00	440	4,00	454	3,00	470	3,00	488	3,00	507	3,00	528	3,00	12	551,00	3,00	576	3,00	603	3,00	633	2,00	667	2,00
72	302	1,00	327	1,00	355	1,00	389	1,00	429	1,00	475	1,00	528	1,00	12	586,00	0,00	650	0,00	718	0,00	790	0,00	865	0,00
80	318	1,00	341	1,00	368	1,00	400	1,00	437	1,00	479	1,00	528	1,00	12	582,00	1,00	642	1,00	707	0,00	775	0,00	847	0,00
102	355	2,00	375	2,00	398	1,00	425	1,00	455	1,00	489	1,00	528	1,00	12	572,00	1,00	620	1,00	674	1,00	733	1,00	796	1,00
120	379	2,00	397	2,00	418	2,00	441	2,00	466	2,00	495	2,00	528	1,00	12	564,00	1,00	605	1,00	651	1,00	701	1,00	755	1,00
103	357	2,00	377	2,00	400	1,00	426	1,00	455	1,00	489	1,00	528	1,00	12	571,00	1,00	620	1,00	673	1,00	731	1,00	794	1,00
34	201	0,00	232	0,00	273	0,00	324	0,00	385	0,00	454	0,00	528	0,00	12	605,00	0,00	685	0,00	766	0,00	848	0,00	931	0,00

2.2 CÁLCULO DE APOYOS

El dimensionado mecánico de los apoyos se realiza teniendo en cuenta:

- El coeficiente de seguridad para la tracción máxima admisible de los conductores será superior a 3, considerando las diferentes hipótesis de sobrecargas establecidas en la tabla 4 de la ITC-LAT 07.
- Aparte del peso propio de los conductores, se contemplarán las hipótesis de sobrecarga que establece la ITC-LAT 07, Apdo. 3.1,
- En cumplimiento de la ITC-LAT 07, Apdo. 3.1.2 se considerará un viento mínimo de 120 km/h sobre los elementos de la línea.
- Para el cálculo de la distancia mínima entre los conductores se considerará un coeficiente de oscilación k , que figura en la Tabla 16, Apdo. 5.4 de la ITC-LAT 07, correspondiente a una $U_n \leq 30\text{kV}$,
- La tensión de trabajo de los conductores a 15°C, sin sobrecarga será la del EDS que es inferior al 15% (límite dinámico). En el diseño se tendrá también en cuenta que el CHS o tensión del conductor en horas frías no sea superior al 20%.
- Los cálculos se realizarán para las sobrecargas según zona de cálculo reglamentaria “B”,
- Las hipótesis de cálculo, según la ITC-LAT 07, Apdo. 3.5.3, en zona “B” serán las siguientes:
 - 1ª hipótesis: viento.
 - 2ª hipótesis: hielo.
 - 3ª hipótesis: desequilibrio tracciones.
 - 4ª hipótesis: rotura de conductores.
- En caso de cruces o paralelismos, según el apartado 5.3 ITC-LAT 07, el coeficiente de seguridad para los apoyos, crucetas y cimentaciones deberá ser un 25% superior a lo establecido para el caso de hipótesis normales 1H y 2H (3H solamente en caso de prescindir de la 4H).

Para el dimensionado de todos los apoyos, se aplicaran las expresiones descritas a continuación, para cada una de las situaciones de cada apoyo.



Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductor)
Suspensión en alineación	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_h}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2}$	0	0	0
	L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h$ (B y C) $n \cdot (T_2 - T_1)$	$(\%rot.) \cdot T_v$ (A) $(\%rot.) \cdot T_h$ (B y C)
% des. = Coeficiente desequilibrio; 8% para $U_n \leq 66$ kV % rot. = Coeficiente rotura en % de la tensión del cable roto: 50%					
Amarre en alineación	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2}$	0	0	0
	L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h$ (B y C) $n \cdot (T_2 - T_1)$	T_v (A) T_h (B y C)
% des. = Coeficiente desequilibrio; 15% para $U_n \leq 66$ kV					

V = esfuerzo vertical

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo longitudinal



Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductor)
Suspensión en ángulo	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_h}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{áng,hielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$(2 \cdot n - 1) \cdot \%rot. \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $(2 \cdot n - 1) \cdot \%rot. \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
	$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1+a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right), R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right), R_{áng,hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$				
L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$\%rot. \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $\%rot. \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	
% des. = Coeficiente de desequilibrio; 8% para $U_n \leq 66$ kV % rot. = Coeficiente rotura en % de la tensión del cable roto: 50%					
Amarre en ángulo	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{áng,hielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$(2 \cdot n - 1) \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $(2 \cdot n - 1) \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
	$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1+a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right), R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right), R_{áng,hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$				
L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	
% des. = Coeficiente de desequilibrio; 15% para $U_n \leq 66$ kV.					

V = esfuerzo vertical

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo longitudinal



Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductor)
Anclaje en alineación	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (Zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond.} = n \cdot p \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond.+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1+a_2}{2}$	0	0	0
	L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h$ (B y C) $n \cdot (T_2 - T_1)$	$n \cdot (\%rot.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\%rot.) \cdot T_h$ (B y C)
% des. = Coeficiente desequilibrio para apoyos de anclaje; 50%. % rot. = Coeficiente rotura para apoyos de anclaje en % de la rotura total del haz; 100%					
Anclaje en ángulo	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (Zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond.} = n \cdot p \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond.+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left(\frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{áng.hielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$n \cdot \%rot. \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot \%rot. \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
	$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1+a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right), R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right), R_{áng.hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$				
L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$\%rot. \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $\%rot. \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	
% des. = Coeficiente desequilibrio para apoyos de anclaje; 50%. % rot. = Coeficiente rotura para apoyos de anclaje en % de la rotura total del haz; 100%					
Fin de Línea	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	No se aplica	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (B y C)
		$P_{cond.} = n \cdot p \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond.+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_h}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1}{2}$	0	No se aplica	0
L		$n \cdot T_v$	$n \cdot T_h$	No se aplica	$n \cdot T_v$ (A) $n \cdot T_h$ (B y C)

V = esfuerzo vertical

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo longitudinal



Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductor)
Fin de Línea	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	No se aplica	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (B y C)
		$P_{cond.} = n \cdot p \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond.+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left(\frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1}{2}$	0	No se aplica	0
L		$n \cdot T_v$	$n \cdot T_h$	No se aplica	$n \cdot T_v$ (A) $n \cdot T_h$ (B y C)

V = esfuerzo vertical

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo longitudinal

$P_{cond.}$	Peso de los conductores	daN
$P_{cad.}$	Peso de las cadenas de aisladores	daN
$P_{her.}$	Peso de los herrajes	daN
p	Peso propio de un metro de conductor	daN /m
h	Sobrecarga de hielo (según zona) por cada metro de conductor	daN /m
q	Presión del viento sobre un metro de conductor a la velocidad reglamentaria	daN /m
$p_{ap.}$	Peso aparente, resultante del peso propio del conductor más la sobrecarga según hipótesis y zona por metro de conductor	daN /m
a_1	Vano anterior	m
a_2	Vano posterior	daN · m
d_1	Desnivel vano anterior	m
d_2	Desnivel vano posterior	m
n	Nº de conductores	
d	Diámetro del conductor	m
α	Ángulo de desviación de la línea	Gra dos
T_v	Tensión horizontal máxima en un conductor a la temperatura según zona con viento reglamentario	daN
T_h	Tensión horizontal máxima en un conductor con sobrecarga de hielo y temperatura según zona	daN
F_T	Esfuerzo transversal de un conductor debido al viento	daN
$R_{an.}$	Esfuerzo resultante en ángulo de un conductor	m



En las líneas de tensión nominal objeto del presente proyecto tipo, en los apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión y amarre con conductores de carga mínima de rotura inferior a 6600 daN, se puede prescindir de la consideración de la cuarta hipótesis cuando en la línea se verifiquen simultáneamente las siguientes condiciones:

- Que los conductores y cables de fibra óptica ADSS tengan un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje, como máximo, cada 3 kilómetros.

Para todas las hipótesis se considerará como carga permanente el desequilibrio que pueda existir en un apoyo de anclaje cuando los tenses de un lado y otro del apoyo no tengan la misma magnitud. Este tipo de acción no debe confundirse con la hipótesis de desequilibrio (3ª hipótesis el reglamento) que viene especificada en la ITC-LAT 07, hipótesis que se tiene en cuenta por posibles desequilibrios en operaciones de montaje, pero que una vez finalizadas dejan de existir.



RESUMEN CÁLCULO APOYOS

Apoyo N°: 1		Conductor de fase				
Función:	Fin de línea					
Tipo:	C-12 3000 TR2	Tenses	LA-110		Datos:	
Desnivel	11,09 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434
Vano	57,04 m	T _{-10°C + viento}	984		S _{viento cálculo}	0,857
Eolovano	28,52 m	T _{-15°C + hielo}	1.084		R _{hielo (ZONA B)}	1,120
		T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
		N° conductores	3			
		Seg. Reforzada	NO			

1ª Hipótesis: Viento	$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o + T_v)$	$E_{viento} = 3.025 \text{ kg} < 3.045 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,51 > 1,5$
----------------------	---------------------------------------	---

2ª Hipótesis: Hielo	$E_h = n \cdot T_h$	$E_{hielo} = 3.252 \text{ kg} < 3.285 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,52 > 1,5$
---------------------	---------------------	--

4ª Hipótesis: Rotura conductor	$E_r = T_h$ $M_T = T_h \cdot c$ $E_r = 2 \cdot T_h \quad M_T = 2 \cdot T_h \cdot c \quad \text{Tresbolillo}$	$E_{rotura \text{ útil}} = 1.084 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,37 > 1,2$ $M_{Torsor} = 1.897 \text{ kg.m}$
--------------------------------	--	--

Esfuerzo vertical/fase	$V = a_p \cdot P_{cond}$	Viento $a_p = 228 \text{ m}$	Hielo 217 m	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	Viento $E_{vertical} = 108 \text{ kg} < 300 \text{ kg}$	Hielo $252 \text{ kg} < 375 \text{ kg}$		

Velocidad del viento 120 km/h

Cadena amarre simple polimérica

9,22 kg



Apoyo N°: 2		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 3000 TR2									
Desnivel 1	-11,09 m	T _{-5°C + viento}	-	-			Peso:	0,434	
Desnivel 2	-0,30 m	T _{-10°C + viento}	984	1.058			S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	57,04 m	T _{-15°C + hielo}	1.084	1.195	kg		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	kg/m
Vano 2	146,60 m	T _{-15°C + viento}	-	-			R _{hielo (ZONA C)}	-	
Eolovano	101,82 m	T _{-20°C + hielo}	-	-			R _{viento (120) + peso}	0,960	
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	SI						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 327 kg < 3.045 kg C_{seg} = 13,96 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 3.285 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.793 kg < 4.110 kg C_{seg} = 2,75 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.195 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,25 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.091 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.195 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = -115 m				$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		Viento	-31 kg	<	300 kg
		Hielo	-102 kg	<	375 kg

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 3		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 2000 TR2									
Desnivel 1	0,30 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	-0,91 m	T _{-10°C + viento}	1.058	1.070		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	146,60 m	T _{-15°C + hielo}	1.195	1.213		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	166,62 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	156,61 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	SI						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 503 kg < 2.025 kg C_{seg} = 6,04 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 2.265 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.820 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,86 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.213 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,23 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.123 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.213 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 153 m	153 m		$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{max}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento 85 kg	<	300 kg	
		Hielo 190 kg	<	375 kg	

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 4		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 2000 TR2									
Desnivel 1	0,91 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	5,85 m	T _{-10°C + viento}	1.070	1.040		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	166,62 m	T _{-15°C + hielo}	1.213	1.167		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	121,20 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	143,91 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 370 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 8,21 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 2.265 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.820 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,86 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.213 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,23 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.123 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura útil} = 1.213 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 204 m

202 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 107 kg < 300 kg

Hielo 245 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 5 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-22 2000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	-5,85 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	12,98 m	T _{-10°C + viento}	1.040	1.076		S _{viento cálculo}	0,857
Vano 1	121,20 m	T _{-15°C + hielo}	1.167	1.222		R _{hielo (ZONA B)}	1,120
Vano 2	177,74 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
Eolovano	149,47 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	1						

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 384 kg < 2.025 kg C_{seg} = 7,91 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 2.265 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.833 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,85 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	
$M_T = 0$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.222 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,22 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	
$E_{rot} = E_T + E_L$	M_{TORSOR} = 2.139 kg.m E_{rotura útil} = 1.222 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento	Hielo
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 177 m	176 m	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	Viento	95 kg	< 300 kg
	Hielo	216 kg	< 375 kg

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena amarre doble polimérica **18,44 kg**



Apoyo N°: 6		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 2000 TR2									
Desnivel 1	-12,98 m	T _{-5°C + viento}	-	-			Peso:	0,434	
Desnivel 2	3,11 m	T _{-10°C + viento}	1.076	1.060			S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	177,74 m	T _{-15°C + hielo}	1.222	1.198	kg		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	kg/m
Vano 2	144,98 m	T _{-15°C + viento}	-	-			R _{hielo (ZONA C)}	-	
Eolovano	161,36 m	T _{-20°C + hielo}	-	-			R _{viento (120) + peso}	0,960	
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 415 kg < 2.025 kg C_{seg} = 7,32 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 2.265 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.833 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,85 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.222 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,22 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.139 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.222 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 104	m		105	m
$V = a_p \cdot R_h$					
$a_p = e_o + \frac{T_{max}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	63 kg	<	300 kg
		Hielo	136 kg	<	375 kg

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 7 Función: Alineación Tipo: C-16 2000 B3		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	-3,11 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	4,61 m	T _{-10°C + viento}	1060		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	144,98 m	T _{-15°C + hielo}	1.198		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	139,40 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	142,19 m	N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 365 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 5,97 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 288 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,15 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 599 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,88 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$V = a_p \cdot P_{cond}$	$a_p = 155 \text{ m}$		$V = a_p \cdot R_h$	
$E_{vertical}$		Viento	71 kg < 300 kg		
		Hielo	177 kg < 375 kg		

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 8 Función: Alineación Tipo: C-14 2000 B3		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	-4,61 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	5,17 m	T _{-10°C + viento}	1060		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	139,40 m	T _{-15°C + hielo}	1.198		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	175,48 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	157,44 m	N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 405 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 5,39 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 288 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,15 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 599 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,88 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase	Viento	Hielo
$V = a_p \cdot P_{cond}$	$a_p = 153 \text{ m}$	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$E_{vertical}$ Viento: 71 kg < 300 kg	Hielo: 154
	Hielo: 176 kg < 375 kg	

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 9		Conductor de fase				
Función: Alineación		Tenses		Datos:		
Tipo: C-16 2000 B3		LA-110		LA-110		
Desnivel 1	-5,17 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	10,02 m	T _{-10°C + viento}	1060		S _{viento cálculo}	0,857
Vano 1	175,48 m	T _{-15°C + hielo}	1.198		R _{hielo (ZONA B)}	1,120
Vano 2	124,02 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
Eolovano	149,75 m	N° conductores	3			
		Seg. Reforzada	NO			

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 385 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 5,67 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 288 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,15 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 599 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,88 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$V = a_p \cdot P_{cond}$	$a_p = 206 \text{ m}$		$V = a_p \cdot R_h$	
$E_{vertical}$		Viento	94 kg < 300 kg		
		Hielo	233 kg < 375 kg		

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 10		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-12 2000 TR2									
Desnivel 1	-10,02 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	0,00 m	T _{-10°C + viento}	1.060	1.047		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	124,02 m	T _{-15°C + hielo}	1.198	1.177		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	130,48 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	127,25 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	199,992 g	N° conductores	3						
Sen α/2	6,28319E-05	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,999999998								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 327 kg < 2.025 kg C_{seg} = 9,28 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 2.265 kg C_{seg} = ##### > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.797 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,88 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.198 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,24 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.096 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.199 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 38 m	41 m	$V = a_p \cdot R_h$		
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical} Viento = 35 kg < 300 kg E_{vertical} Hielo = 64 kg < 375 kg				

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 11		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 2000 TR2									
Desnivel 1	0,00 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	-5,45 m	T _{-10°C + viento}	1.047	1.083		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	130,48 m	T _{-15°C + hielo}	1.177	1.233		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	217,18 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	173,83 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 447 kg < 2.025 kg C_{seg} = 6,80 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 2.265 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.850 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,83 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.233 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,21 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.158 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.233 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 146 m	146	m	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	82 kg	<	300 kg
		Hielo	182 kg	<	375 kg

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena amarre doble polimérica **18,44 kg**



Apoyo N°: 12		Conductor de fase					
Función: Alineación		Tenses		Datos:			
Tipo: C-20 2000 B3		LA-110		LA-110			
Desnivel 1	5,45 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	-3,84 m	T _{-10°C + viento}	1083		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	217,18 m	T _{-15°C + hielo}	1.233		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	151,38 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	184,28 m	N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 474 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 4,61 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 296 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 7,92 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 617 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,83 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$V = a_p \cdot P_{cond}$	$a_p = 184 \text{ m}$		$V = a_p \cdot R_h$	
$E_{vertical}$		Viento	84 kg < 300 kg		
		Hielo	210 kg < 375 kg		

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 13 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-16 2000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		kg	Datos:	LA-110
Desnivel 1	3,84 m	T _{-5°C + viento}	-	-			Peso:	0,434
Desnivel 2	-14,64 m	T _{-10°C + viento}	1.083	1.065		S _{viento cálculo}	0,857
Vano 1	151,38 m	T _{-15°C + hielo}	1.233	1.205		R _{hielo (ZONA B)}	1,120 kg/m
Vano 2	158,04 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
Eolovano	154,71 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	1						

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 398 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 7,64 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 2.265 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.850 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,83 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.233 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,21 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.158 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura \text{ útil}} = 1.233 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 79 m

81 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 53 kg < 300 kg

Hielo 109 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 14		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 2000 TR2									
Desnivel 1	14,64 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	-14,34 m	T _{-10°C + viento}	1.065	1.046		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	158,04 m	T _{-15°C + hielo}	1.205	1.176		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	129,22 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	143,63 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 369 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 8,23 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 2.265 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.808 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,87 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.205 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,23 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.109 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura \text{ útil}} = 1.205 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 123 m

124 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 72 kg < 300 kg

Hielo 157 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 15 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-16 2000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		kg	Datos:	LA-110
Desnivel 1	14,34 m	T _{-5°C + viento}	-	-		kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	-60,57 m	T _{-10°C + viento}	1.046	1.069	S _{viento cálculo}		0,857
Vano 1	129,22 m	T _{-15°C + hielo}	1.176	1.211	R _{hielo (ZONA B)}		1,120
Vano 2	164,86 m	T _{-15°C + viento}	-	-	R _{hielo (ZONA C)}		-
Eolovano	147,04 m	T _{-20°C + hielo}	-	-	R _{viento (120) + peso}		0,960
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	1						

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 378 kg < 2.025 kg C_{seg} = 8,04 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 2.265 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.817 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,86 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.211 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,23 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.119 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.211 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento	Hielo
$V = a_p \cdot p_{cond}$	$V = a_p \cdot R_h$	a _p = -139 m	-130 m
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento -42 kg < 300 kg	Hielo -127 kg < 375 kg

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 16 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-18 3000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110			Datos:	LA-110
Desnivel 1	60,57 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	-22,80 m	T _{-10°C + viento}	1.069	998		S _{viento cálculo}	0,857
Vano 1	164,86 m	T _{-15°C + hielo}	1.211	1.105		R _{hielo (ZONA B)}	1,120 kg/m
Vano 2	71,92 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
Eolovano	118,39 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	1						

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 304 kg < 3.045 kg C_{seg} = 15,01 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 3.285 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.817 kg < 4.110 kg C_{seg} = 2,72 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	
$M_T = 0$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.211 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,23 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	
$E_{rot} = E_T + E_L$	M_{TORSOR} = 2.119 kg.m E_{rotura útil} = 1.211 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento	Hielo
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 175 m	173 m	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	Viento	94 kg	< 300 kg
	Hielo	212 kg	< 375 kg

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena amarre doble polimérica **18,44 kg**



Apoyo N°: 17		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-22 7000 TR2									
Desnivel 1	22,80 m	T _{-5°C + viento}	-	-			Peso:	0,434	
Desnivel 2	28,19 m	T _{-10°C + viento}	998	995			S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	71,92 m	T _{-15°C + hielo}	1.105	1.100	kg		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	kg/m
Vano 2	68,96 m	T _{-15°C + viento}	-	-			R _{hielo (ZONA C)}	-	
Eolovano	70,44 m	T _{-20°C + hielo}	-	-			R _{viento (120) + peso}	0,960	
Angulo desvío	191,116 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,06971817	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,997566728								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 597 kg < 7.185 kg C_{seg} = 18,04 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 462 kg < 7.470 kg C_{seg} = 24,24 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 2.000 kg < 9.360 kg C_{seg} = 5,62 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.102 kg < 2.005 kg C_{seg} = 2,18 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 1.929 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.719 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 825 m			787	m
$V = a_p \cdot R_h$					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	376 kg	<	500 kg
		Hielo	899 kg	<	625 kg

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 18		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-20 3000 TR2									
Desnivel 1	-28,19 m	T _{-5°C + viento}	-	-			Peso:	0,434	
Desnivel 2	64,40 m	T _{-10°C + viento}	995	1.054			S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	68,96 m	T _{-15°C + hielo}	1.100	1.188	kg		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	kg/m
Vano 2	139,62 m	T _{-15°C + viento}	-	-			R _{hielo (ZONA C)}	-	
Eolovano	104,29 m	T _{-20°C + hielo}	-	-			R _{viento (120) + peso}	0,960	
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 268 kg < 3.045 kg C_{seg} = 17,04 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 3.285 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.782 kg < 4.110 kg C_{seg} = 2,77 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.188 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,25 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.079 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.188 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 162 m	160	m	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	Viento 89 kg < 300 kg				
	Hielo 198 kg < 375 kg				

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 19 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-16 2000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110			Datos:	LA-110
Desnivel 1	-64,40 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	17,08 m	T _{-10°C + viento}	1.054	1.031		S _{viento cálculo}	0,857
Vano 1	139,62 m	T _{-15°C + hielo}	1.188	1.153		R _{hielo (ZONA B)}	1,120 kg/m
Vano 2	109,02 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
Eolovano	124,32 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	1						

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 320 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 9,51 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 2.265 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.782 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,90 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.188 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,25 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.079 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura \text{ útil}} = 1.188 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

$$a_p = -210 \text{ m}$$

$$-199 \text{ m}$$

$$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento -73 kg < 300 kg

Hielo -204 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 20 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-16 2000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		kg	Datos:	LA-110
Desnivel 1	-17,08 m	T _{-5°C + viento}	-	-		kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	29,95 m	T _{-10°C + viento}	1.031	1.081	S _{viento cálculo}		0,857
Vano 1	109,02 m	T _{-15°C + hielo}	1.153	1.229	R _{hielo (ZONA B)}		1,120
Vano 2	187,66 m	T _{-15°C + viento}	-	-	R _{hielo (ZONA C)}		-
Eolovano	148,34 m	T _{-20°C + hielo}	-	-	R _{viento (120) + peso}		0,960
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	1						

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 381 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 7,97 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 2.265 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.844 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,84 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.229 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,21 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.151 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura \text{ útil}} = 1.229 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 152 m

152 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 84 kg < 300 kg

Hielo 188 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 21		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 2000 TR2									
Desnivel 1	-29,95 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	8,44 m	T _{-10°C + viento}	1.081	1.067		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	187,66 m	T _{-15°C + hielo}	1.229	1.209		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	160,12 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	173,89 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 447 kg < 2.025 kg C_{seg} = 6,80 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 2.265 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.844 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,84 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.229 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,21 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.151 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.229 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 54 m	57 m	$V = a_p \cdot R_h$		
$a_p = e_o + \frac{T_{max}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical} Viento 42 kg < 300 kg Hielo 82 kg < 375 kg				

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo Nº: 22 Función: Alineación Tipo: C-18 2000 B3		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	-8,44 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	8,71 m	T _{-10°C + viento}	1067		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	160,12 m	T _{-15°C + hielo}	1.209		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	189,32 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	174,72 m	Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 449 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 4,86 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 290 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,08 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 605 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,87 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase	Viento	Hielo
$V = a_p \cdot p_{cond}$	$a_p = 167 \text{ m}$	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$E_{vertical}$ Viento: 77 kg	300 kg
	Hielo: 192 kg	375 kg

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo Nº: 23		Conductor de fase					
Función: Alineación		Tenses		Datos:			
Tipo: C-20 2000 B3		LA-110		LA-110			
Desnivel 1	-8,71 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	8,85 m	T _{-10°C + viento}	1067		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	189,32 m	T _{-15°C + hielo}	1.209		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	160,36 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	174,84 m	Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 449 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 4,86 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 290 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,08 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 605 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,87 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$V = a_p \cdot P_{cond}$	$a_p = 185 \text{ m}$		$V = a_p \cdot R_h$	
$E_{vertical}$		Viento	84 kg < 300 kg		
		Hielo	211 kg < 375 kg		

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo Nº: 24		Conductor de fase				
Función: Alineación		Tenses		Datos:		
Tipo: C-14 2000 B3		LA-110		LA-110		
Desnivel 1	-8,85 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	6,38 m	T _{-10°C + viento}	1067		S _{viento cálculo}	0,857
Vano 1	160,36 m	T _{-15°C + hielo}	1.209		R _{hielo (ZONA B)}	1,120
Vano 2	95,70 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
Eolovano	128,03 m	Nº conductores	3			
		Seg. Reforzada	NO			

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 329 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 6,63 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 290 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,08 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 605 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,87 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$V = a_p \cdot P_{cond}$	$a_p = 141 \text{ m}$		$V = a_p \cdot R_h$	
$E_{vertical}$		Viento	65 kg < 300 kg		
		Hielo	161 kg < 375 kg		

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 25		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-18 2000 TR2									
Desnivel 1	-6,38 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	-2,67 m	T _{-10°C + viento}	1.067	1.039		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	95,70 m	T _{-15°C + hielo}	1.209	1.165		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	118,84 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	107,27 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 276 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 11,02 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 2.265 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.814 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,87 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.209 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,23 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.116 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura \text{ útil}} = 1.209 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 8 m

11 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 22 kg < 300 kg

Hielo 31 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 26		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 2000 TR2									
Desnivel 1	2,67 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	3,18 m	T _{-10°C + viento}	1.039	1.076		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	118,84 m	T _{-15°C + hielo}	1.165	1.222		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	179,26 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	149,05 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	199,746 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,00199491	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,99999801								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 396 kg < 2.025 kg C_{seg} = 7,67 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 15 kg < 2.265 kg C_{seg} = 232,28 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.844 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,84 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.222 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,22 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.138 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.241 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 194 m	193	m	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	103 kg	<	300 kg
		Hielo	235 kg	<	375 kg

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 27 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-16 7000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110			Datos:	LA-110
Desnivel 1	-3,18 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	-1,90 m	T _{-10°C + viento}	1.076	1.080		S _{viento cálculo}	0,857
Vano 1	179,26 m	T _{-15°C + hielo}	1.222	1.228		R _{hielo (ZONA B)}	1,120
Vano 2	186,34 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
Eolovano	182,80 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
Angulo desvío	222,638 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0,176863147	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	0,984235453						

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$	E_{viento} = 1.606 kg < 7.185 kg C_{seg} = 6,71 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 1.303 kg < 7.470 kg C_{seg} = 8,60 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 2.790 kg < 9.360 kg C_{seg} = 4,03 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.209 kg < 2.005 kg C_{seg} = 1,99 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.115 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 2.946 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento	Hielo
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 151 m	152 m	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical} Viento 84 kg < 500 kg Hielo 189 kg < 625 kg		

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 28		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-18 7000 TR2									
Desnivel 1	1,90 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	0,24 m	T _{-10°C + viento}	1.080	1.079		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	186,34 m	T _{-15°C + hielo}	1.228	1.226		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	131,54 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	158,94 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	165,094 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,27072982	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,962655372								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 2.147 \text{ kg} < 7.185 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 5,02 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 1.995 \text{ kg} < 7.470 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 5,62 > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 3.269 \text{ kg} < 9.360 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 3,44 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.182 \text{ kg} < 2.005 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 2,04 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.069 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura útil} = 3.842 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 172 m

172 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 93 kg < 500 kg

Hielo 211 kg < 625 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 29 Función: Alineación Tipo: C-16 2000 B3		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	-0,24 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	-1,75 m	T _{-10°C + viento}	1079		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	131,54 m	T _{-15°C + hielo}	1.226		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	209,88 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	170,71 m	N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 439 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 4,97 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 294 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 7,96 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 613 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,84 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase	$V = a_p \cdot P_{cond}$		Viento	Hielo	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$a_p =$	159	m	160		
	$E_{vertical}$	Viento	73	kg <	300	kg
		Hielo	183	kg <	375	kg

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 30		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 7000 TR2									
Desnivel 1	1,75 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	17,98 m	T _{-10°C + viento}	1.079	1.089		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	209,88 m	T _{-15°C + hielo}	1.226	1.243		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	207,64 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	208,76 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	213,594 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,106564299	Seg. Reforzada	SI						
Cos α/2	0,994305813								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$	E_{viento} = 1.533 kg < 7.185 kg C_{seg} = 7,03 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 993 kg < 7.470 kg C_{seg} = 11,28 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 2.450 kg < 9.360 kg C_{seg} = 4,58 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.236 kg < 2.005 kg C_{seg} = 1,95 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.163 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 2.296 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 316 m	314	m	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	156 kg	<	500 kg
		Hielo	370 kg	<	625 kg

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 31		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-20 4500 TR2									
Desnivel 1	-17,98 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	14,96 m	T _{-10°C + viento}	1.089	1.092		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	207,64 m	T _{-15°C + hielo}	1.243	1.247		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	215,32 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	211,48 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	SI						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 679 \text{ kg} < 4.590 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 10,13 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 4.860 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.871 \text{ kg} < 6.075 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 3,90 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.247 \text{ kg} < 1.260 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,21 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.182 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura útil} = 1.247 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 192 m

192 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 102 kg < 300 kg

Hielo 234 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 32		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-18 7000 TR2									
Desnivel 1	-14,96 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	5,46 m	T _{-10°C + viento}	1.092	977		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	215,32 m	T _{-15°C + hielo}	1.247	1.074		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	49,44 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	132,38 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$	E_{viento} = 340 kg < 7.185 kg C_{seg} = 31,67 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 7.470 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.871 kg < 9.360 kg C_{seg} = 6,00 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.247 kg < 2.005 kg C_{seg} = 1,93 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.182 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.247 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 179 m	178	m	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical} Viento 96 kg < 500 kg Hielo 218 kg < 625 kg				

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 33		Conductor de fase					
Función: Fin de línea		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Tipo: C-12 3000 TR2							
Desnivel	-5,46 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Vano	49,44 m	T _{-10°C + viento}	977		S _{viento cálculo}	0,857	
		T _{-15°C + hielo}	1.074		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Eolovano	24,72 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
		N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	$E_{viento} = 2.995 \text{ kg} < 3.045 \text{ kg}$
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o + T_v)$	$C_{seg} = 1,53 > 1,5$

2ª Hipótesis: Hielo	$E_{hielo} = 3.222 \text{ kg} < 3.285 \text{ kg}$
$E_h = n \cdot T_h$	$C_{seg} = 1,53 > 1,5$

4ª Hipótesis: Rotura conductor	$E_{rotura \text{ útil}} = 1.074 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$
$E_r = T_h$	$C_{seg} = 1,39 > 1,2$
$M_T = T_h \cdot c$	$M_{Torsor} = 1.880 \text{ kg.m}$
$E_r = 2 \cdot T_h$ $M_T = 2 \cdot T_h \cdot c$	Tresbolillo

Esfuerzo vertical/fase	$V = a_p \cdot P_{cond}$	Viento	Hielo	$V = a_p \cdot R_h$
	$a_p =$	-88 m	-81 m	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento -29 kg < 300 kg	Hielo -82 kg < 375 kg	

Velocidad del viento 120 km/h

Cadena amarre simple polimérica

9,22 kg



Apoyo N°: 34 Función: Fin de línea Tipo: C-16 3000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110	kg	Datos:	LA-110	kg/m
Desnivel	3,33 m	T _{-5°C + viento}	-			Peso:		0,434
Vano	57,4 m	T _{-10°C + viento}	984	S _{viento cálculo}		0,857	
Eolovano	28,70 m	T _{-15°C + hielo}	1.084	R _{hielo (ZONA B)}		1,120	
		T _{-15°C + viento}	-	R _{hielo (ZONA C)}		-	
		T _{-20°C + hielo}	-	R _{viento (120) + peso}		0,960	
		N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	$E_{viento} = 3.026 \text{ kg} < 3.045 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,51 > 1,5$
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o + T_v)$	

2ª Hipótesis: Hielo	$E_{hielo} = 3.252 \text{ kg} < 3.285 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,52 > 1,5$
$E_h = n \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura conductor	$E_{rotura \text{ útil}} = 1.084 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,37 > 1,2$ $M_{Torsor} = 1.897 \text{ kg.m}$
$E_r = T_h$	
$M_T = T_h \cdot c$	
$E_r = 2 \cdot T_h$ $M_T = 2 \cdot T_h \cdot c$ Tresbolillo	

Esfuerzo vertical/fase	$V = a_p \cdot P_{cond}$ Viento Hielo $V = a_p \cdot R_h$
	$a_p = 88 \text{ m}$ 85 m
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	Viento 47 kg < 300 kg
	Hielo 104 kg < 375 kg

Velocidad del viento **120** km/h

Cadena amarre simple polimérica **9,22** kg



Apoyo N°: 35		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 7000 TR2									
Desnivel 1	-3,33 m	T _{-5°C + viento}	-	-			Peso:	0,434	
Desnivel 2	-14,19 m	T _{-10°C + viento}	984	1.052			S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	57,40 m	T _{-15°C + hielo}	1.084	1.185	kg		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	kg/m
Vano 2	137,04 m	T _{-15°C + viento}	-	-			R _{hielo (ZONA C)}	-	
Eolovano	97,22 m	T _{-20°C + hielo}	-	-			R _{viento (120) + peso}	0,960	
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 250 \text{ kg} < 7.185 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 43,13 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 7.470 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.778 \text{ kg} < 9.360 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 6,32 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.185 \text{ kg} < 2.005 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 2,03 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.074 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura útil} = 1.185 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

$$a_p = -80 \text{ m}$$

$$-74 \text{ m}$$

$$a_p = e_o + \frac{T_{max}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento -16 kg < 500 kg

Hielo -64 kg < 625 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 36		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 2000 TR2									
Desnivel 1	14,19 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	8,98 m	T _{-10°C + viento}	1.052	1.035		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	137,04 m	T _{-15°C + hielo}	1.185	1.159		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	113,62 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	125,33 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	197,236 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,0217067	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,999764382								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 458 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 6,63 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 154 \text{ kg} < 2.265 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 22,01 > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.893 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,79 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.185 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,26 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.073 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura \text{ útil}} = 1.391 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 325 m

319 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 160 kg < 300 kg

Hielo 375 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 37		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 2000 TR2									
Desnivel 1	-8,98 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	0,13 m	T _{-10°C + viento}	1.035	1.082		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	113,62 m	T _{-15°C + hielo}	1.159	1.231		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	191,42 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	152,52 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,226 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,001774999	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,999998425								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$	E_{viento} = 403 kg < 2.025 kg C_{seg} = 7,53 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 13 kg < 2.265 kg C_{seg} = 259,15 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.856 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,82 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.231 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,21 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.154 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.248 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 64 m	66 m	$V = a_p \cdot R_h$		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento 46 kg < 300 kg		Hielo 93 kg < 375 kg	

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 38		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 2000 TR2									
Desnivel 1	-0,13 m	T _{-5°C + viento}	-	-			Peso:	0,434	
Desnivel 2	-9,06 m	T _{-10°C + viento}	1.082	1.066			S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	191,42 m	T _{-15°C + hielo}	1.231	1.207	kg		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	kg/m
Vano 2	175,02 m	T _{-15°C + viento}	-	-			R _{hielo (ZONA C)}	-	
Eolovano	183,22 m	T _{-20°C + hielo}	-	-			R _{viento (120) + peso}	0,960	
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$	<p>E_{viento} = 471 kg < 2.025 kg C_{seg} = 6,45 > 1,5</p>

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	<p>E_{hielo} = 0 kg < 2.265 kg C_{seg} = - > 1,5</p>

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	<p>E_{deseq.} = 1.847 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,83 > 1,2</p>
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	<p>M_{TORSOR} = 0 kg.m</p>
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	<p>E_{rotura fase} = 1.231 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,21 > 1,2</p>
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	<p>M_{TORSOR} = 2.154 kg.m E_{rotura útil} = 1.231 kg</p>
$E_{rot} = E_T + E_L$	$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	$a_p =$	124 m		126 m	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento 72 kg < 300 kg Hielo 159 kg < 375 kg			

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 39 Función: Alineación Tipo: C-20 2000 B3		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	9,06 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	-8,56 m	T _{-10°C + viento}	1066		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	175,02 m	T _{-15°C + hielo}	1.207		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	138,08 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	156,55 m	N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 402 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 5,42 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 290 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,09 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 604 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,87 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase	Viento	Hielo
$V = a_p \cdot P_{cond}$	$a_p = 145 \text{ m}$	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$E_{vertical}$ Viento: 67 kg < 300 kg	Hielo: 146
	Hielo: 167 kg < 375 kg	

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 40		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 2000 TR2									
Desnivel 1	8,56 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	3,85 m	T _{-10°C + viento}	1.066	1.047		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	138,08 m	T _{-15°C + hielo}	1.207	1.177		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	129,96 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	134,02 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 344 kg < 2.025 kg C_{seg} = 8,82 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 2.265 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.811 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,87 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.207 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,23 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.112 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.207 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 236 m	233	m	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	121 kg < 300 kg		
		Hielo	279 kg < 375 kg		

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 41 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-14 2000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	-3,85 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	21,55 m	T _{-10°C + viento}	1.047	1.087		S _{viento cálculo}	0,857
Vano 1	129,96 m	T _{-15°C + hielo}	1.177	1.239		R _{hielo (ZONA B)}	1,120
Vano 2	202,02 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
Eolovano	165,99 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
Angulo desvío	197,204 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0,021957968	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	0,999758895						

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$	E_{viento} = 567 kg < 2.025 kg C_{seg} = 5,36 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 163 kg < 2.265 kg C_{seg} = 20,81 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.980 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,71 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	
$M_T = 0$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.239 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,20 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	
$E_{rot} = E_T + E_L$	M_{TORSOR} = 2.168 kg.m E_{rotura útil} = 1.456 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento	Hielo
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 253 m	251 m	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	Viento	128 kg	< 300 kg
	Hielo	300 kg	< 375 kg

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena amarre doble polimérica **18,44 kg**



Apoyo N°: 42 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-20 2000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		kg	Datos:	LA-110
Desnivel 1	-21,55 m	T _{-5°C + viento}	-	-		kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	0,77 m	T _{-10°C + viento}	1.087	1.073	S _{viento cálculo}		0,857
Vano 1	202,02 m	T _{-15°C + hielo}	1.239	1.218	R _{hielo (ZONA B)}		1,120
Vano 2	161,72 m	T _{-15°C + viento}	-	-	R _{hielo (ZONA C)}		-
Eolovano	181,87 m	T _{-20°C + hielo}	-	-	R _{viento (120) + peso}		0,960
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	1						

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 467 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 6,50 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 2.265 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.859 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,82 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.239 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,20 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.168 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura \text{ útil}} = 1.239 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 66 m

69 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 47 kg < 300 kg

Hielo 96 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 43 Función: Alineación Tipo: C-22 2000 B3		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	-0,77 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	5,20 m	T _{-10°C + viento}	1073		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	161,72 m	T _{-15°C + hielo}	1.218		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	183,24 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	172,48 m	N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 443 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 4,92 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 292 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,02 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 609 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,85 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase	$V = a_p \cdot P_{cond}$		Viento	Hielo	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$a_p =$	199	m	198	
	Viento	90	kg	<	300 kg
	Hielo	226	kg	<	375 kg

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 44 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-16 3000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		kg	Datos:	LA-110
Desnivel 1	-5,20 m	T _{-5°C + viento}	-	-		kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	1,89 m	T _{-10°C + viento}	1.073	1.052	S _{viento cálculo}		0,857
Vano 1	183,24 m	T _{-15°C + hielo}	1.218	1.186	R _{hielo (ZONA B)}		1,120
Vano 2	137,52 m	T _{-15°C + viento}	-	-	R _{hielo (ZONA C)}		-
Eolovano	160,38 m	T _{-20°C + hielo}	-	-	R _{viento (120) + peso}		0,960
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	1						

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 412 \text{ kg} < 3.045 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 11,08 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 3.285 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.827 \text{ kg} < 4.110 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 2,70 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.218 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,22 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.132 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura \text{ útil}} = 1.218 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

$$a_p = 144 \text{ m}$$

$$144 \text{ m}$$

$$a_p = e_o + \frac{T_{max}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 81 kg < 300 kg

Hielo 180 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 45 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-14 7000 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110			Datos:	LA-110
Desnivel 1	-1,89 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	-9,80 m	T _{-10°C + viento}	1.052	1.070		S _{viento cálculo}	0,857
Vano 1	137,52 m	T _{-15°C + hielo}	1.186	1.213		R _{hielo (ZONA B)}	1,120
Vano 2	202,82 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
Eolovano	170,17 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
Angulo desvío	193,380 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0,051969936	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	0,99864865						

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 768 \text{ kg} < 7.185 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 14,04 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 378 \text{ kg} < 7.470 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 29,62 > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 2.101 \text{ kg} < 9.360 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 5,35 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.211 \text{ kg} < 2.005 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,99 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.120 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura útil} = 1.716 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 101 m

103 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 62 kg < 500 kg

Hielo 134 kg < 625 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 46 Función: Alineación Tipo: C-16 2000 B3		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	9,80 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	-5,62 m	T _{-10°C + viento}	1070		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	202,82 m	T _{-15°C + hielo}	1.213		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	142,92 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	172,87 m	N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 444 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 4,91 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 291 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,05 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 607 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,86 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase	Viento	Hielo
$V = a_p \cdot P_{cond}$	$a_p = 183 \text{ m}$	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$E_{vertical}$ Viento: 83 kg < 300 kg	Hielo: 183 kg < 375 kg
	Hielo: 209 kg < 375 kg	

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 47 Función: Alineación Tipo: C-16 2000 B3		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	5,62 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	-3,80 m	T _{-10°C + viento}	1070		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	142,92 m	T _{-15°C + hielo}	1.213		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	157,32 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
Eolovano	150,12 m	T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
		N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 386 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 5,66 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 291 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,05 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 607 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,86 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase	Viento	Hielo
$V = a_p \cdot P_{cond}$	$a_p = 167 \text{ m}$	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$E_{vertical}$ Viento 77 kg < 300 kg	
	Hielo 191 kg < 375 kg	

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 48 Función: Alineación Tipo: C-18 2000 B3		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	3,80 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	20,22 m	T _{-10°C + viento}	1070		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	157,32 m	T _{-15°C + hielo}	1.213		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	140,04 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	148,68 m	N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 382 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 5,71 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 291 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,05 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 607 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,86 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase	Viento	Hielo
$V = a_p \cdot P_{cond}$	$a_p = 337 \text{ m}$	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	Viento 150 kg < 300 kg	
$E_{vertical}$	Hielo 375 kg < 375 kg	

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 49		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-12 2000 TR2									
Desnivel 1	-20,22 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	1,35 m	T _{-10°C + viento}	1.070	1.019		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	140,04 m	T _{-15°C + hielo}	1.213	1.136		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	94,82 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	117,43 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	199,896 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,000816814	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,99999666								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 307 kg < 2.025 kg C_{seg} = 9,90 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 6 kg < 2.265 kg C_{seg} = 571,51 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.824 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,86 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.213 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,23 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.123 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.221 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = -28 m			$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		Viento	6 kg	<	300 kg
		Hielo	-8 kg	<	375 kg

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 50		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-12 2000 TR2									
Desnivel 1	-1,35 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	1,79 m	T _{-10°C + viento}	1.019	1.052		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	94,82 m	T _{-15°C + hielo}	1.136	1.186		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	157,54 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	126,18 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	199,942 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,000455531	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,999999896								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 327 kg < 2.025 kg C_{seg} = 9,28 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 3 kg < 2.265 kg C_{seg} = ##### > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.781 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,90 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.186 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,25 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.075 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.190 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 123 m	123	m	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	72 kg < 300 kg		
		Hielo	156 kg < 375 kg		

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 51 Función: Alineación Tipo: C-14 2000 B3		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110	
Desnivel 1	-1,79 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	1,29 m	T _{-10°C + viento}	1052		S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	157,54 m	T _{-15°C + hielo}	1.186		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	
Vano 2	100,62 m	T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-	
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960	
Eolovano	129,08 m	N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$	$E_{viento} = 332 \text{ kg} < 1.455 \text{ kg}$ $C_{seg} = 6,58 > 1,5$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$M_T = 0$	$E_{deseq.} = 285 \text{ kg} < 1.953 \text{ kg}$ $C_{seg} = 8,23 > 1,2$
$M_T = 0,08 \cdot T_h \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>	$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg}$
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_h$	

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_L = 0,5 \cdot T_h$	$E_{rotura fase} = 593 \text{ kg} < 940 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,90 > 1,2$
$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot c$	$M_{TORSOR} = - \text{ kg}$

Esfuerzo vertical/fase	$V = a_p \cdot P_{cond}$		Viento	Hielo	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$a_p =$	131	m	131		
	$E_{vertical}$	Viento	61	kg <	300	kg
		Hielo	151	kg <	375	kg

Velocidad del viento **120 km/h** Cadena suspensión polimérica **4,21 kg**



Apoyo N°: 52		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 2000 TR2									
Desnivel 1	-1,29 m	T _{-5°C + viento}	-	-			Peso:	0,434	
Desnivel 2	-2,74 m	T _{-10°C + viento}	1.052	968			S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	100,62 m	T _{-15°C + hielo}	1.186	1.060	kg		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	kg/m
Vano 2	38,26 m	T _{-15°C + viento}	-	-			R _{hielo (ZONA C)}	-	
Eolovano	69,44 m	T _{-20°C + hielo}	-	-			R _{viento (120) + peso}	0,960	
Angulo desvío	199,270 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,005733375	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,999983564								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$	E_{viento} = 213 kg < 2.025 kg C_{seg} = 14,25 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 41 kg < 2.265 kg C_{seg} = 83,27 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.810 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,87 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.186 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,25 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.075 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.240 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = -23 m			-20	m
$V = a_p \cdot R_h$					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	8 kg < 300 kg		
		Hielo	-4 kg < 375 kg		

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 53		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 2000 TR2									
Desnivel 1	2,74 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	1,15 m	T _{-10°C + viento}	968	982		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	38,26 m	T _{-15°C + hielo}	1.060	1.081		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	54,94 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	46,60 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	199,378 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,004885157	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,999988068								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$	E_{viento} = 148 kg < 2.025 kg C_{seg} = 20,47 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 32 kg < 2.265 kg C_{seg} = 107,23 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.645 kg < 2.820 kg C_{seg} = 2,06 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.081 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,38 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 1.892 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.123 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p =	141 m		136 m	$V = a_p \cdot R_h$
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	80 kg < 300 kg	Hielo	171 kg < 375 kg

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 54		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 2000 TR2									
Desnivel 1	-1,15 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	1,15 m	T _{-10°C + viento}	982	1.027		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	54,94 m	T _{-15°C + hielo}	1.081	1.147		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	104,04 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	79,49 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$	E_{viento} = 204 kg < 2.025 kg C_{seg} = 14,87 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 0 kg < 2.265 kg C_{seg} = - > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 1.721 kg < 2.820 kg C_{seg} = 1,97 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.147 kg < 1.240 kg C_{seg} = 1,30 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 2.007 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 1.147 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 69 m	69 m	$V = a_p \cdot R_h$		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento 48 kg < 300 kg		Hielo 96 kg < 375 kg	

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 55		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 7000 TR2									
Desnivel 1	-1,15 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	1,65 m	T _{-10°C + viento}	1.027	1.071		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	104,04 m	T _{-15°C + hielo}	1.147	1.215		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	168,78 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	136,41 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	110,344 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,647391239	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,762157847								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$	E_{viento} = 4.342 kg < 7.185 kg C_{seg} = 2,48 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 4.719 kg < 7.470 kg C_{seg} = 2,37 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 4.929 kg < 9.360 kg C_{seg} = 2,28 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 926 kg < 2.005 kg C_{seg} = 2,60 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 1.621 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 7.219 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 135 m	135	m	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	77 kg < 500 kg		
		Hielo	170 kg < 625 kg		

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 56		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 7000 TR2									
Desnivel 1	-1,65 m	T _{-5°C + viento}	-	-			Peso:	0,434	
Desnivel 2	-0,34 m	T _{-10°C + viento}	1.071	998			S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	168,78 m	T _{-15°C + hielo}	1.215	1.105	kg		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	kg/m
Vano 2	71,56 m	T _{-15°C + viento}	-	-			R _{hielo (ZONA C)}	-	
Eolovano	120,17 m	T _{-20°C + hielo}	-	-			R _{viento (120) + peso}	0,960	
Angulo desvío	243,318 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,333693337	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,942681684								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 2.362 \text{ kg} < 7.185 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 4,56 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 2.433 \text{ kg} < 7.470 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 4,61 > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 3.543 \text{ kg} < 9.360 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 3,17 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.145 \text{ kg} < 2.005 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 2,10 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.004 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura útil} = 4.389 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 104 m

104 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 64 kg < 500 kg

Hielo 135 kg < 625 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 57		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 7000 TR2									
Desnivel 1	0,34 m	T _{-5°C + viento}	-	-			Peso:	0,434	
Desnivel 2	-0,31 m	T _{-10°C + viento}	998	1.005			S _{viento cálculo}	0,857	
Vano 1	71,56 m	T _{-15°C + hielo}	1.105	1.116	kg		R _{hielo (ZONA B)}	1,120	kg/m
Vano 2	79,78 m	T _{-15°C + viento}	-	-			R _{hielo (ZONA C)}	-	
Eolovano	75,67 m	T _{-20°C + hielo}	-	-			R _{viento (120) + peso}	0,960	
Angulo desvío	206,868 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,053914991	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,998545529								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 518 \text{ kg} < 7.185 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 20,80 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 361 \text{ kg} < 7.470 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 31,04 > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.942 \text{ kg} < 9.360 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 5,78 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.114 \text{ kg} < 2.005 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 2,16 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 1.950 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura útil} = 1.596 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 77 m

77 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 52 kg < 500 kg

Hielo 104 kg < 625 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 58		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 2000 TR2									
Desnivel 1	0,31 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	-8,00 m	T _{-10°C + viento}	1.005	1.025		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	79,78 m	T _{-15°C + hielo}	1.116	1.145		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	102,18 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	90,98 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 234 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 12,99 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 2.265 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.718 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,97 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.145 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,30 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.004 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura \text{ útil}} = 1.145 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 12 m

15 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 23 kg < 300 kg

Hielo 35 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 59		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-20 7000 TR2									
Desnivel 1	8,00 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	2,40 m	T _{-10°C + viento}	1.025	1.039		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	102,18 m	T _{-15°C + hielo}	1.145	1.166		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	119,80 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	110,99 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	253,838 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0,410354406	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,911926127								

1ª Hipótesis: Viento	
$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$	E_{viento} = 2.801 kg < 7.185 kg C_{seg} = 3,85 > 1,5

2ª Hipótesis: Hielo	
$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot \text{Fase} \cdot \text{sen} \frac{\alpha}{2}$	E_{hielo} = 2.871 kg < 7.470 kg C_{seg} = 3,90 > 1,5

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones	
$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{deseq.} = 3.748 kg < 9.360 kg C_{seg} = 3,00 > 1,2
$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 0 kg.m
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$	$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores	
$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	E_{rotura fase} = 1.063 kg < 2.005 kg C_{seg} = 2,26 > 1,2
$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$	M_{TORSOR} = 1.861 kg.m
$E_{rot} = E_T + E_L$	E_{rotura útil} = 4.891 kg
$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$	

Esfuerzo vertical/fase		Viento		Hielo	
$V = a_p \cdot p_{cond}$	a _p = 217 m	213	m	$V = a_p \cdot R_h$	
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	E_{vertical}	Viento	113 kg < 500 kg		
		Hielo	257 kg < 625 kg		

Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg



Apoyo N°: 60		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-22 2000 TR2									
Desnivel 1	-2,40 m	T _{-5°C + viento}	-	-	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	7,64 m	T _{-10°C + viento}	1.039	1.026		S _{viento cálculo}	0,857		
Vano 1	119,80 m	T _{-15°C + hielo}	1.166	1.146		R _{hielo (ZONA B)}	1,120		
Vano 2	102,90 m	T _{-15°C + viento}	-	-		R _{hielo (ZONA C)}	-		
Eolovano	111,35 m	T _{-20°C + hielo}	-	-		R _{viento (120) + peso}	0,960		
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$E_{viento} = 286 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 10,61 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 2.265 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.749 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,93 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.166 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,28 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.041 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura útil} = 1.166 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 170 m

168 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 92 kg < 300 kg

Hielo 206 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 61 Función: Angulo-Anclaje Tipo: C-16 4500 TR2		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		kg	Datos:	LA-110
Desnivel 1	-7,64 m	T _{-5°C + viento}	-	-		kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	4,71 m	T _{-10°C + viento}	1.026	965	S _{viento cálculo}		0,857
Vano 1	102,90 m	T _{-15°C + hielo}	1.146	1.056	R _{hielo (ZONA B)}		1,120
Vano 2	33,72 m	T _{-15°C + viento}	-	-	R _{hielo (ZONA C)}		-
Eolovano	68,31 m	T _{-20°C + hielo}	-	-	R _{viento (120) + peso}		0,960
Angulo desvío	200,000 g	N° conductores	3				
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO				
Cos α/2	1						

1ª Hipótesis: Viento

$$E_v = n \cdot \left(s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$E_{viento} = 176 \text{ kg} < 4.590 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 39,21 > 1,5$$

2ª Hipótesis: Hielo

$$E_h = n_{Fase} \cdot 2 \cdot T_h \cdot Fase \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{hielo} = 0 \text{ kg} < 4.860 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = - > 1,5$$

3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones

$$E_T = 1,5 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{deseq.} = 1.719 \text{ kg} < 6.075 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 4,24 > 1,2$$

$$E_L = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_T = 0$$

$$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$$

$$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$$

$$M_T = 0,5 \cdot T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

4ª Hipótesis: Rotura de conductores

$$E_T = T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$E_{rotura fase} = 1.146 \text{ kg} < 1.260 \text{ kg}$$

$$C_{seg} = 1,32 > 1,2$$

$$E_L = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{TORSOR} = 2.006 \text{ kg.m}$$

$$E_{rot} = E_T + E_L$$

$$M_T = T_h \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$$

$$E_{rotura útil} = 1.146 \text{ kg}$$

Esfuerzo vertical/fase

$$V = a_p \cdot p_{cond}$$

Viento

Hielo

$$V = a_p \cdot R_h$$

a_p = 138 m

135 m

$$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$$

E_{vertical}

Viento 78 kg < 300 kg

Hielo 170 kg < 375 kg

Velocidad del viento

120

km/h

Cadena amarre doble polimérica

18,44 kg



Apoyo N°: 62		Conductor de fase				
Función: Fin de línea		Tenses	LA-110		Datos:	LA-110
Tipo: C-10 3000 TR2						
Desnivel	-4,71 m	T _{-5°C + viento}	-	kg	Peso:	0,434
Vano	33,72 m	T _{-10°C + viento}	965		S _{viento cálculo}	0,857
		T _{-15°C + hielo}	1.056		R _{hielo (ZONA B)}	1,120
		T _{-15°C + viento}	-		R _{hielo (ZONA C)}	-
		T _{-20°C + hielo}	-		R _{viento (120) + peso}	0,960
Eolovano	16,86 m	N° conductores	3			
		Seg. Reforzada	NO			

1ª Hipótesis: Viento	$E_{viento} = 2.938 \text{ kg} < 3.045 \text{ kg}$
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o + T_v)$	$C_{seg} = 1,55 > 1,5$

2ª Hipótesis: Hielo	$E_{hielo} = 3.168 \text{ kg} < 3.285 \text{ kg}$
$E_h = n \cdot T_h$	$C_{seg} = 1,56 > 1,5$

4ª Hipótesis: Rotura conductor	$E_{rotura \text{ útil}} = 1.056 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$
$E_r = T_h$	$C_{seg} = 1,41 > 1,2$
$M_T = T_h \cdot c$	$M_{Torsor} = 1.848 \text{ kg.m}$
$E_r = 2 \cdot T_h$ $M_T = 2 \cdot T_h \cdot c$	Tresbolillo

Esfuerzo vertical/fase	$V = a_p \cdot P_{cond}$	Viento	Hielo	$V = a_p \cdot R_h$
	$a_p =$	-124 m	-115 m	
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$	$E_{vertical}$	Viento -44 kg < 300 kg	Hielo -119 kg < 375 kg	

Velocidad del viento 120 km/h

Cadena amarre simple polimérica

9,22 kg

2.3 AISLAMIENTO Y HERRAJES

2.3.1 Aisladores

Según establece la ITC-LAT 07, apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Para el peor de los casos de tense máximo la carga de rotura será:

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} = 7000 / 1247 = 5,61 \geq 3$$

3. CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

El cálculo de cimentaciones de los apoyos se realizará teniendo en cuenta todo lo que al respecto se especifica en el artículo 3 apartado 6 de la Instrucción 07 del RD 223/2008 de Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Se aplicarán las dimensiones de las cimentaciones indicadas por el fabricante y calculadas según el método suizo Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_V = F \left(h + \frac{2}{3} t \right) + F_V \left(\frac{h_t}{2} + \frac{2}{3} t \right)$$

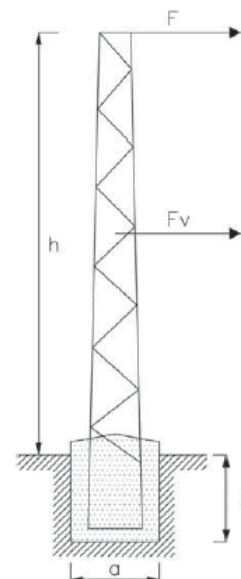
Y el momento resistente al vuelco:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:

$$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4 \text{ Momento debido al empotramiento lateral del terreno.}$$

$$M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0.4 \cdot p \cdot a \text{ Momento debido a las cargas verticales}$$



K Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad ($\text{Kg/cm}^2 \times \text{cm}$)

F Esfuerzo nominal del apoyo en kg.

h Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.

F_v Esfuerzo de viento sobre la estructura en kg.

h_t Altura total del apoyo en m.

a Anchura de la cimentación en m.

t Profundidad de la cimentación en m.

p Peso del apoyo y herrajes en kg.



Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el punto 3.6.1. de la ITC-LAT 07, debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_V$$

El coeficiente de seguridad resultante entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5 en las hipótesis normales (1H y 2H) ni inferior a 1,2 en las demás hipótesis (3H y 4H).

Se realizarán las cimentaciones siguiendo la recomendación del fabricante, eligiendo de la tabla las dimensiones correspondientes al coeficiente de compresibilidad en función del terreno donde se ubique el apoyo:

		K = 8							K = 12							K = 16						
		500	1.000	2.000	3.000	4.500	7.000	9.000	500	1.000	2.000	3.000	4.500	7.000	9.000	500	1.000	2.000	3.000	4.500	7.000	9.000
10	a	0,86	0,85	0,90	0,91	0,92	...	...	0,86	0,85	0,90	0,91	0,92	...	...	0,86	0,85	0,90	0,91	0,92	...	...
	h	1,55	1,80	2,11	2,32	2,54	...	...	1,40	1,63	1,91	2,10	2,30	...	...	1,31	1,52	1,78	1,96	2,14	...	...
	V	1,15	1,30	1,71	1,92	2,15	...	...	1,04	1,18	1,55	1,74	1,95	...	...	0,97	1,10	1,44	1,62	1,81	...	...
12	a	0,93	0,92	0,97	0,98	0,99	1,36	1,36	0,93	0,92	0,97	0,98	0,99	1,36	1,36	0,93	0,92	0,97	0,98	0,99	1,36	1,36
	h	1,60	1,86	2,16	2,39	2,62	2,84	2,84	1,45	1,69	1,96	2,16	2,37	2,42	2,58	1,35	1,57	1,83	2,02	2,21	2,27	2,40
	V	1,38	1,57	2,03	2,30	2,57	5,25	5,25	1,25	1,43	1,84	2,07	2,32	4,48	4,77	1,17	1,33	1,72	1,94	2,17	4,20	4,44
14	a	1,01	1,01	1,05	1,06	1,09	1,55	1,58	1,01	1,01	1,05	1,06	1,09	1,55	1,58	1,01	1,01	1,05	1,06	1,09	1,55	1,58
	h	1,64	1,90	2,22	2,43	2,67	2,68	2,84	1,49	1,72	2,01	2,20	2,41	2,43	2,58	1,39	1,61	1,88	2,05	2,25	2,31	2,40
	V	1,67	1,94	2,45	2,73	3,17	6,44	7,09	1,52	1,75	2,22	2,47	2,86	5,84	6,44	1,42	1,64	2,07	2,30	2,67	5,55	5,99
16	a	1,08	1,07	1,13	1,16	1,16	1,76	1,77	1,08	1,07	1,13	1,16	1,16	1,76	1,77	1,08	1,07	1,13	1,16	1,16	1,76	1,77
	h	1,68	1,95	2,26	2,47	2,72	2,68	2,85	1,53	1,76	2,05	2,24	2,47	2,43	2,58	1,42	1,72	1,91	2,08	2,35	2,31	2,41
	V	1,96	2,23	2,89	3,32	3,66	8,30	8,93	1,78	2,02	2,62	3,01	3,32	7,53	8,08	1,66	1,97	2,44	2,80	3,16	7,16	7,55
18	a	1,16	1,15	1,22	1,23	1,28	1,95	1,97	1,16	1,15	1,22	1,23	1,28	1,95	1,97	1,16	1,15	1,22	1,23	1,28	1,95	1,97
	h	1,71	1,98	2,29	2,51	2,74	2,68	2,85	1,55	1,79	2,08	2,27	2,48	2,43	2,59	1,45	1,72	1,94	2,12	2,40	2,31	2,41
	V	2,30	2,62	3,41	3,80	4,49	10,19	11,06	2,09	2,37	3,10	3,43	4,06	9,24	10,05	1,95	2,27	2,89	3,21	3,93	8,78	9,35
20	a	1,22	1,22	1,31	1,33	1,38	2,13	2,16	1,22	1,22	1,31	1,33	1,38	2,13	2,16	1,22	1,22	1,31	1,33	1,38	2,13	2,16
	h	1,74	2,01	2,32	2,53	2,76	2,68	2,85	1,58	1,82	2,10	2,29	2,50	2,43	2,59	1,50	1,72	1,96	2,20	2,40	2,31	2,41
	V	2,59	2,99	3,98	4,48	5,26	12,16	13,30	2,35	2,71	3,60	4,05	4,76	11,02	12,08	2,23	2,56	3,36	3,89	4,57	10,48	11,24
22	a	1,31	1,31	1,38	1,40	1,47	2,30	2,34	1,31	1,31	1,38	1,40	1,47	2,30	2,34	1,31	1,31	1,38	1,40	1,47	2,30	2,34
	h	1,77	2,03	2,35	2,56	2,79	2,68	2,85	1,60	1,84	2,13	2,32	2,53	2,43	2,59	1,53	1,72	1,98	2,20	2,40	2,31	2,41
	V	3,04	3,48	4,48	5,02	6,03	14,18	15,61	2,75	3,16	4,06	4,55	5,47	12,85	14,18	2,63	2,95	3,77	4,31	5,19	12,22	13,20
24	a	1,39	1,39	1,45	1,47	1,53	2,47	2,52	1,39	1,39	1,45	1,47	1,53	2,47	2,52	1,39	1,39	1,45	1,47	1,53	2,47	2,52
	h	1,79	2,05	2,38	2,60	2,83	2,68	2,85	1,62	1,86	2,15	2,35	2,56	2,44	2,59	1,53	1,73	2,01	2,20	2,40	2,35	2,41
	V	3,46	3,96	5,00	5,62	6,62	16,35	18,10	3,13	3,59	4,52	5,08	5,99	14,89	16,45	2,96	3,34	4,23	4,75	5,62	14,34	15,30
26	a	1,45	1,47	1,55	1,57	1,66	2,64	2,70	1,45	1,47	1,55	1,57	1,66	2,64	2,70	1,45	1,47	1,55	1,57	1,66	2,64	2,70
	h	1,81	2,07	2,39	2,61	2,83	2,68	2,85	1,65	1,88	2,16	2,36	2,56	2,45	2,59	1,54	1,75	2,02	2,20	2,40	2,41	2,49
	V	3,81	4,47	5,74	6,43	7,80	18,68	20,78	3,47	4,06	5,19	5,82	7,05	17,08	18,88	3,24	3,78	4,85	5,42	6,61	16,80	18,15
28	a	1,53	1,54	1,61	1,66	1,72	2,79	2,88	1,53	1,54	1,61	1,66	1,72	2,79	2,88	1,53	1,54	1,61	1,66	1,72	2,79	2,88
	h	1,84	2,09	2,41	2,62	2,86	2,68	2,85	1,67	1,89	2,19	2,38	2,59	2,45	2,59	1,56	1,77	2,04	2,22	2,42	2,45	2,49
	V	4,31	4,96	6,25	7,22	8,46	20,86	23,64	3,91	4,48	5,68	6,56	7,66	19,07	21,48	3,65	4,20	5,29	6,12	7,16	19,07	20,65
30	a	1,60	1,62	1,71	1,74	1,84	3,00	3,10	1,60	1,62	1,71	1,74	1,84	3,00	3,10	1,60	1,62	1,71	1,74	1,84	3,00	3,10
	h	1,85	2,11	2,42	2,64	2,86	2,71	2,85	1,68	1,91	2,19	2,39	2,59	2,55	2,59	1,61	1,79	2,04	2,28	2,42	2,55	2,49
	V	4,74	5,54	7,08	7,99	9,68	24,39	27,39	4,30	5,01	6,40	7,24	8,77	22,95	24,98	4,12	4,70	5,97	6,90	8,19	22,95	23,93



4. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

4.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

Según el artículo 5 apartado 5 de la Instrucción 07 del RD 223/2008 de Reglamento de Líneas de Alta Tensión, la distancia mínima de los conductores a cualquier punto del terreno, en el momento de flecha máxima, será:

$$D = 5,3 + D_{el} \text{ con un mínimo de 6m.}$$

• Del= Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra de sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

• Dpp= Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Dpp es una distancia interna.

Para una tensión de 15kV $D_{el}=0,20$, la distancia $D=5,50$ m.

Según RLAT, cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.

En el presente proyecto se tomará la distancia mínima de 7m.

Tabla 15. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar sobrecargas

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	Del (m)	Dpp (m)
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25

Además, para comprobar las distancias entre conductores y partes puestas a tierra, se tendrá en cuenta lo descrito en el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT 07, considerando la tensión mecánica del conductor sometido a una presión de viento mitad correspondiente a un viento de 120 km/h en las condiciones de temperatura de -5 °C para zona A, de -10°C para zona B y de -15°C para zona C.

4.2 SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES

Según el artículo 4.1 apartado 5 de la Instrucción 07 del RD 223/2008 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, la distancia mínima entre conductores de fase se determinará con la siguiente expresión:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

D = separación en m

K = 0,65 Coeficiente de oscilación del conductor

L = longitud de la cadena de aisladores (L=0 para amarre)

F = flecha máxima en metros

$D_{pp}=0,20$ Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre los conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

$K'=0,75$ Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea.

Tabla 16. Coeficiente K en función del ángulo de osculación

Angulo de osculación	Valores de k	
	Lineas de tension nominal superior a 30 kV	Lineas de tension nominal igual o inferior a 30 kV
Superior a 65o	0,7	0,65
Comprendido entre 40o y 650	0,65	0,6
Inferior a 40º	0,6	0,55

4.3 DISTANCIA A MASA

Las dimensiones de los apoyos y armados utilizados aseguran que aún en los casos más desfavorables, la distancia entre conductor y masa se mantiene en cualquier caso por encima de la mínima que se establece en el R.L.A.T., que para líneas de 15kV de tensión nominal es de 0,20 m como mínimo.

4.4 DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS.

- Cruzamientos.

Línea 15kV con:	Distancia Vertical	Distancia Mínima
Líneas Eléctricas y de Telecomunicación	$d > 1,5 + D_{el} \text{ mts}$	2,00 m
Carreteras y Ferrocarriles sin electrificar	$d > 6,3 + D_{el} \text{ mts}$	7,00 m
Ferrocarriles electrificados	$d > 3,5 + D_{el} \text{ mts}$	4,00 m
Ríos y canales, navegables o flotables	$d > G + 2,3 + D_{el} \text{ mts}$	7,27 m



- Paralelismos.

Línea 15kV con:	Distancia Horizontal
Líneas Eléctricas	1,5 veces la altura del apoyo más alto
Líneas de Telecomunicación	1,5 veces la altura del apoyo más alto
Vías de comunicación	Autopistas, Autovías y Vías Rápidas: 50m Resto: 25 m ó 1,5 veces la altura del apoyo
Ferrocarriles y cursos de agua navegables	25 m ó 1,5 veces la altura del apoyo

- Paso por zonas.

Línea 15kV con:	Distancia Mínima
Edificios zona accesible	6 m
Edificios zona inaccesible	4 m
Arbolado	2 m

5. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

5.1 DATOS INICIALES

Para el cálculo de la instalación de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto se empleará el procedimiento del “*Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría*”, editado por UNESA y sancionado por la práctica.

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

U Tensión de servicio de la red (V).

ρ Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente).

I_a' Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).

t' Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. (No).

Para el caso de red con neutro aislado:

C_a Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta $C_a=0,006 \mu F/Km$.

L_a Longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).

C_c Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta $C_c=0,25 \mu F/Km$.

L_c Longitud total de las líneas subterráneas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).

ω Pulsación de la corriente ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$).

A continuación se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

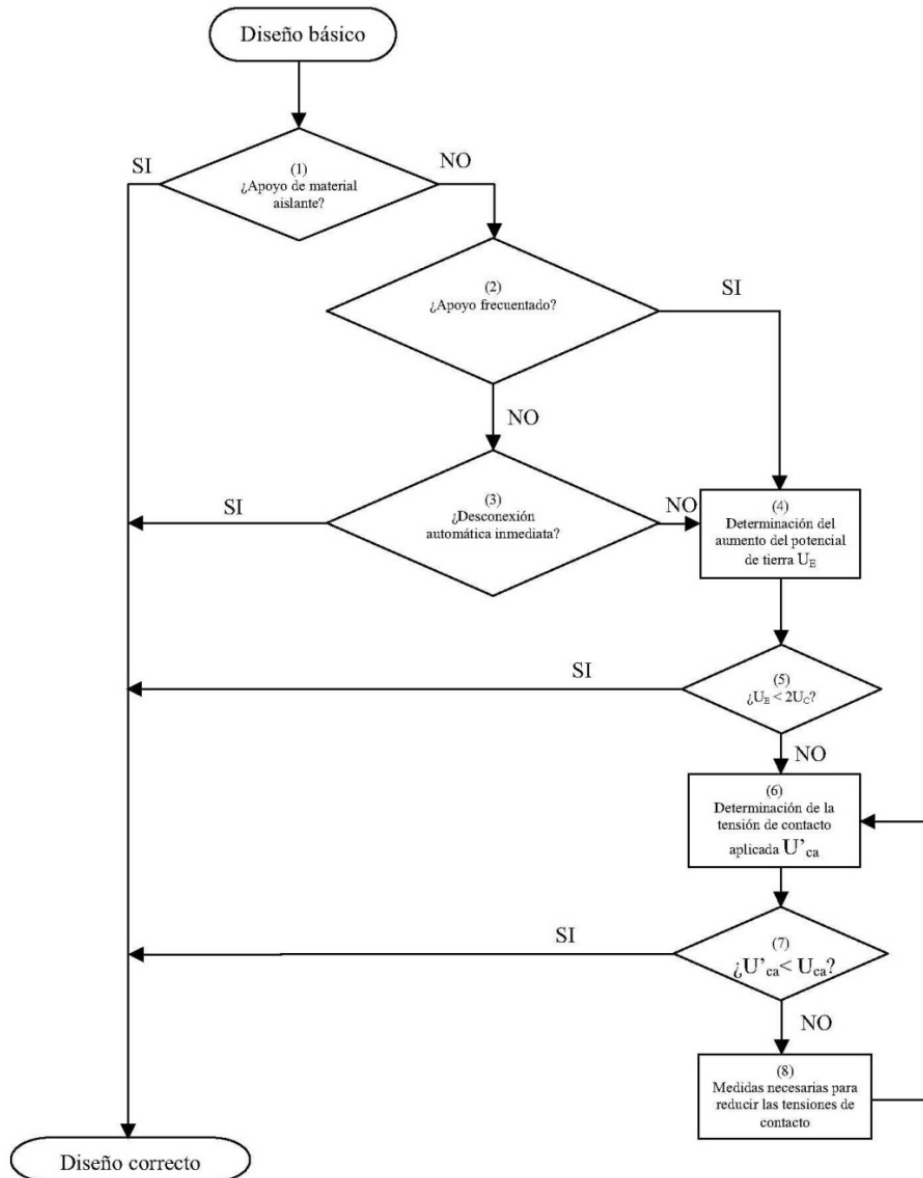
DATOS DE LA RED	
Sistema de conexión del neutro	Aislado
Subestación eléctrica	S.E. ANDORRA
Tensión nominal (kV)	15 kV
Línea M.T.	“ALLOZA”



5.2 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

5.2.1 Apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados

Los apoyos se clasifican en frecuentados y en no frecuentados y el diseño de su puesta a tierra se realiza siguiendo el siguiente esquema:



Todos los apoyos serán no frecuentados excepto los apoyos nº1, nº33, nº34, nº55, nº62.

5.2.2 Investigación de las características del terreno. Resistividad.

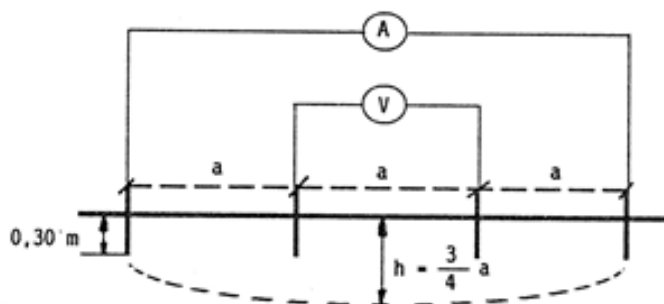
Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 1'5 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite, que además de medir, se pueda estimar la resistividad del terreno.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena sílicea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

En el caso de que se requiera realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda utilizar el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.

Figura 1.- Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.



Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del apoyo (h), calcularemos la interdistancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que una las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot V}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{V}{I}$$

la resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

siendo:

- ρ_h Resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ($\Omega \cdot m$).
- r Lectura del equipo de medida (Ω).
- a Interdistancia entre picas en la medida (m).

OTRAS CONSIDERACIONES

Valor de resistividad del terreno según mediciones : 100 $\Omega \cdot m$

5.2.3 Determinación de la intensidad de defecto

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro aislado.

- **Neutro aislado**

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación.

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

en la que:

- I_d Corriente de defecto en la línea, en A,
- R_t Resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta, en Ω ,

El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado 5.1. Esto mismo es aplicable para el resto de referencias del presente documento.

- **Neutro a tierra**

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de media tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Ello supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Siendo:

- R_t Resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta, en Ω ,
- I_d Corriente de defecto en la línea, en A,
- R_N Resistencia de puesta a tierra del neutro en la subestación, en Ω ,
- X_N Reactancia de puesta a tierra del neutro en la subestación, en Ω ,

5.2.4 Tiempo de eliminación del defecto

La línea de MT dispone de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte.$$

5.2.5 Resistencia de tierra de los electrodos

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma, dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular de acuerdo a las fórmulas contenidas en la siguiente tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:



Resistencia electrodos habituales

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en Ω
- ρ Resistividad del terreno de $\Omega \cdot m$.
- L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.
- r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodos de entre las configuraciones tipo de las tablas del Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).
- B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).
- C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de UNESA sus parámetros característicos:

- K_r Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega \cdot m$)
- K_p Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)
- K_c Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

En función de la geometría del electrodo elegido se obtendrá el factor de resistencia de tierra K_r ($\Omega/\Omega \cdot m$), el valor de resistencia de tierra de dicho electrodo se obtendrá como:

$$R' = \rho \cdot K_r$$



Siendo:

- R'**: Resistencia de tierra para electrodo elegido,
- ρ** : Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$,
- K_r**: Factor de resistencia.

Una vez identificado el valor de la resistencia de tierra del electrodo de puesta a tierra se calcula la intensidad de defecto en dicho apoyo.

$$I'_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R'_t)^2}}, \text{ para neutro aislado.}$$

$$I'_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}}, \text{ para neutro a tierra.}$$

5.2.6 Cálculo de tierras en apoyos no frecuentados

El electrodo a utilizar en este tipo de apoyos será de tipo lineal, con una o varias picas, de forma que la resistencia de puesta a tierra tenga un valor suficientemente bajo que garantice la actuación de las protecciones, en caso de defecto a tierra, en un tiempo inferior a 1 segundo de acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07.

En función del electrodo seleccionado se calcula su resistencia, la intensidad de defecto y el tiempo de actuación de las protecciones de acuerdo a las expresiones de los apartados anteriores.

El diseño del sistema de puesta a tierra se considerará satisfactorio, desde el punto de vista de la seguridad de las personas, si se verifica que el tiempo previsto de actuación de las protecciones es inferior a 1 segundo. Si no se cumple esta hipótesis se repetirán los cálculos con una configuración distinta del electrodo de tierra.

Una vez ejecutada la instalación de puesta a tierra de los apoyos no frecuentados se realizarán las medidas de resistencia de puesta a tierra para verificar que no se alcanzan valores por encima de los proyectados.

5.2.7 Cálculo de tierras en apoyos frecuentados

El electrodo a utilizar en este tipo de apoyos estará compuesto por un anillo cerrado, a una profundidad de al menos 0,50 m, al que se conectarán al menos cuatro picas.

Para considerar que el diseño del sistema de puesta a tierra es correcto se debe cumplir que la elevación del potencial de tierra sea menor que dos veces el valor máximo admisible de la tensión de contacto, es decir:

$$U_E < 2 \cdot U_C$$



En caso de no cumplirse la condición anterior será necesario analizar que la tensión de contacto aplicada es inferior a la tensión de contacto aplicada admisible ($U'_{Ca} \leq U_{Ca}$). Esto se garantiza si se cumple que la tensión de contacto calculada para la instalación, ante un posible defecto, es inferior a la tensión de contacto máximo admisible:

$$U'_C \leq U_C$$

Siendo:

- U_E Aumento del potencial de tierra, en V,
- U'_C Tensión de contacto, en V,
- U_C Tensión de contacto máxima admisible, en V,

En caso de no verificarse alguna de las expresiones anteriores, el diseño del sistema de puesta a tierra no será válido y será necesario repetir los cálculos con una configuración distinta o implementar algunas de las medidas adicionales propuestas en el apartado Clasificación de los apoyos según su ubicación del documento Memoria para eliminar el riesgo de contacto. En este último caso se deberá comprobar que las tensiones de paso son inferiores a las máximas admisibles:

$$U'_P < U_P$$

Una vez construida la instalación de puesta a tierra de los apoyos frecuentados será necesario realizar la correspondiente medición de las tensiones de contacto, o en su lugar, realizar la medición de la resistencia de puesta a tierra, puesto que se ha establecido una correlación entre los valores de la tensión de contacto y la resistencia de puesta a tierra de acuerdo a un procedimiento sancionado por la práctica.

2.1.1.1 Determinación del aumento de potencial ante un defecto a tierra

El aumento de potencial de tierra cuando el electrodo evacua una corriente de defecto es:

$$U_E = I_d \cdot R'$$

Siendo:

- U_E : Aumento de potencial respecto una tierra lejana, en V,
- I_d : Corriente de defecto en la línea, en A,
- R' : Resistencia de tierra para electrodo elegido, en Ω

2.1.1.2 Determinación de las tensiones contacto máximas admisibles

El cálculo de la tensión de contacto máxima admisible se determinará a partir de la tensión de contacto aplicada admisible sobre el cuerpo humano en función del tiempo de duración de la falta, que se establece en la tabla 18 de la ITC-LAT 07:



Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 18 ITC-LAT 07

Duración de la falta t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1.000} \right]$$

Siendo:

- U_c :** Tensión de contacto máxima admisible, en V.
- U_{ca} :** Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta según tabla 18 ITC-LAT 07, en V.
- R_{a1} :** Resistencia del calzado de un pie cuya suela sea aislante, en Ω . Se puede emplear como valor 2.000 Ω . Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas (piscinas, campings, áreas recreativas...)
- R_{a2} :** Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se considera que $R_{a2} = 1,5 \cdot \rho_s$.
- ρ_s :** Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$.
- Z_B :** Impedancia del cuerpo humano, se considera 1.000 Ω .

En aquellos casos en los que el terreno se recubra con una capa adicional de elevada resistividad se multiplicará el valor de la resistividad de dicha capa por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = s - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2 * h_s + 0,106} \right)$$

Siendo:

- C_s Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial
- ρ_s Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$.
- ρ^* Resistividad de la capa superficial en $\Omega \cdot m$.
- h_s Espesor de la capa superficial en m.



2.1.1.3 Determinación de las tensiones paso máximas admisibles

Las tensiones de paso admisibles son mayores a las tensiones de contacto admisibles, de ahí que si el sistema de puesta a tierra satisface los requisitos establecidos respecto a las tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso peligrosas.

Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos:

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1.000} \right]$$

Siendo:

- U_p**: Tensión de paso máxima admisible, en V,
- U_{pa}**: Valor admisible de la tensión de paso aplicada $10 U_{ca}$, que es función de la duración de la corriente de falta según tabla 18 ITC-LAT 07, en V.
- R_{a1}**: Resistencia del calzado de un pie cuya suela sea aislante, en Ω . Se puede emplear como valor 2.000Ω . Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas (piscinas, campings, áreas recreativas...)
- R_{a2}**: Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se considera que $R_{a2} = 1,5 \cdot \rho_s$,
- ρ_s** : Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$.
- Z_B**: Impedancia del cuerpo humano, se considera 1.000Ω .

2.1.1.4 Determinación de las tensiones de contacto y de paso

En función de la geometría y configuración del electro elegido, y en base a los parámetros indicados en el Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de UNESA, se calculan los valores de la tensión de contacto:

$$U'c = I'd \cdot \rho \cdot Kc$$

Siendo:

- U'c**: Tensión de contacto calculada, en V,
- I'd**: Intensidad de defecto en A,
- ρ** : Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$,
- Kc**: Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$.

El valor de la tensión de paso se obtendrá como:

$$U'p = I'd \cdot \rho \cdot Kp$$



Siendo:

- U'p:** Tensión de paso calculada,
- I'd:** Intensidad de defecto en A,
- p:** Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$,
- Kp:** Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$.

2.1.1.5 Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas

Se debe verificar que se satisfacen las expresiones indicadas en el apartado 4.2.7

$$U_E < 2 \cdot U_C \text{ o } U'_c \leq U_C$$

De igual modo, en caso de que la tensión de contacto sean superiores a los valores máximos admisibles y se definan medidas adicionales que eliminen el riesgo de contacto, será necesario que se satisfaga:

$$U'_p \leq U_p$$



5.3 RESUMEN CÁLCULO PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

5.3.1 Apoys Frecuentados

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas MT subsidiarias misma transformación (km)	La	60,199
Longitud total líneas subtt. MT subsidiarias misma transformación (km)	Lc	8,344
Tiempo Falta (s)	tf	0,99
Intensidad de Falta (A)	lf	21,97
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$	ρ_s	100
Valor admisible de la tensión de contacto aplicada (V)	Uca	107
Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, en Ω	Ra1	2000
Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, en Ω	Ra2	150
Impedancia del cuerpo humano, en Ω	ZB	1000
ELECTRODO APOYO FRECUENTADO	30-30/8/42	
Factor de resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)	Kr	0,105
Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$	Kc	0,0178
Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$	Kp	0,0545
RESULTADOS		
Tensión de contacto máxima admisible, en V (Uc)	Uc	230,05
Tensión de paso máxima admisible, en V (Up)	Up	5992,00
Resistencia de tierra electrodo elegido, en Ω (R)	R	10,50
Aum. de respecto una tierra lejana, en V (Ue)	Ue	230,63
Tensión de contacto calculada, en V (U'c)	U'c	39,10
Tensión de paso calculada, en V (U'p)	U'p	119,71
COMPROBACIONES		
Tensiones de contacto son inferiores a las máximas admisibles.		
Ue < 2xUc: 230,63 < 460,1	VERDADERO	
De no cumplirse lo anterior.		
U'c < Uc: 39,09 < 230,05	VERDADERO	
De no cumplirse lo anterior, medidas adicionales antiescalo polimerico, mallazo, etc.		
U'p < Up: 119,71 < 5992	VERDADERO	



5.3.2 Apoyos no frecuentados

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas MT subsidiarias misma transformación (km)	La	60,199
Longitud total líneas subtt. MT subsidiarias misma transformación (km)	Lc	8,344
Tiempo Falta (s)	tf	0,99
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$	ρ_s	100
Valor admisible de la tensión de contacto aplicada (V)	Uca	107
Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, en Ω	Ra1	2000
Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, en Ω	Ra2	150
Impedancia del cuerpo humano, en Ω	ZB	1000
ELECTRODO APOYO NO FRECUENTADO	8/12	
Factor de resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)	Kr	0,416
Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$	Kc	0,35
Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$	Kp	0,017
RESULTADOS		
Resistencia de tierra electrodo elegido, en Ω (R)	R	41,60
Intensidad de Falta (A)	If	21,87
Tensión de paso calculada, en V ($U'p$)	$U'p$	37,18
Tensión de paso máxima admisible, en V (Up)	Up	5992,00
COMPROBACIONES		
El tiempo previsto de actuación de las protecciones $t' = 0,99s < 1 s$ (desconexión automática de protecciones - Grupo Enel). Por tanto, no necesario justificar la tensión de contacto.		
$I_d > I'_a$		
Se deberá comprobar que las tensiones de paso son inferiores a las máximas admisibles:		
$U'p < Up: 37,18 V < 5992 V$	VERDADERO	
La resistencia PAT máxima $t' < 1 s$:		
$R't = 90,78 \Omega$		



5.3.3 Rmáximo P.A.T. en función de resistividad de terreno (ρ):

Con los cálculos anteriores, antes de realizar la puesta a tierra de los apoyos habrá que verificar que la resistencia sea menor que la R máxima de puesta a tierra en ese momento con la resistividad medida.

- Para valores de 55 ($\Omega \cdot m$):

$$R \text{ apoyo frecuentado} < 3,70 (\Omega)$$

$$R \text{ apoyo no frecuentado} < 20,80 (\Omega)$$

- Para valores de 100 ($\Omega \cdot m$):

$$R \text{ apoyo frecuentado} < 7,40 (\Omega)$$

$$R \text{ apoyo no frecuentado} < 41,60 (\Omega)$$

- Para valores de 200 ($\Omega \cdot m$):

$$R \text{ apoyo frecuentado} < 14,80 (\Omega)$$

$$R \text{ apoyo no frecuentado} < 83,20 (\Omega)$$

- Para valores de 300 ($\Omega \cdot m$):

$$R \text{ apoyo frecuentado} < 22,20 (\Omega)$$

$$R \text{ apoyo no frecuentado} < 124,80 (\Omega)$$

- Para valores de 500 ($\Omega \cdot m$):

$$R \text{ apoyo frecuentado} < 37,00 (\Omega)$$

$$R \text{ apoyo no frecuentado} < 208 (\Omega)$$

CAPITULO II: RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSÓN

1. CÁLCULO ELÉCTRICO

Para el cálculo de una línea subterránea de media tensión se justificarán los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

- Intensidades máximas admisibles para el cable,
- Caída de tensión de la línea,
- Capacidad de transporte,
- Pérdidas de potencia.

1.1 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

A continuación se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

1.1.1 Resistencia eléctrica

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura θ de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}C))$$

Siendo:

$\alpha = 0,00403$ para el aluminio.

$\theta =$ Temperatura máxima conductor, se adopta el valor correspondiente a $90^{\circ}C$.

1.1.2 Reactancia del cable

La reactancia a 50Hz depende de la geometría y diseño del conductor.

1.1.3 Capacidad

La capacidad depende de la geometría y diseño del conductor.

1.1.4 Resumen Características Eléctricas

Las características eléctricas del conductor a instalar son las siguientes:

Sección nominal (mm ²)	Resistencia máxima 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima 90°C (Ω/km)	Reactancia 12/20 kV (Ω/km)	Capacitancia 12/20 kV	
				(uF/km)	(S·km)
240 (RH5Z1)	0,125	0,161	0,106	0,306	9,613·10 ⁻⁵



1.2 INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Se justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada. Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θ_{cc}	Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5s$)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

1.2.1 INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN SERVICIO PERMANENTE

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados y los entubados podrán admitir una intensidad permanente según ICT-LAT 06:

Sección	Intensidad de servicio (A)*	
	Directamente enterrados	Bajo tubo
240	345	320

* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1.5 $\cdot m/W$.

Para diferentes condiciones de instalación deberán añadirse coeficientes de corrección.

Temperatura del terreno (Fct)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 07 ITC-LAT 06.

Tabla 7. Factor de correccion, F, para temperatura del terreno distinta de 25°C

Temperatura °C Servicio Permanente θ_s	Temperatura del terreno, θ_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,9	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61



Resistividad térmica del terreno (F_{cr}t)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 08 ITC-LAT 06.

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1, K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1	1,5	2	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81	

Agrupación de circuitos (F_{ca})

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT 06.

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Tipo de instalación		Factor de corrección								
		Número de ternos en la zanja								
Separación de los ternos		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d=0,2 cm	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d=0,4 cm	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d=0,6 cm	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d=0,8 cm	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d=0,2 cm	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d=0,4 cm	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d=0,6 cm	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d=0,8 cm	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



Profundidades de instalación (Fcp)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT 06.

Tabla 11. Factores de correccion para profundidades de instalacion distintas de 1m

Profundidad (m)	Cables enterrados de seccion		Cables bajo tubo de seccion	
	<185 mm ²	>185 mm ²	<185 mm ²	>185 mm ²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fcrt \cdot Fca \cdot Fcp$$

$$I_{adm} = 320 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 320 \text{ A}$$

Dónde:

I_{adm} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

I = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

Fct = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,

Fcrt = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,

Fca = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,

Fcp = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

1.2.2 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor

Se determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Este valor será proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, suponiendo que es la misma que al principio de la línea aérea. Las pérdidas en la línea aérea las podemos considerar despreciables. La corriente de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

I_{cc3} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV,

A continuación se indica la intensidad de cortocircuito para la red en estudio:

U (kV)	Sc _{cc} (MVA)	I _{cc3} (kA)
15	500	19,245

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250 °C, la sección del conductor y tiempo máximo de duración del cortocircuito.

Para tiempos de cortocircuito cortos la intensidad máxima admisible por un conductor vendrá dada por la fórmula del calentamiento adiabático:

$$I_{cc \text{ Adm.}} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Dónde:

I_{ccAdm.} = Intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática, A,

S = Sección del conductor, en mm²,

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al fin del cortocircuito,

t_{cc} = Duración del cortocircuito, en segundos.

Según el apartado 6.2 de la ITC-LAT-06, la densidad admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio y un Δθ=160 °C, es de 94 A/mm².

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t _{cc} , en segundos										
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
PVC:												
sección < 300 mm ²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43	
sección > 300 mm ²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39	
XLPE, EPR, HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54	
HEPR U ₀ /U< 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51	

A continuación se indica el valor de cortocircuito máximo admisibles del conductor especificado en el presente proyecto:

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)
240	22,6

La intensidad máxima de cortocircuito de la red I_{cc3} (kA) será inferior a la calculada I_{ccAdm} (kA).

$$I_{cc3} \text{ (kA)} = 19,245 \text{ kA} < I_{ccAdm} \text{ (kA)} = 22,6 \text{ kA}.$$



1.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

La caída de tensión se calculará como:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{En valor absoluto}$$

$$U_c (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{En valor porcentual}$$

Dónde:

Tomaremos el tramo más largo que será el que peor condiciones nos ofrezca (506,27 m):

P = Potencia a transportar, en kW,

L = longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R₉₀ = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

X = Reactancia de la línea, en Ω/km.

tgφ = Tangente de fi de la instalación, adimensional.

- Primer tramo: L = 483,60 m

$$U_c = \frac{250 \cdot 0,484}{15} \cdot (0,161 + 0,106 \cdot 0,484) = 1,71 \text{ V}$$

$$U_c (\%) = \frac{250 \cdot 0,484}{10 \cdot 15^2} \cdot (0,161 + 0,106 \cdot 0,484) = 0,0114 \%$$

- Segundo tramo: L = 235,60 m

$$U_c = 0,83 \text{ V}; U_c (\%) = 0,0056 \%$$

- Tercer tramo: L = 534,10 m

$$U_c = 1,89 \text{ V}; U_c (\%) = 0,0126 \%$$

- Cuarto tramo: L = 13,62 m

$$U_c = 0,05 \text{ V}; U_c (\%) = 0,0003 \%$$

1.4 POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia máxima a transportar vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Dónde:

P = Potencia activa máxima admisible por el cable, en kW.

U = Tensión de línea, en kV,

I = Intensidad máxima admisible del conductor, en A.

cosφ = Coseno de fi de la instalación, admi.



La potencia máxima admisible del conductor, considerando un fdp de 0,9, será:

$$P_{max} = \sqrt{3} x U x I x \cos \varphi = \sqrt{3} x 15 x 320 x 0,90 = 7482,5 \text{ kW}$$

1.5 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \text{ En valor absoluto}$$

$$P_p(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \text{ En valor porcentual}$$

Dónde:

P = Potencia a transportar, en kW,

L = Longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R₉₀ = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

Cosφ = Coseno de φ de la instalación, adim.

- Primer tramo: L = 483,60 m

$$P_p = \frac{250^2 \cdot 0,484 \cdot 0,161}{15^2 \cdot 0,9^2} = 0,027 \text{ kW}$$

$$P_p(\%) = \frac{250 \cdot 0,484 \cdot 0,161}{10 \cdot 15^2 \cdot 0,9^2} = 0,0107\%$$

- Segundo tramo: L = 235,60 m

$$P_p = 0,013 \text{ kW}; P_p(\%) = 0,0052 \%$$

- Tercer tramo: L = 534,10 m

$$P_p = 0,029 \text{ kW}; P_p(\%) = 0,0118 \%$$

- Cuarto tramo: L = 13,62 m

$$P_p = 0,01 \text{ kW}; P_p(\%) = 0,0003 \%$$

CAPITULO III: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

1. PUENTES DE MT Y BT

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se pretende justificar que las secciones propuestas para los puentes tanto de alta como de baja tensión indicados en la memoria resultan adecuadas, para lo cual se deberá cumplir, en el caso de funcionamiento a plena potencia del transformador, que la intensidad que circule por los mismos sea inferior a la intensidad térmica admisible del conductor.

1.2 INTENSIDAD EN M.T.

La intensidad del primario en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

siendo:

- P Potencia del transformador en kVA.
- U_p Tensión del primario en kV.
- I_p Intensidad del primario en A.

Para ambos centros de transformación será el mismo

$$I_p = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 15} = 9,62 \text{ A}$$

1.3 DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES M.T.

Los conductores serán circulares compactos de aluminio, de clase 2 según la norma UNE-EN 60228, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados. La sección nominal seleccionada es de 95 mm² con aislamiento 12/20 kV (RH5Z1 3x1x95 mm² Al 12/20 kV).

Las intensidades máximas admisibles de la sección de 95mm² figuran en la siguiente tabla. Se han tomado de la ITC-LAT 06 Tablas 6 y 13, para la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones del tipo de instalación allí establecidas.

Sección nominal de los conductores mm ²	Instalación directamente enterrada
	Cable aislado con XLPE
95	205 A
Temperatura máxima en el conductor: 90° C	- Temperatura del terreno: 25° C - 3 cables unipolares en tresbolillo - Profundidad de instalación: 1 m - Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W - Temperatura aire ambiente: 40° C

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a 58A según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a la máxima admisible por el cable seleccionado (205 A), en consecuencia, no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

1.4 INTENSIDAD EN B.T.

La intensidad máxima (nominal) que circula por los puentes de BT se puede calcular mediante la fórmula:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U}$$

siendo:

- I_n Intensidad nominal de los puentes de BT (A).
- P_n Potencia nominal del transformador (kVA).
- U Tensión del devanado de BT (kV).

El cuadro de baja de ambos centros de transformación será de 400V de salida por lo tanto la Intensidad nominal será:

$$I_n = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 360,85 A$$

1.5 DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES B.T.

Según la Tabla 11 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm² de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ($I_{m\acute{a}x}$) es de 420 A.

La intensidad admisible (I_{adm}) se calculará a partir de la máxima admisible aplicándole los siguientes factores correctores debidos a las condiciones particulares de instalación (instalación al aire, apartado 3.1.4 de la ITC-BT-07):

- Temperatura del aire circundante superior a 40°C. Consideraremos una temperatura de 50° C, para la que el factor de corrección a aplicar resulta ser $f_1 = 0,90$ (Tabla 13).

Así pues la intensidad admisible de cada conductor del puente será:

$$I_{adm} = I_{max} \cdot f_1 = 420 \cdot 0,9 = 378 A$$

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la máxima o nominal. Los puentes estarán constituidos por cable 0,6/1kV XZ1 2x(3x1x240mm²) + 1x240 mm² Al.



1.6 CAIDA DE TENSIÓN

La caída de tensión máxima por resistencia y reactancia en los puentes de BT de un CT (despreciando la influencia capacitiva), se puede calcular mediante la expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \operatorname{sen} \varphi)$$
$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 360,85 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,01 \cdot (0,125 \cdot 0,8 + 0,083 \cdot 0,6) = 0,312 \text{ V}$$

en la que:

- ΔU Caída de tensión en el puente de BT (V).
- I_n Intensidad nominal por terna (A).
- L Longitud del puente de BT (km). Supondremos una longitud de 10 m.
- R Resistencia kilométrica a 40 °C (Ω/km). Se considerará $R = 0'125 \Omega/\text{km}$ para el conductor de 240 mm².
- X Reactancia inductiva kilométrica (Ω/km). Se considerará $X = 0'083 \Omega/\text{km}$ para el conductor de 240 mm².
- $\cos \varphi$ Factor de potencia (se adoptará $\cos \varphi = 0.8$ y $\operatorname{sen} \varphi = 0.6$).

La caída de tensión porcentual (e%) se calculará como:

$$e_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U}$$
$$e(\%) = \frac{0,312 \cdot 100}{400} = 0,078 \%$$

3 CÁLCULO INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA

2.1 INTRODUCCIÓN

El cálculo de la instalación de puesta a tierra de los CT se realizará según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

2.2.1 Puesta a tierra de protección

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de AT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Asimismo, al disiparse dicha intensidad por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. Al diseñarse el sistema de puesta a tierra de protección deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

2.2.2 Puesta a tierra de servicio

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseña bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a 37Ω . Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un abonado, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V ($37 \times 0.65 \cong 24$).

2.2.3 Sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio

Aunque no se contempla específicamente en el presente Proyecto Tipo, la reglamentación vigente permite la utilización de un único sistema de puesta a tierra de protección y servicio para el CT siempre y cuando se verifique que la tensión de defecto a tierra sea inferior a 1000 V.

2.3 DATOS INICIALES

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- U Tensión de servicio de la red (V).
- V_{bt} Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V).
- ρ Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).
- a y b Dimensiones exteriores (ancho y largo) del local en planta (m).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente o Dependiente).

- I_a' Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).
- t' Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).
- K', n' Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Para el caso de red con neutro aislado:

- C_a Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta $C_a=0,006 \mu F/Km$.
- L_a Longitud total de las líneas aéreas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).
- C_c Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta $C_c=0,25 \mu F/Km$.
- L_c Longitud total de las líneas subterráneas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).
- ω Pulsación de la corriente ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$).

Para el caso de red con neutro a tierra:

R_n Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

X_n Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

2.4 RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 16 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o medirla.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

En el caso de que se opte por realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda realizar ésta según el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.

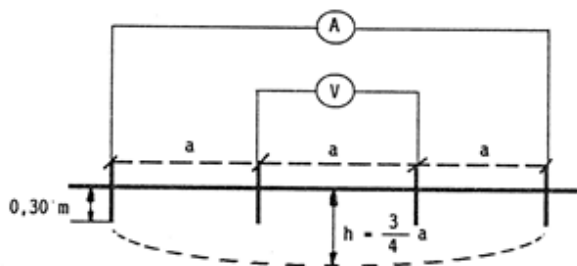


Figura 1.- Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.

Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CT (h), calcularemos la interdistancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que una las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot V}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{V}{I}$$

la resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

siendo:

- ρ_h Resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ($\Omega \cdot m$).
- r Lectura del equipo de medida (Ω).
- a Interdistancia entre picas en la medida (m).

2.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

2.5.1 Determinación de la intensidad de defecto

El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

2.5.2 Neutro aislado

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, directamente proporcional a la longitud de la red, la cual se va ampliando con el transcurso del tiempo.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

Siendo:

- I_d Intensidad de defecto a tierra del CT (A).
- $I_{máx d}$ Intensidad máxima de defecto a tierra de la red (A).
- c factor de tensión indicado en la norma UNE-EN 60909-0, de valor 1,1.



- R_t Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).
 U Tensión de servicio de la red MT (V).
 C Capacidad entre fase y tierra de los cables y líneas de salida de la subestación (F).

2.5.3 Resistencia máxima de la puesta a tierra de masas del CT

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CT, es decir, se debe verificar que:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del CT la podemos calcular por la expresión:

$$R_t = \frac{V_{bt}}{I_d}$$

2.5.4 Selección del electrodo

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma y dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla que sigue, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Placa enterrada profunda -	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$
Placa enterrada superficial -	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$
Pica vertical -	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente -	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra -	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en Ω
 ρ Resistividad del terreno de Ω.m.
 P Perímetro de la placa en metros.
 L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.
 r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodos de entre las configuraciones tipo presentadas en las tablas del Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de

transformación” de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).
- B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).
- C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

Electrodos con picas alineadas

A / BC

- A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- B Número de picas.
- C Longitud de las picas (m).

Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma y dimensiones exteriores de la planta del CT y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (K_r) debe verificar:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho}$$

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método UNESA sus parámetros característicos:

- K_r Valor unitario de la resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)
- K_p Valor unitario de la tensión de paso exterior ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)
- K_c Valor unitario de la tensión de contacto exterior y paso en el acceso al CT ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

2.5.5 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado.

En este punto podremos calcular los valores de la resistencia de puesta a tierra (R_t'), intensidad de defecto (I_d') y tensión de defecto (V_d') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra:

$$R_t' = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto:

$$I_d' = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t')^2}} \quad (\text{neutro aislado})$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

La tensión de paso en el exterior (V'_p) y la tensión de paso en el acceso al CT ($V'_{p(acc)}$) se calcularán mediante las fórmulas siguientes:

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'_d$$

Tensión de paso en el acceso al CT:

$$V'_{p(acc)} = K_c \cdot \rho \cdot I'_d$$

Al existir un mallazo equipotencial conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior.

2.5.6 Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas que alimentan los CT disponen de los dispositivos necesarios para que, cuando se produce un defecto a tierra, éste se elimine mediante la apertura de un interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

En estos, el tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte.$$

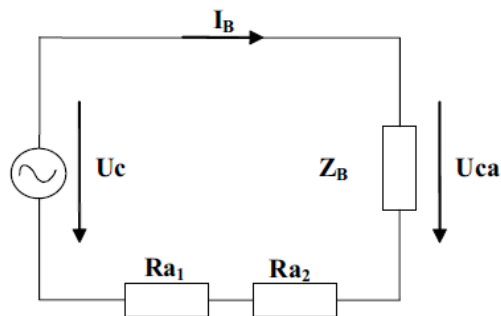
2.5.7 Valores máximos de tensión admisibles

Según lo indicado en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta, según se refleja en la siguiente tabla:

Duración de la falta t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50



A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

- U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible
- U_{pa} Tensión de paso aplicada admisible ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$)
- Z_B Impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000Ω)
- I_B Corriente a través del cuerpo
- U_c Tensión de contacto máxima admisible en la instalación
- U_p Tensión de paso máxima admisible en la instalación
- R_{a1} Resistencia adicionales (calzado)
- R_{a2} Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \rho_s}{1000} \right]$$
$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000Ω
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm^2 de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N , lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de $3 \cdot \rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del terreno.
- Según cada caso, R_{a1} es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000Ω para esta resistencia.



Para los casos en los que el terreno se recubre de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right)$$

Siendo:

Cs coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial

hs espesor de la capa superficial

ρ resistividad del terreno natural

ρ^* resistividad de la capa superficial

Aplicamos el coeficiente reductor en las tensiones de paso y contacto máximas del reglamento (Uc y Up), teniendo en cuenta que la resistividad superficial es la de la acera perimetral del CT, una capa de hormigón de 0,1 m de profundidad (3000 Ω /m), multiplicada por Cs.

2.5.8 Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas

Tensiones de paso y contacto en el interior del CT

La solera del CT estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, o bien recubierta con un pavimento aislante, por tanto no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de contacto en el exterior del CT

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del CT no tendrán contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto o avería, por lo que podremos obviar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT

La tensión de paso en el exterior del CT debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$V_p' \leq V_p$$

La tensión de paso en el acceso al CT debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$V_{p(\text{acc})}' \leq V_{p(\text{acc})}$$



Protección del material

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del CT:

$$V'_d \leq V_{bt}$$

2.5.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

En el caso de que con el electrodo seleccionado se incumpla alguna de las condiciones del apartado 5.7, deberemos escoger otra configuración de electrodo y repetir todo el proceso.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá R'_t , y en consecuencia los valores de V_p' y $V_{p(acc)'}.$

2.6 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los abonados, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de la puesta a tierra de servicio de 37Ω .

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT como:

$$K'_r = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (Anexo 2 del Método UNESA) de manera que su valor unitario de resistencia (K''_r) cumpla la condición:

$$K''_r \leq K'_r$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R'_{bt}) es menor de 37Ω :

$$R'_{bt} = K''_r \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

2.7 SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio se calcula mediante la fórmula:

$$D = \frac{\rho \cdot I'd}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{\rho \cdot Id}{6283}$$



Siendo:

- D Distancia entre circuitos de puesta a tierra (m).
 ρ Resistividad media del terreno ($\rho \cdot m$).
 $I'd$ Intensidad de defecto por el electrodo seleccionado (A).
 U_i Tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de neutro (V). $U_i = 1.000 \text{ V}$

2.8 CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas MT (km)	La	60,199
Longitud total líneas subterráneas MT (km)	Lc	8,344
Tiempo Falta (s)	tf	0,99
Intensidad de defecto a tierra del CT (A)	$I'd$	21,95
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$	ρ_s	200
Resistividad del hormigon $\Omega \cdot m$	ρ_h	3000
Espesor de la cama superficial (m)	hs	0,1
Coefficiente reductor de la resistividad de la capa superficial	Cs	0,6767
Valor admisible de la tensión de contacto aplicada (V)	Uca	107
Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, en Ω	Ra1	2000
Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, en Ω	Ra2	300
Impedancia del cuerpo humano, en Ω	ZB	1000
ELECTRODO	30-30/8/42	
Factor de resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)	Kr	0,105
Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$	Kc	0,0178
Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$	Kp	0,0545
RESULTADOS		
Tensión de contacto máxima admisible, en V (U_c)	U_c	539,83
Tensión de paso máxima admisible, en V (U_p)	U_p	18383,02
Resistencia de tierra electrodo elegido, en Ω (R)	$R't$	21,00
Tensión de defecto calculada, en V (U_e)	$U'd$	460,86
Tensión de contacto calculada, en V ($U'c$)	$U'c$	78,13
Tensión de paso calculada, en V ($U'p$)	$U'p$	239,21
Tensión de contacto aplicada admisible, en V (U_c)	U_c	539,83
Tensión de paso aplicada admisible, en V (U_p)	U_p	18383,02
Coefficiente reductor de la resistividad de la capa superficial	Cs	0,6767
COMPROBACIONES		
Tension de defecto menor que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los		
$U'd < U_{bt}: 460,86 < 1000$	VERDADERO	
Tension de contacto menor que el maximo		
$U'c < U_c: 78,12 < 539,83$	VERDADERO	
Tension de paso en el exterior del CT menor que el maximo valor admisible de la tension		
$U'p < U_p: 239,21 < 18383,02$	VERDADERO	



PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

$$K'r < \frac{37}{200} < 0,185$$

Electrodo UNESA: 30-30/8/42: $K'r = 0,105$

$$R'_{serv} = K''r \cdot \rho = 0,105 \cdot 200 = 21\Omega$$

SEPARACION DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

$$D = \frac{\rho \cdot I'd}{2 \cdot \pi \cdot U_i} = \frac{\rho \cdot I'd}{6283} = \frac{200 \cdot 21,96}{6283} = 0,70m$$

La distancia entre los electrodos de protección y de servicio será mayor de 0,7 m.



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Documento 3

PLIEGO DE CONDICIONES



INDICE

1	CONDICIONES GENERALES	5
1.1	OBJETO	5
1.2	CAMPO DE APLICACIÓN	5
1.3	DISPOSICIONES GENERALES	5
1.3.1	Condiciones Facultativas Legales	5
1.3.2	Seguridad en el Trabajo	7
1.3.3	Seguridad Pública	7
1.4	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	7
1.4.1	Datos de la Obra	7
1.4.2	Replanteo de la Obra	8
1.4.3	Mejoras y variaciones del Proyecto	8
1.4.4	Recepción de Materiales	8
1.4.5	Organización	8
1.4.6	Ejecución de Obras	9
1.4.7	Subcontratación de Obras	9
1.4.8	Plazo de Ejecución	9
1.4.9	Recepción Provisional	10
1.4.10	Periodos de Garantía	10
1.4.11	Recepción Definitiva	10
1.4.12	Pago de Obras	10
1.4.13	Abono de Materiales Acopiados	11
2	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	11
2.1	OBJETO	11
2.2	LOCAL	11
2.2.1	Dimensiones	12
2.2.2	Superficies de ocupación	12
2.2.3	Ventilación	12
2.2.4	Insonorización y medidas antivibratorias	13
2.2.5	Medidas contra incendios	13
2.2.6	Construcción de la solera	13
2.2.7	Canalizaciones de entrada de cables	13
2.2.8	Piso y mallazo	13
2.2.9	Recogida de aceite	14
2.3	INSTALACION ELECTRICA	14
2.3.1	Tensión soportada en Baja Tensión	14
2.3.2	Cables de MT	14
2.3.3	Aparamenta de MT	14
2.3.4	Cuadros de Baja Tensión	15
2.3.5	Protección contra sobretensiones en MT	15
2.3.6	Alumbrado	15
2.4	SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD	15



3	CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	16
3.1	DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN	16
3.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES	16
3.3	COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN	16
3.3.1	Conductores	17
3.4	CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS REDES AÉREAS DE ALTA TENSIÓN	18
4	CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE.....	19
4.1	CONDICIONES PREVIAS	19
4.2	TRABAJOS Y FASES A EJECUTAR	19
4.2.1	Zona de tala y poda de arbolado.....	20
4.2.2	Pistas y accesos.....	20
4.2.3	Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra	21
4.2.4	Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil	23
4.2.5	Explanación	24
4.2.6	Excavación	26
4.2.7	Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos	27
4.2.8	Instalación de apoyos.....	34
4.2.9	Tomas de tierra	39
4.2.10	Instalación de conductores.....	41
4.2.11	Instalaciones de cables de tierra	50
4.2.12	Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos	51
4.2.13	Zanjas	52
4.2.14	Cruces	53
4.2.15	Tendido de cables en Tubulares	55
4.2.16	Montajes	56
4.2.17	Transporte de bobinas de cable.....	57
4.3	CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE.....	57
4.3.1	INSTALACIÓN DE EDIFICIOS PREFABRICADOR DE SUPERFICIE	57
4.3.2	PROTECCIONES CONTRA AGENTES EXTERNOS	58
4.3.3	VENTILACIÓN.....	58
4.3.4	CANALIZACIONES	58
4.3.5	POZO DE RECOGIDA DE ACEITE	58
4.3.6	CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA	58
4.3.7	PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIDAD	59
4.3.8	CELDA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA	60
4.3.9	TRANSFORMADOR	60
4.3.10	CUADROS DE BT	60
4.3.11	PUNTES DE AT y BT	60
4.3.12	PUESTA A TIERRA	61
4.3.13	RECEPCIÓN DE LA OBRA	61
4.3.14	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	62
5	RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS	63



5.1	RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS	63
5.2	PRUEBAS Y ENSAYOS	64
6	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....	64
6.1	GENERALIDADES	64
6.2	ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS	65
6.3	ABONO DE LA CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN DE LAS OBRAS.....	65
6.4	ABONO DE LOS MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES DE LOS ENSAYOS Y DE LOS DETALLES IMPREVISTOS.....	65
7	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO, USO Y SEGURIDAD.....	66
7.1	MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN.....	67
7.2	Reparación. Reposición.....	68
7.3	Medidas de seguridad.....	68
8	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICO PARTICULAR LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	71
8.1	Ejecución de la obra.....	71
8.1.1	Trazado	71
8.1.2	Demolición de pavimentos	71
8.1.3	Apertura de zanjas	71
8.1.4	Canalizaciones	72
8.1.5	Transporte, almacenamiento y acopio de los materiales a pie de obra.....	73
8.1.6	Tendido de cables	73
8.1.7	Protección mecánica y señalización	75
8.1.8	Cierre de zanjas	75
8.1.9	Reposición de pavimentos	76
8.1.10	Empalmes y terminaciones	76
8.1.11	Señalización de la obra	76
8.1.12	Ensayo conductores.....	76
8.1.13	Recepción de obra	77

1 CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

1.2 CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de Centros de Transformación, y al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas de líneas aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir, de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

1.3 DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

1.3.1 Condiciones Facultativas Legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias Decreto 842/2002 de 2 de agosto.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 1627/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, del Sector Eléctrico, (BOE núm. 160 de 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, (BOE núm. 310 de 27/12/00), y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial, (BOE núm. 32 de 6/02/96) y modificaciones posteriores.



- Orden ITC/3747/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los contadores eléctricos estáticos de energía activa en corriente alterna, clases a, b y c, en conexión directa o en conexión a transformador, emplazamiento interior o exterior, en sus fases de verificación después de reparación o modificación y de verificación periódica, (BOE núm. 294 de 9/12/06).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, (BOE núm. 68 de 19/03/08 y corrección de errores de BOE núm. 174 de 19/07/08).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- *Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.*
- Resolución de 21 de enero de 1997, de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial, por la que se autoriza el empleo de conductores de aluminio en las canalizaciones prefabricadas para instalaciones eléctricas de enlace, (BOE núm. 35 de 10/02/97).
- Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados, bajo canales protectores de material plástico, (BOE núm. 43 de 19/02/88).
- Resolución de 19 de junio de 1984, de la Dirección General de Energía, por la que se establecen normas sobre ventilación y acceso de ciertos centros de transformación. (BOE núm. 152 de 26/06/84).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, (BOE núm. 269 de 10/11/1995) y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, (BOE núm. 256 de 25/10/97) y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos, (BOE núm. 148 de 21/06/01).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, (BOE núm. 176 de 23/07/92).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08), (BOE núm. 203 de 22/08/08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación del Ministerio de la Vivienda (BOE núm. 74 de 28/3/2006).
- Ordenanzas Municipales y otras Normas Municipales de señalización de obras y protecciones.
- Normas Técnicas Particulares de la empresa distribuidora.
- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos, en sus correspondientes actualizaciones efectuadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.



- Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento definen las características de los elementos integrantes de la LAMT.

1.3.2 Seguridad en el Trabajo

El Contratista deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

1.3.3 Seguridad Pública

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista organizará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

1.4.1 Datos de la Obra

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.



Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

1.4.2 Replanteo de la Obra

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

1.4.3 Mejoras y variaciones del Proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

1.4.4 Recepción de Materiales

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

1.4.5 Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado,

solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

1.4.6 Ejecución de Obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

1.4.7 Subcontratación de Obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

1.4.8 Plazo de Ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.



1.4.9 Recepción Provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista.

Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

1.4.10 Periodos de Garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

1.4.11 Recepción Definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

1.4.12 Pago de Obras

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

1.4.13 Abono de Materiales Acopiados

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados.

El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

2 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

2.1 OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones que se han adoptado para la ejecución de las obras concernientes a la instalación y puesta en funcionamiento de centros de transformación de tercera categoría.

2.2 LOCAL

La ubicación se determinará considerando los aspectos siguientes: El local de todo CT debe tener acceso directo desde la vía pública, tanto para el personal, como para la instalación o sustitución de equipos. Tendrá una acera exterior, preferentemente de al menos de 1,10m de anchura, para protección suplementaria frente a tensiones de contacto. Los viales para el acceso al CT deben permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes de aquél, hasta el lugar de ubicación del mismo. En ningún caso se admitirá el acceso a través de garaje o pasillo interior de un edificio, ni tampoco a través de zonas que no sean comunes. El acceso al interior del local del CT será exclusivo para el personal de ENDESA. Este acceso estará situado en una zona que con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.

El local estará convenientemente defendido contra la entrada de aguas en aquellos lugares en que haya posibilidad de inundaciones o en las zonas de alto nivel freático. En todo caso, dicho nivel freático se encontrará como mínimo 0,3 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del C.T. Cuando se trate de urbanización o polígono de titularidad privada, el acceso podrá hacerse a través de sus viales, siempre que esté garantizado el libre e inmediato acceso en todo momento para el personal de ENDESA y sus empresas colaboradoras, debiéndose documentar las correspondientes servidumbres.

El emplazamiento elegido del CT deberá permitir el tendido de todas las canalizaciones subterráneas previstas, a partir de él y hasta la vía pública y/o suministros, sin atravesar zonas de uso privado, debiendo discurrir en todo momento por zonas comunes, igualmente de libre e inmediato acceso para el personal de ENDESA y sus empresas colaboradoras.

2.2.1 Dimensiones

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación;
- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto. La instalación de las celdas prefabricadas de MT.
- La instalación de uno o dos transformadores de hasta 1.000 kVA.
- La instalación de cuadros de Baja Tensión, considerando la posibilidad de ocho salidas por transformador.
- En los pasos de cables, se tendrán en cuenta canales cuya profundidad mínima será de 0,4 m.

Para determinar las dimensiones del CT se establecen los siguientes criterios:

a) Se instalará el conjunto de las celdas de forma alineada. Debe dejarse el espacio libre necesario para una celda adicional, en previsión de una posible ampliación.

b) Se tendrán en cuenta las superficies de ocupación de la aparamenta y las de pasillos o zonas de maniobra.

c) Aquellas partes en tensión que puedan ser accesibles deberán quedar perfectamente delimitadas y protegidas, respetándose las distancias indicadas en la Tabla 1 del RD 614/2001 de 8 de junio, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

2.2.2 Superficies de ocupación

Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del CT se tomarán en consideración las dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra según ITC-RAT 14, no se incluye la separación a pared de la aparamenta que debe facilitar el fabricante. En el diseño de CT las zonas de servidumbre podrán superponerse. Se entiende por zona de servidumbre aquella necesaria para hacer maniobras y efectuar el montaje y desmontaje de la aparamenta, su ancho de pasillo es el reglamentario.

2.2.3 Ventilación

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC RAT-14 apartado 3.3, utilizándose siempre que sea posible el sistema de ventilación natural. La ubicación de las rejillas de ventilación se diseñarán procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre el transformador.

Cuando sea necesario el empleo de la ventilación forzada, ésta deberá disponer de dispositivo de parada automática para su actuación en caso de incendio (ITC RAT-14).

2.2.4 Insonorización y medidas antivibratorias

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se preverá que los centros de transformación lleven el correspondiente aislamiento acústico y medidas antivibratorias, de forma que con el CT en servicio, no se transmitan niveles superiores a los admitidos por las Ordenanzas Municipales si las hubiere, o en su defecto 40 y 30 dbA, respectivamente, según recomienda la Norma Básica de la Edificación vigente. El aislamiento acústico y antivibratorio cumplirán con la Norma ONSE 34.20-12.

2.2.5 Medidas contra incendios

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se tomarán las medidas de protección contraincendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 4.1 del ITC-RAT 14.

2.2.6 Construcción de la solera

La solera soportará los esfuerzos verticales asignados para los forjados para cargas fijas y móviles antes indicadas. Cuando sea necesario, en la construcción de CT en edificio independiente, deberá realizarse un estudio geotécnico simplificado (un sondeo) para determinar si el terreno admite cimentaciones superficiales directas. En caso de que las características del terreno no admitan este tipo de cimentaciones, se realizarán cimentaciones profundas con micropilotes, o se estudiará un nuevo emplazamiento.

Cuando la solera sea de obra de fábrica, se hará con una capa de mortero de una composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión, estará elevada como mínimo 0,20 m sobre el nivel exterior y contendrá el mallazo equipotencial. Tendrá una ligera pendiente hacia el exterior o un punto adecuado de recogida de líquido, en el propio CT.

2.2.7 Canalizaciones de entrada de cables

Los cables entrarán al CT a través de pasamuros estancos o tubos, llegando a las celdas o cuadros correspondientes por un sistema de fosos o canales. Los tubos serán de polietileno de alta densidad, tendrán un diámetro PN 160, su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas. Los que no se utilicen se sellarán con espumas impermeables y expandibles.

Los fosos o canales de cables tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables.

En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

2.2.8 Piso y mallazo

El CT estará construido de manera que su interior presente una superficie equipotencial para lo cual en el piso y a 0,10 m de profundidad máxima se instalará un enrejado de acero, formado por redondo de 3 mm de diámetro como mínimo, con los nudos electrosoldados, formando una malla no mayor de 0,30 x 0,30 m.

El enrejado se unirá a la puesta a tierra de protección mediante una pletina metálica o conductor de acero o cobre que sobresalga 0,50 m por encima del piso del CT, de sección mínima igual a la del enrejado.

2.2.9 Recogida de aceite

Con la finalidad de permitir la evacuación y la no extensión del líquido inflamable, se dispondrá de una cubeta provista de cortafuegos de grava, según se indica en la ITC RAT 14 apartado 4.1, que retenga o canalice el aceite a un depósito con revestimiento estanco que soporte temperaturas superiores a 400°C. Este depósito de recogida de aceite podrá situarse bajo la zona de servidumbre de las celdas o en un lugar externo al CT que no ofrezca riesgo adicional, comunicado con la cubeta mediante un tubo de acero de 100 mm. de diámetro. Como alternativa al conjunto cubeta y depósito separados, podrá emplearse un foso con depósito bajo cada transformador, según la solución constructiva elegida. En todo caso, debe cuidarse que la ubicación de la cubeta o depósito de aceite no perjudique la estanqueidad respecto al fuego entre dos sectores de incendios distintos de un edificio.

2.3 INSTALACION ELECTRICA

2.3.1 Tensión soportada en Baja Tensión

A los efectos del nivel de aislamiento, el material y los equipos de Baja Tensión instalados en el CT en los que su envolvente esté conectada a la instalación de tierra de protección, serán capaces de soportar por su propia naturaleza, o mediante aislamiento suplementario, tensiones a masa de hasta 10 kV a 50 Hz durante 1 minuto y 20 kV en onda tipo rayo.

2.3.2 Cables de MT

Los valores mínimos que deben tener los radios de curvatura que deben respetarse al instalar cables unipolares de aislamiento seco es $10(D+d)$, siendo D el diámetro del cable y d el del conductor.

En el caso de centros de transformación interior cuya alimentación provenga de una línea aérea, la entrada de líneas al CT será subterránea con conversión aéreo-subterránea en apoyo, entrando con cable seco de las características antes indicadas.

La unión de la protección de transformador al aparato correspondiente, en caso de tener que realizarse en cable, se hará con cables de aislamiento de polietileno reticulado con una tensión de 12/20 ó 18/30 kV, según tensión de servicio con una sección en Aluminio de 95 mm², para 12/20 y 150 mm² para 18/30 Kv.

Los terminales serán del tipo enchufables.

2.3.3 Aparamenta de MT

La aparamenta de MT será del tipo denominado bajo envolvente metálica, con dieléctrico y corte en SF₆ del tipo "extensible". Las características eléctricas de la aparamenta y el cumplimiento de las Normas deberá garantizarse mediante el correspondiente protocolo de ensayo. Los fusibles empleados en la protección de los transformadores serán del tipo "limitadores" de alto poder de ruptura (APR), que deberán cumplir con las Normas UNE 21.120 y ONSE 54.25-01, y los compartimentos dispuestos para alojar esos fusibles serán compatibles con las dimensiones de los fusibles indicadas en dicha Norma ONSE 54.25-01.

2.3.4 Cuadros de Baja Tensión

Los cuadros de baja tensión admitirán cuatro salidas y un módulo de ampliación, y estarán dotados de los desconectadores necesarios para las salidas de cables, provistos de fusibles de uso general aptos para la intensidad nominal de las líneas que alimentan. El elemento de corte de cada línea, será unipolar, con poder de corte de 160 A (tamaño 00) o de 400 A (tamaño 2). Como excepción a esto último, tendremos únicamente el caso en que exista un suministro en que la demanda del mismo sea superior a dicha intensidad, colocándose entonces el interruptor adecuado que incluso, podrá ser único para la salida del transformador. El neutro de las salidas de baja tensión será seccionable mediante el uso de la herramienta adecuada.

2.3.5 Protección contra sobretensiones en MT

En caso de paso aéreo-subterráneo, se instalarán pararrayos de óxido metálico. Se colocará un juego de pararrayos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será como mínimo del 80%.

2.3.6 Alumbrado

Para el alumbrado interior del CT se instalarán las fuentes de luz necesarias para conseguir al menos un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo como mínimo dos puntos de luz. Los focos luminosos estarán dispuestos de tal forma, que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que indique su presencia. También podrán utilizarse interruptores final de carrera.

2.4 SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD

Los CT cumplirán las siguientes prescripciones: Las puertas de acceso al CT llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.410, modelo CE-14 con rótulo adicional "Alta Tensión - Peligro de muerte". Todo CT se dotará de la señal CR 14 de Peligro Tensión de Retorno. En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo AE-10. Las celdas prefabricadas de MT y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica. En un lugar bien visible del interior del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3. En todo CT y en lugar apropiado, se dispondrán las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.



3 CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

3.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN

Según Art. 3 del Decreto 141/2009, se define como “instalación eléctrica” todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo y según Art. 3 del Decreto 141/2009 éstas se agrupan y clasifican en:

- **Instalación de baja tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ($U < 1$ kV).
- **Instalación de media tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV ($1 \text{ kV} \leq U < 66 \text{ kV}$).
- **Instalación de alta tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV ($U \geq 66 \text{ kV}$).

3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan. Los conductores instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes y lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Ingeniero-Director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre y cuando no se especifique lo contrario en el Contrato de Adjudicación de las obras a realizar.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Ingeniero-Director.

3.3 COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores
- Aisladores
- Accesorios de sujeción
- Apoyos
- Crucetas, herrajes-soportes y tornillería
- Tirantes y tornapuntas
- Elementos de unión, conexión y anclaje: Conexiones, Empalmes, Grapas etc.

3.3.1 Conductores

Conductores de aluminio

Los conductores pueden estar constituidos por hilos redondos o con forma trapezoidal de aluminio o aleación de aluminio y pueden contener, para reforzarlos, hilos de acero galvanizados o de acero recubiertos de aluminio. Los cables de tierra se diseñarán según las mismas normas que los conductores de fase.

Los conductores serán de uno de los siguientes tipos:

- Conductores de aluminio con alama de acero (AL1/ST1A). Antiguamente (LA)
- Conductores de aluminio con alama de acero recubierta de aluminio (AL1/20SA). Antiguamente (LARL)
- Conductores de aleación de aluminio (AL2). Denominación antigua (D)

Cuando sean utilizados materiales diferentes de aquéllos, sus características y su conveniencia para cada aplicación individual deben ser verificadas como se indique en las especificaciones del proyecto.

Las resistencias eléctricas de la gama preferente de conductores con alambres circulares se dan en norma UNE Para conductores con secciones de alambres diferentes, la resistencia del conductor deberá calcularse utilizando la resistividad del alambre, la sección transversal y los parámetros del cableado del conductor.

Debe verificarse que la intensidad admisible y la capacidad de cortocircuito de los conductores cumplen los requisitos de las especificaciones del proyecto. También debe considerarse la predicción del nivel de perturbación radioeléctrica y el nivel del ruido audible de los conductores.

La máxima temperatura de servicio de conductores de aluminio bajo diferentes condiciones operativas deberá ser indicada en las especificaciones del proyecto. Estas Especificaciones darán algunos o todos los requisitos, bajo las siguientes condiciones:

- La temperatura máxima de servicio bajo carga normal en la línea, que no sobrepasará los 85 °C.
- La temperatura máxima de corta duración para momentos especificados, bajo diferentes cargas en la línea, superiores al nivel normal, que no sobrepasará los 100 °C.
- La temperatura máxima debida a un fallo especificado del sistema eléctrico, que no sobrepasará los 100 °C.

El uso de conductores de alta temperatura, tales como los compuestos por aleaciones especiales de Aluminio-Zirconio, permite trabajar con temperaturas de servicio superiores.

Alternativamente, y con las precauciones adecuadas, el incremento real de temperatura debido a las corrientes de cortocircuito puede determinarse mediante un ensayo.

En cuanto a los requisitos mecánicos, la carga de rotura de los conductores de aluminio debe ser suficiente para cumplir con los requisitos de carga. La tensión máxima admisible en el conductor debe indicarse en las especificaciones del proyecto.

En cuanto a la protección contra la corrosión los requisitos para el recubrimiento o el revestimiento de los hilos de acero con zinc o aluminio deben ser indicados en las especificaciones del proyecto. Se permite el uso de grasas de protección contra la corrosión.



3.4 CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS REDES AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

Conductores:

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria.
- Año de fabricación y características, según Normas UNE.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.



4 CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

4.1 CONDICIONES PREVIAS

En las presentes condiciones técnicas se especifican las que deben cumplir las distintas unidades de obra y materiales. Se indicarán, asimismo, los ensayos y mediciones que se llevarán a cabo sobre las unidades de obra terminadas, señalándose las tolerancias.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma.

En el montaje se emplearán herramientas no cortantes para evitar que puedan dañar el aluminio o galvanizado de los cables y herrajes. Se prohíbe golpear los bulones o tornillos para que entren en sus orificios respectivos. Todos los tornillos quedarán bien apretados para evitar que se aflojen.

El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc., pudiendo el Ingeniero-Director suspender los trabajos si estima que dicho personal está expuesto a peligros que son corregibles.

4.2 TRABAJOS Y FASES A EJECUTAR

Los trabajos a los que se refieren son los siguientes:

1. Zona de tala y poda de arbolado.
2. Pistas y Accesos.
3. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra de los materiales.
4. Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil.
5. Explanación.
6. Excavación.
7. Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos.
8. Instalación de apoyos.
9. Tomas de tierra.
10. Instalación de conductores.
11. Instalación de cables de tierra.
12. Pintado de los apoyos.
13. Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos.

En el caso de que puedan existir trabajos y fases de ejecución distintos a los enumerados, se especificarán especialmente en el Contrato de Adjudicación de la obra.



4.2.1 Zona de tala y poda de arbolado

Cuando sea preciso para el paso de la línea, la Propiedad recabará de los Organismos Oficiales competentes la autorización para el talado de una zona de arbolado a ambos lados de la línea cuya anchura será la que determina el Artículo 35.1 del vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. En cualquier caso el Contratista no llevará a cabo estos trabajos sin la previa autorización por escrito del Ingeniero-Director.

4.2.2 Pistas y accesos

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de las pistas y accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de tendido, etc., sin la previa autorización del Ingeniero-Director. Cuando éste autorice la realización de los caminos correrá a cargo del Contratista:

- La obtención de los permisos para su ejecución y la indemnización que hay lugar por los mismos.
- Todos los daños que se ocasionen por motivo de la apertura de los caminos.
- La maquinaria, herramientas, suministro de explosivos, autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para la mejor ejecución de dichos caminos.

La maquinaria móvil que se utilice deberá disponer de los requisitos legales en vigor poniendo especial atención en: bocinas de advertencias, alarma contra el retroceso, freno de emergencia, espejos retrovisores, sistemas de luces, cabinas o techo anti-vuelco y tapas de seguridad en los tanques de combustible hidráulico.

Siempre deberán estar colocados en las máquinas que estén trabajando, o en disposición de hacerlo, las cubiertas del motor, los protectores del cárter y los protectores de rodillo en las máquinas de cadenas.

El manejo y utilización de las distintas máquinas deberá ser realizado por persona competente y cualificada.

Quedará prohibido el transporte de personas en las cabinas, estribos, escalerillas, cucharas, etc. No se llevará en las máquinas envases o materiales sueltos. Lo mismo en la carga como en la descarga de materiales en las que tengan que intervenir varios operarios, esta operación estará dirigida por una persona responsable, designada por el Contratista.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

- Evitar causar daño o la muerte a cualquier ejemplar de reptil o ave.
- Utilizar como localización preferentemente de los caminos, los lomos, mesas o altos y en general, las zonas más llanas, evitando su apertura en laderas de fuerte pendiente. Cuando esto último sea inevitable los caminos deberán seguir la dirección de las curvas de nivel.
- Se procurará para los obligados accesos una sola rodada de camión reduciéndose al mínimo la anchura de los caminos y el tamaño de los desmontes y terraplenes.
- Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.
- Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.



- Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.
- Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.
- Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.
- Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.
- Mentalizar a los operarios que intervengan en las tareas propias de la apertura de caminos, de la importancia de minimizar las alteraciones sobre la vegetación de la necesidad de respetar los ejemplares y el hábitat de la fauna presente en la zona de trabajo. El Contratista se hará cargo de los fuegos, caza furtiva, etc., que efectúen los operarios al pasar por los montes y cotos de caza.
- La prohibición de abandonar residuos de cualquier tipo como hormigón, envoltorio de cigarrillos, cascos de cerveza, refrescos, etc., restos de comidas, árboles secos, etc., y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

4.2.3 Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra

Los materiales de acopio anticipado, es decir, aquellos materiales que por no encontrarse existencia en el mercado local, es necesario adquirirlos antes de empezar los trabajos, serán suministrados normalmente por la Propiedad. En caso de que fuera el Contratista el suministrador de todos o parte de ellos, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Los materiales de acopio en el momento de la construcción de la línea, es decir, aquellos materiales que por su reducido plazo de acopio, pueda considerarse su adquisición como simultánea a su empleo, serán suministrados normalmente por el Contratista. En caso de que todos o parte de ellos fuesen suministrados por La Propiedad, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Cuando el Contratista sea el que suministre los materiales, cuidará de su carga y transporte desde Fábrica o Puerto a sus almacenes. Estos transportes serán por cuenta del Contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra. En el caso de que entre estos materiales estén incluidos los apoyos, y si en el momento del acopio se observase la falta de algunas barras, éstas se podrán suplir provisionalmente con la previa autorización del Ingeniero-Director hasta que se disponga de las barras originales. Esta sustitución provisional no es extensiva a cartelas y elementos de unión.

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto, siendo responsable el Contratista de que

esto se cumpla. En caso de su incumplimiento, el Ingeniero-Director dictará orden de retirar dichos materiales.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder del Ingeniero-Director con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto. El importe de todos los ensayos y pruebas de los materiales aportados por el Contratista será por cuenta del mismo.

El Contratista será responsable de todos los materiales entregados, debiendo sustituirlos por su cuenta si las pérdidas o inutilizaciones superan las tolerancias que se fijan a continuación:

Conductores y cables de tierra	2%
Aisladores	1%
Herrajes	1%
Tornillos, arandelas, etc.	2% del nº de tornillos.
Perfiles, Angulares, Chapas y Cartelas	2% del nº piezas por torre

Para el conductor se tomará como cantidad necesaria la suma de la longitud real de conductor aislado, más los trozos que se hayan tendido que cortar por indicación del Ingeniero-Director.

Los materiales que suministre la Propiedad quedarán situados en uno o más almacenes, cuyo emplazamiento e indicación de los materiales que van a contener se especificarán al Contratista.

En este caso los transportes de fábrica a almacenes serán de cuenta de la Propiedad.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

El Contratista, a partir de la entrega de los materiales, tendrá a su cuenta y riesgo los gastos de carga, transporte, vigilancia y almacenamiento posterior.

La propiedad de los materiales entregados al Contratista, seguirá siendo de la Propiedad y los recibirá con carácter de depósito.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por el Ingeniero-Director, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

La Propiedad podrá exigir del Contratista, que tenga en Compañía Aseguradora de reconocida solvencia, póliza contra robo y avería en transporte y montaje del material entregado.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes en las barras ni daño en el galvanizado.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estobos metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

Los aisladores no se podrán apilar en sus embalajes en más de seis cajas superpuestas, su transporte se hará siempre bien embalado y con el debido cuidado en atención a su fragilidad.



Las bobinas se descargarán siguiendo lo expuesto en el 1er COMPLEMENTO a la Norma NUECSA 00.7-24A (NI-57) "Procedimiento para la Manipulación y Transporte de Bobinas de Madera".

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al MEDIO AMBIENTE, deberá depositarse en un VERTEDERO AUTORIZADO, debiendo entregar el Contratista al Ingeniero-Director copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.

4.2.4 Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil

El replanteo de los apoyos será realizado por un topógrafo especializado en los estudios topográficos de líneas aéreas a cargo del Contratista, y en presencia del Ingeniero-Director o persona delegada, a partir de los planos de planta, perfil y características propias de cada apoyo entregados por la Propiedad. Con antelación suficiente, deberá comunicarse al Ingeniero-Director, la fecha en que se iniciará el replanteo, así como el topógrafo designado por el Contratista para efectuarlo. Este topógrafo vendrá provisto de los útiles necesarios para realizar el replanteo y estaquillado, así como de personal que sea preciso.

Una vez finalizados el replanteo y estaquillado de la línea, el Ingeniero-Director y el Contratista firmarán el ACTA DE REPLANTEO, que supone el conocimiento exacto por el Contratista del trazado de la línea, situación de las estaquillas y todos los detalles necesarios para su ejecución, haciéndose cargo a partir de ese momento de todas las estaquillas o banderas colocadas.

La reposición de las estaquillas desaparecidas desde la firma del ACTA DE REPLANTEO hasta el comienzo de la apertura de hoyos, será por cuenta del Contratista.

Los apoyos deben quedar replanteados de la siguiente forma:

- **Apoyos de alineación** (Monobloques y patas separadas).

Quedarán definidos como mínimo, por una estaquilla central que indicará la proyección de eje vertical del apoyo y cuatro más que estarán, dos alineadas en la dirección de la línea y dos en la dirección perpendicular.

- **Apoyos de ángulo** (Monobloques y de patas separadas)

Los apoyos de ángulo se replantearán mediante cinco estaquillas que se dispondrán en cruz, dos de ellas según la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea y otras dos en la perpendicular a ella, pasando por la estaquilla central que indicará la proyección del eje vertical de apoyo.

- **Apoyos de anclaje y fin de línea** (Monobloque de patas separadas)

Se replantearán igual que los apoyos de alineación.

Este documento se firmará por el Ingeniero-Director y el Contratista y no se admitirán modificaciones o certificaciones, en este concepto, que se aparten del replanteo primitivo, salvo que taxativamente, y por escrito, el Ingeniero-Director los ordene.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil. Por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación.

En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, el Ingeniero-Director ordenará la obtención del nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

En caso de que al realizar explanación se desplazase o moviese alguna de las estaquillas que definían el apoyo será preciso volver a realizar el replanteo del mismo según lo descrito anteriormente.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas de sus proximidades. Se deben cumplir en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad.

Los caminos, pistas, sendas que sean utilizadas, cumplirán lo siguiente:

- Serán lo suficientemente anchos para evitar roces y choques con ramas, árboles, piedras, etc.
- No favorecerán las caídas o desprendimientos de las cargas que transporte vehículos.
- Las pendientes o peraltes serán tales que impidan las caídas o vuelcos de vehículos.

4.2.5 Explanación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del apoyo según los datos suministrados por el Parte de Cimentación del apoyo, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, el suministro de explosivos, la autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa del Ingeniero-Director. Los datos definitivos figurarán en el Parte de Cimentación del apoyo. Este Parte será firmado por el Contratista y el Ingeniero-Director.

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central, en las fundaciones monobloques. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.
- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas. Esta explanación será definida por el Ingeniero-Director según lo especificado en el apartado "*Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil*" del presente Pliego de Condiciones Técnicas, y se prolongará como mínimo 1 metro por fuera de la excavación, rematándose después con el talud natural de la tierra circundante, según las Tablas adjuntas, con el fin de que las peanas de los apoyos no queden recubiertas de tierra.



TABLA DE ÁNGULOS DE INCLINACIÓN Y PENDIENTES DE LOS TALUDES

NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACIÓN EN TERRENO VIRGEN O TERRAPLENES HOMOGÉNEOS MUY ANTIGUOS			
	Terreno secos		Terrenos inmersos	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
Roca Dura	80°	5/1	80°	5/1
Roca blanda o fisurada	55°	7/5	55°	7/5
Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.	45	1/1	40°	4/5
Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla mezclada con piedra y tierra vegetal)	45°	1/1	30°	3/5
Grava, arena gruesa no arcillosa.	35°	7/10	30°	3/5
Arena fina no arcillosa.	30°	3/5	20°	1/3

NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACION EN TERRENO REMOVIDO RECIENTE O TERRAPLENES RECIENTES			
	TERRENOS SECOS		TERRENOS INMERSOS	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
<i>Roca dura.</i>				
<i>Roca blanda o fisurada.</i>				
<i>Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.</i>	45°	1/1	40°	4/5
<i>Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla) mezclada con piedra y tierra vegetal.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Grava, arena gruesa no arcillosa.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Arena fina no arcillosa.</i>	30°	6/10	20°	1/3

- Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones. Se respetarán las medidas correctoras definidas en el apartado "Pistas y accesos.", del Presente Pliego de Condiciones Técnicas.



4.2.6 Excavación

La excavación propiamente dicha para los macizos de las fundaciones de los apoyos comprende, además de la apertura de hoyos en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes al apoyo, el suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán a las indicadas en los Partes de Cimentación de apoyos, corriendo los excesos a cargo del Contratista, a menos que el Ingeniero-Director, considere oportuno el aumento de volumen de la excavación, si el terreno no corresponde al supuesto en los cálculos. En este caso se confeccionará un nuevo Parte de Cimentaciones que anulará el anterior. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de las excavaciones, éste será a cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico.

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, el Ingeniero-Director concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón. Cuando se empleen explosivos para la apertura de hoyos, su manipulación, transporte, almacenaje, etc., deberá ajustarse en todo a lo dispuesto en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de Abril de 1.987 que modifica la instrucción Técnica Complementaria 10.2-01 "Explosivos - Utilización" publicada en el B.O.E. nº 114 de 13 de Mayo de 1.987, debiendo poseer el Contratista los permisos correspondientes de la Autoridad Competente. El Contratista deberá ajustarse en todo a las disposiciones oficiales vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajo.

En la excavación con empleo de explosivos, se cuidará que la roca no sea dañada debiendo arrancarse todas aquellas piedras movilizadas que no forman bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

La compactación del terreno de relleno a realizar en las cimentaciones que requieran este procedimiento, será indicada en cada caso por el Ingeniero-Director.

En los hoyos de gran profundidad y boca de pequeño diámetro, es necesario que los operarios vayan protegidos con mascarillas de filtros adecuados.

Los compresores deberán cumplir lo dispuesto en el vigente Reglamento de Aparatos de Presión, debiéndose hacer el ajuste de su válvula de seguridad al principio de los trabajos y una revisión anual.



Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50 metros.

En los casos de profundidad superiores a 3 metros, el operario que excave en su interior deberá llevar un arnés tipo paracaídas con cuerda de salvamento resistente.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de la varilla de puesta a tierra según lo estipulado en el apartado "Tomas de Tierra".

4.2.7 Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

Antes de proceder al hormigonado de cualquier apoyo, y con una antelación mínima de 48 horas, el Contratista se lo hará saber al Ingeniero-Director, el cual dispondrá lo necesario para verificar las dimensiones mínimas, comprobar con un cuadro metálico la excavación y autorizar el hormigonado si procediere.

Salvo aceptación en contrario por parte del Ingeniero-Director, la ejecución de la excavación no deberá proceder al hormigonado en más de 10 días naturales, para evitar que la meteorización de las paredes de los apoyos provoque su derrumbamiento.

4.2.7.1 Hormigones

Se emplearán preferentemente hormigones fabricados en central. En cualquier caso la mezcla de los componentes del hormigón se efectuará siempre con hormigonera exceptuándose aquellos emplazamientos en que por difícil acceso o cualquier otra circunstancia haya autorización del Ingeniero-Director para realizar la mezcla a mano. En este caso, se empleará una hormigonera portátil (eléctrica o de carburante) y si el hormigón necesario para el llenado de la excavación fuese de poco volumen se autorizará hacerlo con una pastera pero nunca se autorizará hacerlo sobre una plancha de hierro ya que agua y el cemento se pierden en gran parte.

La consistencia del hormigón será blanda (asiento en el cono de Abrams 6 - 9cm, con tolerancia de \pm 1cm).

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm² (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm² (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m ³ de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).



A efectos de normalización, tanto para la indicación en planos como en el control de suministro, la designación de las propiedades del hormigón tendrá el siguiente formato:

T - R/C/TM/A

Siendo:

T: Indicativo que será, HA para el hormigón armado y HM para el hormigón en masa.

R: Resistencia característica especificada en N/mm^2 .

C: Letra inicial del tipo de consistencia.

TM: Tamaño máximo del árido.

A: Designación del ambiente.

Por lo que, salvo indicación en contra en el Proyecto o del Ingeniero-Director, el hormigón exigido tendrá la siguiente designación:

HM - 20 / B / 40 / III (Hormigones en masa)

HA - 25 / B / 40 / III (Hormigones armados)

Cemento: PUZ - 350

El Ingeniero-Director podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

4.2.7.2 Puesta en obra del hormigón

Antes de verter el hormigón deberá limpiarse la excavación de materiales desprendidos de las partes superiores.

Caso de existir agua en los hoyos, la operación de vaciado se realizará tomando las precauciones adecuadas para no causar daños a terceros.

La operación de hormigonado no se comenzará a menos que, por la cantidad de hormigón disponible, tengamos la seguridad de que el inicio o último estribo superior del anclaje (cuando disponga de más de uno) vaya a quedar cubierto con una capa de 40 cm.

Antes de hormigonar, el Contratista está obligado a disponer en el lugar de hormigonado de las varillas precisas para poder afrontar cualquier situación de emergencia.

Salvo en casos de circunstancias especiales no se realizarán labores de hormigonado en ausencia de luz diurna, considerándose como tal la comprendida desde una hora después de la salida del sol y una hora antes de su puesta.

El tiempo límite transcurrido entre la adición del agua al cemento y su descarga total deberá ajustarse a lo recomendado en la "Instrucción del Hormigón Estructural" (EHE). En ningún caso dicho tiempo será superior a una hora y media. Toda masa que sobrepase dicho tiempo deberá ser rechazada.

Si por alguna circunstancia se prevé que el tiempo límite no se puede respetar, se pondrá en conocimiento del Ingeniero-Director para la adopción de las medidas adecuadas.

En el vertido del hormigón, incluso cuando se realice mediante conducciones adecuadas se adoptarán las debidas precauciones para que no se produzca la disgregación de la mezcla ni el desplazamiento de los anclajes.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante vibradores mecánicos adecuados hasta que aparentemente se consiga una masa homogénea ausente de huecos. Deberá vibrarse por capas como máximo 30cm de altura.

En caso de que se averíe el vibrador durante el proceso de hormigonado, se dispondrá en obra en todo momento, los procedimientos manuales adecuados para la mejor compactación. Esta solución eventual proseguirá mientras se repara el vibrador que deberá hacerse en el menor tiempo posible.

En el caso de que esto suceda se podrá continuar el hormigonado antes de las 12 horas siguientes, previas comprobación de que las superficies están suficientemente limpias y se riegan abundantemente.

En caso de que este tiempo se supere, se colocarán varillas corrugadas que serán con cargo al Contratista, para unir las partes seccionadas de forma que queden embebidas 80cm como mínimo en cada una de ellas, procediendo a doblarla en la parte correspondiente cuando suceda que no es posible colocarlas rectas. Estas varillas se colocarán inmediatamente de vertida la última capa de hormigón.

Las varillas serán de 20mm de diámetro e irán colocadas en el hormigón a 15cm de la pared del hoyo formando circunferencia y separadas 50cm entre sí con un mínimo de ocho. En el caso de que por alguna circunstancia no se puedan colocar las varillas, se procederá a colocar una abundante capa de resina, previa limpieza de la superficie y comprobación de que la misma esté bien seca. Antes de volver a verter la nueva capa de hormigón se limpiará la superficie de la anterior, y se mojará con agua.

Durante el hormigonado se procederá a la colocación de tubos, que permitan el paso de los cables de puesta a tierra. Estos tubos serán rígidos, corrugados, reformados y de un diámetro interior de 36mm.

No se permitirá el hormigonado si la temperatura ambiente es inferior a 5° C.

Los pozos de hormigonado de las patas de las torres que no han sido hormigonados al finalizar la jornada de trabajo, han de quedar cubiertos, para evitar accidentes.

Si en el terreno de roca o en cualquier clase de suelo (arenas, creta, conglomerado, pizarra), y con el motivo debido al empleo de explosivos, la excavación ha dado un volumen mayor del que le corresponde, el hueco ha de ser rellenado de hormigón, y se certificará la medida teórica tanto de la excavación como del hormigonado.

4.2.7.3 Encofrados

Se procurará que no haya recrecidos. En zonas ecológicas se utilizarán apoyos de patas desniveladas.

En el caso de que necesariamente se hayan de realizar recrecidos, el Ingeniero-Director entregará un plan de los mismos en el que figurarán las dimensiones del macizo de hormigón, número y tipo de hierro para la confección de la armadura y longitud de la misma. Este plano se adjunta al parte de Cimentaciones.

Todos los parámetros de los recrecidos deben tener correspondencia (la misma horizontalidad, y la misma verticalidad) y cualquiera que sea la altura resultante, las peanas tendrán la misma altura. Para recrecidos superiores a 70cm se utilizarán armaduras de acero corrugado de 25mm de diámetro con correas de 10mm cada 30cm que serán embebidas en la cimentación como mínimo 1m.

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado de las bancadas presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que el Ingeniero-Director autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada (peanas) es extensivo para los recrecidos.

4.2.7.4 Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por el Ingeniero-Director. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MÁXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

Los áridos no presentarán reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considerarán reactivos si:

Para $R \geq 70$ la concentración de SiO_2 es $> R$

Para $R > 70$ la concentración de SiO_2 es $> 35 = 0,5 R$

La pérdida de peso máxima no será superior a la siguiente:

Ensayo realizado mediante:

	A	b
	CON SULFATO SODICO	CON SULFATO MAGNESICO
Arenas	10 %	15 %
Gravas	12 %	18 %

4.2.7.5 Arenas

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente. No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

4.2.7.6 Grava o árido grueso

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

4.2.7.7 Cemento

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización del Ingeniero-Director.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa del Ingeniero-Director o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte del Ingeniero-Director.

4.2.7.8 Agua

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar. Tolerancias de aniones y cationes: Deberán rechazarse todas las que tengan un pH inferior a 5, las que posean un total de sustancias disueltas superior a los 15gramos por litro (15.000ppm.) aquellas cuyo contenido en sulfato, expresado en SO₄, rebase un gramo por litro (1.000ppm.) las que contengan ión cloro en proporción superior a 6gramos por litro (6.000ppm.), en las que se aprecien hidratos de carbono y las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a 15 gramos por litro (15.000ppm.).

4.2.7.9 Cimentaciones para apoyos metálicos de bases empotradas (monobloques)

4.2.7.9.1 *Sin utilización de plantillas de hormigonado*

- Se echará primeramente una capa de hormigón del espesor indicado en los planos facilitados por el fabricante, según el tipo de apoyo, de manera que teniendo el apoyo una base firme, limpia y nivelada, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón mencionada.
- Al día siguiente, y sobre la base de hormigón, se colocarán y nivelarán los anclajes o el primer tramo del apoyo metálico, según el caso, quedando prohibido el hormigonado con el apoyo totalmente armado.
- Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra, según lo especificado en el apartado "Tomas de Tierra" de Presente Pliego de Condiciones Técnicas.



- A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las “CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES”.

4.2.7.9.2 Con utilización de plantillas de hormigonado

- Se colocará la plantilla sobre el foso con los anclajes debidamente situados, y será emplazada y nivelada adecuadamente, comprobando diagonales y longitudes de cara así como la correcta instalación con las marcas de línea y contralínea, fijándola al terreno a continuación, de modo que no pueda sufrir movimiento.
- Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra, según lo especificado en el apartado “Tomas de Tierra” de Presente Pliego de Condiciones Técnicas
- A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las “CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES”, comprobándose el número de veces necesarias la correcta colocación de la plantilla y de los anclajes.
- Una vez relleno el foso, la plantilla no podrá tocarse ni desmontarse hasta pasadas 48 horas como mínimo de la terminación del hormigonado; se quitará entonces con el suficiente cuidado para que los anclajes no agrieten el hormigón ni queden huecos entre ambos.
- En los recrecidos se cuidará de la verticalidad y horizontalidad de los encofrados, y que éstos no se muevan durante el relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.
- El hormigón de la peana exterior al terreno, además de tener la misma composición que el resto de la cimentación, debe llegar hasta el borde inferior del empalme de anclaje con la torre para evitar que el extremo superior de los anclajes y del hormigón pueda trabajar a flexión.

4.2.7.10 Tolerancias en las cimentaciones

- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido de la línea será $\pm 0,1\%$.
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido transversal a la línea será de $\pm 0,1\%$.
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido diagonal del cuadrilátero formado será de $\pm 0,15\%$.
- El error máximo admisible en la nivelación de las testas de cada uno de los anclajes será de $\pm 0,05\%$ de la distancia entre dichas testas.
- Respecto a los ejes de los hoyos, el máximo error admisible es de 100mm en el centrado de los anclajes.
- Se respetará el emplazamiento de los apoyos en la traza de la línea referido a la estaquilla central y no se admitirán variaciones en la orientación de sus caras (giros) respecto al eje de la traza de la línea superiores al primer centesimal de las distancias de los anclajes a los ejes de replanteo de los apoyos.
- Los anclajes se fijarán de forma adecuada, para que no sufran desplazamientos durante el vertido del hormigón.
- Los elementos de fijación de los anclajes no podrán ser retirados antes de cumplirse las 24 horas del vertido del hormigón en los hoyos.



- Cualquier error superior a los indicados será corregido por la Contrata corriendo por su cuenta todos los gastos. El Contratista asumirá los costos extras que pudieran originarse, incluidos los gastos en que puedan incurrir los contratistas de izado.
- En todo caso, las tolerancias de las cimentaciones serán tales que, una vez instalado el apoyo, previo el tendido de los conductores, este quede vertical, admitiéndose una desviación máxima del 0,2%, de la altura total del apoyo, tanto en el sentido de la línea como en contralínea.

4.2.7.11 Control de calidad

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

4.2.7.12 Control de consistencia

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

Para verificar este control se tomará una muestra de la amasada a pie de obra realizándose con la misma el ensayo de asentamiento en cono de Abrams.

Si el asentamiento está fuera de los límites reseñados incluidas las tolerancias, se procederá a tomar dos nuevas muestras de forma inmediata, después de un breve batido de toda la masa. Si los dos últimos valores del ensayo están comprendidos entre los valores de aceptación, la amasada se dará por buena. En caso contrario la amasada completa será rechazada y el vehículo que realiza el transporte no podrá suministrar más hormigón durante ese día.

El Ingeniero-Director podrá realizar este control en cada una de las amasadas que se suministran.

4.2.7.13 Control de resistencia

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

Salvo indicación en contra del Ingeniero-Director, es indispensable extraer 4 probetas por apoyo. En caso de que el volumen de hormigón vertido en el apoyo supere los 18 m³, se extraerá un juego de probetas por cada 18 m³ o fracción.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la "Instrucción de Hormigón estructural (EHE)" en vigor para la modalidad de "Ensayos de Control Estadístico del Hormigón".

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar al Ingeniero-Director los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Ingeniero-Director procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes y de acuerdo con los resultados obtenidos, adoptará la determinación que considere más adecuada corriendo todos los gastos producidos por cuenta del Contratista.

Realizados los ensayos de una serie de probetas tendremos, llamando X_1, X_2, \dots, X_8 a los valores obtenidos, los valores medios siguientes:

$$\text{Amasada A} = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) / 4 = X_A$$

$$\text{Amasada B} = (X_5 + X_6 + X_7 + X_8) / 4 = X_B$$

Estos dos ensayos nos permitirán aplicar la tabla 88.4 b de la Instrucción EHE para $N=2$, $K=0,88$, debiendo cumplirse que la resistencia estimada $F_{est.} = K_n \cdot X$ (siendo X el valor más bajo de X_A y X_B) $\geq 175 \text{ kp/cm}^2$.

Se efectuará el número de ensayos de información a juicio del Ingeniero-Director.

4.2.7.14 Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo del Ingeniero-Director, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la "Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)" y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa del Ingeniero-Director para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por el Ingeniero-Director se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

4.2.7.15 Normas de seguridad específicas

El equipo de Protección personal utilizado deberá constar de casco de barboquejo, guantes de cuero y botas de seguridad, debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

Si hubiera que realizar barrenado, el operario deberá estar provisto de mascarilla con filtro para polvo y protectores de vista y oído.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de ocurrir algún percance.

Para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas, es aconsejable no trabajar más de un operario en el interior de cada hoyo.

La parte superior de los hoyos debe quedar libre de escombros para evitar caídas de materiales que puedan dañar a los operarios.

Para subir y bajar a los hoyos deberán utilizarse escaleras lo suficientemente largas para que su parte superior sobresalga de los hoyos como mínimo 1 m, debiendo estar homologadas.

Los motores o elementos que expulsen gases deberán tener el escape orientados de forma que los mismos no se acumulen en las excavaciones.

4.2.8 Instalación de apoyos

En la instalación de apoyos se tendrán en cuenta las siguientes fases:

- Recepción.
- Transporte.
- Acopio.
- Clasificación.
- Armado.
- Izado.
- Apretado y graneteado.
- Maquinaria y herramienta auxiliar.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad Específicas.

4.2.8.1 Recepción

Caso de que los apoyos sean suministrados por la Propiedad, además de tener en cuenta lo expuesto en el apartado "Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, ésta facilitará al Contratista el "PackingList" de los mismos con relación de bultos y contenido de cada uno de ellos, teniendo que comprobar el Contratista que el material recibido está de acuerdo con el citado "PackingList".

4.2.8.2 Transporte

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado "Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los caminos de acceso a los puntos de emplazamiento de los apoyos, serán los mismos que sirvieron para desarrollar las actividades precedentes. Cualquier alteración será propuesta al Ingeniero-Director para su aceptación, si es que procede.

4.2.8.3 Acopio

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Las torres se acopiarán a obra de acuerdo con la Propiedad con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de izado, evitando que estén en el campo excesivo tiempo sin ser utilizadas. Los tornillos se acopiarán a medida que se vayan a utilizar.

4.2.8.4 Clasificación

Para la clasificación se utilizarán los planos y listas que la Propiedad facilitará al respecto, realizándola con la previsión suficiente para no interrumpir los trabajos del armado e izado, debiéndose comunicar las posibles faltas o defectos con al menos quince días de antelación.

4.2.8.5 Armado

4.2.8.5.1 *Consideraciones Previas*

No se podrá realizar modificación alguna en las barras y cartelas (corte de ingletes, talados, etc.) ni sustitución de materiales, sin el consentimiento previo del Ingeniero-Director. Cualquier modificación, bien sea en cartelas o angulares, deberá ser expresamente autorizada por el Ingeniero-Director. La parte modificada deberá protegerse de la oxidación mediante la aplicación de la correspondiente pintura del tipo Frigalván.

Las barras de los apoyos deberán ser comprobadas a pie de obra antes de ser montadas con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones y torceduras en el transporte, debiendo procederse a su corrección o desecharlas en el caso de que esto haya ocurrido.

No podrán ser utilizados en obra sin autorización expresa del Ingeniero-Director y para cada caso en particular sopletes o elementos de soldadura eléctrica u oxiacetilénica.

4.2.8.6 Tornillería

En cada unión se utilizarán los tornillos indicados en los planos. Los tornillos se limpiarán escrupulosamente antes de usarlos, y una vez apretados, deberán sobresalir de la tuerca el mínimo necesario que nos permita garantizar un correcto graneteado. Caso de no ser así, se le comunicará al Ingeniero-Director. Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior de la torre, y en el caso de posición vertical (cruquetas y encuadramientos), la tuerca irá hacia arriba y se comprobará exhaustivamente en estos elementos su apriete y posterior graneteado. Se prohíbe expresamente golpear tornillos en su colocación.

4.2.8.7 Herramientas

Para el montaje sólo se emplearán como herramientas las llaves autorizadas, barrilla, el puntero y el punzón de calderero que servirá para hacer coincidir los taladros de las piezas pero sin que el uso del puntero sirva para agrandar el taladro.

Las herramientas y medios mecánicos empleados están correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

4.2.8.7.1 Ejecución Material

El sistema de montaje de apoyo será el adecuado al tipo del mismo y se podrá realizar por el procedimiento que el Contratista considere más conveniente, pero en el caso de no ser el denominado "barra a barra" deberá ser previamente aprobado por el Ingeniero-Director.

Cuando el armado del apoyo se realice en el suelo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces prismáticos de madera a fin de no producir deformaciones permanentes en barras o tramos.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo será inferior al determinado como apriete final, debiendo ser el suficiente para mantener unidas las barras.

En caso de roturas de barras y rasgado de taladros por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director y de proceder al cambio de los elementos.

4.2.8.7.2 Izado

No podrán comenzar los trabajos de izado de los apoyos antes de haber transcurrido siete días desde la finalización del hormigonado de los mismos.

En todos los casos en que la estructura por su volumen o dimensiones necesite de arriostamiento para su izado, con el fin de evitar deformaciones, éste se realizará por medio de puntales de madera o elementos metálicos preparados. El Contratista utilizará para el izado, el procedimiento que estima más conveniente, dentro de los habitualmente sancionados por la práctica (con pluma y cabrestantes, con grúas, etc.), evitando causar daños a las cimentaciones y sin someter a las estructuras a esfuerzos para los que no estén diseñadas.

Cualquiera que sea el procedimiento de izado, el apriete de las barras en el armado será el adecuado para que permita a los taladros en las distintas fases del izado absorber las pequeñas diferencias que se hayan producido como consecuencia de la fabricación del apoyo y la ejecución de las cimentaciones antes del apriete final.

Una vez izado el apoyo, la falta de verticalidad del mismo no podrá ser superior a 0,2% de la altura del apoyo.

Con carácter orientativo el par de apriete final de los tornillos de calidad 5.6 será:

M-12	3.00 daN.m
M-14	4.50 daN.m
M-16	7.00 daN.m
M-18	9.50 daN.m
M-20	13.50 daN.m
M-22	18.50 daN.m
M-24	25.00 daN.m

Las partes, por ser de rosca métrica se apretarán con llave dinamométrica y a los pares de apriete recomendados para la tornillería.

4.2.8.7.3 Izado con pluma

Cuando se utilice el procedimiento de izado con pluma, se hará siempre con cabrestante y a fin de evitar el pandeo de la misma, el cable de cabrestante deberá deslizarse verticalmente pegado a la pluma, colocándose en la base del apoyo, una polea de reenvío.

Se comprobará el estado de las plumas en todos sus tramos cada vez que vayan a usarse. Una vez izada la pluma, se venteará según el esfuerzo a que vaya a ser sometida, y siguiendo las instrucciones de uso para las que ha sido concebida. Se instalarán como mínimo, 3 vientos dispuestos en estrella. Todos los vientos se fijarán al terreno mediante elementos de anclaje, debidamente diseñados y ejecutados, siendo obligatorio intercalar trácteles o “pull-lifs” para su regulación.

La pluma no podrá suspenderse en el apoyo, excepto en los puntos y de la forma expresamente señalada para ello por el Ingeniero-Director quien indicará además el peso máximo entre pluma y tramo a suspender. El ángulo máximo del eje de la pluma con los estrobos de fijación de la misma al apoyo no superará los 45°.

4.2.8.7.4 Izado con grúa

Cuando las condiciones del terreno, de su entorno y de los apoyos a izar lo permitan, se podrán usar grúas en las operaciones de izado, con tal de que el proceso se realice con el conocimiento y aprobación previa del Ingeniero-Director.

Cuando se utilice este procedimiento, se izará el apoyo suspendiéndolo de los puntos señalados en los planos. Caso de no existir puntos específicos para esta maniobra, se estribará por las zonas aprobadas por el Ingeniero-Director, a propuesta del Contratista, forrando convenientemente los estrobos para evitar daños.

La estructura será convenientemente arriostrada en las zancas y lugares propensos a deformaciones antes del izado.

Previamente a la operación de izado, el Contratista remitirá al Ingeniero-Director un informe donde se reflejen el nombre y experiencia del gruista para este tipo de trabajo.

Salvo autorización expresa del Ingeniero-Director no se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados; en cualquier caso el Contratista tomará las precauciones necesarias en evitación de accidentes. Cumpliendo en todo momento con lo dispuesto en las “Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios” redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y “Prescripciones de Seguridad” para Trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas” de UNELCO-AMYS.

4.2.8.8 Apretado y graneteado

Una vez que el Contratista haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, deberá proceder al repaso de los mismos, comprobando que han sido colocados la totalidad de los tornillos y realizado de forma sistemática el último apriete de los mismos y el graneteado de las tuercas de los tornillos (3 granetazos en estrella), con el fin de impedir que se aflojen. Una vez finalizado el graneteado de los tornillos y las tuercas se procederá a proteger el conjunto de la oxidación mediante pintura de tipo Frigalván.



4.2.8.9 Maquinaria y herramienta auxiliar

Toda la maquinaria y herramienta a utilizar en el izado de los apoyos estará dimensionada para soportar los esfuerzos que demande de acuerdo con el tipo y altura del apoyo a izar.

- **Camión**, para el transporte y acopio de los materiales, provisto de pluma auxiliar y acompañado de grúa para las operaciones de carga y descarga.
- **Grúa**. Las grúas que se utilicen en las operaciones de izado llevarán en lugar perfectamente visible la placa de características. Deberán ser autopropulsadas, de pluma telescópica y con capacidad y altura suficiente para seguir con corrección las maniobras. Las grúas deberán ineludiblemente disponer de dispositivos de seguridad que incluya como mínimo el limitador de carga.
- **Cabrestante de izado**, elemento utilizado en la operación de izado con pluma, llevará una placa de características fijas en la que vendrán grabadas en caracteres indelebles el peso de esfuerzo útil, potencia y velocidad en los distintos desarrollos. Asimismo el Contratista dispondrá de la documentación que justifique las revisiones periódicas. El cable será de las características y longitud adecuadas y estará perfectamente fijado al extremo del tambor de arrollamiento. Su coeficiente de seguridad será de al menos 6, con relación a los pesos a manejar. Estarán dotados de un sistema de bloqueo manual que impida el movimiento accidental de la pieza elevada.
- **Plumas de izado**. Serán metálicas y los tramos abrochados con tornillería de alta resistencia.
- **Aparejo armado con cable**. Compuesto al menos de dos roldanas por cabeza y de giratorio. El número de roldanas estará en función de las cargas de trabajo.
- **Trácteles o pull-lifts**, utilizados en las operaciones de atirantado de pluma y auxiliares de construcción.
- **Eslingas, estrobos y pilotos**, los cuales deberán tener marcado o justificada su carga de trabajo.
- **Llaves para tornillería**, utilizadas para el apriete de los tornillos, será las denominadas llaves de pipa empleadas en sus dimensiones originales (sin suplemento). Para el apriete final se utilizarán llaves dinamométricas (manuales, neumáticas o eléctricas).
- **Taquímetro**, provisto de anteojo con giro azimutal, para comprobación de la verticalidad de los apoyos en sentido de línea y contra línea.
- **Utilillaje diverso**. Poleas auxiliares de maniobra, con su carga de trabajo marcada; pistoles para anclaje, barrillas y punteros de montaje, granetes, gatos niveladores, calce prismáticos de madera, riostras de madera o metálicas para evitar deformaciones en el izado de las estructuras.

4.2.8.10 Control de calidad

La verticalidad final del apoyo izado previo al tendido de los conductores, no tendrá una desviación superior al 0,2% de la altura del apoyo. Los posibles defectos que se observen en el galvanizado producido como consecuencia de las operaciones desarrolladas, serán subsanados con los productos de protección adecuados, autorizados por el Ingeniero-Director, o en su caso con el cambio completo de elementos defectuosos, a cargo del Contratista.



Se dispondrá en obra de un comprobador de llaves dinamométricas.

El Contratista deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director el protocolo de revisión de apoyos de línea.

4.2.8.11 Normas de seguridad específicas

El equipo de protección personal utilizado deberá constar de casco con barboquejo, guantes de cuero, botas de seguridad, cinturón de seguridad y paracaídas (método "línea de vida"), debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de que ocurra algún percance.

Las herramientas y medios mecánicos empleados estarán correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

Cuando se utilice el cabrestante en el izado estará anclado al terreno y situado a una distancia tal que no pueda ser alcanzado por la caída fortuita de la pluma o tramos de apoyo que se están izando. Deberá disponer de puesta a tierra.

Cuando para el izado se utilice grúa, las señales entre el jefe de maniobra y el gruista serán las especificadas para estos casos, debiendo figurar en el cuadro de maniobra de la grúa. La grúa se asentará en terreno firme y resistente que impida el hundimiento de los gatos hidráulicos que la sustentan, colocando cuando sea necesario, los elementos auxiliares para lograr una correcta distribución de la presión sobre el terreno y poniendo el chasis de la grúa a tierra.

4.2.9 Tomas de tierra

4.2.9.1 Definición de toma de tierra de los apoyos

Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.

- **Toma de tierra del apoyo.** Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.
- **Toma de tierra de cada pata.** Es la que se instala en cada hoyo de cimentación, bien de trate de apoyos monobloques o de cada cimentación de apoyos de patas separadas.
- **Mejora de la toma de tierra.** Es la parte de la toma de tierra formada por anillos y antenas y cuyo fin es rebajar el gradiente de potencial en las proximidades del apoyo y disminuir la resistencia de la toma de tierra del apoyo.

4.2.9.2 Reglamentación y normativa aplicables

Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

Normativa sobre clasificación de zonas de situación de apoyos.

En el ámbito de esta especificación las zonas en las que pueden quedar situados los apoyos se clasifican en:

- Zonas de pública concurrencia (P.C.)
- Zonas frecuentadas (F)
- Zonas no frecuentadas agrícolas (N.F.A.)

A continuación se define cada una de las zonas, indicando de forma concreta detalles que puedan ayudar al proyectista en su clasificación correcta.

Zonas de pública concurrencia.

Se consideran como tales las siguientes:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Áreas públicas destinadas al ocio cultural o recreativo, tales como parque deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Lugares de celebración habitual de romerías, festivales, concursos, actos políticos, sindicales, religiosos, mercados, ferias de ganado, etc.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Zonas frecuentadas.

Se considerarán zonas frecuentadas las que, no estando incluidas en el apartado anterior se hallen próximas a las anteriores.

Se consideran también como tales:

- Zonas próximas a viviendas, carreteras, caminos de servicio de los que sean titulares el Estado, entidades autónomas, entidades locales y demás personas de derecho público, o aquellas construidas por personas privadas con finalidad análoga.
- Fuentes y pozos de utilización habitual. Zonas de huertas.
- Instalaciones agropecuarias en la proximidad de establos o edificaciones.
- Proximidad a ermitas.

Zonas no frecuentadas agrícolas.

Se considerarán comprendidas en este tipo aquellas zonas que, no estando incluidas en los apartados anteriores, se hallen o puedan estar sometidas a explotación agrícola o bien a explotación ganadera en terreno cercado.



4.2.10 Instalación de conductores

4.2.10.1 Instalación de conductores desnudos

Los trabajos comprendidos en este apartado son los correspondientes a:

- Condiciones generales.
- Colocación de cadenas de aisladores y poleas.
- Instalación de protecciones en cruzamientos.
- Tendido de los conductores y cables de tierra.
- Realización de empalmes y amarres.
- Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos.
- Tensado.
- Regulado y medición de flechas.
- Compensación de cadenas e instalación de grapas suspensión.
- Elementos de unión y puentes.
- Colocación de antivibradores y contrapesos.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad específicas.
- Maquinaria auxiliar.

4.2.10.1.1 Condiciones generales

El Contratista proporcionará a la obra toda la herramienta, equipo y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de los trabajos de tendido. El comienzo de los trabajos de tendido, en un cantón, será como mínimo 28 días después de la terminación del hormigonado de todos los apoyos del mismo. El plazo mencionado podrá ser reducido, con la autorización expresa y por escrito del Ingeniero-Director.

Antes del inicio de los trabajos, se hará conjuntamente por parte del Ingeniero-Director y del Contratista una revisión de cada uno de los apoyos del cantón, comprobándose que en todos se cumplen las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego de Condiciones. No podrán iniciarse los trabajos de tendido si a algún apoyo le faltasen angulares, tornillos sin el apriete final o sin granetear.

Con anterioridad suficiente se realizará una revisión conjunta de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar en la ejecución de los trabajos. En caso de que el Ingeniero-Director lo considere oportuno, se realizará una prueba del equipo de tendido, herramientas y útiles a emplear.

Cualquier diferencia de longitud que el Contratista hallara al ser tendido el cable, deberá ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director por escrito.

4.2.10.1.2 Colocación de cadenas de aisladores y poleas

Las cadenas de aisladores, tanto de suspensión, como de suspensión-cruce o de amarre tendrán la composición indicada en los planos de montaje del presente proyecto. En el plano de perfil de la línea se reflejará el tipo de cadena a instalar en cada apoyo.

La manipulación de los aisladores y de los herrajes se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación, comprobándose si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza deteriorada será devuelta a almacén y sustituida por otra.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos. Su elevación se hará de forma que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no experimenten esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos. A tal fin, las cadenas cuya composición sea igual o superior a 12 elementos, se montarán disponiéndolas en el interior de armaduras que aseguren el cumplimiento de lo expuesto.

Se cuidará que todas las grupillas de fijación queden bien colocadas y abiertas.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aisladores una vez montados quedarán mirando hacia la torre.

4.2.10.1.3 *Tendido de los conductores y cables de tierra*

El tendido de los cables consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolo por las poleas situadas en los apoyos, las cuales se colocarán a la altura de fijación de los cables, esto es, en las cadenas de suspensión, en los apoyos de alineación, y en la punta de cruceta, en los de amarre.

Se denomina "serie" el tramo de línea comprendida entre dos apoyos de amarre entre los que se tenderá un conductor o una bobina. Una serie podrá comprender varios cantones.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables deslizan suavemente sobre las poleas.

El Contratista elegirá los emplazamientos de los equipos de tendido y de las bobinas teniendo en cuenta la longitud de las mismas, el número y la situación de los apoyos de amarre y las prescripciones que señala el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, respecto a la situación de empalmes. Con anterioridad suficiente, el Contratista presentará para su aprobación, el Plan General de Tendido, en el que se indicará, para cada serie, la ubicación de la maquinaria, bobinas, longitud de la serie, longitud de las bobinas y posible punto de empalme.

El criterio a seguir es tender bobinas completas y las combinaciones de las mismas a que diera lugar en cada serie particular, incluso su tendido parcial sucesivo o en series discontinuas, a fin de evitar en la medida de lo posible los sobrantes de cable y la realización de empalmes.

Se podrá tender más de una bobina por fase si se dispone de la suficiente potencia en la máquina de freno. En este caso la unión de ambas bobinas, durante el tendido, se realizará mediante una camisa de dos puntas o cualquier otro tipo de empalmes provisional. Queda totalmente prohibido el paso de un empalme definitivo por una polea, durante el tendido.

El cable se sacará de las bobinas mediante giro de las mismas. Este giro deberá efectuarse en el sentido impuesto por el fabricante.

Las bobinas se instalarán sobre gatos o soportes adecuados al peso y dimensiones de la misma. Estos gatos deberán disponer de elementos de nivelación mecánica y frenos adecuados para conseguir que el cable entre en la máquina de freno con tracción mecánica, evitando así que se aflojen las capas del cable en la bobina.

Las bobinas se situarán perfectamente alineadas con la máquina de freno y traza de la línea.

El despliegue de los cables se efectuará con máquina de freno, para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, o cualquier otro obstáculo.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar posibles deterioros.

En los conductores que se observen rozamientos o rotura de alguna vena, bien procedente de fábrica o producidos durante el tendido, se podrán utilizar varillas o manguitos de reparación, o bien un empalme completo, si respecto a su situación el Reglamento lo autoriza. En todos los casos la reparación a efectuar deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero-Director.

La máquina de freno deberá estar convenientemente anclada al terreno mediante el suficiente número de puntos, de forma que quede asegurada su inmovilidad. Nunca podrán utilizarse los apoyos, cimentaciones o árboles para realizar el anclaje de las mismas.

Las máquinas de freno y de tiro deberán situarse a una distancia de los apoyos tal, que el ángulo que forme el cable, a la salida o llegada de las mismas, con la horizontal, no supere los 26°. En la práctica se puede decir que:

“El cabrestante o freno se situará a una distancia mínima de la torre, que sea doble de la que hay entre la cota donde se instale la máquina y la polea superior en la torre”.

Para el manejo de cada una de estas máquinas deberá disponerse como mínimo de dos operarios dotados de emisoras que comuniquen perfectamente entre ellos.

En las líneas de media tensión con una longitud inferior a 300 m, y siempre que la sección del conductor no justifique la utilización de maquinaria y quede garantizado que el conductor no rozará con algún obstáculo, podrá autorizarse el tendido sin máquina de freno, sustituyéndola por gatos con sistema de freno efectivo. Todo lo mencionado se concederá con la autorización por escrito del Ingeniero-Director.

Durante el despliegue de los cables se situarán los operarios necesarios, provistos de emisoras, y en disposición de detener la operación de tendido de inmediato. Será necesario disponer de un operario en cada punto de cruce importante de la línea (carreteras, líneas eléctricas, obstáculos importantes, etc.).

La tracción de tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales. Como máximo, esta tracción será del 70% de la necesaria para colocar los cables a su flecha. Esta tracción deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie.

Una vez definida la tracción máxima para una serie, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro y no podrá variarse el mismo sin contar con la autorización expresa del Ingeniero-Director.

Los cables pilotos empleados para ejercer la tracción sobre los cables deberán ser flexibles y antigiratorios, con una carga de rotura tal que el coeficiente de seguridad mínimo durante el tendido sea de cinco (5). La unión del piloto al conductor se realizará mediante bulones de rotación (giratorios), para compensar los efectos de torsión.

La longitud de la serie a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio se puede considerar un máximo de 20 poleas por conductor y tramo, aunque este número se reducirá si existen poleas muy cargadas. No podrá iniciarse el tendido de un cable si se prevé que no podrá finalizarse en el día. No podrá detenerse la operación de tendido por un periodo mayor de dos horas. Según se vayan terminando los distintos cantones, se irá retirando el material



sobranante así como las bobinas vacías de manera que éstas estorben el menor tiempo posible. Los daños producidos durante el tendido serán por cuenta del Contratista.

4.2.10.1.4 Realización de empalmes y amarres

Grapas de amarre de compresión

El Contratista en caso necesario, dispondrá para la realización de la compresión de grapas de la prensa hidráulica adecuada con sus matrices correspondientes al diámetro de los conductores.

Las grapas de compresión, deberán ser limpiadas interior y exteriormente con cepillos y baquetas adecuados, debiendo limpiar el cable con gasolina en la zona donde se realizará la comprobación. Caso de efectuarse esta operación, sobre el terreno, se instalará una lona de al menos 2 x 2 metros, sobre la que se dispondrán las piezas necesarias y el utillaje. El corte de hilos de aluminio se realizará con útil adecuado (terraja cortadora o sierra) para no dañar jamás el alma de acero. Nunca podrá utilizarse tijeras o cizallas. Para evitar que se aflojen los hilos se colocarán unas retenciones de alambre al cable, por el punto de corte.

El proceso de ejecución es el siguiente:

- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el conductor.
- Se dejará al descubierto el alma de acero con una longitud aproximada un 20% mayor que la longitud de la caña del émbolo de la grapa.
- Para evitar la oxidación se pintará con una pasta espesa de cromato de cinc o minio de plomo y aceite de linaza, el(los) extremo(s) del alma de acero del cable, antes de entrar en el manguito de acero, y el manguito de acero después de comprimido.
- Introducir el alma de acero en la caña del émbolo, haciendo tope en el fondo de éste.
- Comprimir con la matriz adecuada al diámetro del conductor, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el émbolo (desde la zona ondulada hacia el conductor).
- Limpiar con cepillo cuidadosamente e impregnar con grasa selladora toda la zona que quedará cubierta con el cuerpo de aluminio.
- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el émbolo.
- Elegir la posición del émbolo (según interese por la posición de la cadena) mediante las muescas de la pala del cuerpo y el pivote situado en la balona o tope del émbolo.
- Comprimir con la matriz indicada la zona de grapa correspondiente a las ondulaciones del émbolo, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Comprimir con la misma matriz la zona de grapa correspondiente al conductor siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Una vez comprimido el émbolo se efectuará la medida de la distancia entre caras del hexágono resultante, que será una media de 3 medidas efectuadas entre cada pata de caras. Esta medida se comparará con la medida que viene marcada por el fabricante en dicho émbolo. Análogamente, una vez comprimido el conjunto del émbolo cuerpo grapa, se repetirá la operación anterior, pero en este caso la media se efectuará con 12 medidas de las cuales 3 de ellas se efectuarán en la zona de émbolo y el resto en la zona del conductor.



Se pondrá especial cuidado en que no se produzca embolsamiento del aluminio a la salida de la grapa. Todas las grapas comprimidas serán realizadas siempre en presencia del Ingeniero-Director, quien grabará una contraseña en la parte externa sin lo cual no podrán ser regulados los conductores. A todas las uniones atornilladas o comprimidas así como en las bocas de las grapas se aplicarán pastas y cintas antioxidantes.

4.2.10.1.5 Empalmes y manguitos de separación

Todo lo indicado para las grapas de comprensión, con relación a las medidas a tomar con respecto a limpieza, corte del conductor, medidas de hexágonos, embolsamientos de aluminio, supervisión, cintas auto-oxidantes, etc., será de aplicación a la ejecución de empalmes haciendo la consideración de que para éstos se sustituirán los émbolos por manguitos y con relación a los manguitos de separación, las de limpieza, medidas de hexágonos, etc.

Durante la sustitución de los empalmes provisionales por los definitivos, la maniobra se realizará de forma que el resto del conductor se mantenga con la tracción necesaria para que no llegue a tocar en tierra.

En el caso de empalmes, se tomarán las medidas necesarias para conseguir que el manguito de acero quede perfectamente centrado respecto al de aluminio, siguiendo las instrucciones del fabricante.

4.2.10.1.6 Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos

Antes de iniciar las operaciones de tensado, se atirantarán las torres de amarre de principio y final de la serie, siempre que no sean torres de fin de línea, en sentido de la línea y como un ángulo de los tirantes con la horizontal de 30°. Las crucetas de estos dos apoyos deberán ser atirantadas, siempre, para contrarrestar los esfuerzos verticales a los que se verán sometidas.

El resto de los apoyos de amarre de la serie se ventearán en sentido contrario al del tensor que se venga efectuando. Este atirantado puede obviarse, contando con la autorización expresa del Ingeniero-Director, siempre que se colocaran en su posición de amarre los cables de dos cantones contiguos, con su tensión mecánica en ambos lados del apoyo. Esto es, de forma que el apoyo quede con la tensión mecánica equilibrada en ambos lados. Las crucetas de estos apoyos sí deberán ser atirantadas siempre. El atirantado, tanto horizontal como vertical, se realizará con cables de acero sección adecuada al esfuerzo que van a estar sometidos, afectados por un coeficiente de seguridad mínimo de 5.

Cada uno de estos tirantes llevará intercalado un tráctel que permita aumentar o disminuir la tracción del tirante.

4.2.10.1.7 Tensado

Esta operación, posterior a la de tendido, consiste en poner a flecha aproximada los cables de la serie, previo amarre de los mismos en uno de sus extremos, por medio de las cadenas y grapas correspondientes, sin sobrepasar nunca la tensión de flecha. En caso de que la serie esté formada por más de un cantón, la tensión a la que llevará toda la serie será inferior a la menor de todos los cantones. Las operaciones de tensado podrán realizarse con un cabrestante, tráctel o cualquier otro tipo de maquinaria o útil adecuado, que estará colocado a una distancia horizontal mínima del apoyo de tense, igual a dos veces y media la altura del mismo, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes de entrada y salida del cable piloto a su paso por la polea no sea inferior a 150°. Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán los cables a sacudidas.

Los cables deberán permanecer sin engrapar un máximo de 48 horas, colocados en su flecha sobre poleas antes del regulado, al objeto que se produzca el asentamiento de los cables.

- **Instrucciones para la realización del tensado.**

A cada uno de los tramos en que quede dividida la línea entre cadenas de amarre la denominaremos “cantón”. Queda terminantemente prohibido tensar con las pinzas de amarre.

4.2.10.1.8 Regulado y medición de flechas

Regulado

Una vez se haya producido el asentamiento de los cables, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las Tablas de Tendido para la temperatura del cable en ese momento.

El afino de la regulación se hará con cabrestante auxiliar de mano colocado en serie con la máquina o sistema de tracción y la comprobación por medio de la flecha.

Para efectuar la operación de regulado, se divide la longitud de la línea en tramos de longitud variable, según sea la situación de los apoyos de amarre. A cada uno de estos tramos entre cadenas de amarre se le denominará “cantón”.

Se denominan “Vanos de Regulación” de un cantón aquéllos en los que se ha de medir la flecha, es decir, donde se ha de efectuar la regulación de los conductores. Se elegirá como tales los de mayor longitud y menor desnivel. Los denominados como “Vanos de Comprobación” son aquellos en los que se contrastarán los errores motivado por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Dependiendo de la longitud del “cantón”, el perfil del terreno, y la uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:.

1 Vano de regulación	1 Vano de comprobación
1 Vano de regulación	2 Vanos de comprobación
2 Vanos de regulación	3 Vanos de comprobación

No debiendo quedar más de tres vanos consecutivos sin comprobar. En todo caso el Ingeniero-Director decidirá el número de vanos de regulación y de comprobación necesarios.

La operación de regulado se realizará por medio de pull-lifts o trácteles en la cruceta punto de amarre o cabrestante situado en el punto de tiro del conductor. El tensado de los conductores se efectuará con arreglo a las tablas de tendido. La longitud de los vanos y desniveles será facilitada por el Contratista de las medidas tomadas una vez instalados los apoyos.

Si existen árboles que puedan estorbar para la regulación porque los conductores descansan en ellos, en su posición normal, deben ser cortados antes de la regulación y su necesidad se preverá con el tiempo suficiente para obtener el permiso necesario.

Si en un mismo cantón se han marcado dos vanos como de regulación, ésta debe ejecutarse simultáneamente en ambos, disponiendo el Contratista de los medios de comunicación necesarios para



que las órdenes de tirar, aflojar y parar lleguen al cabrestante auxiliar de mano de forma simultánea, y si a éste llegan dos órdenes contradictorias, primero se ejecutará la del punto más alejado.

4.2.10.1.9 *Medición de flechas*

La medición de las flechas, deberá realizarse con aparatos topográficos de precisión o por el método de tablillas utilizando un teleflechas u otro dispositivo óptico similar.

Para la determinación de la temperatura, se utilizará un termómetro centesimal, instalación en un trozo de conductor o bien alojado en el mismo en sustitución del alma de acero. Se instalará el termómetro a la altura de las crucetas y si la serie tiene una longitud superior a un kilómetro, se colocarán tantos termómetros como vanos de regulación tenga, durante un tiempo mínimo de 30 minutos. Si la diferencia de temperatura entre dos puntos cualesquiera fuera de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ no podrá regularse.

En cualquiera de las operaciones tanto de tensado, regulado, marcado y correcciones a que diera lugar se mantendrá la instrucción anterior sobre los $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

El Contratista deberá marcar las flechas correspondientes a los vanos de regulación y comprobación en la situación mencionada en el plano correspondiente como la de "Flechas sobre poleas" para las operaciones de tensado y regulado, estableciéndose las correspondientes a "Flechas definitivas" para la comprobación final.

Cualquier variación de la Temperatura en $\pm 5^{\circ}\text{C}$ sobre la fijada para el marcado de flechas dará lugar a la corrección de las marcas para los distintos cables de la serie en las diversas operaciones.

Las tolerancias admisibles en las medidas de las flechas de los cables para cada uno de ellos, así como respecto a la de su situación en el conjunto serán:

- ***Para cada cable independiente.***

En los vanos de la regulación y comprobación $\pm 2\%$ de la flecha teórica con un máximo admisible de ± 50 cm. En el resto de los vanos, las tolerancias anteriores afectadas por el coeficiente 1,20 es decir, $\pm 2,4\%$ con un máximo admisible de ± 60 cm.

- ***Para el conjunto de los cables.***

Tanto en el plano vertical como en el horizontal, $\pm 2\%$ de la flecha teórica, con un máximo de ± 50 cm. Una vez efectuado el regulado, se comprobarán las flechas en los vanos correspondientes antes de iniciar las operaciones de engrapado.

4.2.10.1.10 *Elementos de unión y puentes*

- Las conexiones o empalmes en cobre-cobre o aluminio-aluminio se realizarán mediante manguitos a compresión adecuados al conductor respectivo, evitándose la tornillería, pero cuando sea imprescindible instalarla, ésta será de acero inoxidable calidad AISI/316 o equivalente en la norma europea.
- Las conexiones "bimetálicas" se realizarán mediante conectores de cuña a presión protegidos con masilla dieléctrica y las cubiertas adecuadas según las secciones de los conductores y especificaciones del fabricante y teniendo muy en cuenta que el aluminio irá siempre en la parte alta y el cobre en la parte baja.



- Las conexiones bimetálicas se utilizarán para las conexiones de conductores de distinta naturaleza como Aluminio y Cobre, así como para las conexiones de Aluminio con aluminio. Para la conexión cobre-cobre sólo se utilizarán piezas de cobre, nunca “bimetálicas”.
- Los trabajos a compresión se harán con las matrices adecuadas. La compresión se hace en el cobre sin punzonado y en el aluminio con punzonado. En cualquier caso, se limpiará muy bien los conductores y se les dará grasa de contacto antes de hacer los empalmes.
- Las conexiones o empalmes “bimetálicos” se realizarán mediante cuñas a presión de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

PUENTES FLOJOS		
TENSION EN kV	Nº DE ELEMENTOS POR CADENA	ALTURA DEL PUENTE ⁽¹⁾ (cm)
20	3 y 4	80
66	8	180
132	12	200
220	24	280

⁽¹⁾ Distancia mínima entre el conductor y las partes metálicas de la cruceta.

4.2.10.1.11 Control de calidad

Antes de iniciar los trabajos se realizará una revisión conjunta por parte del Ingeniero-Director y el Contratista, de las herramientas, útiles, máquinas a emplear en la realización de los trabajos. En el transcurso de la obra en intervalos comprendidos entre uno y medio y dos meses, se realizarán revisiones similares a la antes mencionada.

Ninguna modificación de los elementos definidos para la obra (programa, persona, maquinaria, herramienta y proyecto) podrá ser realizada sin la autorización previa del Ingeniero-Director.

El Contratista, deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director los siguientes protocolos:

- Protocolo de mantenimiento de las máquinas y herramientas principales a utilizar en los trabajos: Vehículos, cabrestante, freno, poleas, trácteles, pull-lifts, carros, llaves dinamométricas, etc., así como de sus revisiones periódicas.
- Protocolo de tendido de conductores y medición de empalmes y grapas, como indicación de los datos complementarios, relación de bobinas empleadas en cada cantón indicando longitud empleada y metros sobrantes.
- Protocolo de comprobación de regulado de las flechas de cada cantón, en los vanos de Regulación y Comprobación, así como las temperaturas y las tolerancias en flecha.
- Relación de daños producidos tanto a terceros como a instalaciones de la obra, incluidos los materiales que le hayan sido suministrados por parte de la Propiedad.

El Contratista al finalizar cada uno de los cantones, cumplimentará un protocolo, donde se reflejarán los datos reseñados en el proyecto para cada vano y la situación real de la construcción, así como un resumen del estado de los caminos, accesos y modificaciones del entorno, que deberá entregar al Ingeniero-Director, así como las fichas anteriormente mencionados. Estos datos se harán llegar a la Propiedad.

Asimismo dispondrá en obra de los siguientes elementos, tarados oficialmente:

- Comprobador dinamométrico para llaves.

Dinamómetro de 4 T.

El Ingeniero-Director podrá realizar todos los controles e inspecciones que estime oportuno en cualquiera de las instalaciones o equipos, relacionados con la obra, así como en documentación preceptiva, en los plazos señalados y en cualquier otro que pudiera parecerle conveniente.

4.2.10.1.12 Normas de seguridad específicas

Tanto el cabrestante como el freno deberán disponer de elementos de puesta a tierra. El Contratista, dispondrá de los juegos de puesta a tierra necesarios, así como de detectores de tensión a distancia preferentemente de tipo acústico.

En todos los cruzamientos que se efectúen con líneas eléctricas, además de la utilización de las protecciones indicados en el apartado referente a la "INSTALACION DE PROTECCIONES EN CRUZAMIENTOS", deben comprobarse (cuando la línea a cruzar esté en descargo) la ausencia de tensión colocándose las puestas a tierra correspondientes en ambos extremos del vano del cruce. Solo se cruzarán líneas con tensión cuando la misma esté constituida por cable aislado convenientemente protegido para evitar que una caída fortuita del cable pueda dañar el aislamiento y energizar el conductor que se esté tendiendo.

En todos los trabajos en proximidad de elementos con tensión eléctrica, se observará lo dispuesto en las "Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios" redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y "Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas" de UNELCO-AMYS.

En los cruzamientos sobre vías públicas de comunicación se situarán operarios a ambos lados del cruzamiento, según lo dispuesto en el vigente Código de Circulación, provisto de emisoras y de señales indicadoras de peligro, disponiendo asimismo la instalación de las señales de tráfico reglamentarias.

En los casos, en los que por la trascendencia del cruzamiento se estimara oportuno, se utilizarán elementos complementarios de seguridad para prevenir los posibles deslizamientos de vanos o rotura de los dispositivos de tense (estobos fiadores, doble sistema de los elementos de tensa independientemente de la tracción, fiadores de las cadenas de suspensión, etc.). Estas medidas complementarias se dispondrán en todas las operaciones de tendido, tensado y regulado, hasta el amarre completo de la serie.

Cesarán los trabajos en los cables, cuando exista riesgo de tormenta eléctrica en la zona.

Los elementos de comunicación (radioteléfonos) deberán ser probados antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido, tensado o regulado.

Las poleas, giratorios, camisas, etc., deberán tener grabada su carga de trabajo.

Se dispondrá de un Plan de Seguridad para atención y evacuación de accidentados.



4.2.10.1.13 *Maquinaria auxiliar*

El Contratista deberá aportar toda la maquinaria y herramienta necesaria, para realizar con las debidas garantías técnicas la instalación de conductores, cables de tierra y accesorios. A este fin el Contratista deberá facilitar al Ingeniero-Director, para su aprobación, una relación de las herramientas y maquinaria que se van a emplear en las distintas operaciones de tendido. La aceptación de esta maquinaria dependerá exclusivamente del criterio del Ingeniero-Director.

4.2.11 Instalaciones de cables de tierra

4.2.11.1 Cable de tierra convencional

Se remite a lo indicado para los conductores, teniéndose en cuenta la sección del cable de tierra para la utilización de las poleas y maquinarias adecuadas a la misma.

4.2.11.2 Método de tendido

Se tenderá una sola longitud cada vez. Elegido el tramo a tender, se proporcionarán los equipos de tendido. Es conveniente que el freno se coloque de manera que el ángulo de salida del cable sea el menor posible con respecto del suelo. En cualquier caso este ángulo deberá ser inferior a 45°. Con el ánimo de no mover el tractor, se podrán tender dos tramos consecutivos moviendo el freno y cambiando el sentido del tendido.

Sujetar a las torres las poleas de tendido. Estas deberán tener como mínimo un diámetro de 500mm en alineación y más de 600mm en los ángulos. Para evitar deformaciones en el cable las poleas podrán ser de aluminio o bien estar recubiertas de un material plástico que no dañe el aluminio.

Se pasará el cable piloto de manera usual. El piloto tendrá una carga de rotura superior a la tensión máxima del tendido con los coeficientes de seguridad correspondientes.

El sentido de cableado del piloto tendrá que ser el mismo que el del cable a tender, para evitar el descableado por torsión del cable cuando se aplica la tensión del tendido.

Entre el piloto y el cable se colocará el dispositivo antitorsión (cangrejo).

El piloto se arrollará en el cabrestante de freno, sujetando el cable de tierra mediante la camisa o el útil correspondiente de tiro, en un punto comprendido entre el devanador y el freno. Se pasará de este modo el cable de tierra por el freno hasta la salida de éste y en este momento se coloca el dispositivo antitorsión.

Durante el tendido se mantendrá la tensión mecánica suficiente para evitar que el cable roce en el suelo o en cualquier otro obstáculo que pueda causar daño al cable.

La tensión de tendido, el número de poleas y la velocidad de tendido, afecta a la suavidad del tendido y mantenimiento de la calidad del cableado del cable.

Los valores recomendados para estos parámetros son:

- Velocidad del tendido de 10 a 15m/min.
- Máxima tensión del tendido 500kg.
- Número máximo de vanos 15.

4.2.12 Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos

Los apoyos llevarán la siguiente identificación:

- Numeración.
- Nombre de la Línea.
- Advertencia de riesgo eléctrico.

4.2.12.1 Fijación de la identificación

En el caso de la numeración, ésta irá rotulada con plantilla.

Las placas con el nombre de la línea y con la advertencia de riesgo eléctrico se sujetan de la forma que se describe a continuación, siempre y cuando el montante del apoyo traiga de fábrica un taladro exprofeso para su fabricación. Se prohíbe terminantemente realización de taladros para la fijación de las placas.

Para la fijación de la placa se empleará uno de estos métodos.

- *Brida + Prolongación.*

La brida se sujeta al montante del apoyo, y la placa se fija en la prolongación.

- *Cinta adhesiva de doble cara de espuma acrílica.*

Se prestará especial atención en la esmerada limpieza de las partes a unir.

4.2.12.1.1 *Líneas de media tensión*

Cada apoyo dispondrá de:

- Una numeración de apoyo.
- Una placa de advertencia de riesgo eléctrico con adicional del tipo CE-21 según documento PRA - 1.4 - 10 de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS).

4.2.12.1.2 *Líneas de transporte*

Cada apoyo dispondrá de:

- Dos numeraciones de apoyo
- Dos nombres de la línea. En caso de simple circuito, en el sentido de la línea y en las caras anterior y posterior del mismo. En caso de doble circuito, dos identificaciones.
- Dos placas de advertencia de riesgo eléctrico con adicional del tipo CE-29 según documento PRA - 1.4 - 10 de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS). Se colocarán de forma que sean visibles, y nunca en la misma cara de apoyo.



4.2.13 Zanjas

4.2.13.1 Zanjas en Tierra

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entubaciones.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

El tubo de P.E a instalar irá instalado a 6cm del fondo de la zanja, que irá recubierto hasta una altura de 30cm desde el fondo de la zanja por hormigón en masa del tipo HM-20 .

Encima de la capa de hormigón, se rellenará la zanja con tierra debidamente compactada. La compactación será mecánica mediante tongadas de espesor máximo de 30cm, debiendo alcanza una densidad mínima de 0.95% P.M.. A 15cm de la superficie, se colocará una cinta de aviso de riesgo eléctrico. Esta cinta será de PE ó PP sustituyendo la tradicional capa de ladrillo.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.



Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

1) Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,75 m. de anchura media y profundidad 0,90 m para acera o 1,10 para calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

4.2.13.2 Zanjas en Roca

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

4.2.14 Cruces

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- B) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- C) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- D) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

4.2.14.1 Materiales

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. Provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-200 de fraguado lento.



c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceas, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) agua - se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) mezcla - la dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

4.2.14.2 Dimensiones y Características Generales de Ejecución

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será como mínimo de 16 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma que dando reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo.

Una vez tendido el cable estas calas se tapan cubriendo previamente el cable con canales medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 6 cm de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí un mínimo de 4 cm procediéndose a continuación a hormigonar los hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma decapa.



Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

4.2.15 Tendido de cables en Tubulares

1) Tendido en tubulares

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

4.2.16 Montajes

4.2.16.1.1 Botellas Terminales

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

4.2.16.2 Autoválvulas y Seccionador

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de conversión A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ohmios.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. f inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

4.2.16.3 Herrajes y Conexiones

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

4.2.16.4 Colocación de Cables en Tubos y Engrapado en Columna (entronques aéreo-subterráneos)

La conversión de línea aérea en subterránea se efectuará en un apoyo metálico. El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida por el apoyo hasta la línea aérea, irá protegido con un tubo de hierro galvanizado o bien, tubo de PVC 10at, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 6 m por encima del nivel del terreno. Se instalará un tubo por cada cable unipolar MT.



El engrapado del cable se hará en tramos de uno o dos metros, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislamiento del cable.

El taponado del tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno o en su defecto, con cinta adhesiva o de relleno, pasta que cumpla su misión de taponar, no ataque el aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo para los cables con aislamiento seco. Los de aislamiento de papel se taponarán con un rollo de cinta Tupir adaptado a los diámetros del cable y del tubo.

4.2.17 Transporte de bobinas de cable

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

4.3 CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

4.3.1 INSTALACIÓN DE EDIFICIOS PREFABRICADOR DE SUPERFICIE

Las condiciones de instalación de los Centros de Transformación independientes en edificios prefabricados de hormigón (EP) de superficie serán las siguientes:

El terreno sobre el cual deba ir situado el EP deberá haberse compactado previamente con un grado de compactación no menor al 90% de la densidad correspondiente para los materiales de relleno en el ensayo Próctor Modificado. La presión que el EP ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm².

Se realizará la excavación del foso con las medidas indicadas por el fabricante, en función del modelo de EP a instalar.

Una vez realizada la excavación, y en primer lugar, se realizará el electrodo de puesta a tierra compuesto por el anillo conductor de 50 mm² Cu y el número de picas en función de la resistividad del terreno de acuerdo con el diseño del proyecto, y se medirá siempre el valor de la resistencia depuesta a tierra, siendo éste igual o inferior al calculado.

Siempre que el desarrollo urbanístico del entorno lo permita, se realizará una acera perimetral de hormigón de 1 m de ancho, o como mínimo en la zona de acceso al CT, a fin de tener un terreno de resistividad superficial elevada, y como medida de seguridad adicional.

Las dimensiones de la excavación a realizar para la instalación del edificio prefabricado PFU serán de 6,88m de ancho x 3,18 m de fondo x 0,56 m de profundidad.

Para su ejecución, se recomienda tener en cuenta las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Real Decreto 1627/1997 de 24.10. Entre otras:

- Antes de iniciar la apertura, realizar un estudio previo del terreno con objeto de conocer su estabilidad y la posible existencia de conducciones.
- Evitar la acumulación del material excavado y equipos junto al borde de la excavación, tomándose las precauciones que impidan el derrumbamiento de las paredes y la caída al fondo de dichos materiales.



- Como norma general, mantener alrededor de la excavación una zona igual a 3000mm libre de cargas y de circulación de vehículos.
- En caso de lluvias y encharcamientos revisar minuciosamente y detalladamente la excavación por un técnico competente antes de reanudar las obras. Efectuar el achique inmediato de las aguas que afloran o caigan en el interior de la excavación para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- No deben instalarse en el interior de la excavación máquinas accionadas por motores de explosión que generen gases como el CO, a no ser que se utilicen los equipos necesarios para su extracción.
- Los operarios que trabajen en el interior de la excavación deben estar debidamente formados e informados y provistos de casco de seguridad y de las prendas de protección necesarias para cada riesgo específico.

4.3.2 PROTECCIONES CONTRA AGENTES EXTERNOS

Ninguna de las aberturas del CT permitirá el paso de cuerpos sólidos de más de 12 mm de diámetro. Si las aberturas están próximas a partes en tensión, no permitirán el paso de cuerpos de más de 2,5 mm, y además existirá una disposición laberíntica que impida contactar con puntos en tensión.

4.3.3 VENTILACIÓN

La evacuación del calor generado en el centro de transformación deberá realizarse por circulación natural de aire.

4.3.4 CANALIZACIONES

Los tubos de entrada y salida de cables al CT se ejecutarán con una inclinación mínima del 2% descendente hacia el exterior.

Para evitar la entrada de roedores, una vez colocados los cables se obstruirán los tubos vacíos y los huecos libres en los llenos con materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del CT los cables se instalarán directamente enterrados, excepto cuando atraviesen otros locales como sótanos o garajes, en cuyo caso se colocarán en el interior de tubos de acero de 15 cm de diámetro como mínimo. En cualquier caso, se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento una adecuada protección mecánica de los cables, así como su fácil identificación.

4.3.5 POZO DE RECOGIDA DE ACEITE

El edificio prefabricado dispondrá de un pozo de recogida de aceite por máquina, con revestimiento resistente y estanco, con la finalidad de permitir la evacuación y extinción de un eventual derrame.

Se preverá además un cortafuegos en la parte superior, compuesto por un lecho de guijarros de más de 5 cm de diámetro.

El pozo, en sus dimensiones y características constructivas, se ajustará a las unidades prototipo.

4.3.6 CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA

La carpintería será metálica y protegida contra la oxidación, en el caso de estar formada por perfiles de acero, mediante galvanizado o pintura antióxido.

4.3.6.1 Puertas

Las puertas se abrirán hacia el exterior.

Las puertas para acceso tendrán las dimensiones apropiadas a sus características, corresponderán a las unidades prototipo y tendrán una protección contra el fuego de acuerdo con el DB-SI del Código Técnico de la Edificación.

4.3.6.2 Rejillas para ventilación

Los huecos de ventilación se cerrarán mediante rejillas que impidan la entrada de agua y pequeños animales o la introducción desde el exterior de objetos metálicos que puedan contactar con puntos en tensión.

Las rejillas se ajustarán en sus dimensiones y características constructivas a las de cada Centro de Transformación

4.3.6.3 Tapas para canales de cables

Los canales o fosos de cables irán cubiertos, en la parte no ocupada por las propias celdas, por una serie de tapas de chapa estriada, hormigón o suelo técnico apoyadas sobre un cerco bastidor constituido por perfiles recibidos en el piso.

El marco soporte y las tapas, si son metálicos, estarán conectados al circuito de tierras general.

4.3.6.4 Cortafuegos en foso de recogida de aceites

Estará constituido por un cerco o marco metálico formado por perfiles que sujetan una reja de ployé que contenga los guijarros que hacen la función de cortafuegos en el caso de derrame de aceite del transformador.

Las dimensiones y características constructivas se ajustarán a las de cada Centro de Transformación.

4.3.6.5 Pantalla de protección del transformador

Con la finalidad de aislar y evitar posibles contactos accidentales con el transformador, se dispondrá de una pantalla de protección, para cada transformador del centro de transformación.

Los elementos que componen la pantalla de protección y el montaje de los mismos se ajustarán a las de cada Centro de Transformación.

En caso de que la pantalla sea metálica, estará conectada al circuito de tierras general.

4.3.7 PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIDAD

El CT estará construido de manera que su interior constituya una superficie equipotencial.

En el fondo de la solera de cimentación del CT se instalará, a una profundidad de 80 cm, el electrodo de puesta a tierra, que estará formado por picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud unidas entre sí mediante cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección formando un anillo cuadrado o rectangular.

Las puertas y rejillas del centro de transformación no tendrán contacto eléctrico con las masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

Todas las partes metálicas empleadas en la fijación de los materiales de alta tensión y la cuba del transformador de potencia, irán unidas a la misma red de tierras.

4.3.8 CELDAS DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

Una vez descargadas con ayuda de una grúa, se alineará la primera celda exactamente sobre su cimentación y/o bastidor, y se fijará provisionalmente para deslizamientos. Las demás celdas se irán adosando sucesivamente a las ya colocadas, ayudándose cuidadosamente por medio de palancas si es necesario. Una vez situadas en su lugar todas las celdas, se alineará el conjunto y se ensamblarán entre sí mediante los tornillos. Seguidamente se procederá a montar las cubreras, puertas y paneles.

Al objeto de asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos de corte y seccionamiento, es imprescindible procurar una correcta nivelación. Las celdas deberán descansar sobre sus 4 puntos de apoyo y todo el grupo sobre el mismo plano, de tal forma que no existan deformaciones ni alabeos de las superficies de apoyo por esfuerzos transmitidos por las celdas adyacentes mal asentadas o por las barras de unión de los polos de los interruptores-seccionadores.

Una vez acoplados todos los grupos, se unirán a las barras colectoras mediante puentes de unión con tornillos, teniendo en cuenta efectuar cuidadosamente el apriete de dichos tornillos, acopiándose a continuación las barras de tierra.

A continuación se procederá al anclaje definitivo de la celda a la fundación.

Para el montaje de los cables se retiran las partes desmontables de la placa de fondo para dejar libre acceso a la zona de trabajo, marcándolas debidamente con el fin de que, posteriormente puedan ser colocadas en su correspondiente lugar.

Con temperaturas inferiores a 0°C no deben ser instalados los cables, pues pueden sufrir daños en el aislamiento al curvarlos.

Empujando lentamente desde abajo, y al mismo tiempo tirando desde arriba de los cables, se introducen estos en la unidad.

Deberá evitarse que el extremo del cable choque contra alguna parte inferior de la unidad con el riesgo de arañarlo.

Es importante colocar los cables de tal manera que sus extremos puedan subirse unos 50 cm para la preparación de las botellas o para la fijación de terminales.

Durante la operación de montaje de celdas se establecerá la continuidad de todo el circuito general de tierra de las celdas.

La conexión exterior al circuito de tierra puede realizarse en cualquiera de las celdas a conveniencia.

4.3.9 TRANSFORMADOR

El transformador será depositado lo más próximo a su celda. Desde allí será arrastrado preferentemente sobre planchas metálicas, hasta su celda, colocándolo sobre las vigas de sustentación.

4.3.10 CUADROS DE BT

Los cuadros de baja tensión modulares se recibirán sobre el paramento asignado, anclándolo al bastidor instalado a tal efecto.

4.3.11 PUENTES DE AT y BT

Los cables de alimentación al transformador saldrán de su celda correspondiente y discurriendo por canal de cables y/o por tubos accederán a las bornas de AT del transformador.

Los recorridos de los cables serán lo más cortos posible. Se tendrá en cuenta también los radios de curvatura mínimos a que deben someterse los cables, que serán los que marquen los fabricantes y la norma UNE correspondiente.

Las conexiones desde el transformador al cuadro de BT se realizarán con el número de ternas de cables indicado en el Proyecto. Se elegirá el recorrido más corto posible, sin que dificulte la colocación del transformador. Ningún circuito de BT se situará sobre la vertical de los circuitos de AT.

Se tendrá especial cuidado en colocar los cables de modo que no tapen, ni siquiera parcialmente, los huecos o rejillas de ventilación, procurando dejarlos bien peinados y colocados de modo que la evacuación de calor sea la mejor posible.

El cable deberá estar cortado con sierra y no con tijera o cizalla, colocándose en los extremos el terminal a compresión correspondiente a la sección del cable, no permitiendo en ningún caso ampliar el diámetro primitivo del orificio de dicho terminal.

4.3.12 PUESTA A TIERRA

El cálculo de la instalación de puesta a tierra de los CT se realizará según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA y aprobado por la Dirección General de Energía del Ministerio de Industria con fecha 2 de febrero de 1989.

Se dispondrán dos sistemas de puesta a tierra independientes entre sí, una puesta a tierra de protección (general) y otra puesta a tierra de servicio (neutro de baja tensión).

Las puestas a tierra se ejecutarán de la forma indicada en la Memoria del presente Proyecto Tipo, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación entre circuitos, constitución y valores deseados para las resistencias de puesta a tierra.

En ninguno de los dos sistemas de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que aseguren una perfecta unión, de forma que no haya peligro de aflojarse o soltarse. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente.

Así mismo estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

4.3.13 RECEPCIÓN DE LA OBRA

En la recepción provisional de las obras se verificarán los siguientes conceptos:

4.3.13.1 Resistencia de aislamiento

Se medirá la resistencia de aislamiento en los siguientes elementos:

Cables de 3ª Categoría de alimentación al CT

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Cables de 3ª Categoría de alimentación al transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre AT y BT, entre AT y masa y entre BT y masa, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.



4.3.13.2 Instalación de puesta a tierra

Se medirán las resistencias de puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto y se comprobará que los valores obtenidos son inferiores a los valores requeridos en la reglamentación vigente.

Se verificará, igualmente, que la separación entre ambos circuitos de tierra es adecuada, así como la buena ejecución y estado de la instalación.

4.3.13.3 Elementos de maniobra

Los elementos de maniobra instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará que están perfectamente identificados y se actuará sobre los distintos dispositivos verificando su correcto funcionamiento.

4.3.13.4 Elementos de protección

Los elementos de protección instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará el buen funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

4.3.14 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El CT deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del CT no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

El equipamiento eléctrico debe estar correctamente señalizado y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Para la realización de las maniobras en el CT se utilizará la banqueta y los guantes aislantes, actuándose sobre las palancas de accionamiento previstas a tal efecto en las celdas.

Los elementos de seguridad (banqueta, pértiga, guantes, etc.) deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Se colocará la placa de instrucciones de primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán de forma gráfica y clara las marcas e indicaciones pertinentes para su correcta manipulación.

4.3.14.1 Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras para la puesta en servicio del CT estará perfectamente adiestrado y debidamente autorizado por ENDESA DISTRIBUCIÓN.

Las maniobras se realizarán con el siguiente orden: primero se conectará el interruptor-seccionador de la función de línea, después el interruptor-seccionador o interruptor automático de protección del transformador, con lo cual tendremos el transformador trabajando en vacío para hacer las comprobaciones oportunas, tras las que se procederá a conectar la BT.



4.3.14.2 Separación del servicio

Las maniobras de separación del servicio se ejecutarán en orden inverso a las descritas para la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el (los) seccionador(es) de puesta a tierra de la(s) posiciones de línea.

4.3.14.3 Mantenimiento

Será realizado siempre por personal autorizado por ENDESA DISTRIBUCIÓN y de acuerdo a los protocolos establecidos por dicha compañía. En cualquier caso, se deberán tomar las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Las celdas prefabricadas precisan un mantenimiento muy reducido, al estar su aparamenta encapsulada en una cuba rellena con gas SF6 a presión.

5 RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, el Ingeniero-Director de obra procederá, en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de obra.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrada su correcto funcionamiento.

5.1 RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por el Ingeniero-Director de obra en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento. Igualmente se comprobará que la realización de las obras de tierra y hormigonado y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto y terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará atención sobre la verificación de los siguientes puntos:

- Secciones, tipos de conductores y cables utilizados.
- Formas de ejecución de los terminales, derivaciones, apoyos, cimentaciones, empalmes y conexiones en general.
- Condiciones de cruzamientos, de paralelismo y proximidad y comprobación de distancias mínimas.
- Operaciones de desenrollo de cables en bobinas.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación.



5.2 PRUEBAS Y ENSAYOS

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

La resistencia de aislamiento en Ohmios no será inferior a 1000 U, siendo U la tensión de servicio en voltios.

El Ingeniero-Director de obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará un reconocimiento adicional de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

Se volverá a medir la resistencia de aislamiento que deberá permanecer por encima de los mínimos admitidos.

6 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

6.1 GENERALIDADES

Las obras ejecutadas se medirán por su volumen, peso, superficie, longitud o simplemente por el número de unidades, de acuerdo con la definición de unidades de obra que figura en el presupuesto, y se abonarán a los precios señalados en el mismo.

En los precios del presupuesto se consideran incluidos:

- Los materiales con todos sus accesorios a los precios resultantes a pie de obra que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- La mano de obra, con sus pluses y cargas más seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- En su caso, los gastos de personal, combustible, energía, amortización, conservación, etc., de la maquinaria que se prevé utilizar en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes y talleres; los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra; los causados por los medios y obras auxiliares, incluidos desescombros y transportes a vertederos autorizados, los ensayos de los materiales y los detalles imprevistos, que al ejecutar las obras deban ser utilizados o realizados.

La medición y abono al Contratista de obras ejecutadas, debe referirse a unidades totalmente terminadas, a juicio exclusivo del Ingeniero-Director de obra o su representante. Solamente en casos excepcionales se incluirán obras incompletas y acopios de materiales. Los materiales acopiados se abonarán, como máximo, a las 4/4 partes del importe que les corresponda dentro de la descomposición de precios.

Las unidades de obra que por una mayor facilidad al confeccionar los presupuestos se hayan agrupado para constituir un presupuesto parcial, deberán medirse y abonarse individualmente.



La medición de las unidades de obra ejecutadas se llevará a cabo conjuntamente por el Ingeniero-Director de obra y el Contratista, siendo de cuenta del Contratista todos los gastos de materiales y personal que se originen.

6.2 ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS

Las partidas alzadas consignadas en el presupuesto, serán de abono íntegro, salvo que en el título de la partida se indique expresamente que es a justificar, lo que deberá hacerse con precios del proyecto, siempre que sea posible, y en caso contrario con precios contradictorios.

El abono íntegro de la partidaalzada se producirá cuando hayan sido completa y satisfactoriamente ejecutadas todas las obras que en conjunto comprende. En ningún caso podrá exigirse por el Contratista cantidad suplementaria alguna sobre el importe de la partidaalzada, a pretexto de un mayor coste de las obras a realizar con cargo a la misma.

6.3 ABONO DE LA CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN DE LAS OBRAS

Para el abono de los gastos de conservación y reparación que figuren en el presupuesto compartidas alzadas, se atenderá a lo indicado en el apartado anterior.

Cuando no se prevea en el presupuesto cantidad alguna para la conservación y reparación de las obras que constituyen un artículo del mismo, se supondrá que su importe está incluido en el precio de las unidades de obra correspondiente.

6.4 ABONO DE LOS MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES DE LOS ENSAYOS Y DE LOS DETALLES IMPREVISTOS

No serán de abono independiente:

- Están incluidas en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y para garantizar la seguridad de las mismas tales como: herramientas, aparatos, maquinaria, vehículos, gomas andamios, cimbras, estibaciones, desagües, protecciones, para evitar la entrada de agua superficial en las excavaciones y centros de transformación, etc.
- Los gastos ocasionados por la realización de los ensayos que la Dirección de Obra juzgue necesarios para comprobar que los materiales cumplen las condiciones exigidas. No obstante, estos gastos deberán ser pagados por el Contratista.
- Lo mencionado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y emitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre ellos, prevalecerá lo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares

Los detalles de las obras imprevistos por su minuciosidad en planos y Pliegos de Condiciones, y que a juicio exclusivo de la Dirección de obra, sin separarse del espíritu y recta interpretación de aquellos documentos, sean necesarios para la buena construcción y perfecta terminación y remate de las obras, serán de obligada ejecución para el Contratista.



7 CONDICIONES DE MANTENIMIENTO, USO Y SEGURIDAD

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de Alta Tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal. Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

7.1 MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN

- *Conductores.*

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual la resistencia mecánica, la resistencia a la corrosión y se medirá el aislamiento de los conductores entre fases y entre cada fase y neutro.

- *Protecciones mecánicas y de señalización.*

Estado de las mismas.

- *Terminales y empalmes.*

Revisión de empalmes y conexiones. Revisión del estado cajas terminales.

- *Elementos de protección y maniobra.*

Cada 2 años se comprobará el funcionamiento de todas las protecciones y elementos de maniobra por personal especializado.

- *Tomas de tierra.*

Una vez al año y en la época más seca, se revisará la continuidad del circuito y se medirá la puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se descubrirán para examen los conductores de enlace en todo su recorrido, así como los electrodos de puesta a tierra.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen.

Revisión general de la instalación cada 10 años por personal cualificado.

En general, estas operaciones de mantenimiento, conservación y mejora sobre las Líneas Eléctricas en Alta Tensión son las siguientes:

Comprobación del estado de las líneas siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente para determinar el perfecto estado de las líneas mediante inspección visual de los diferentes elementos de las mismas: apoyos, conductores, herrajes, aisladores y otros componentes, con la verificación de la inexistencia de venas rotas, realizando una revisión exhaustiva de la línea, subiendo a los apoyos y desengrapando el conductor.



Cambio de aisladores y herrajes, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente, para sustituir aquellos que estén defectuosos, comprobando que se sube la cadena: en apoyos de ángulo o alineación, procediendo a aflojarla y cambiando el aislador o herraje, de acuerdo con los procedimientos establecidos y tensando el conductor en los apoyos de amarre, soltando la cadena y procediendo al cambio del aislador o herraje defectuoso.

Reparación de conductores, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente para sustituir aquellos que estén defectuosos, utilizando «armor-rod» o preformados en caso de rotura de conductores de aluminio en las grapas o en los vanos y realizando empalmes completos en caso de rotura del alma de acero mediante empalmes preformados, utilizando máquina de presión.

Realización de trabajos de sustitución de otros elementos de la línea, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente, para evitar averías, verificando el estado de separadores y apoyos, reparando y sustituyendo en caso de que se encuentren rotos o defectuosos, revisando la pintura o protección galvanizada, verificando la ausencia de oxidaciones, colocando balizas en vanos y protecciones salva-pájaros en apoyos cuando sea necesario, según la normativa vigente, realizando el suplementado de apoyos cuando los parámetros de la línea no se ajusten a lo establecido en los reglamentos, y reponiendo o reparando la red de tierras que hubieran podido ser dañadas por trabajos sobre el terreno y midiendo la resistencia de la toma de tierra con telurómetro.

Realización de operaciones de limpieza de calles, utilizando el equipo adecuado, para evitar averías y posibles accidentes, eliminando el ramaje, árboles o arbustos que puedan afectar a la seguridad de la línea.

7.2 Reparación. Reposición

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

7.3 Medidas de seguridad

Medidas de seguridad en obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas deberá actuarse de la siguiente forma:

1. Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.
2. Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.



3. Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de del Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- a) Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
- b) Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

El riesgo de accidente eléctrico en los trabajos realizados en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión puede aumentar considerablemente cuando se manipulan elementos de gran longitud, como perfiles o tubos metálicos, o se utilizan equipos de trabajo como escaleras, grúas y vehículos con brazos articulados o prolongaciones de longitud suficiente para entrar en zonas de peligro o en contacto con líneas eléctricas aéreas en las que, habitualmente, el sistema de protección general está confiado a la distancia a la que se sitúan los conductores respecto al suelo, edificaciones, etc., de acuerdo con lo establecido en los reglamentos electrotécnicos.

A este respecto, algunos de los equipos y materiales que pueden aumentar el riesgo de accidente eléctrico en los trabajos en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión son los siguientes:

Lista no exhaustiva de elementos que pueden aumentar el riesgo de accidente en los trabajos en proximidad de líneas aéreas.

- **MÁQUINAS Y VEHÍCULOS**

Grúas torre, Grúas móviles, Palas excavadoras, Camiones con volquete, polipastos o similares, Plataformas elevadoras y Brazos hidráulicos elevadores.

- **OTROS EQUIPOS DE TRABAJO**

Escaleras extensibles, Escaleras de mano, Andamios metálicos

- **MATERIALES**

Tubos y perfiles metálicos, Cables y alambres, Árboles, ramas y madera húmeda.

Equipos que pueden aumentar el riesgo de accidente eléctrico en los trabajos en proximidad de cables subterráneos

Máquinas excavadoras, Máquinas perforadoras, Martillos neumáticos.

Además de lo anterior, será necesario incluir en las instrucciones de trabajo las restricciones impuestas a la utilización de materiales tales como escaleras de mano u objetos metálicos de gran longitud. También deberá tenerse en cuenta los movimientos incontrolados de cables o alambres que pueden entrar en contacto con elementos en tensión; por ejemplo, cuando pueden caer sobre los conductores de una línea debido a una rotura o por el movimiento en forma de látigo causado por dicha rotura.



En el caso de que los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación desde la que pudieran alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberán poner barreras y/o instalar dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo.

Junto a ello, es esencial la función de vigilancia del «trabajador autorizado», quien debe controlar en todo momento las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

La necesidad de transitar bajo líneas eléctricas aéreas con vehículos o maquinaria de obra que puedan implicar un riesgo de entrar en la zona de peligro es otra de las situaciones que pueden presentarse. Una forma de prevenir este riesgo es la instalación de pórticos limitadores de altura adecuadamente señalizados.

Por otra parte, los trabajadores que deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamiento necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión y, antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Finalmente, para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con máquinas excavadoras, martillos neumáticos u otros equipos, en zonas donde pudieran existir cables subterráneos, es preciso investigar la existencia y trazado de los mismos (por ejemplo, consultando los archivos municipales y solicitando información a la compañía eléctrica propietaria).

Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se recomienda suprimir la tensión antes de iniciar la excavación. Con máquinas excavadoras no es aconsejable llegar a menos de un metro del cable y con martillos neumáticos hasta 0,5 metros, concluyendo los últimos centímetros con el auxilio de herramientas manuales, para reducir el riesgo de perforar el cable.

8 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICO PARTICULAR LÍNEA SUBTERRÁNEA

8.1 Ejecución de la obra

8.1.1 Trazado

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se vayan a abrir las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen puentes o llaves para la contención del terreno. Si se conocen las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones necesarias.

Se realizará la señalización de los trabajos de acuerdo con la normativa vigente y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos y personal.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar

8.1.2 Demolición de pavimentos

Se efectuará con medios manuales o mecánicos, trasladando a vertedero autorizado los cascotes y tierras sobrantes.

Para dar cumplimiento a la normativa sobre emisiones de ruido en la vía pública, las herramientas neumáticas que hayan de utilizarse, así como los compresores, serán del tipo insonorizados.

Cuando se trate de calzadas con mortero asfáltico u hormigón en masa se efectuara previamente un corte rectilíneo de una anchura 5-10 cm superior a la anchura de la zanja tipo.

8.1.3 Apertura de zanjas

Antes del inicio de la obra se obtendrá de las Empresas de Servicios la afectación que la traza indicada en el plano de obra tiene sobre sus instalaciones. Será responsabilidad de la Empresa que ejecuta los trabajos, cualquier daño ocasionado a terceros.

Se iniciará la obra efectuando catas de prueba con objeto de comprobar los servicios existentes y determinar la mejor ubicación para el tendido.

Al marcar el trazado de zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar en los cambios de dirección.

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

En el caso de que exista o se prevea la instalación de nuevos servicios y estos comprometan la seguridad del tendido de la red subterránea de MT, se aumentará la profundidad de la zanja.

Se procurará dejar un espacio mínimo de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deberán tomar las precauciones precisas para no tapar con tierra los registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.



Si existen árboles en las inmediaciones de la ubicación de la canalización, se definirán con el servicio de conservación de parques y jardines del Ayuntamiento, o con el Organismo que corresponda las distancias a mantener.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública, se dejarán los pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial del Organismo competente

En el caso de construcción de nuevas tubulares para cruces, se procederá a la realización de las mismas por carriles de circulación, abriendo y tapando sucesivamente hasta el último en que se colocarán los tubos, se hormigonarán y se continuará con los tramos anteriores.

Cuando la naturaleza del tráfico rodado permita la colocación de planchas de hierro adecuadas, no se tapaná la zanja abierta, teniendo la precaución de fijarlas sobre el piso mediante elementos apropiados.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las indicadas en el proyecto.

El fondo de la zanja deberá estar en terreno firme para evitar corrimientos en profundidad que pudieran someter a los cables a esfuerzos por estiramiento.

8.1.4 Canalizaciones

Las zanjas a construir deberán ser paralelas a la línea de bordillo a una distancia tal que permita salvar los albañales de recogida de aguas y futuras construcciones de éstos.

En el caso de tubulares directamente enterrados estos se instalarán sobre un lecho de arena y posteriormente serán cubiertos también con arena. Las dimensiones serán las indicadas en el proyecto.

En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

Para tubos en dado de hormigón las embocaduras se dispondrán para que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro de los cables.

Previamente a la instalación del tubo, el fondo de la zanja se cubrirá con una lechada de hormigón HNE-15/B/20 de 6 cm de espesor.

El bloqueo de los tubos se llevará a cabo con hormigón de resistencia HNE-15/B/20 cuando provenga de planta o con una dosificación del cemento de 200 kg/m³ cuando se realice a pié de obra, evitando que la lechada se introduzca en el interior de los tubos por los ensambles. Para permitir el paso del hormigón se utilizarán separadores de tubos.

Terminada la tubular, se procederá a su limpieza interior.

El hormigón de la tubular no debe llegar hasta el pavimento de rodadura, pues facilita la transmisión de vibraciones. Cuando sea inevitable, debe intercalarse una capa de tierra o arena que actúe de amortiguador.

Los tubos quedarán sellados con espumas expandibles impermeables, yeso o mortero ignífugo.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones, se situarán a distinta profundidad los tubos previstos para la MT y para la BT.

En tramos largos se evitará la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.



8.1.5 Transporte, almacenamiento y acopio de los materiales a pie de obra

El transporte y manipulación de los materiales se realizará de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y evitando que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el acopio no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera o un embalaje adecuado.

Las bobinas se transportarán siempre de pie. Para su carga y descarga deberán embragarse las bobinas mediante un eje o barra de acero alojado en el orificio central. La braga o estrobo no deberá ceñirse contra la bobina al quedar ésta suspendida, para lo cual se dispondrá de un separador de los cables de acero. No se podrá dejar caer la bobina al suelo, desde la plataforma del camión, aunque este esté cubierto de arena.

Los desplazamientos de la bobina por tierra se harán girándola en el sentido de rotación que viene indicado en ella por una flecha, para evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando deba almacenarse una bobina en la que se ha utilizado parte del cable que contenía, se sellarán los extremos de los cables mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad. Las bobinas no se almacenarán sobre un suelo blando.

8.1.6 Tendido de cables

8.1.6.1 Emplazamiento de las bobinas para el tendido

La bobina del cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del mismo se efectúe por su parte superior, y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alineación del tendido.

Los elementos de elevación necesarios para las bobinas son gatos mecánicos y una barra de dimensiones convenientes, alojada en el orificio central de la bobina. La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

La elevación de ésta respecto al suelo es deben ser de unos 10 ó 15 cm como mínimo.

Al retirar las duelas de protección, se cuidará hacerlo de forma que ni ellas ni el elemento empleado para desclavarlas pueda dañar el cable.

8.1.6.2 Ejecución del tendido

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados, no se permitirá el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad y asegurar la estanquidad de los conductores.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En ningún caso, el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las normas UNE correspondientes, relativas a cada tipo de cable.

El deslizamiento del cable se favorecerá con la colocación de rodillos preparados al efecto; estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro, dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impidan que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Esta colocación, será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que faciliten el deslizamiento, deben disponerse otros verticalmente, para evitar el ceñido del cable contra el borde de la canalización en el cambio de sentido. Igualmente debe vigilarse en las embocaduras de los tubulares donde deben colocarse protecciones adecuadas.

Para evitar el roce del cable contra el suelo a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

En general el tendido de los conductores se realizará mediante dispositivos mecánicos (cabestrante o máquina de tiro y máquina de frenado). Sólo en líneas de pequeña entidad se permitirá el tendido manual y, en cualquier caso, será obligatorio el uso de cables piloto.

Las máquinas de tiro estarán accionadas por un motor autónomo, dispondrán de rebobinadora para los cables piloto y de un dispositivo de parada automática.

Las máquinas de frenado dispondrán de dos tambores en serie con acanaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor (de aluminio, plástico, neopreno...), cuyo diámetro no sea inferior a 60 veces el del conductor que se vaya a tender.

Los cables piloto para el tendido serán flexibles, antigiratorios y estarán dimensionados teniendo en cuenta los esfuerzos de tendido y los coeficientes de seguridad correspondientes para cada tipo de conductor. Se unirán al conductor mediante manguitos de rotación para impedir la torsión.

Para permitir la fijación del cable a la cuerda piloto del tren de tendido la guía del extremo se colocará una mordaza tiracables a la que se sujetará la cuerda piloto.

Estas mordazas, consisten en un disco taladrado por donde se pasan los conductores sujetándolos con manguitos mediante tornillos. El conjunto queda protegido por una envolvente, (el disco antes citado va roscado a éste interiormente) que es donde se sujeta el fiador para el tiro.

La tracción para el tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno puedan desplegarse los conductores. Deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie y no será superior a 3 kg/mm² para cables unipolares de aluminio según UNE 211620.

Una vez definida la tracción máxima para un conductor, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los conductores en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante habrá de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzcan elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán en la longitud indicada en el proyecto o en su defecto por el técnico encargado de obra.



Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas. Si involuntariamente se causa alguna avería en dichos servicios, al terminar el trabajo, las instalaciones averiadas deberán dejarse en las mismas condiciones que se encontraban primitivamente.

No se pasarán por un mismo tubo más de una terna de cables unipolares.

Los extremos de los tubulares deberán quedar sellados.

8.1.7 Protección mecánica y señalización

El cable se protegerá mecánicamente mediante placa de polietileno normalizada, según se indica en los planos correspondientes y solamente para cable en tubo directamente enterrado.

Adicionalmente, todo conjunto de cables deberá estar señalado por una cinta de atención colocada a la distancia indicada en el correspondiente plano.

8.1.8 Cierre de zanjas

En tubo directamente enterrado, en el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena de río de un espesor de 5 cm sobre la que se depositará el tubo a instalar, que se cubrirá con otra capa de arena de idénticas características hasta la altura indicada en el proyecto; sobre esta se colocará como protección mecánica placas de plástico sin halógenos (PE) colocadas longitudinalmente al sentido del tendido del cable.

En todos los casos, incluido el tubo hormigonado, a continuación se extenderá otra capa, con tierra procedente de la excavación, de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Esta capa de tierra estará exenta de piedras o cascotes, en general serán tierras nuevas. A continuación, se rellenará la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado. Se instalará la cinta de señalización que servirá para indicar la presencia de los cables durante eventuales trabajos de excavación según indican los planos del proyecto

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm. En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

En las zonas donde se requiera efectuar reposición de pavimentos, se rellenará hasta la altura conveniente que permita la colocación de éstos.

Finalmente se reconstruirá el pavimento, si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse durante el tiempo de garantía exigido.



Si en la excavación de las zanjas, los materiales retirados no reúnen las condiciones necesarias para su empleo como material de relleno con las garantías adecuadas, por contener escombros o productos de desecho, se sustituirán por otros que resulten aceptables para aquella finalidad. En cualquier caso se atenderá a lo que establezca la Administración competente en sus Ordenanzas o en la licencia de obras (acopio obligatorio de nuevas, etc.).

8.1.9 Reposición de pavimentos

La reposición de pavimento, tanto de las calzadas como de aceras, se realizará en condiciones técnicas de plena garantía, recortándose su superficie de forma uniforme y extendiendo su alcance a las zonas limítrofes de las zanjas que pudieran haber sido afectadas por la ejecución de aquellas.

El pavimento se repondrá utilizando el mismo acabado previamente existente, salvo variación aceptada expresamente por Organismos Oficiales competentes.

En los casos de aceras de losetas, éstas se repondrán por unidades completas, no siendo admisible la reposición mediante trozos de baldosas.

En los casos de aceras de aglomerado asfáltico en las que la anchura de las zanjas sea superior al 50% de la anchura de aquéllas, la reposición del pavimento deberá extenderse a la totalidad de la acera.

8.1.10 Empalmes y terminaciones

Para la confección de empalmes y terminaciones se seguirán los procedimientos establecidos por los fabricantes aceptados por Endesa.

Los operarios que realicen los empalmes y terminaciones, conocerán y dispondrán de la documentación necesaria para su ejecución prestando especial atención en los siguientes aspectos:

- Dimensiones del pelado de cubierta, semiconductora externa e interna.
- Utilización correcta de manguitos y engaste con el utillaje necesario
- Limpieza general.
- Aplicación del calor uniforme en los termo retráctiles y ejecución correcta de los contráctiles.

Tras realizar las terminaciones, las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en ambos extremos.

8.1.11 Señalización de la obra

La señalización de las zonas de trabajo, se realizará de acuerdo con el estudio básico de Seguridad y Salud que figure en el proyecto, así como por todo lo recogido en el plan de de seguridad y salud efectuado por el contratista antes de empezar la ejecución y aprobado por el técnico de Seguridad y Salud responsable de la obra.

Los elementos que se utilicen para señalización, además de cumplir adecuadamente su finalidad fundamental, deberán mantenerse en perfecto estado de conservación.

8.1.12 Ensayo conductores

Con carácter previo a la puesta en servicio de las líneas subterráneas de Media Tensión se ensayarán los conductores de acuerdo a lo indicado en la ICT-LAT 05 y 06.

8.1.13 Recepción de obra

Como ya se ha indicado anteriormente, durante el desarrollo de las obras de construcción, EDE realizará las visitas oportunas para comprobar la correcta ejecución de los trabajos y la inexistencia de vicios ocultos en la obra.

Con carácter general se verificará la correcta ejecución de la totalidad de las instalaciones, prestando especial atención a los siguientes aspectos:

- Dimensiones de la zanja.
- Dimensiones y número de tubos.
- Paralelismo y cruzamientos con otros servicios.
- Transporte y acopio de las bobinas.
- Tendido de conductores mediante dispositivos mecánicos.
- Protección y señalización.
- Ejecución de terminaciones y empalmes.
- Reposición del pavimento.
- Ensayos.
- Plano as-built.

Noelia Solana Ramón



Zaragoza, Enero de 2020



Documento 4

PRESUPUESTO



ÍNDICE

1	PRESUPUESTO BASE LINEA AÉREA MEDIA TENSIÓN.....	2
2	PRESUPUESTO RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	3
3	PRESUPUESTO BASE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	4
5	PRESUPUESTO GENERAL.....	5



1 PRESUPUESTO BASE LINEA AÉREA MEDIA TENSIÓN

LINEA AÉREA MEDIA TENSIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
kg.	APOYO CELOSIA HASTA 4.500 DAN (POR KG)	53520,50	2,17	116.139,49
kg.	APOYO CELOSIA 7.000/ 9.000 DAN (POR KG)	24704,38	2,61	64.478,43
kg.	ARMADO TRIANGULAR (POR KG)	3002,00	1,53	4.593,06
kg.	ARMADO BOVEDA (POR KG)	3374,00	0,66	2.226,84
Ud.	CONVERSION AEREO-SUBTERRANEA MT 1C	4,00	2.399,20	9.596,80
Ud.	INSTALACION CONJUNTO PARARRAYOS MT	4,00	492,57	1.970,28
ml.	TENDIDO CIRCUITO SUP. 56 E INF.180	8233,30	3,92	32.274,54
Ud.	PAT APOYO MT/ BT ZONA NORMAL	57,00	99,17	5.652,69
Ud.	PAT APOYO CON ANILLO DIFUSOR	5,00	538,33	2.691,65
Ud.	SEÑALIZACION APOYO	62,00	10,02	621,24
Ud.	INSTALAR ANTIESCALO CHAPA O OBRA CIVIL MT / BT	5,00	1.365,89	6.829,45
ml.	FORRADO CONDUCTOR DESNUDO	158,00	87,62	13.843,96
Ud.	FORRADO GRAPA CUALQUIER TIPO	282,00	149,29	42.099,78
Ud.	UD COLOCACION BALIZA PROTECCION AVIFAUNA (HASTA 50 UDS)	50,00	54,05	2.702,50
Ud.	UD COLOCACION BALIZA PROTECCION AVIFAUNA (DESDE 50 HASTA 200 UDS)	69,00	50,12	3.458,28
Ud.	POLIM.SUSPENSION <180	14,00	81,05	1.134,70
Ud.	POLIM AMARRE < 180	48,00	58,38	2.802,24
Ud.	POLIM COMPL.FASE CENTRAL <180	48,00	16,37	785,76
Ud.	APOYO METALICO C 2000 DAN 12 M CELOSIA	3,00	647,88	1.943,64
Ud.	APOYO METALICO C 2000 DAN 14 M CELOSIA	11,00	776,79	8.544,69
Ud.	APOYO METÁLICO C 2000 DAN 16 M CELOSIA	17,00	893,74	15.193,58
Ud.	APOYO METÁLICO C 2000 DAN 18 M CELOSIA	3,00	1.032,86	3.098,58
Ud.	APOYO METÁLICO C 2000 DAN 20 M CELOSIA	4,00	1.186,54	4.746,16
Ud.	APOYO METÁLICO C 2000 DAN 22 M CELOSIA	3,00	1.328,36	3.985,08
Ud.	APOYO METÁLICO C 3000 DAN 10 M CELOSIA	1,00	671,77	671,77
Ud.	APOYO METÁLICO C 3000 DAN 12 M CELOSIA	2,00	800,59	1.601,18
Ud.	APOYO METÁLICO C 3000 DAN 14 M CELOSIA	1,00	983,76	983,76
Ud.	APOYO METÁLICO C 3000 DAN 16 M CELOSIA	2,00	1.131,45	2.262,90
Ud.	APOYO METÁLICO C 3000 DAN 18 M CELOSIA	1,00	1.330,02	1.330,02
Ud.	APOYO METÁLICO C 3000 DAN 20 M CELOSIA	1,00	1.519,42	1.519,42
Ud.	APOYO METÁLICO C 4500 DAN 16 M CELOSIA	1,00	1.535,85	1.535,85
Ud.	APOYO METÁLICO C 4500 DAN 20 M CELOSIA	1,00	2.073,34	2.073,34
Ud.	APOYO METÁLICO C 7000 DAN 14 M CELOSIA	3,00	1.607,77	4.823,31
Ud.	APOYO METÁLICO C 7000 DAN 16 M CELOSIA	4,00	1.863,86	7.455,44
Ud.	APOYO METÁLICO C 7000 DAN 18 M CELOSIA	2,00	2.133,70	4.267,40
Ud.	APOYO METÁLICO C 7000 DAN 20 M CELOSIA	1,00	2.453,62	2.453,62
Ud.	APOYO METÁLICO C 7000 DAN 22 M CELOSIA	1,00	2.744,39	2.744,39
ml.	CABLE AL-AC, LA-110	25440,00	1,02	25.948,80
ml.	CABLE CU DESNUDO 50 mm2	62,00	3,47	215,14
ml.	CABLE CU RV 0,6/1 KV 1X50 mm2	62,00	3,73	231,26
Ud.	SEMICRUCETA 1,75 M AP.500 A 4500 DAN	76,00	47,80	3.632,80
Ud.	SEMICRUCETA SC3 1,75 M AP.7000 Y 9000 DAN	22,00	75,73	1.666,06
Ud.	CRUCETA BOVEDA CB-5 M PARA APOYO METALICO ZONA A-B	14,00	345,06	4.830,84
Ud.	PARARRAYOS POLIMERICO	6,00	42,00	252,00
Ud.	AISLADOR POLIMERICO CS70AB 125/455 HASTA 24 KV	42,00	12,97	544,74
Ud.	AISLADOR POLIMERICO CS70AB 170/1150 HASTA 30 KV	282,00	24,56	6.925,92
Ud.	INTERRUPTOR-SECCIONADOR III + FUSIBLES XS	1,00	3.382,66	3.382,66
Total parcial LAMT				432.766,03 €



2 PRESUPUESTO BASE RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
ml.	TENDIDO SIMPLE MT	1003,00	4,19	4202,57
ml.	TENDIDO BAJO TUBO MT	267,00	9,53	2544,51
Ud.	CABLE 240 AL 12/20 SUBT. P/AL	3800,00	4,95	18810,00
ml.	ZANJA CABLE ENTERR. EN GRAVA O TERRIZO	497,00	21,15	10511,55
ml.	ZANJA CABLE ENTERR.EN ASFALTO U HORMIGON	769,00	43,44	33405,36
Total parcial LSMT				69.473,99 €



3 PRESUPUESTO BASE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

CENTROS TRANSFORMACIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
Ud.	EDIFICIO PREFABRICADO PFU-3 ORMAZABAL (EDIFICIO E INSTALACION)	3,00	8.400,00	25.200,00
Ud.	PROTECCION MECANICA DEFENSA TRAF0	3,00	233,00	699,00
Ud.	ACERA PERIMETRAL EDIFICIO PREFABRICADO	3,00	1.178,57	3.535,71
Ud.	CELDA DE LINEA CGMCOSMOS-I ORMAZABAL (MONTAJE Y CONEXIÓN)	4,00	3.762,50	15.050,00
Ud.	CELDA DE PROTECCION FUSIBLES CGMCOSMOS-P ORMAZABAL (MONTAJE Y CONEXIÓN)	3,00	3.612,00	10.836,00
Ud.	PUENTES MT	3,00	1.175,00	3.525,00
Ud.	TRANSFORMADORR 250 KVA	3,00	7.068,00	21204,00
Ud.	CUADRO BT	3,00	2.975,00	8925,00
Ud.	PUENTES BT	3,00	1.150,00	3.450,00
Ud.	INSTAPACION PAT DE PROTECCION CON ELECTRODOS Y CABLE CU 50 mm2	3,00	2.210,00	6.630,00
Ud.	INSTAPACION PAT DE SERVICIO CON ELECTRODOS Y CABLE CU 50 mm2	3,00	1.750,00	5.250,00
Ud.	ILUMINACION EDIFICIO DE TRANSFORMACION	3,00	600,00	1.800,00
Ud.	EQUIPO DE SEGURIDAD Y MANIOBRA	3,00	700,00	2100,00
Total parcial CT				125.004,71 €



4 PRESUPUESTO GENERAL

DENOMINACIÓN	IMPORTE (€)
LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN	432.766,03 €
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	125.004,71 €
LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN	69.473,99 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN	627.244,73 €
GASTOS GENERALES (13%)	81.541,82 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	37.634,68 €
GASTOS PROYECTO, CFO Y COORDINACIÓN	16.400,00 €
TRAMITACIÓN	22.500,00 €
SUMA	785.321,23 €
21% IVA	164.917,46 €
SUMA TOTAL	950.238,69 €

El presente presupuesto asciende a la cantidad de **"NOVECIENTOS CINCUENTA MIL DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO CON SESENTA Y NUEVE CENTIMOS"**.

Noelia Solana Ramón

Zaragoza, Enero de 2020



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Documento 5

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



ÍNDICE

1.1. INTRODUCCION.....	4
1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES	4
1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES	4
1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA	4
1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS	5
1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.....	6
1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES	6
1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES	6
1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA	7
1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE	7
1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD	7
1.2.10. DOCUMENTACIÓN.....	7
1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.....	7
1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS	8
1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD	8
1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.....	8
1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.....	8
1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	8
1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN	9
1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....	9
1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	9
1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES	9
1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES	9
1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN	10
1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.....	10
2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO	11
2.1. INTRODUCCION.....	11
2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO	11
2.2.1. CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.....	11
2.2.2. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN	13
2.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES.....	13
2.2.4. ILUMINACIÓN	14
2.2.5. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO	14
2.2.6. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.....	15
3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	15
3.1. INTRODUCCION.....	15



3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO	15
4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO	16
4.1. INTRODUCCION.....	16
4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO	17
4.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO	17
4.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES	18
4.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS	19
4.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.....	19
4.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA	20
5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION	21
5.1. INTRODUCCION.....	21
5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD	22
5.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION	22
5.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.....	23
5.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO	25
5.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.....	32
6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	33
6.1. INTRODUCCION.....	33
6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.....	33
6.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.....	33
6.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS	33
6.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS	34
6.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO	34



1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

1.1. INTRODUCCIÓN

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES

1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.



- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aun cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:



- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.



1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

1.2.10. DOCUMENTACIÓN

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.



1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas,



aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.

- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES

1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.



- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal.

En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.



2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO

2.1. INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo**, entendiéndose como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

2.2.1. CONDICIONES CONSTRUCTIVAS

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras)



deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrico de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento



de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

2.2.2. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

2.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
 - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
 - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
 - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.



2.2.4. ILUMINACIÓN

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

2.2.5. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.



2.2.6. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

3.1. INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.



Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

4.1. INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.



4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

4.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.



Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

4.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.



4.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

4.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.



Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

4.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como norma general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el



elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION

5.1. INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.



La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.**

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.



Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

5.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc.).



Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.



Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

5.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.



Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.



Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.



Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.



Alicatados

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos

Las "miras", reglas, tabloneros, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Montaje de vidrio

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.



Pintura y barnizados

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.



La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.



Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

5.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.



6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

6.1. INTRODUCCION

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las **normas de desarrollo reglamentario** las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

6.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

6.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.



6.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

6.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

Noelia Solana Ramón

Zaragoza, Enero de 2020



Documento 6

PLANOS

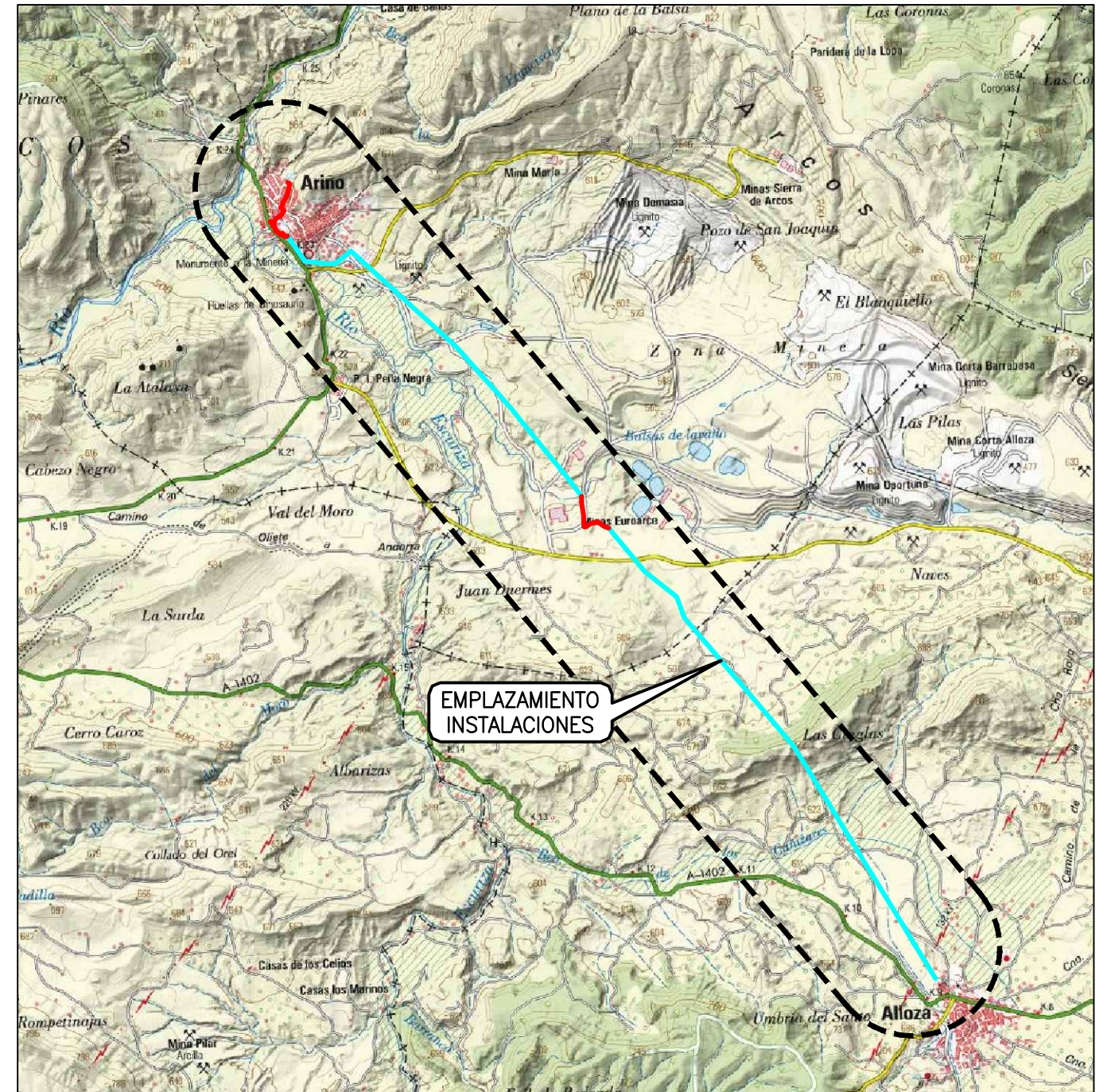
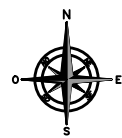


ÍNDICE DE PLANOS

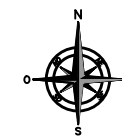
1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. PLANTA GENERAL
3. PLANTA - PERFIL
4. PLANTA LÍNEA SUBTERRÁNEA
5. AFECCIONES
 - 5.1. AFECCIÓN ENDESA.
 - 5.2. AFECCIÓN REDEXIS.
 - 5.3. AFECCIÓN DIP. GENERAL DE ARAGÓN (CARRETERAS)
 - 5.4. AFECCIÓN CONF. HIDROGRÁFICA DEL EBRO.
 - 5.5. AFECCIÓN R.E.E.
 - 5.6. AFECCIÓN TELEFÓNICA DE ESPAÑA S.A.
6. AFECCIONES MEDIOAMBIENTALES
7. APOYOS Y CIMENTACIONES
8. CRUCETAS
9. CADENAS DE AISLAMIENTO
10. RED DE TIERRA APOYOS
11. APOYO CONVERSION AÉREO-SUBTERRÁNEA
12. APOYO DERIVACIÓN
13. APOYO SECCIONAMIENTO
14. SALVAPAJAROS
15. ZANJAS TIPO
16. CT PREFABRICADO
17. PUESTA A TIERRA CT
18. ESQUEMA UNIFILAR CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
19. ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN

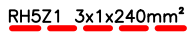


PLANO DE SITUACION
ESCALA 1:300.000

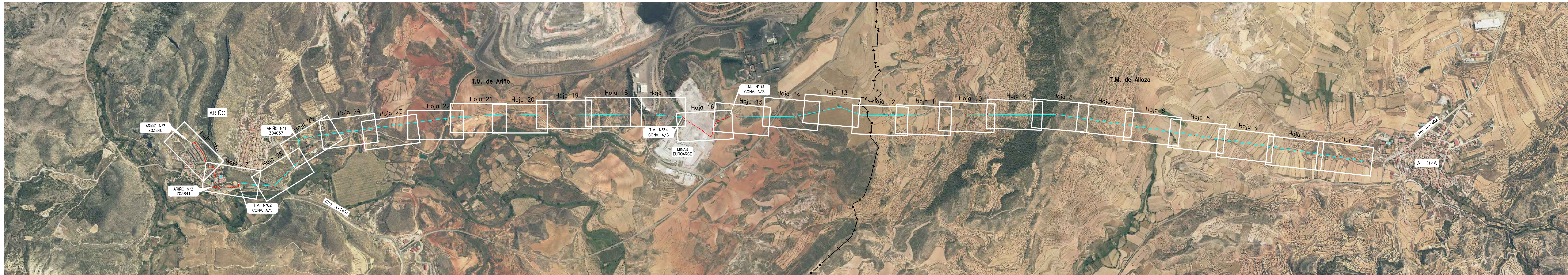


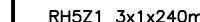
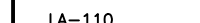
PLANO DE EMPLAZAMIENTO
ESCALA 1:50.000

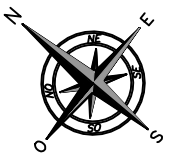


LEYENDA	
	Línea Aérea M.T. proyectada
	Línea Subterránea M.T. proyectada

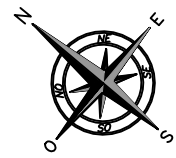
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			NIA 721800
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 01



LEYENDA	
 RH5Z1 3x1x240mm ²	Línea Subterránea M.T. proyectada
 LA-110	Línea Aérea M.T. proyectada

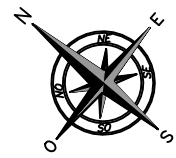


Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02



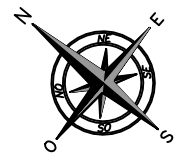
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-02



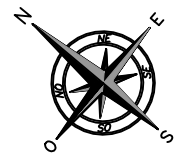
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-03



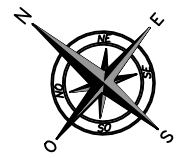
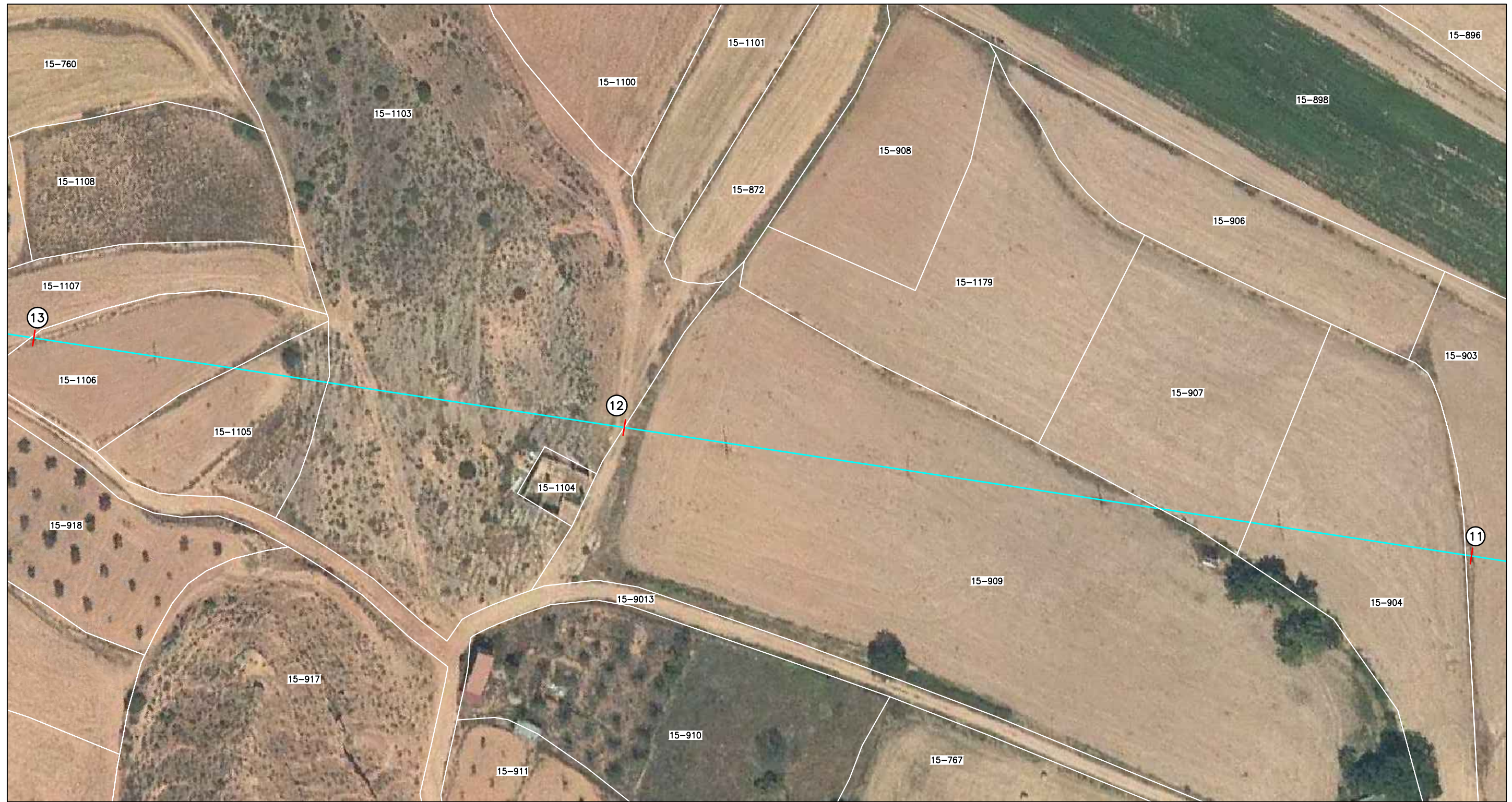
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-04



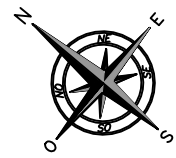
LEYENDA	
RH5Z1 3x1x240mm ²	Línea Subterránea M.T. proyectada
LA-110	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-05



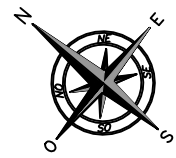
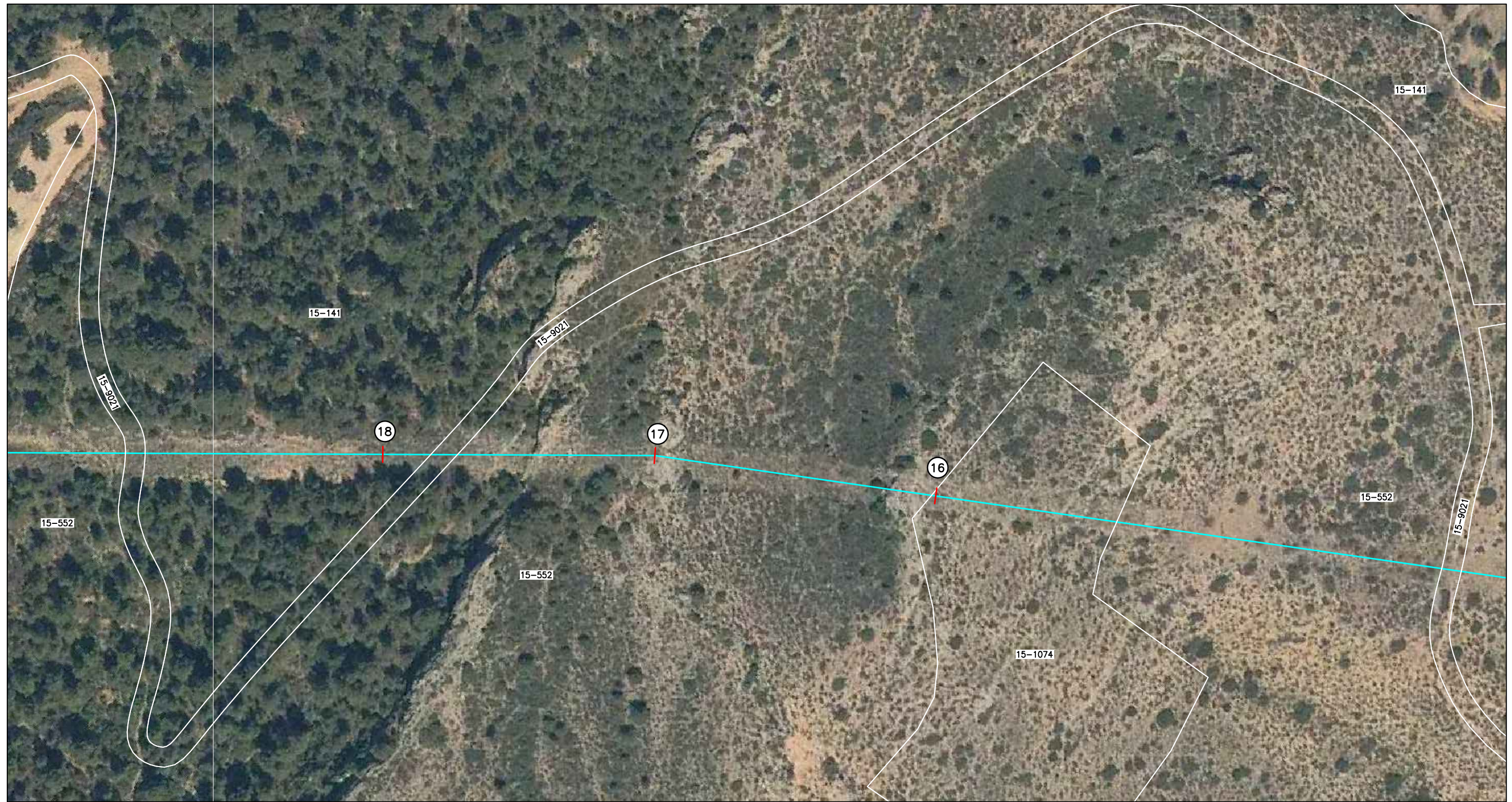
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-06




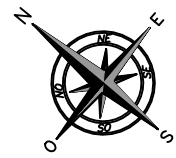
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-07



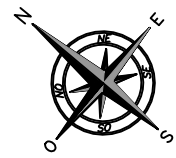
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-08



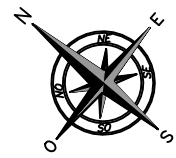
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-09



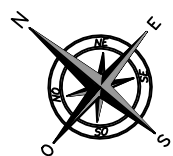
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-10



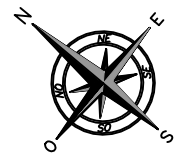
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-11



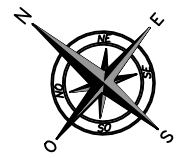
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-12



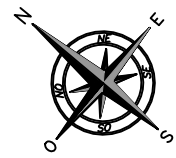
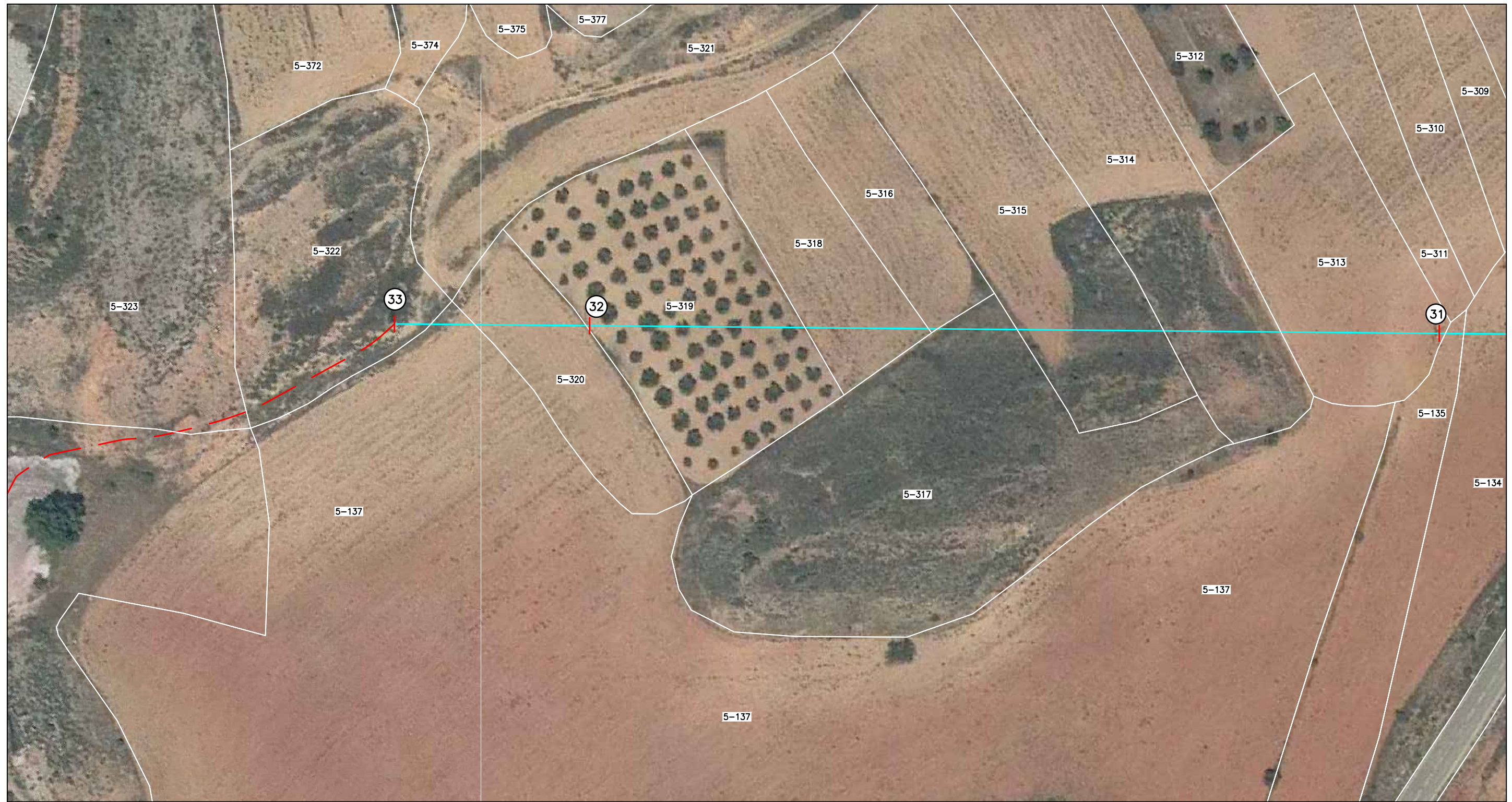
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-13



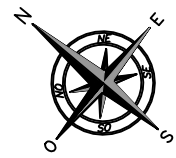
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-14



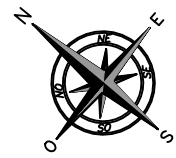
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-15



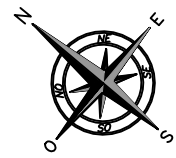
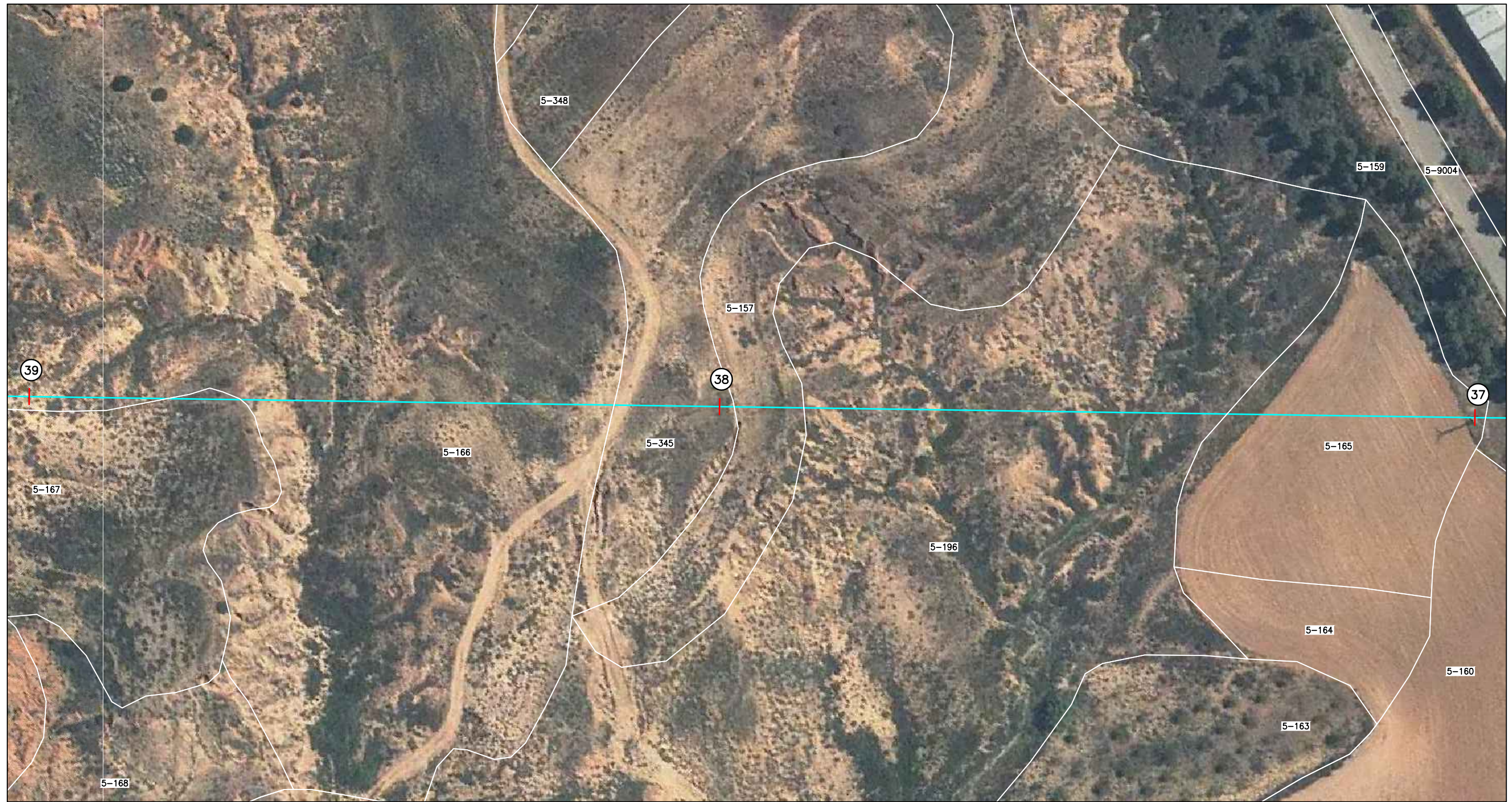
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-16



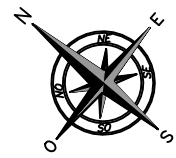
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-17



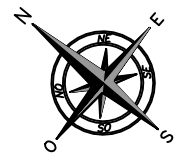
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-18



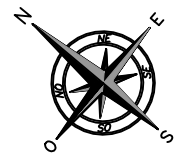
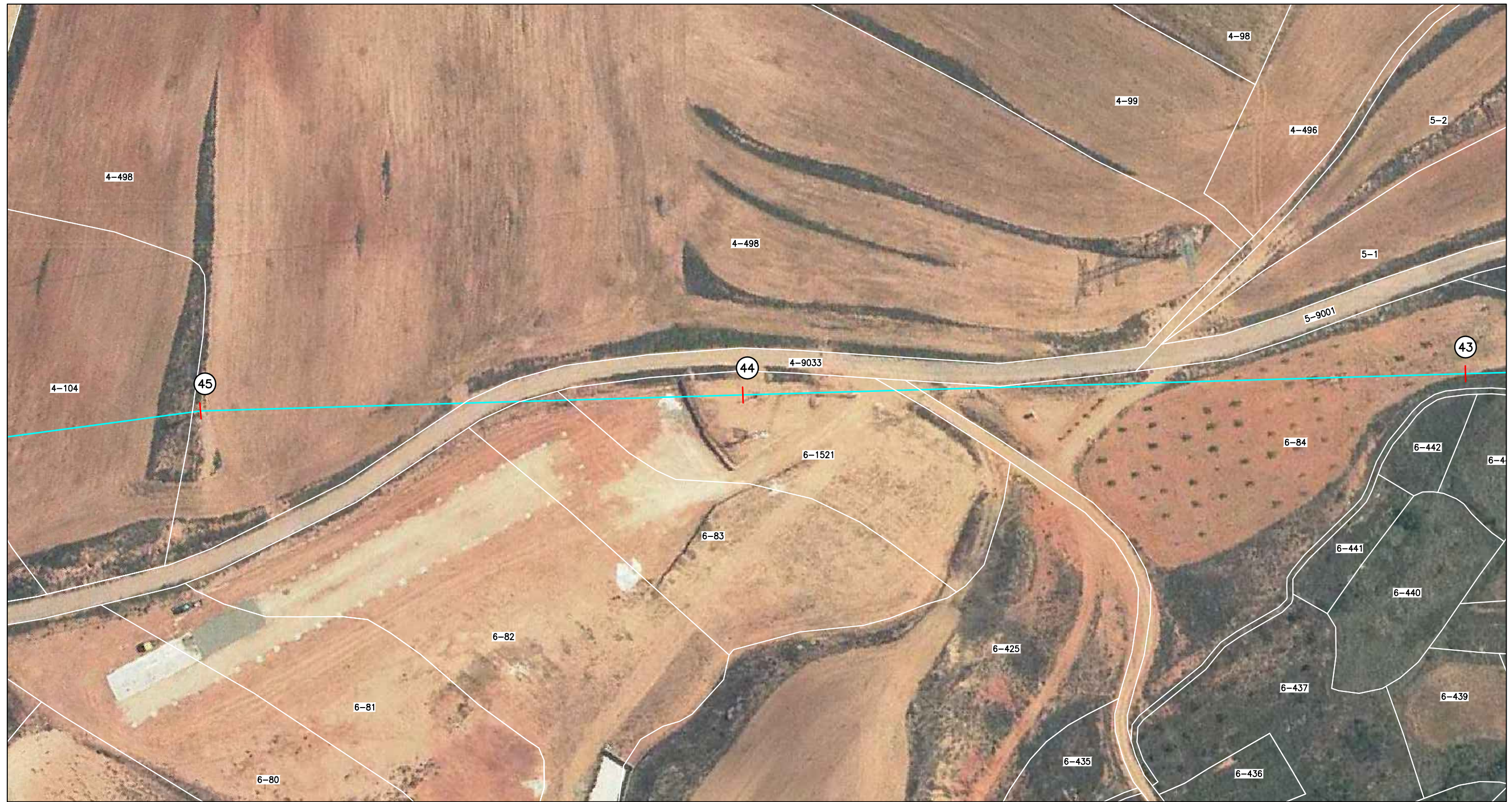
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-19



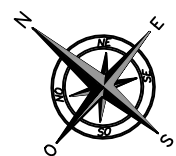
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 02-20



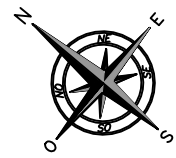
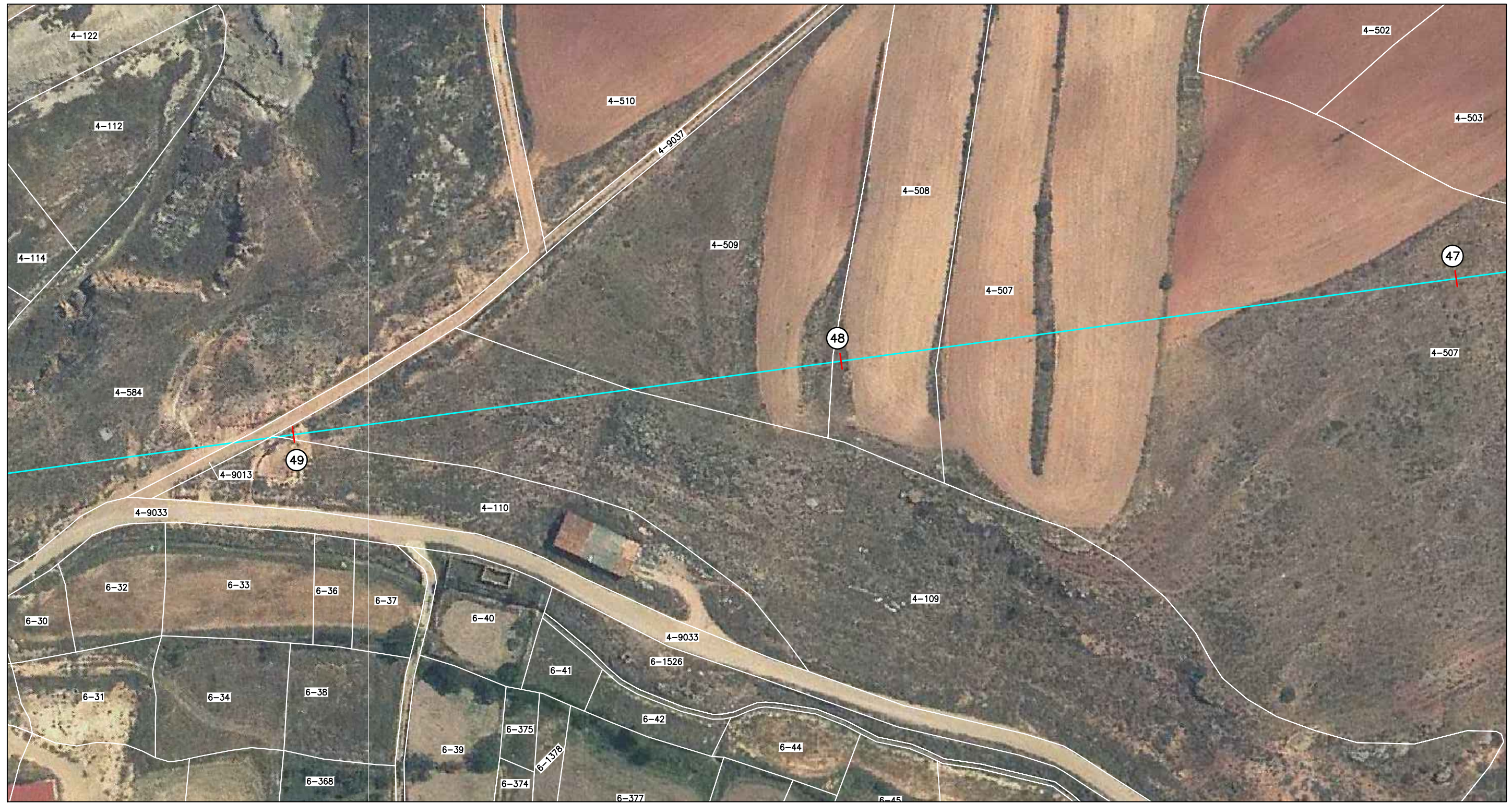
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-21



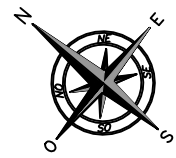
LEYENDA	
<u>RH5Z1</u> 3x1x240mm ²	Línea Subterránea M.T. proyectada
LA-110	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-22



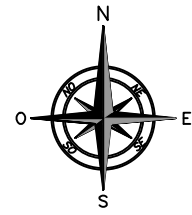
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i> PLANTA GENERAL			NIA 721800
1:1.000	<i>Proyecto</i> SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 02-23



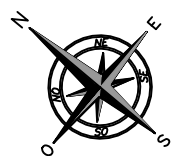
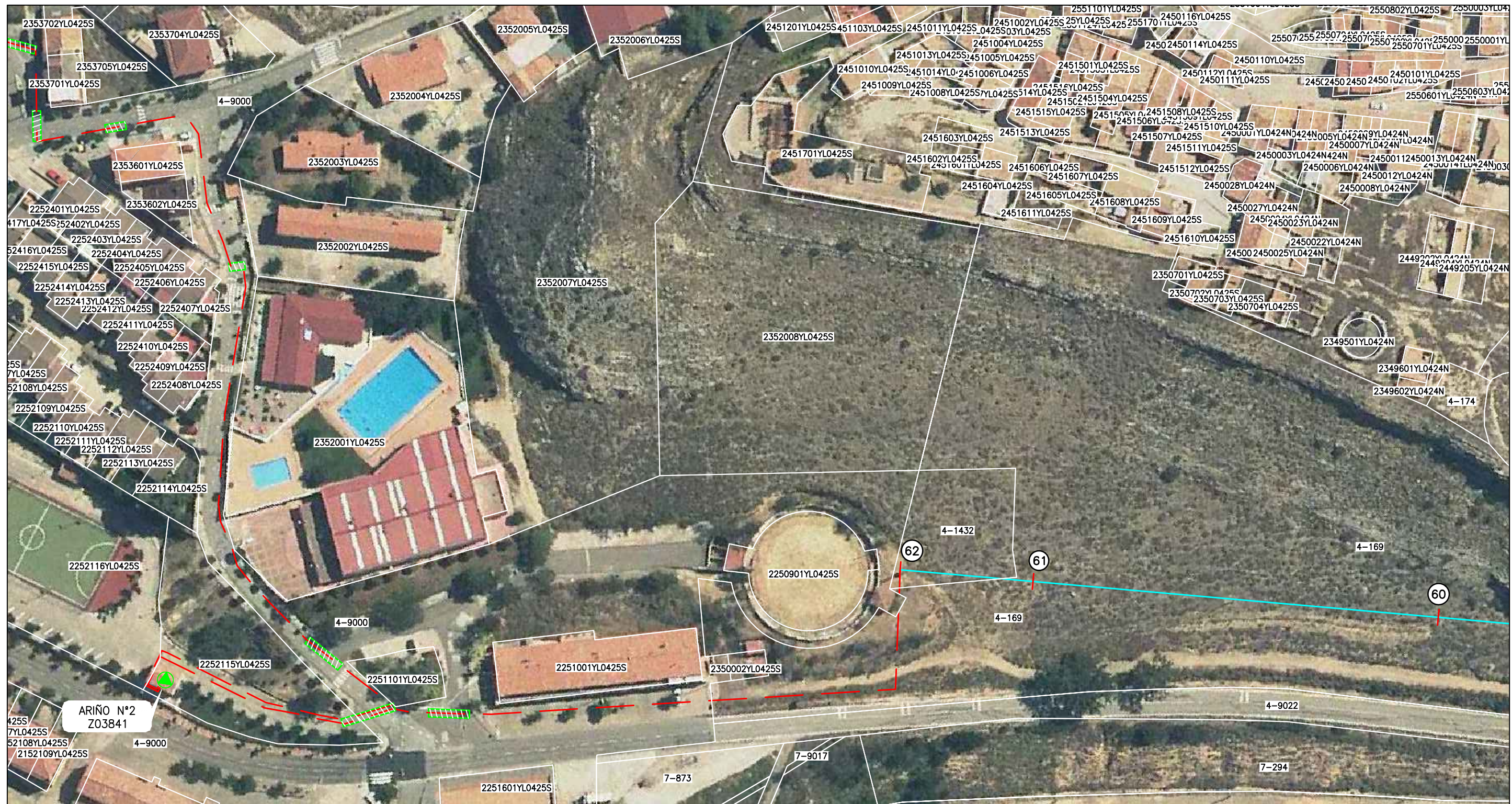
LEYENDA	
<u>RH5Z1</u> 3x1x240mm ²	Línea Subterránea M.T. proyectada
LA-110	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

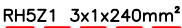

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala	Titulo PLANTA GENERAL		NIA 721800	
1:1.000	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020	
			Plano N° 02-24	



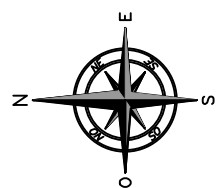
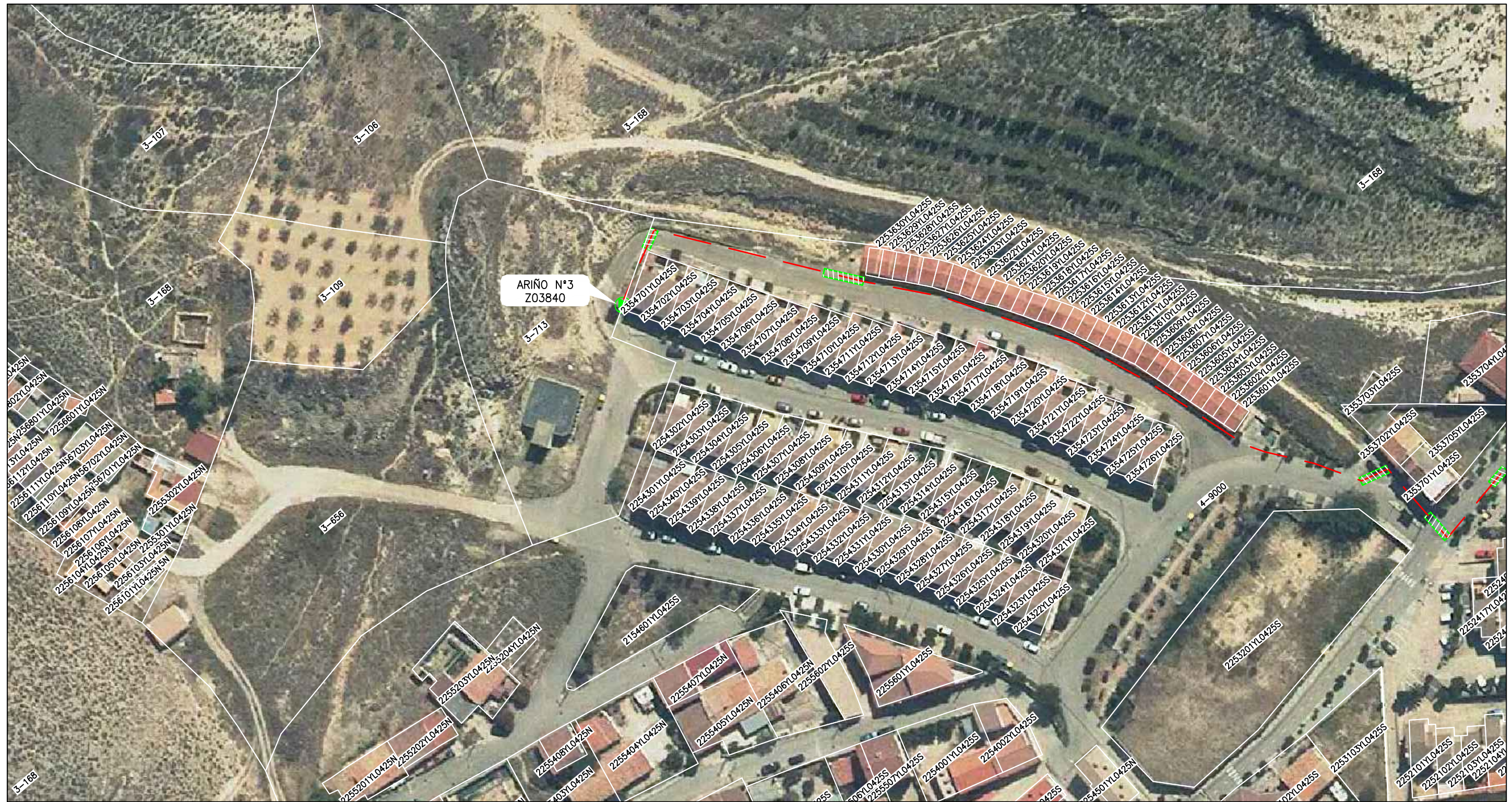
LEYENDA	
<u>RH5Z1 3x1x240mm²</u>	Línea Subterránea M.T. proyectada
<u>LA-110</u>	Línea Aérea M.T. proyectada
|	Apoyo a instalar

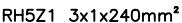


	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo PLANTA GENERAL		NIA 721800	
1:1.000	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020	
			Plano N° 02-26	



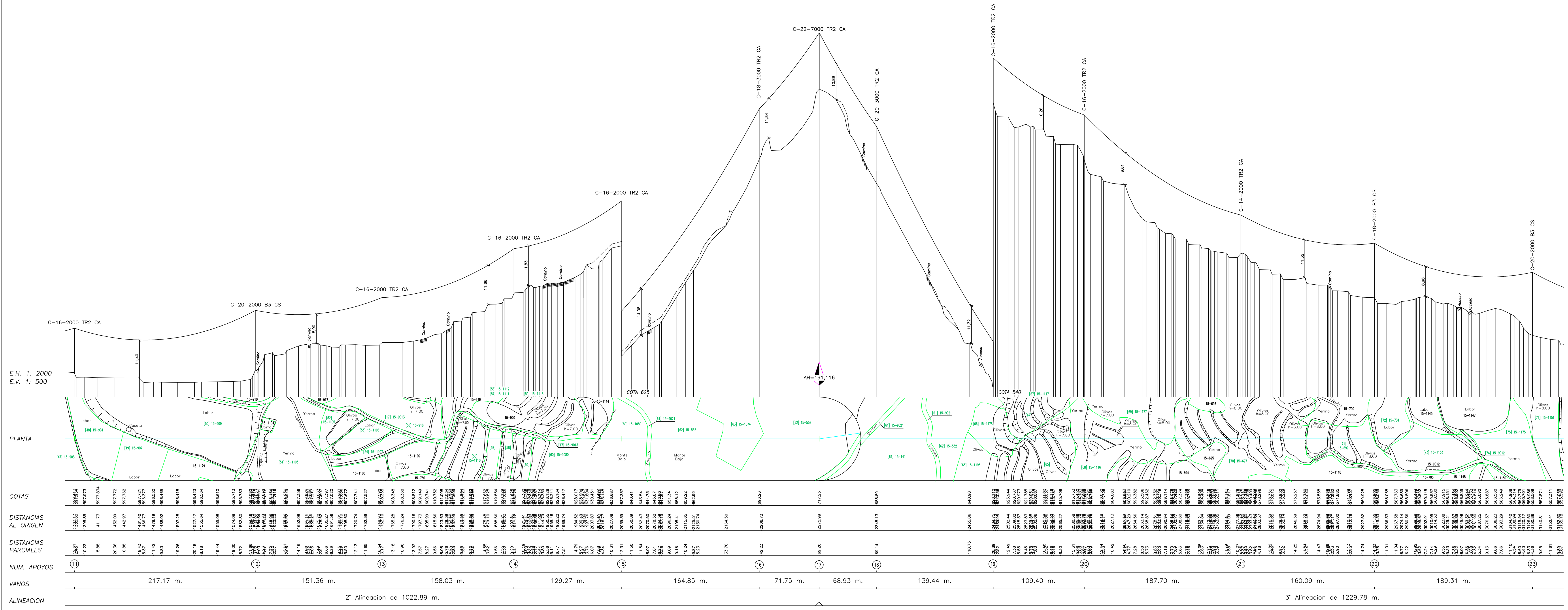
LEYENDA	
	Línea Subterránea M.T. proyectada
	Línea Aérea M.T. proyectada
	Apoyo a instalar

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala 1:1.000	Titulo PLANTA GENERAL		NIA 721800	
	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020	
				Plano N° 02-27

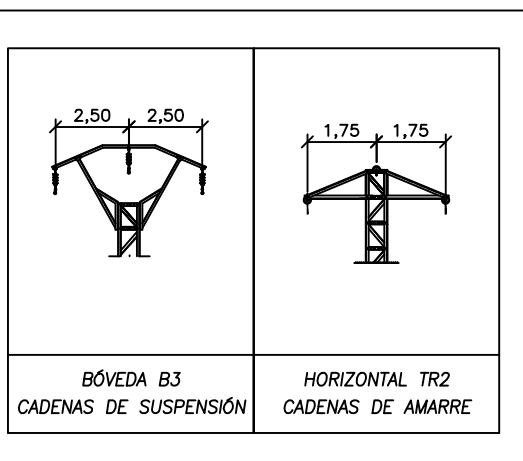


LEYENDA	
	Línea Subterránea M.T. proyectada
	Línea Aérea M.T. proyectada
	Apoyo a instalar

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo PLANTA GENERAL		NIA 721800	
1:1.000	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020	
			Plano N° 02-28	

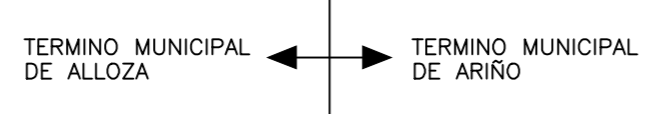


DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: 5/E



COORDENADAS UTM		
Nº APOYO	X	Y
11	706.462	4.539.790
12	706.749	4.539.975
13	706.670	4.540.104
14	706.588	4.540.239
15	706.521	4.540.356
16	706.434	4.540.490
17	706.396	4.540.551
18	706.352	4.540.604
19	706.262	4.540.711
20	706.192	4.540.794
21	706.070	4.540.837
22	705.966	4.541.058
23	705.843	4.541.203

Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	01/2020	NELIA SOLANA RAMON		
INDICADAS	Titulo	Proyecto	Curso 2019/2020	
	PLANTA-PERFIL Tramo apoyos 11 - 23	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO	Plano Nº 03-02	
			MIA 721800	



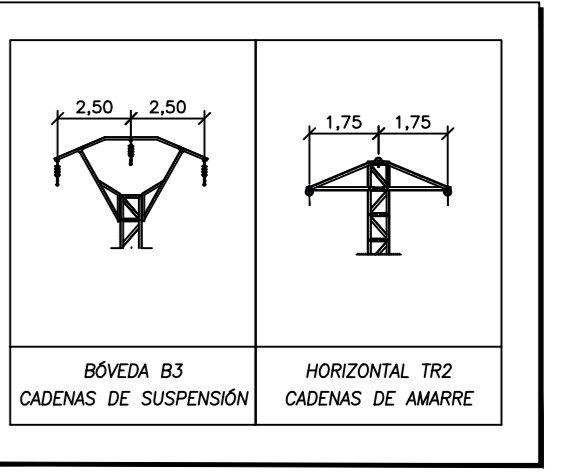
CRUZAMIENTO CON LÍNEA TELEFÓNICA DE TELEFÓNICA DE ESPAÑA, SA
 $Dv=2,5+0,25=2,75<12,62$

CRUZAMIENTO CON GASODUCTO AZAIDA-ALBALATE-ARIÑO DE REDEXIS

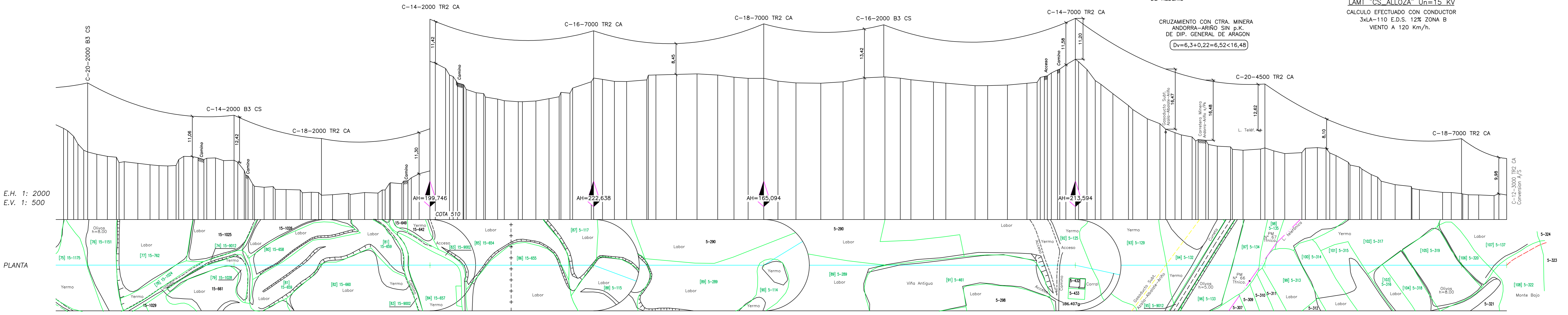
CRUZAMIENTO CON CTRA. MINERA ANDORRA-ARIÑO SIN p.K. DE DIF. GENERAL DE ARAGON
 $Dv=6,3+0,22=6,52<16,48$

LAMT "CS ALLOZA" Un=15 KV
 CALCULO EFECTUADO CON CONDUCTOR 3xLA-110 E.D.S. 12% ZONA B VIENTO A 120 Km/h.

DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
23	705.843	4.541.203
24	705.739	4.541.325
25	705.677	4.541.398
26	705.600	4.541.488
27	705.483	4.541.624
28	705.419	4.541.799
29	705.315	4.541.881
30	705.151	4.542.011
31	705.019	4.542.171
32	704.882	4.542.337
33	704.850	4.542.375



E.H. 1: 2000
 E.V. 1: 500

PLANTA

COTAS

DISTANCIAS AL ORIGEN

DISTANCIAS PARCIALES

NUM. APOYOS

VANOS

ALINEACION

564,968	3108,40	11,10	23	160,37 m.	4° Alineacion de 179,25 m.
564,314	3108,94	4,54			
562,779	3115,54	6,60			
560,701	3120,17	4,63			
558,599	3125,86	5,69			
557,871	3140,81	9,95			
557,311	3152,41	11,61	24	95,69 m.	
555,962	3168,78	9,89			
555,837	3170,86	5,69			
555,397	3185,81	14,95			
555,005	3199,13	13,31			
554,761	3209,00	9,88			
554,684	3218,67	9,67			
554,936	3226,66	9,97			
555,285	3236,07	5,50			
557,291	3245,81	9,75			
556,913	3251,75	5,94			
556,488	3258,16	6,41			
556,884	3270,88	9,60			
556,137	3279,66	8,78			
555,321	3285,35	11,83			
555,810	3291,52	5,86			
554,367	3292,94	11,31			
554,134	3298,88	12,59			
554,406	3303,93	4,73			
554,888	3308,98	9,82			
554,704	3313,98	4,96			
548,835	3324,12	10,56			
548,287	3336,54	9,98			
548,216	3348,22	11,88			
547,401	3354,23	15,88			
547,265	3361,81	14,36			
546,094	3365,63	3,76			
546,084	3368,52	2,89			
546,882	3374,88	4,80			
546,144	3381,67	8,59			
545,531	3385,94	6,59			
545,321	3395,77	11,83			
545,810	3401,52	5,86			
544,367	3402,94	11,31			
544,134	3408,88	12,59			
544,406	3413,93	4,73			
544,888	3418,98	9,82			
544,704	3423,98	4,96			
544,735	3435,49	11,03			
544,536	3441,63	8,42			
542,999	3442,99	13,36			
542,542	3449,99	7,30			
542,542	3452,54	15,32			
542,280	3460,08	4,36			
542,457	3462,18	14,76			
543,085	3463,18	14,34			
544,824	3464,28	2,02			
544,585	3469,15	2,89			
546,733	3482,63	20,60	27	179,25 m.	5° Alineacion de 186,36 m.
546,393	3484,83	9,81			
547,836	3497,82	12,99			
547,788	3497,88	13,42			
549,588	3508,84	17,89			
549,588	3508,84	6,25			
549,588	3508,84	22,59			
549,741	3508,84	22,52			
549,884	3508,84	22,58			
549,570	3508,84	17,89			
546,982	3508,84	15,48			
546,652	3508,84	17,06			
656,660	3508,84	15,63			
547,901	3508,84	19,71			
547,406	3508,84	27,21			
547,319	3508,84	24,36			
547,715	3508,84	23,03			
546,785	3508,84	22,83			
549,065	3508,84	16,85			
546,689	3508,84	11,62			
546,287	3508,84	24,70			
547,670	3508,84	13,53			
547,360	3508,84	32,04			
546,642	3508,84	13,79			
546,669	3508,84	21,66			
546,831	3508,84	21,32			
547,301	3508,84	11,20			
547,971	3508,84	4,43			
548,336	3508,84	6,68			
550,150	3508,84	10,44			
552,357	3508,84	3,45			
553,886	3508,84	9,23			
551,104	3508,84	4,07			
548,055	3508,84	6,19			
547,035	3508,84	13,10			
544,469	3508,84	17,14			
541,201	3508,84	4,60			
537,582	3508,84	16,05			
536,228	3508,84	6,28			
534,747	3508,84	10,26			
533,779	3508,84	7,03			
533,174	3508,84	3,89			
532,614	3508,84	11,65			
531,856	3508,84	5,89			
531,707	3508,84	8,49			
530,084	3508,84	9,76			
528,999	3508,84	11,60			
528,977	3508,84	18,75			
528,322	3508,84	13,09			
528,307	3508,84	4,03			
528,608	3508,84	6,92			
528,816	3508,84	13,90			
528,072	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319	3508,84	5,82			
528,319	3508,84	15,35			
528,319	3508,84	10,25			
528,319					

LAMT "CS_ALLOZA" Un=15 KV
 CALCULO EFECTUADO CON CONDUCTOR
 3xLA-110 E.D.S. 12% ZONA B
 VIENTO A 120 Km/h.

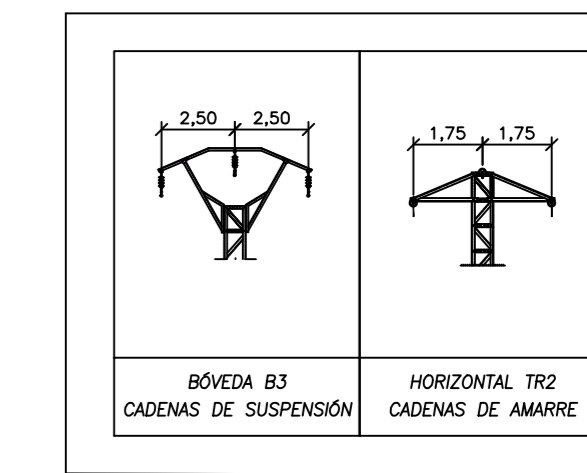
CRUZAMIENTO CON ACUEDUCTO
 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
 $Dv=5,3+0,25=5,55 < 6(Dmin) < 16,75$

CRUZAMIENTO CON ACEQUIA
 DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
 $Dv=5,3+0,25=5,55 < 6(Dmin) < 15,21$

INSTALAR BALIZAS SALVAPÁJAROS

INSTALAR BALIZAS SALVAPÁJAROS

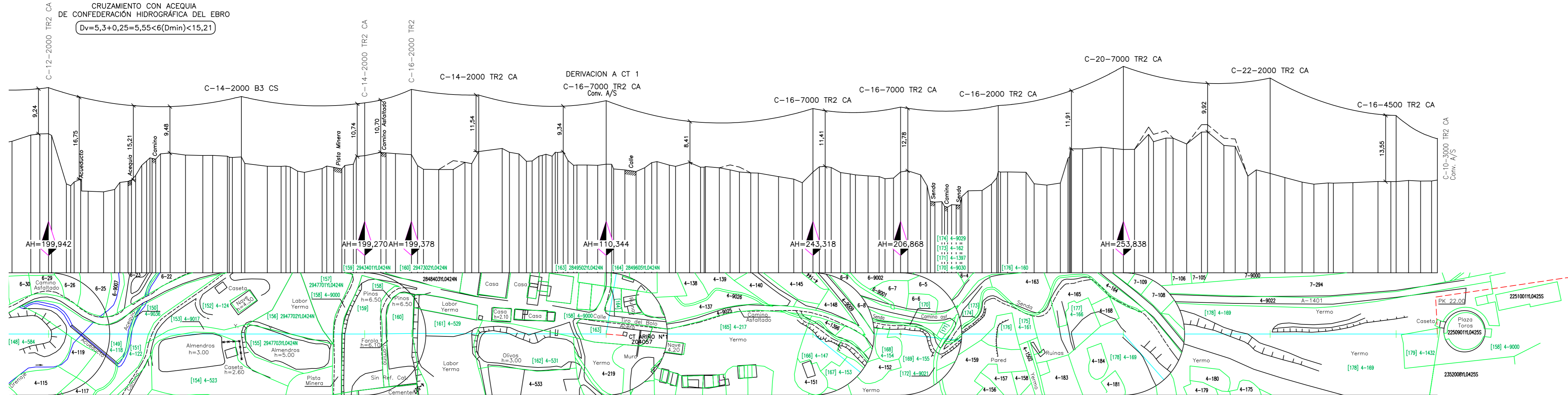
DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
50	703.033	4.544.383
51	702.917	4.544.488
52	702.842	4.544.556
53	702.814	4.544.582
54	702.773	4.544.618
55	702.695	4.544.688
56	702.563	4.544.583
57	702.492	4.544.583
58	702.413	4.544.592
59	702.311	4.544.604
60	702.243	4.544.702
61	702.184	4.544.787
62	702.164	4.544.814

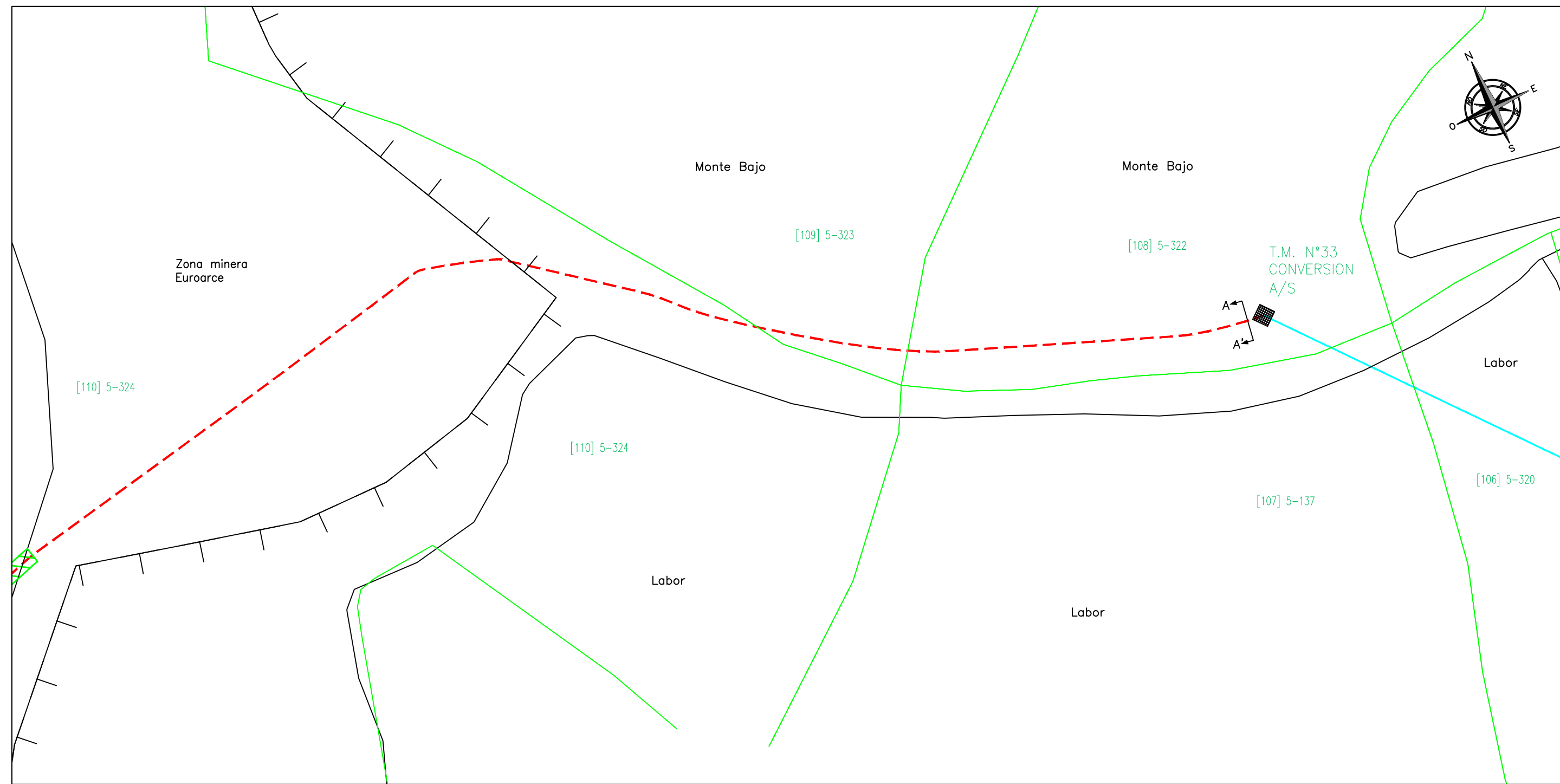
E.H. 1: 2000
 E.V. 1: 500

PLANTA



COTAS	DISTANCIAS AL ORIGEN	DISTANCIAS PARCIALES	NUM. APOYOS	VANOS	ALINEACION
486.875	2335.164	11.653	50	157.52 m.	7° Alineacion de 258.15 m.
488.143	1350.497	15.313			
488.395	2357.876	7.378			
488.609	2387.962	2.986			
478.175	2379.520	11.978			
477.426	2383.316	3.795			
477.236	2385.111	1.799			
476.661	2397.321	6.050			
476.535	2409.992	12.670			
477.026	2419.026	9.034			
476.473	2423.312	4.186			
476.696	2427.399	6.207			
476.877	2431.621	4.236			
481.950	2435.600	4.456			
481.950	2439.584	3.983			
481.950	2443.564	3.983			
481.950	2447.544	3.983			
484.479	2461.803	7.848			
484.049	2474.295	12.492			
483.975	2486.423	14.128			
483.992	2499.019	8.077			
483.869	2511.583	12.690			
483.341	2525.316	2.825			
481.767	2543.617	18.306			
481.751	2558.934	11.317			
481.804	2568.913	3.978			
481.824	2582.452	13.538			
481.824	2596.435	13.978			
480.517	2573.949	5.948			
481.392	2588.715	14.482			
481.552	2597.852	5.677			
481.298	2606.604	6.538			
483.979	2615.343	2.579			
483.924	2623.122	6.778			
484.611	2636.328	13.206			
484.495	2640.630	4.302			
484.343	2648.336	7.706			
484.129	2661.374	13.038			
481.991	2666.615	4.944			
481.147	2676.037	4.816			
481.096	2683.351	12.514			
481.120	2695.148	11.797			
482.573	2704.763	9.614			
484.726	2716.032	5.754			
484.777	2735.099	19.067			
485.415	2741.088	5.989			
484.822	2749.982	7.774			
484.987	2759.643	6.068			
482.647	2765.020	5.427			
482.629	2770.845	2.924			
482.629	2776.669	2.924			
482.629	2782.493	2.924			
482.629	2788.317	2.924			
482.629	2794.141	2.924			
482.629	2800.000	2.924			
482.025	2804.511	8.347			
481.958	2813.117	8.605			
481.571	2820.066	6.949			
481.299	2826.844	11.365			
481.227	2835.330	9.200			
481.017	2844.429	9.099			
480.692	2851.554	7.124			
481.461	2857.188	5.634			
482.498	2861.521	4.332			
482.712	2871.605	10.083			
481.737	2876.703	5.088			
482.525	2888.138	11.435			
481.455	2897.064	8.925			
481.036	2912.459	11.390			
480.608	2921.270	8.811			
480.366	2928.686	7.615			
480.366	2938.091	9.205			
480.366	2944.299	6.208			
479.655	2960.789	16.489			
479.138	2973.231	12.441			
478.409	2980.169	6.938			
480.567	2988.927	8.216			
481.737	2999.160	4.711			
481.514	3004.071	4.910			
480.480	3011.804	7.733			
480.194	3019.532	7.728			
480.016	3023.554	4.322			
479.806	3034.247	10.392			
479.654	3043.238	8.990			
479.223	3047.982	4.744			
480.604	3054.974	6.991			
480.604	3060.966	5.711			
480.629	3066.616	5.532			
480.004	3077.186	10.567			
477.481	3082.191	5.175			
477.437	3088.715	3.701			
477.437	3094.668	3.701			
477.437	3100.621	3.701			
477.437	3106.574	3.701			
477.437	3112.527	3.701			
476.758	3115.624	5.108			
476.817	3127.242	11.417			
478.134	3134.989	31.34.989			
480.596	3148.113	5.763			
480.540	3163.194	15.080			
478.161	3169.750	6.955			
477.921	3180.170	10.420			
478.343	3191.155	10.985			
485.323	3209.331	9.057			
485.656	3224.500	15.169			
485.414	3234.419	9.918			
485.186	3242.644	8.224			
485.225	3251.754	9.110			
486.777	3263.271	11.516			
487.518	3278.175	10.084			
487.496	3284.081	5.905			
486.311	3295.153	11.072			
488.759	3307.745	12.092			
486.761	3312.729	4.865			
486.012	3325.506	13.377			
485.833	3334.778	9.272			
479.753	3345.074	10.286			
481.025	3351.855	6.670			
480.303	3363.176	11.321			
479.467	3376.467	12.040			
478.352	3389.265	14.039			
478.111	3398.960	9.705			
478.627	3410.623	11.712			
478.315	3416.863	4.210			
478.421	3430.777	15.893			
478.663	3451.270	20.493			
478.627	3461.715	10.504			
478.642	3466.067	4.311			
478.668	3476.290	10.203			
478.734	3478.630	9.740			
478.745	3495.041	9.010			
478.856	3499.662	4.775			

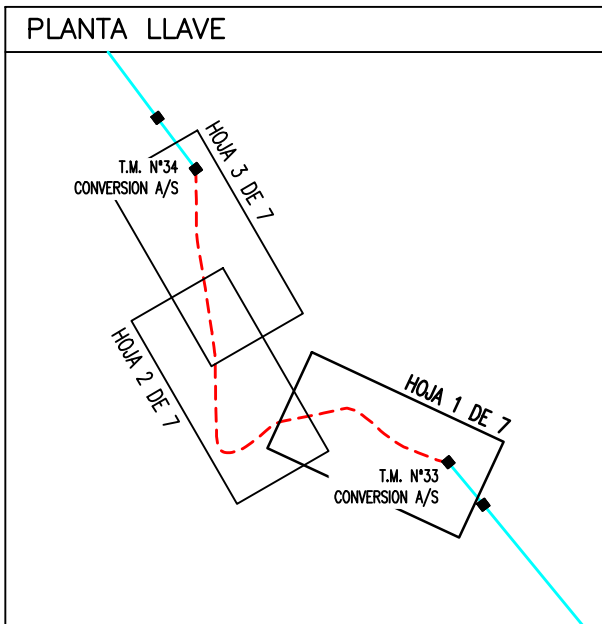
Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
INDICADAS	INDICADAS	INDICADAS	INDICADAS
Título PLANTA-PERFIL Tramo apoyos 50 - 61		Escala NIA 721800	
Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020	
		Plano Nº 03-06	



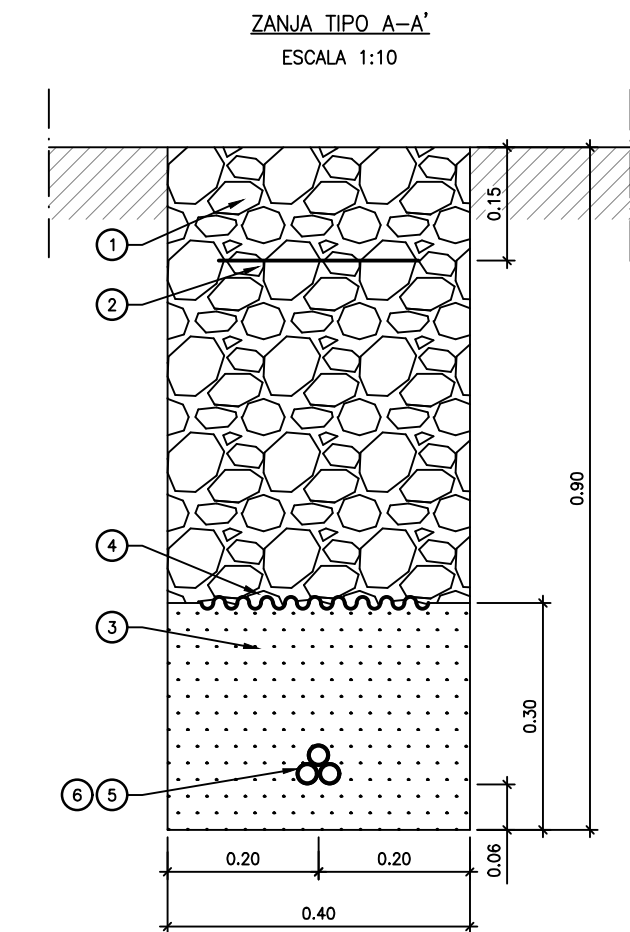
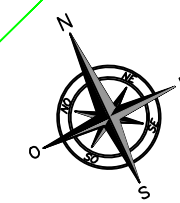
PLANTA
ESCALA 1:500

LEYENDA

RH5Z1 12/20kV 3X1X240mm ² Al	—	Línea Subterránea M.T. proyectada
[Green Box]	—	Tramo entubado
[Blue Line]	—	Línea Aérea M.T. proyectada
[Yellow Dashed Line]	—	Línea Subterránea Gas existente



PLANTA LLAVE



OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CODOCTORES

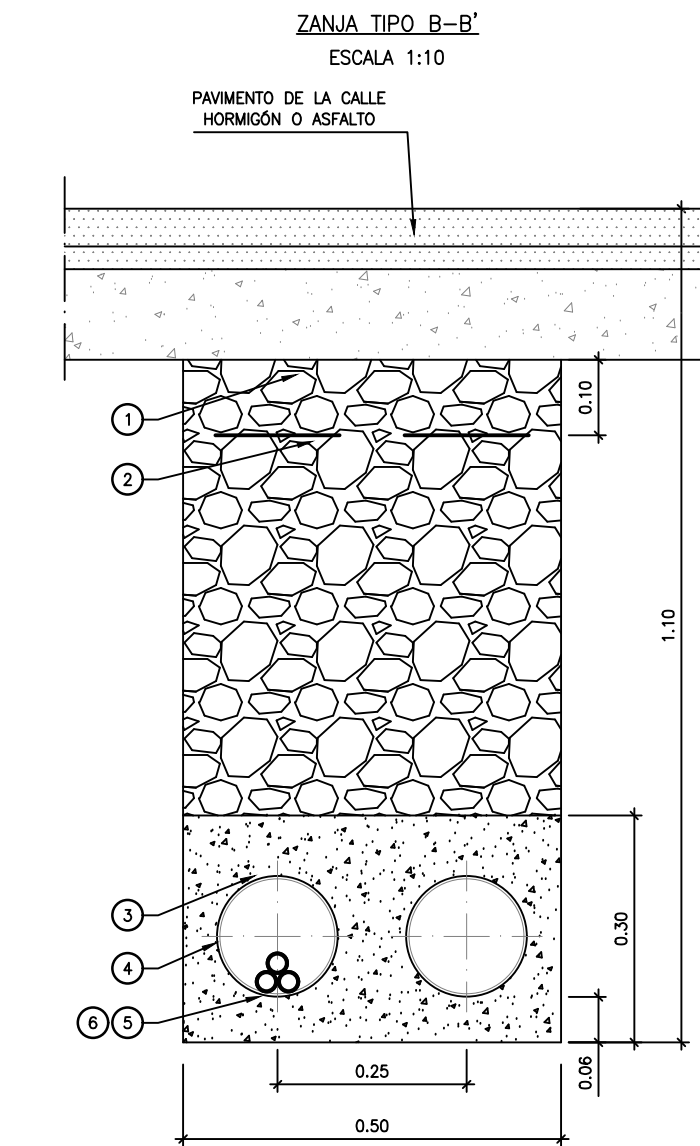
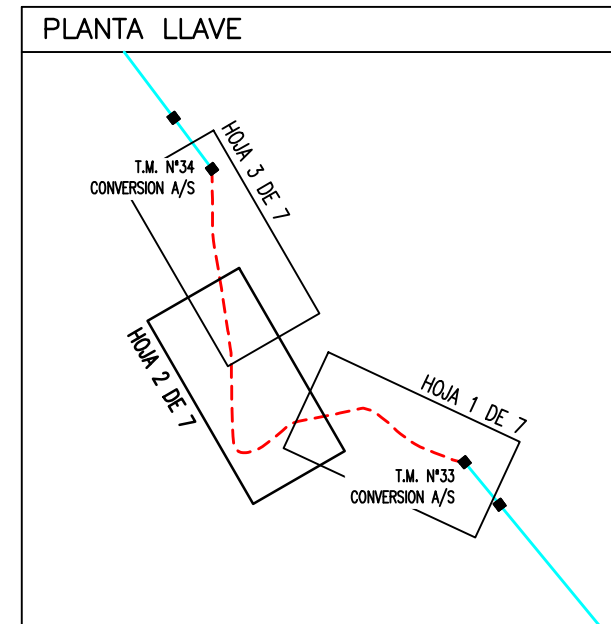
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES 12/20kv 3X1X240+1X150mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo	PLANTA LÍNEA SUBTERRANEA MT		NIA 721800
1:500	Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano N° 04-01



PLANTA
ESCALA 1:500

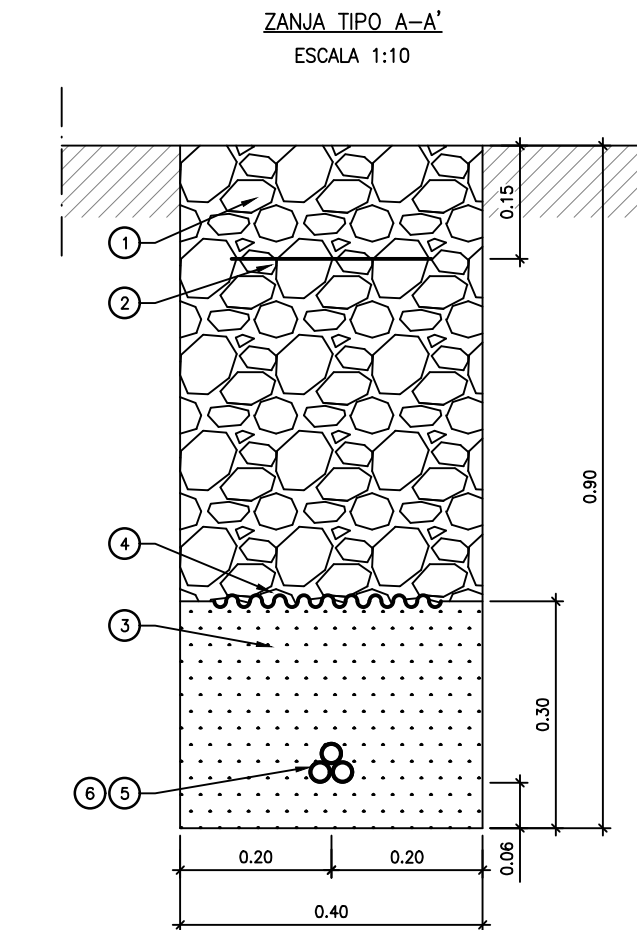
LEYENDA	
RHSZ1 12/20kV 3X1X240mm ² Al	Línea Subterránea M.T. proyectada
[Green hatched area]	Tramo entubado
[Blue line]	Línea Aérea M.T. proyectada
[Red dashed line]	Línea Subterránea Gas existente



OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
- LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RHSZ1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	TUBO P.E. ø160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

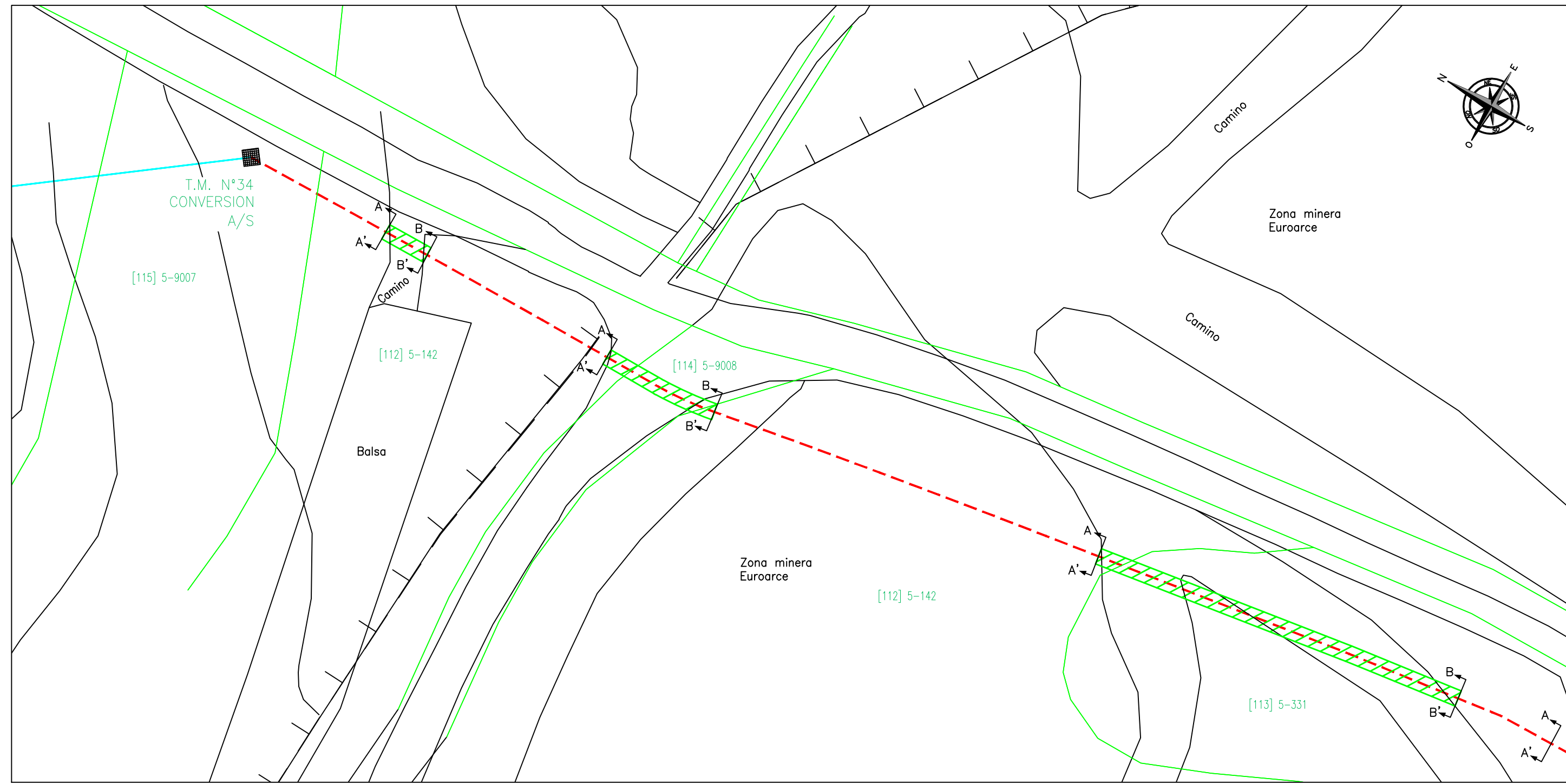


OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

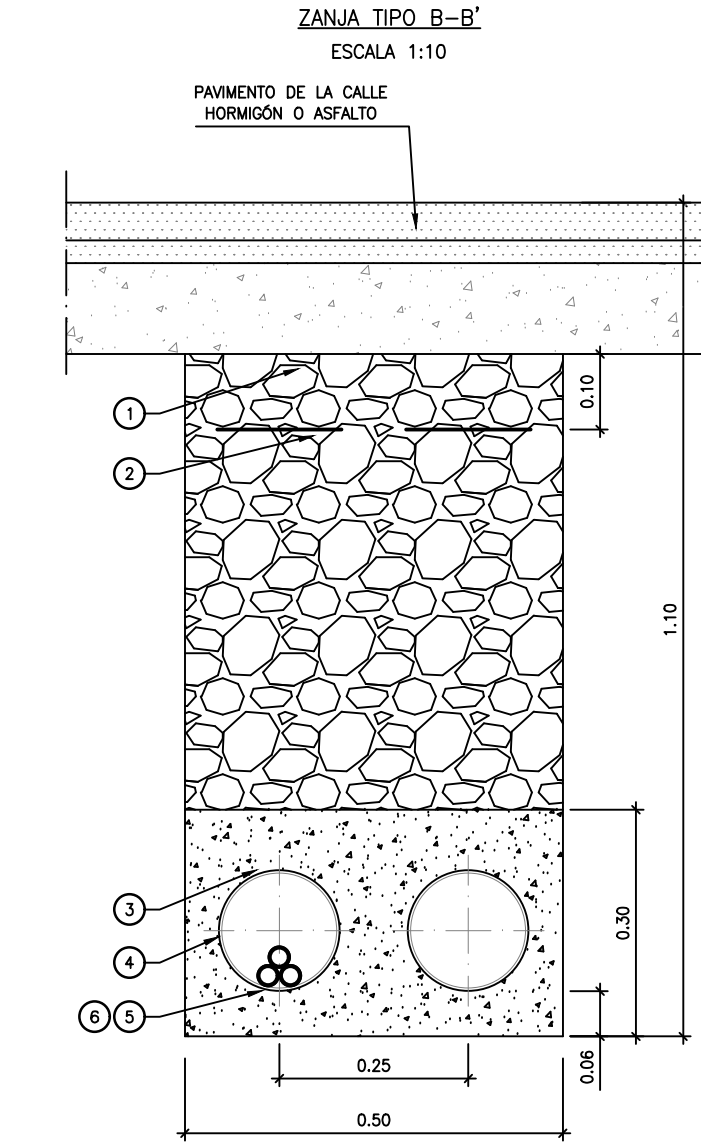
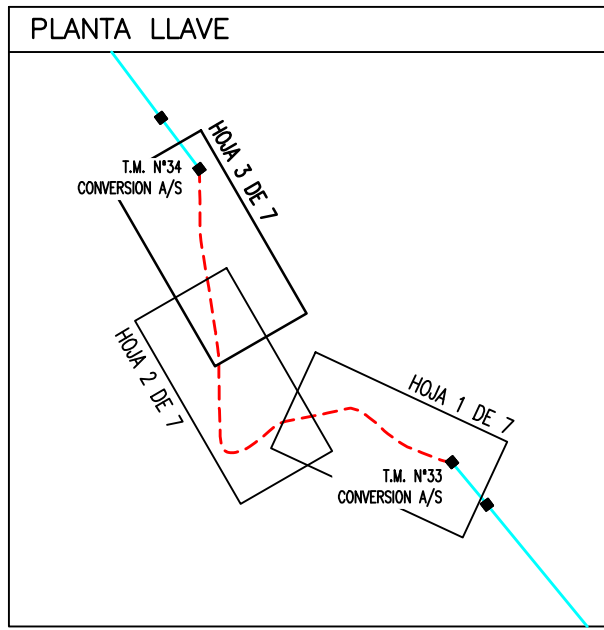
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES 12/20kV 3X1X240+1X150mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	1:500	Titulo	PLANTA LÍNEA SUBTERRANEA MT	NIA 721800
		Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO	Curso 2019/2020
				Plano N° 04-02



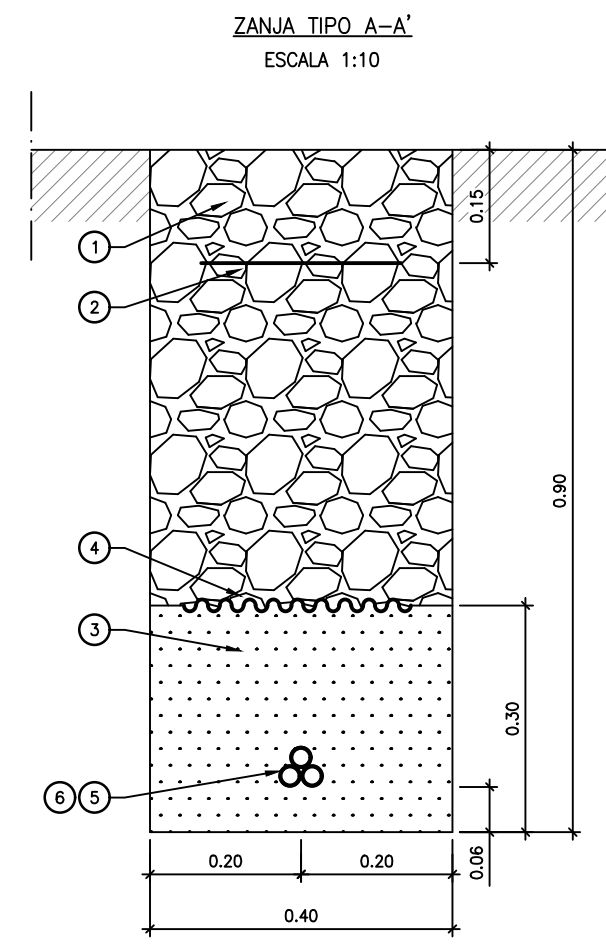
PLANTA
ESCALA 1:500

LEYENDA	
RH5Z1 12/20kV 3X1X240mm ² Al	Línea Subterránea M.T. proyectada
[Green Box]	Tramo entubado
[Blue Line]	Línea Aérea M.T. proyectada
[Red Dashed Line]	Línea Subterránea Gas existente



- OBSERVACIONES:**
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
 - LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LINEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

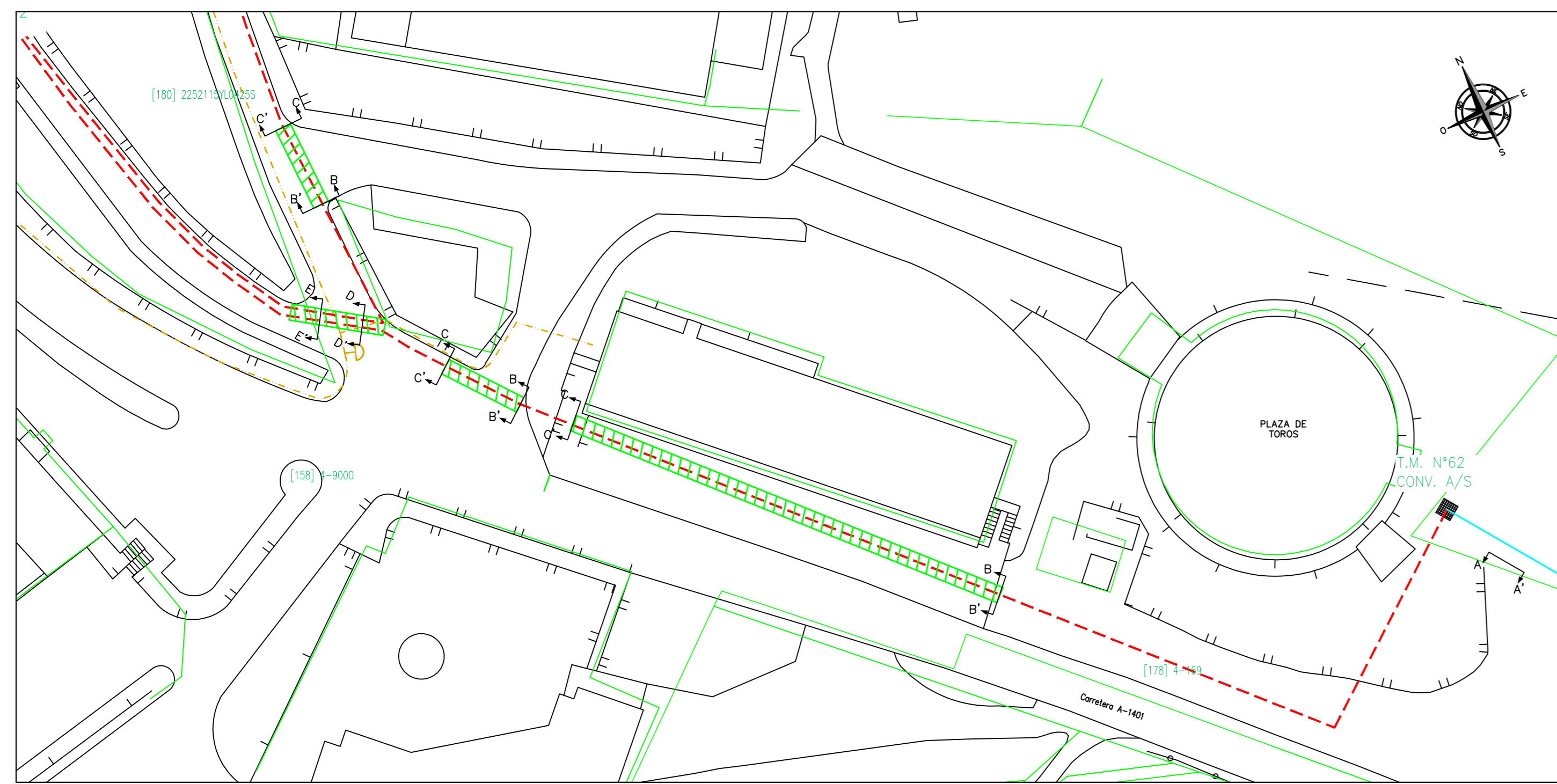
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	TUBO P.E. Ø160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



- OBSERVACIONES:**
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES 12/20kV 3X1X240+1X150mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E
3	m3	ARENA TAMIZADA o LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

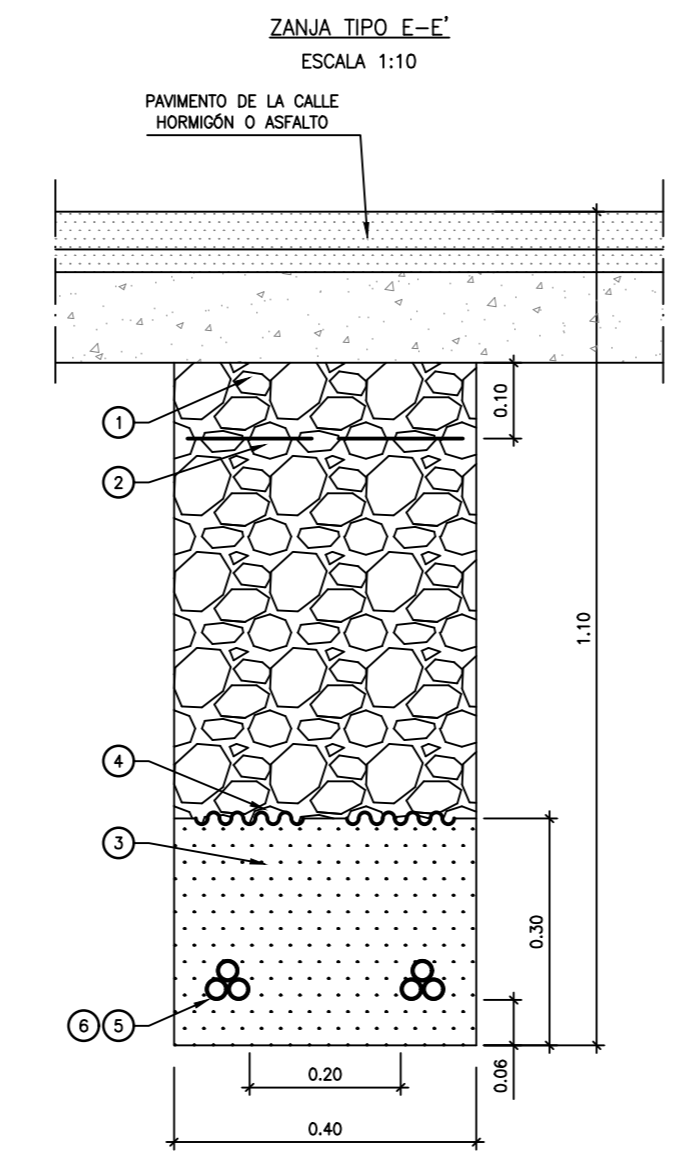
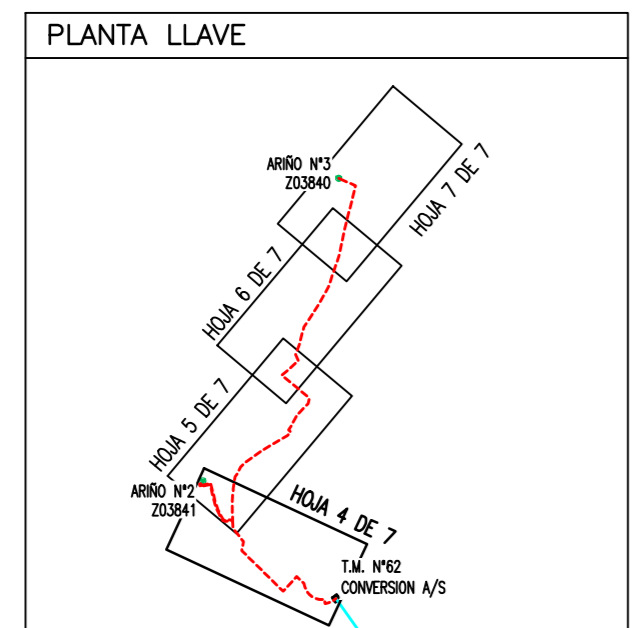
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON	[Signature]	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escales	1:500	Titulo	PLANTA LÍNEA SUBTERRANEA MT	NIA 721800
		Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO	Curso 2019/2020
				Plano N° 04-03



PLANTA
ESCALA 1:500

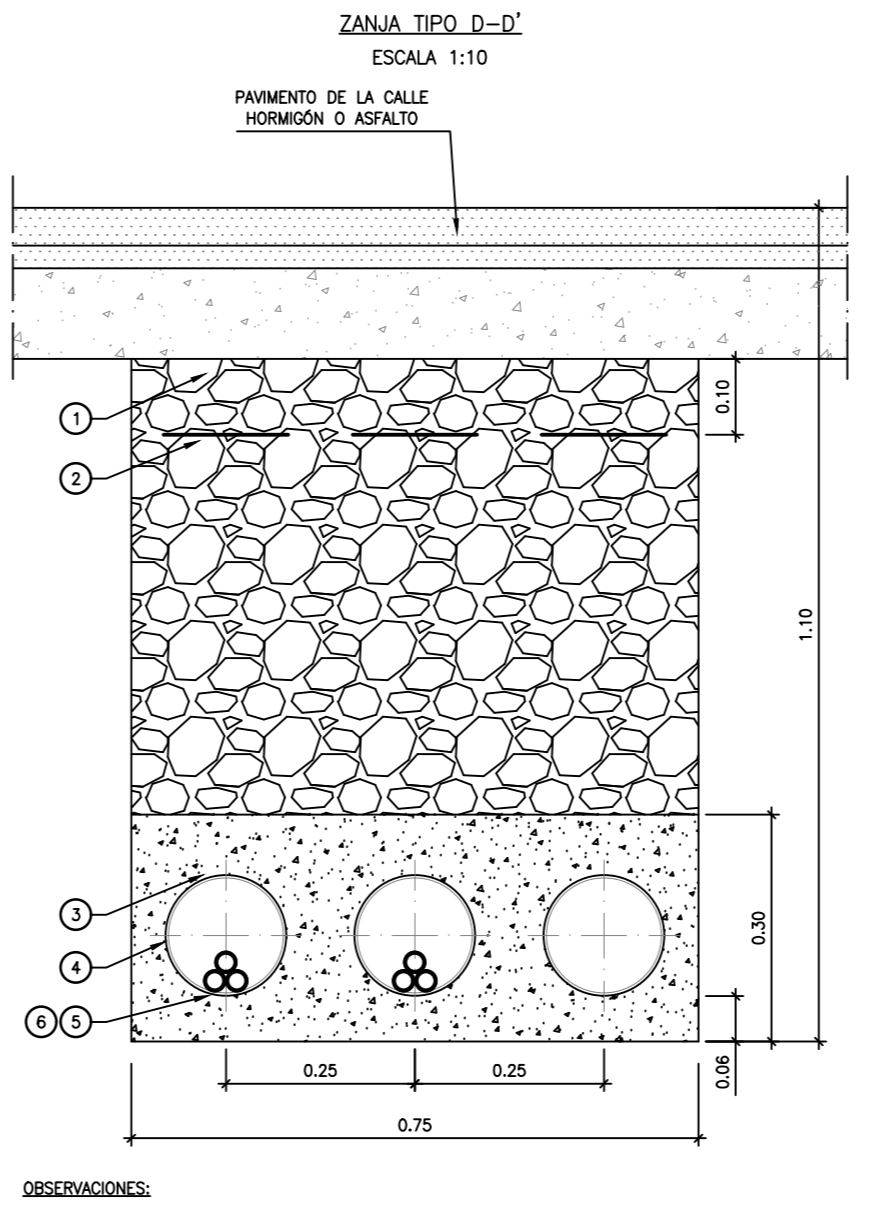
LEYENDA

RHSZ1 12/20kV 3x1x240mm ² AI	—	Línea Subterránea M.T. proyectada
—	—	Tramo entubado
—	—	Línea Aérea M.T. proyectada
—	—	Línea Subterránea Gas existente



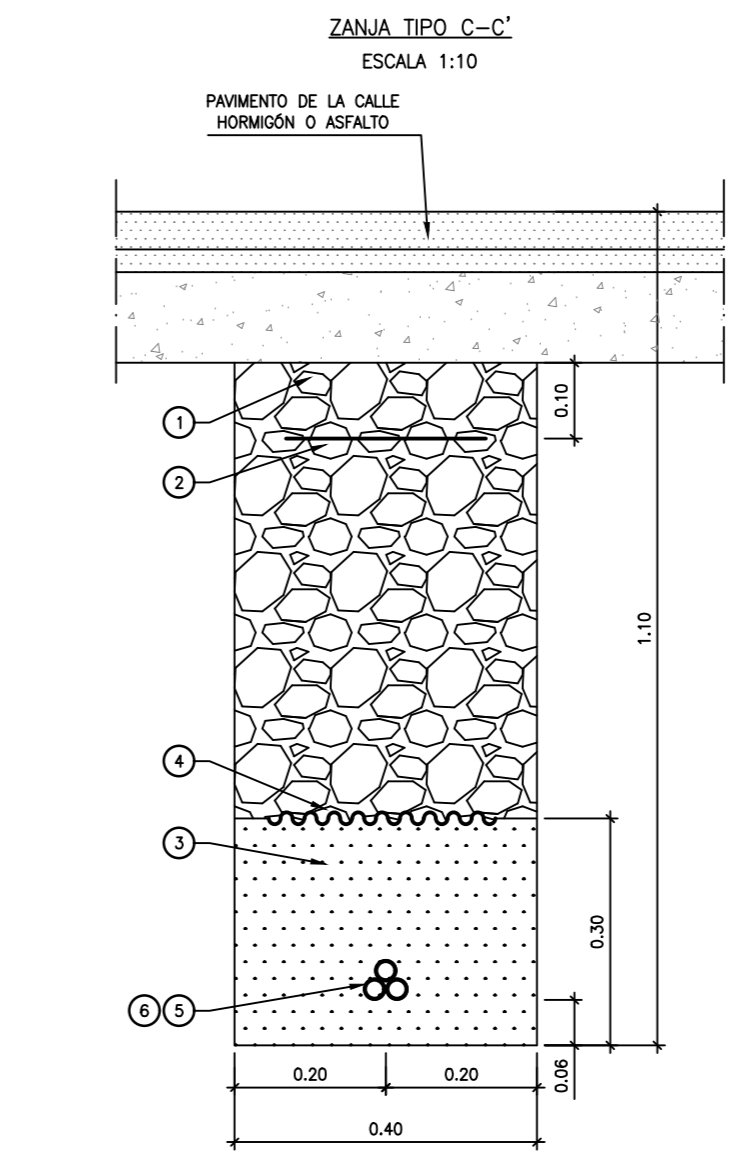
- OBSERVACIONES:
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RHSZ1 12/20kV 3x1x240mm ² AI
4	ml.	PLACAS P.E
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



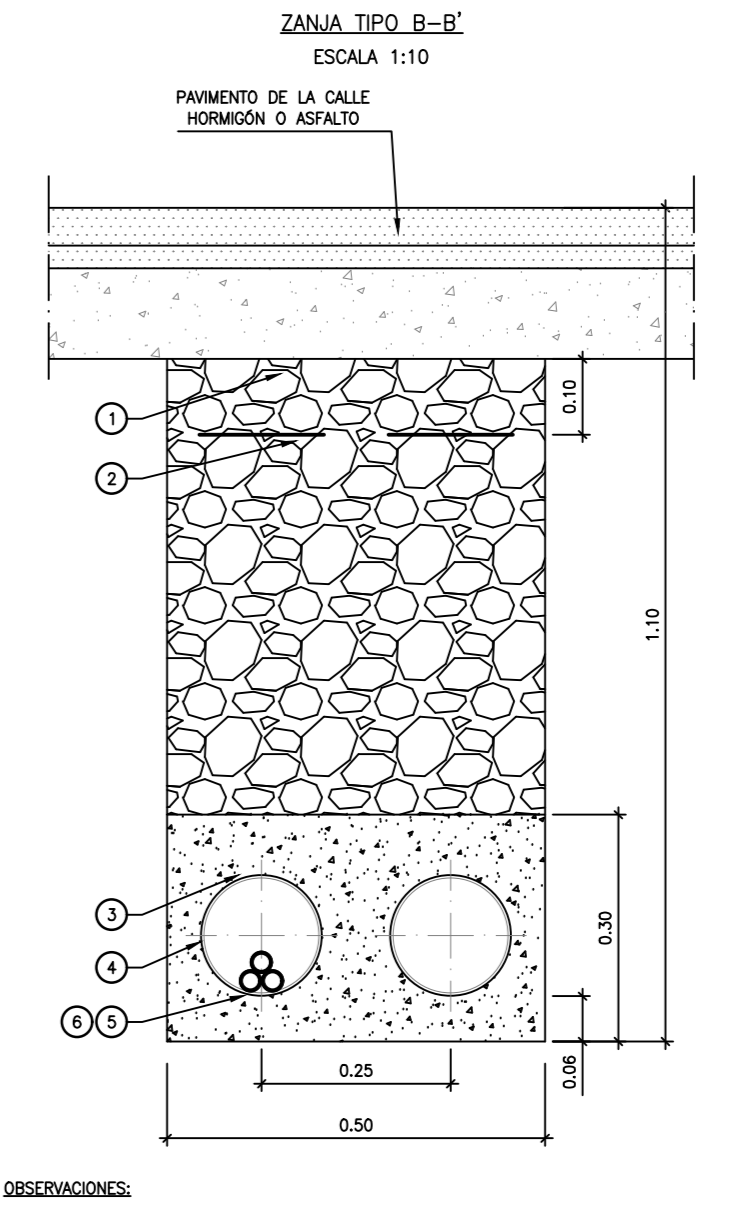
- OBSERVACIONES:
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.
 - LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RHSZ1 12/20kV 3x1x240mm ² AI
4	ml.	TUBO P.E. ø160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



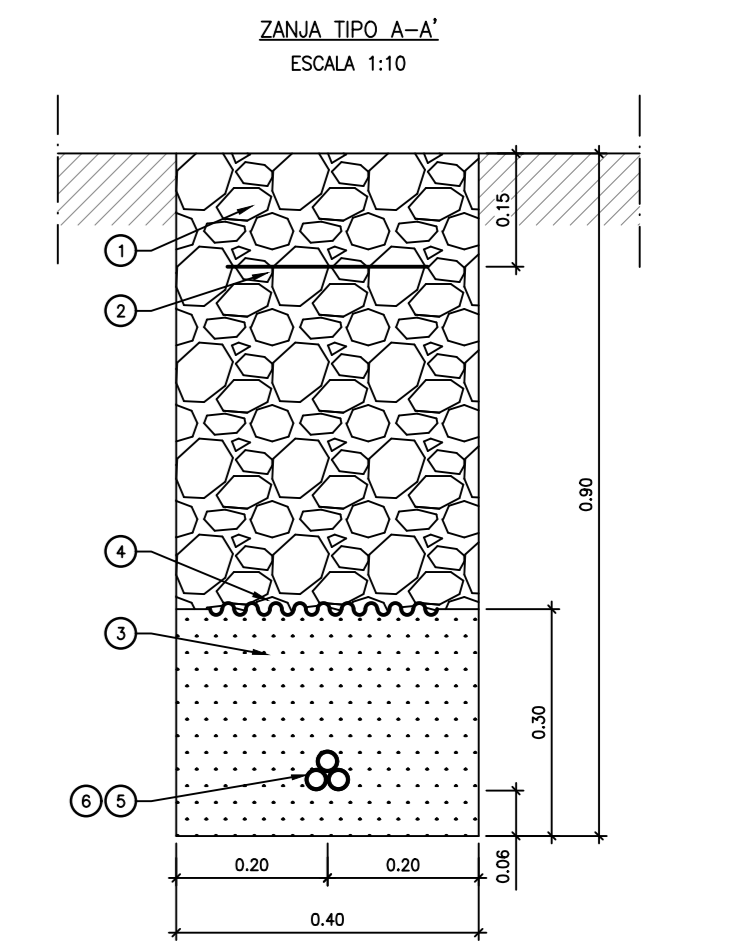
- OBSERVACIONES:
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.
 - LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RHSZ1 12/20kV 3x1x240mm ² AI
4	ml.	PLACAS P.E
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



- OBSERVACIONES:
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.
 - LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

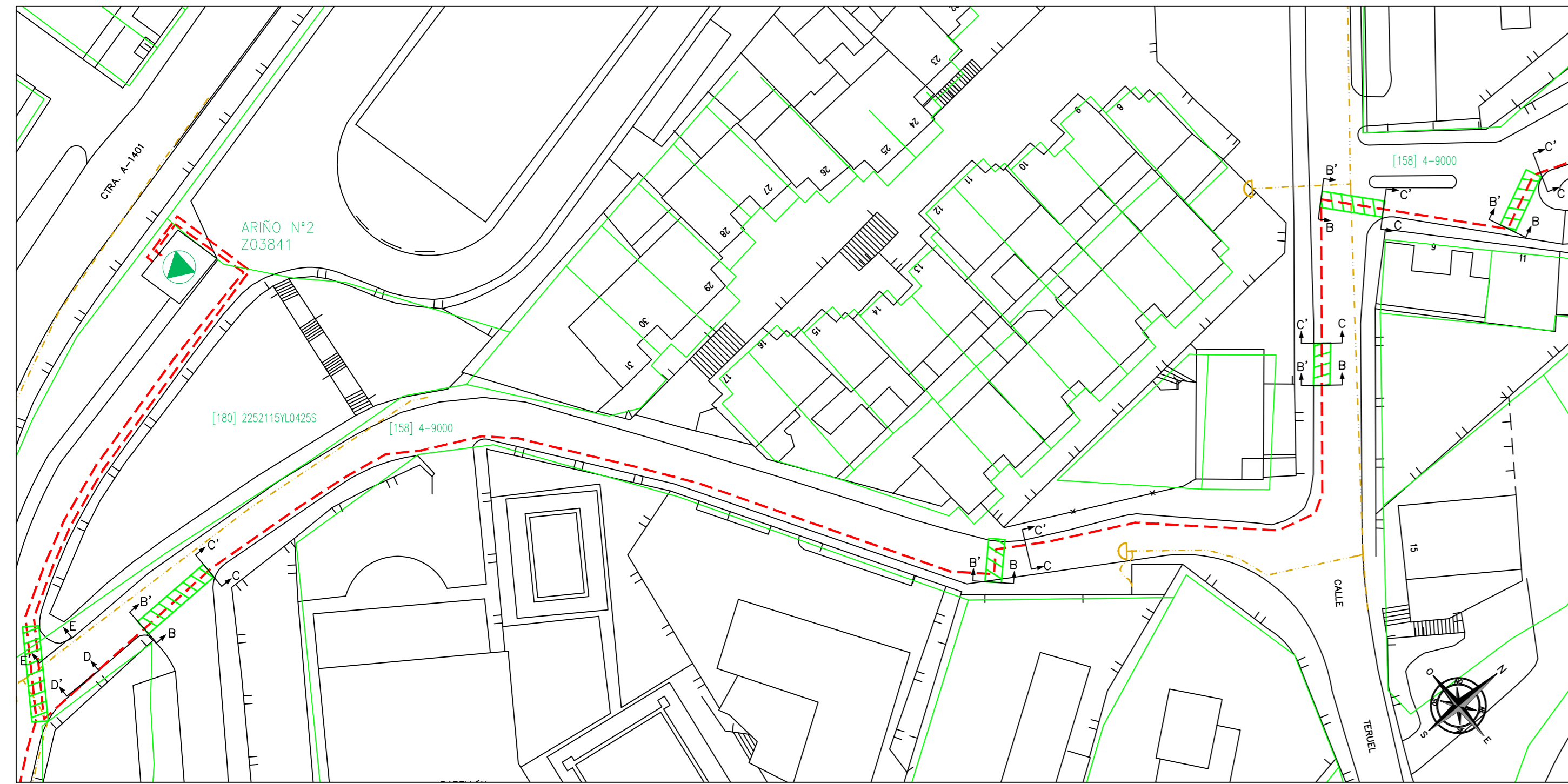
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RHSZ1 12/20kV 3x1x240mm ² AI
4	ml.	TUBO P.E. ø160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



- OBSERVACIONES:
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.

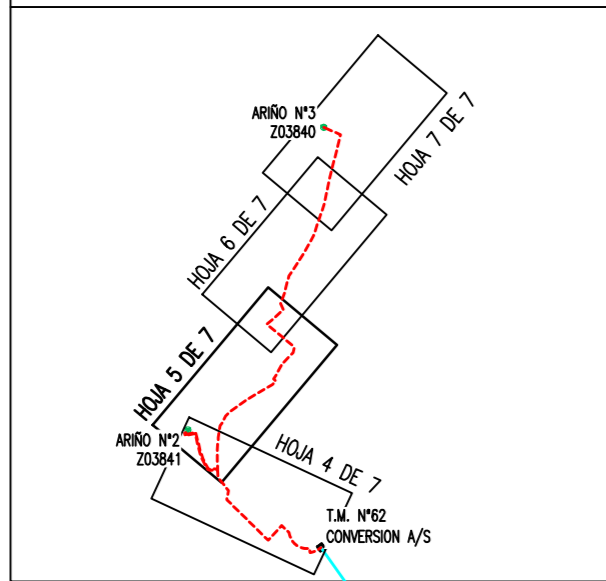
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES 12/20kV 3x1x240+1x150mm ² AI
4	ml.	PLACAS P.E
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo	PLANTA LÍNEA SUBTERRANEA MT		NIA 721800
1:500	Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARÍO		Curso 2019/2020
				Plano Nº 04-04



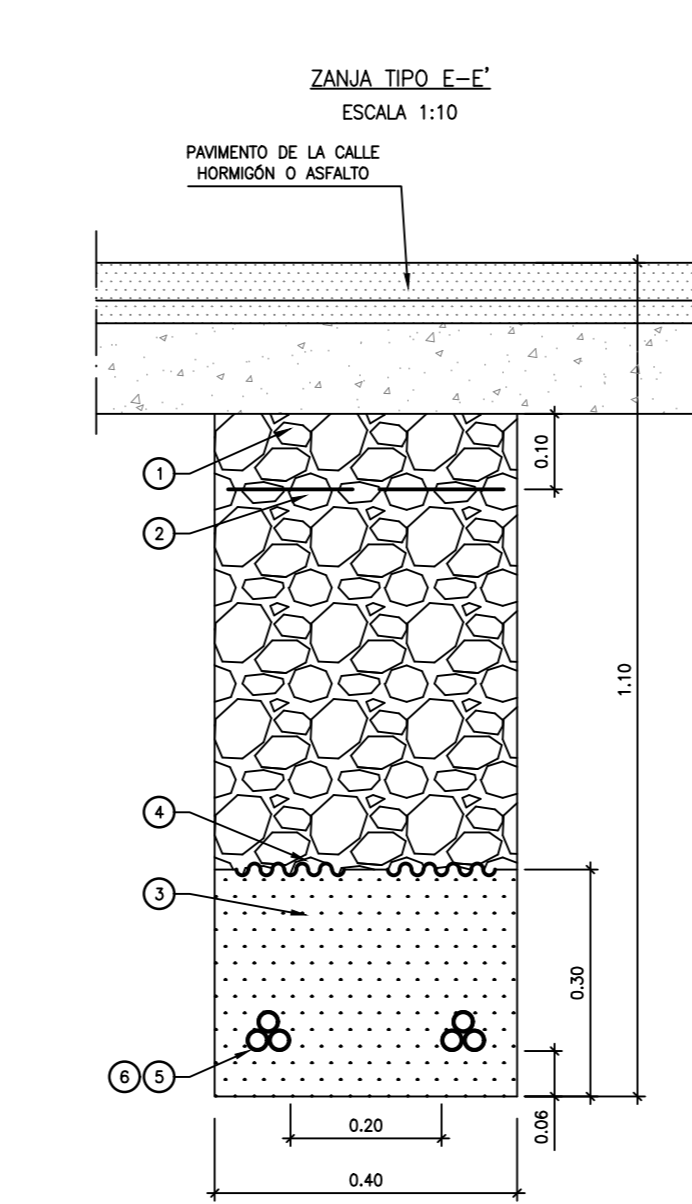
PLANTA
ESCALA 1:500

PLANTA LLAVE



LEYENDA

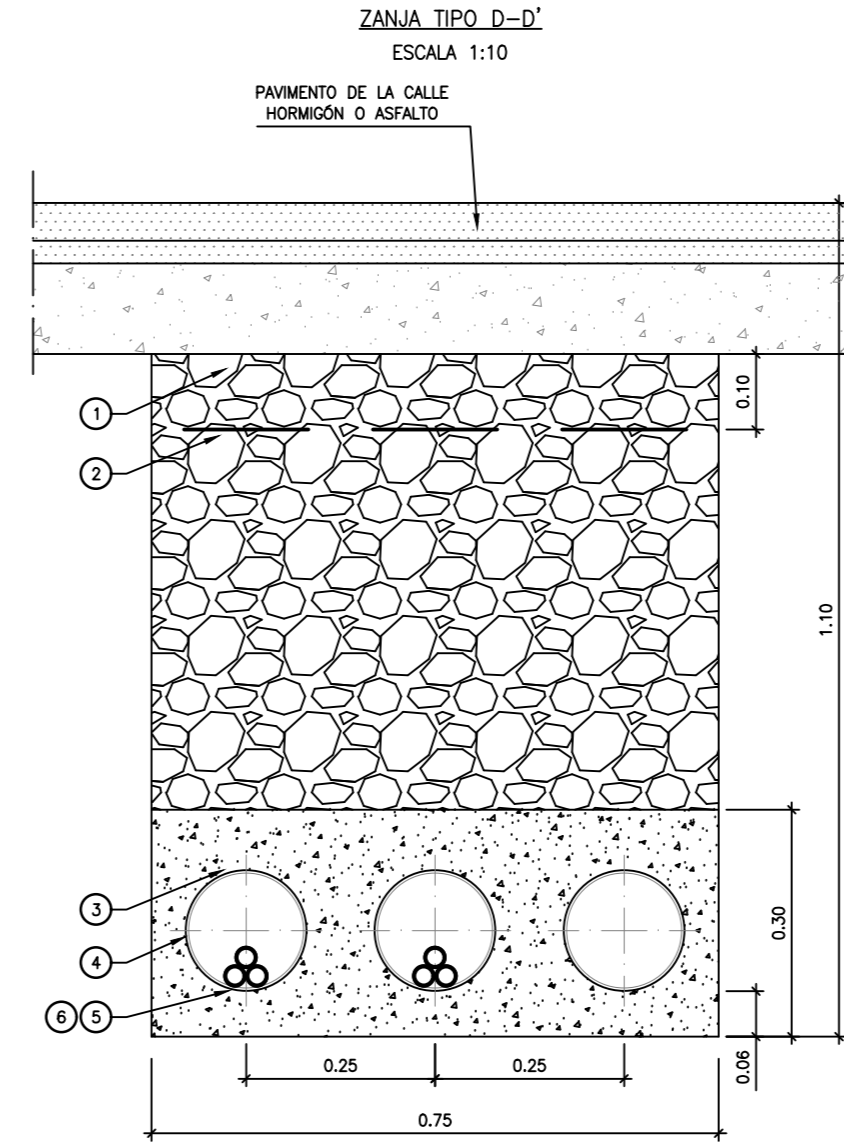
- RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm² Al Línea Subterránea M.T. proyectada
- Tramo entubado
- Línea Aérea M.T. proyectada
- Línea Subterránea Gas existente



OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

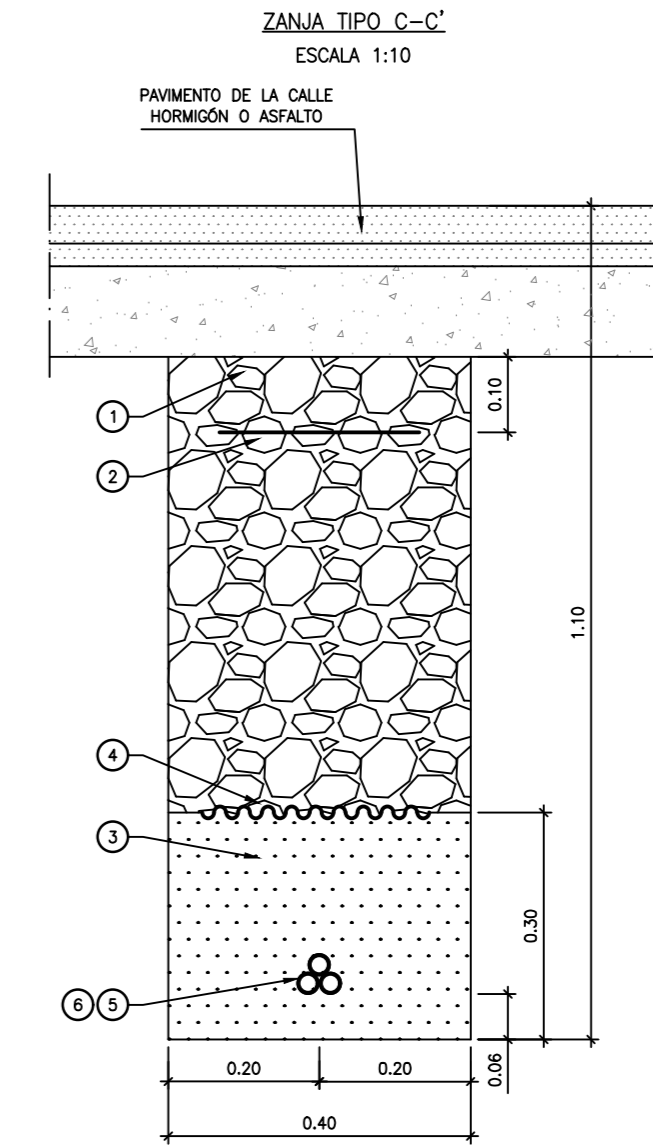
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

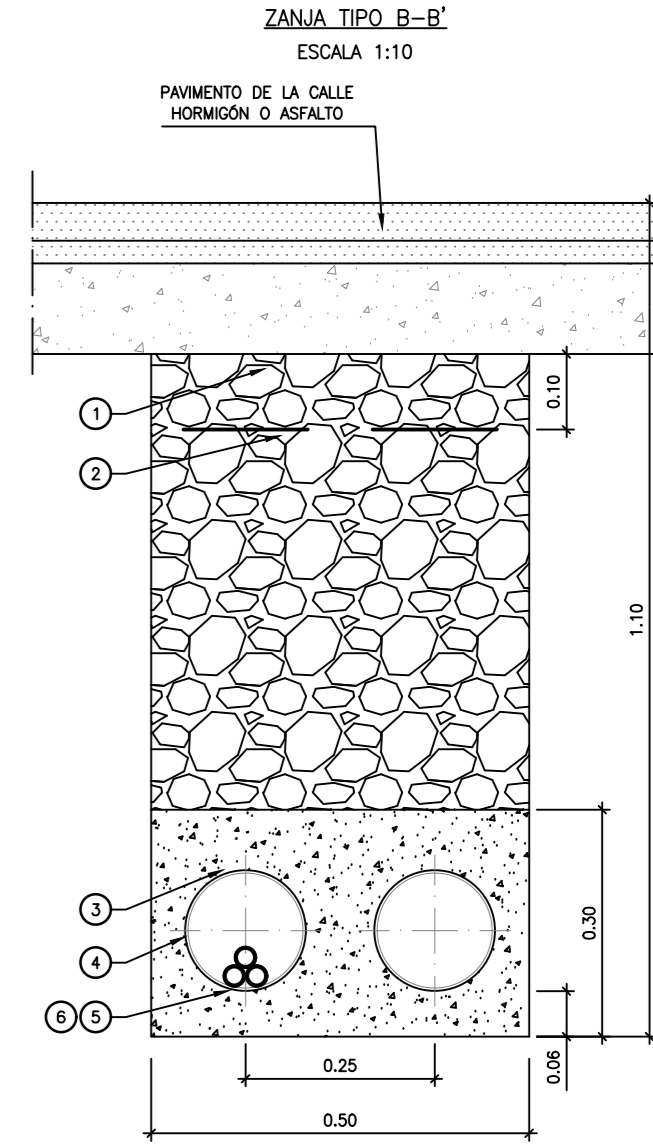
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	TUBO P.E. #160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

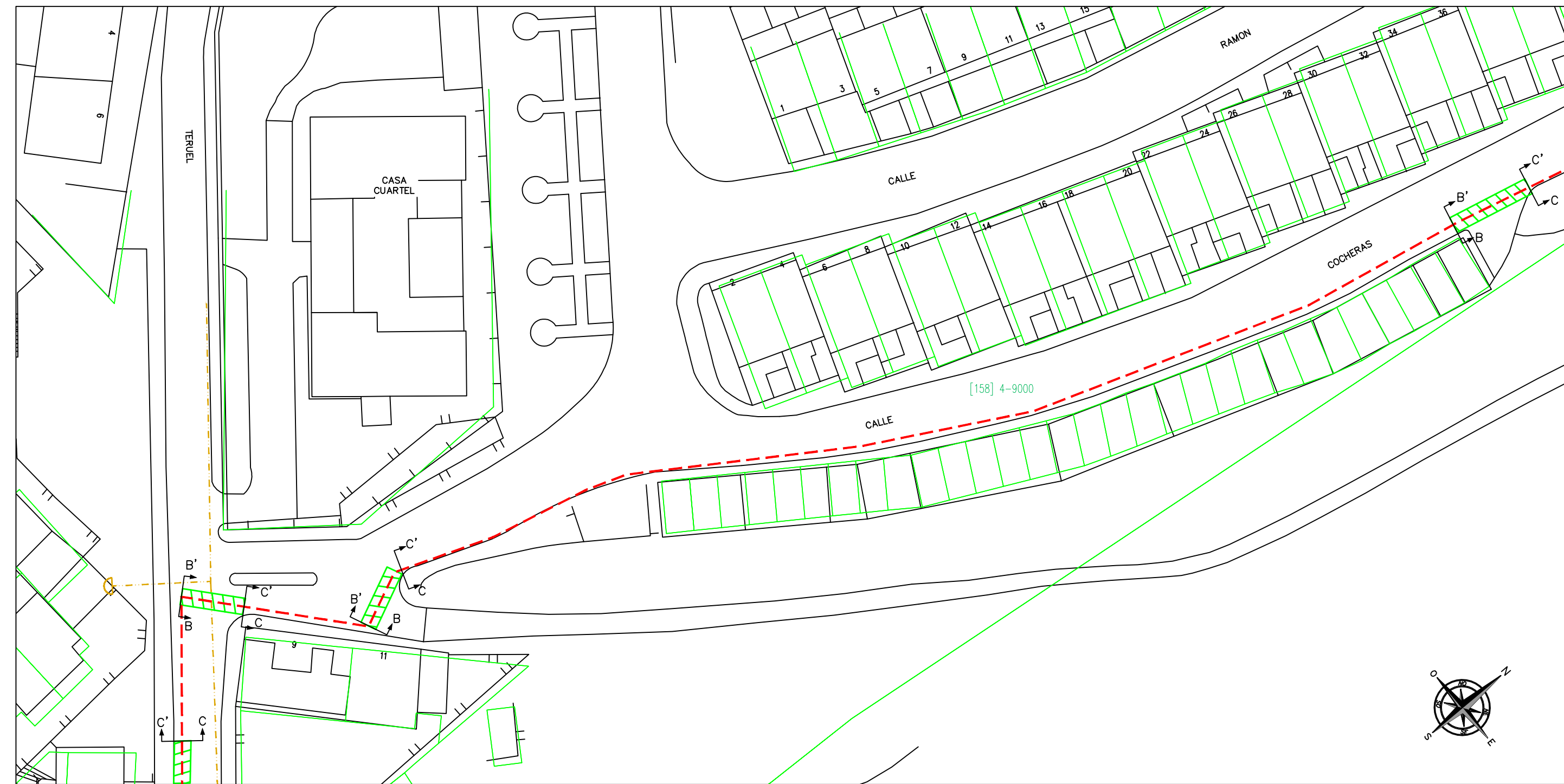


OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

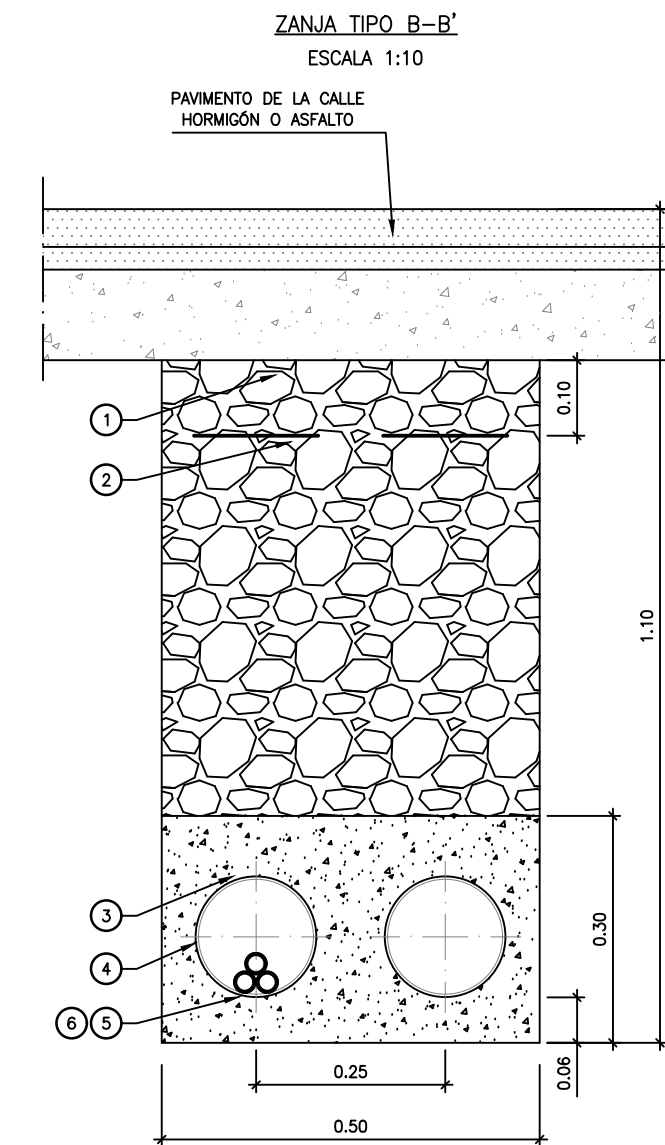
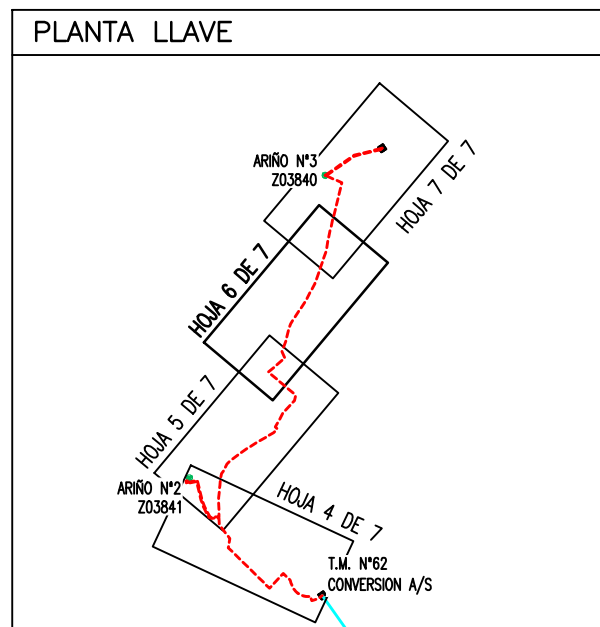
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	TUBO P.E. #160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMÓN		
Comprobado				
Escala 1:500	Titulo	PLANTA LÍNEA SUBTERRANEA MT	NIA 721800	
	Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO	Curso 2019/2020 Plano Nº 04-05	



PLANTA
ESCALA 1:500

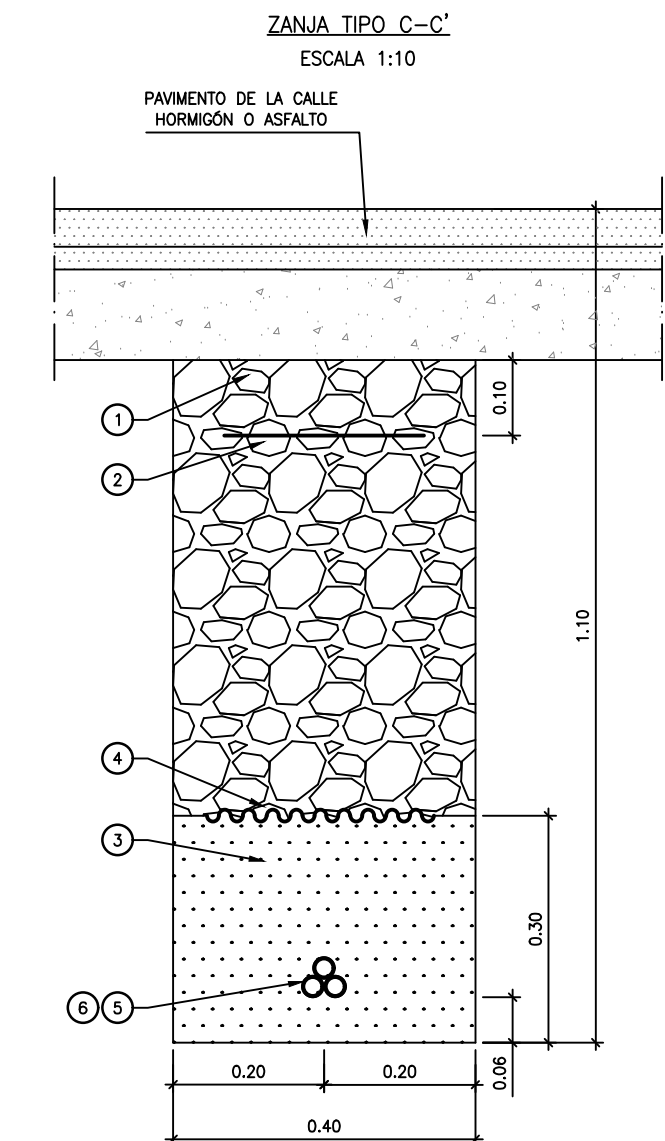
LEYENDA	
RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al	Línea Subterránea M.T. proyectada
[Green Box]	Tramo entubado
[Blue Line]	Línea Aérea M.T. proyectada
[Yellow Dashed Line]	Línea Subterránea Gas existente



OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
- LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	TUBO P.E. Ø160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

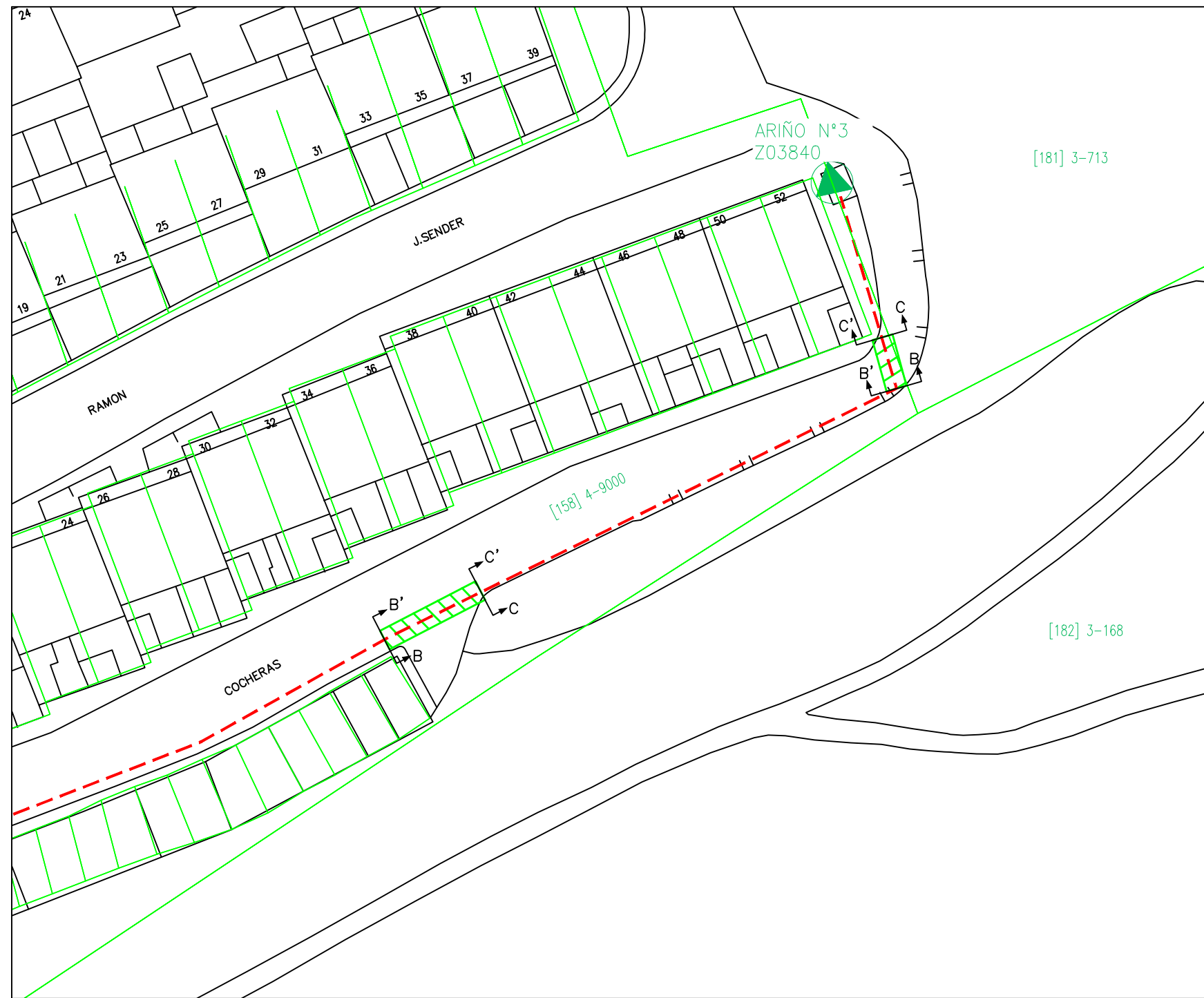


OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

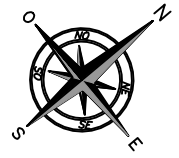
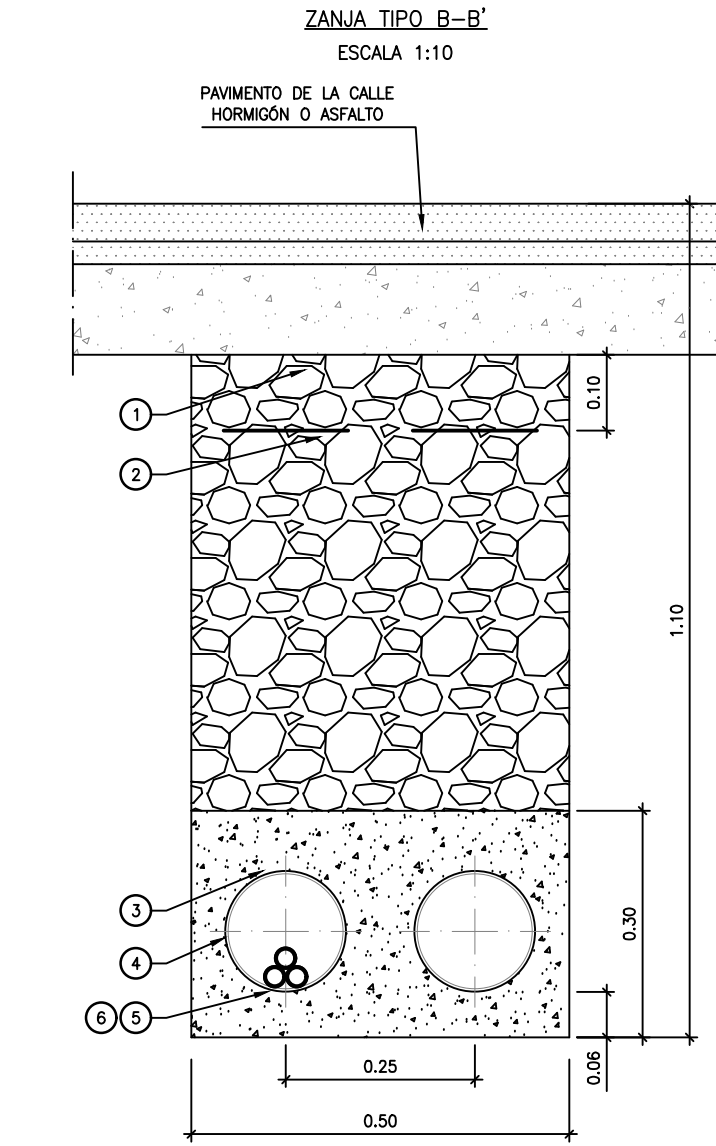
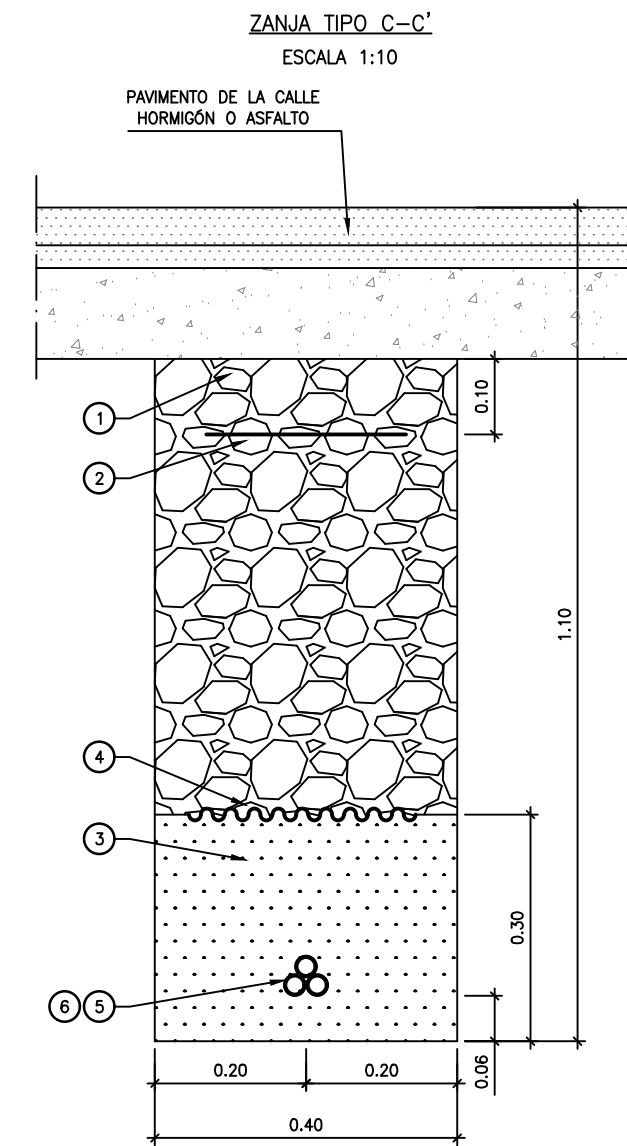
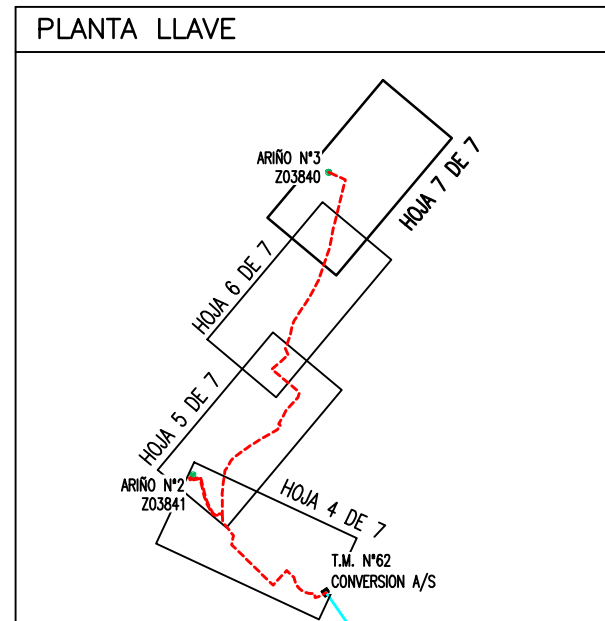
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E
3	m3	ARENA TAMIZADA o LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON	[Signature]	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala	1:500	Título PLANTA LÍNEA SUBTERRANEA MT		NIA 721800
		Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano Nº 04-06



PLANTA
ESCALA 1:500

LEYENDA	
	Línea Subterránea M.T. proyectada
	Tramo entubado
	Línea Aérea M.T. proyectada
	Línea Subterránea Gas existente



OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E
3	m ³	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m ³	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

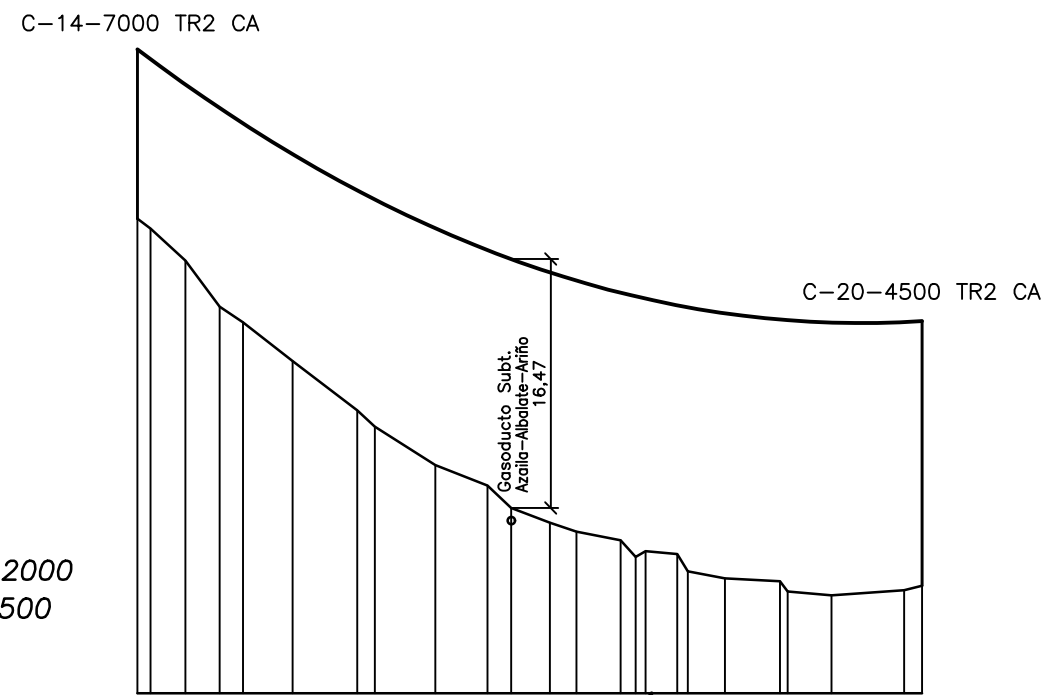
OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
- LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	TUBO P.E. ø160
3	m ³	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m ³	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

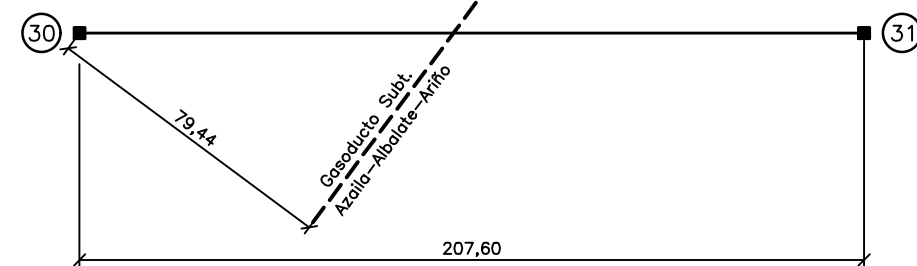
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	1:500	Título PLANTA LÍNEA SUBTERRANEA MT Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		NIA 721800 Curso 2019/2020 Plano N° 04-07

CRUZAMIENTO CON GASODUCTO
AZAIDA-ALBALATE-ARIÑO
DE REDEXIS

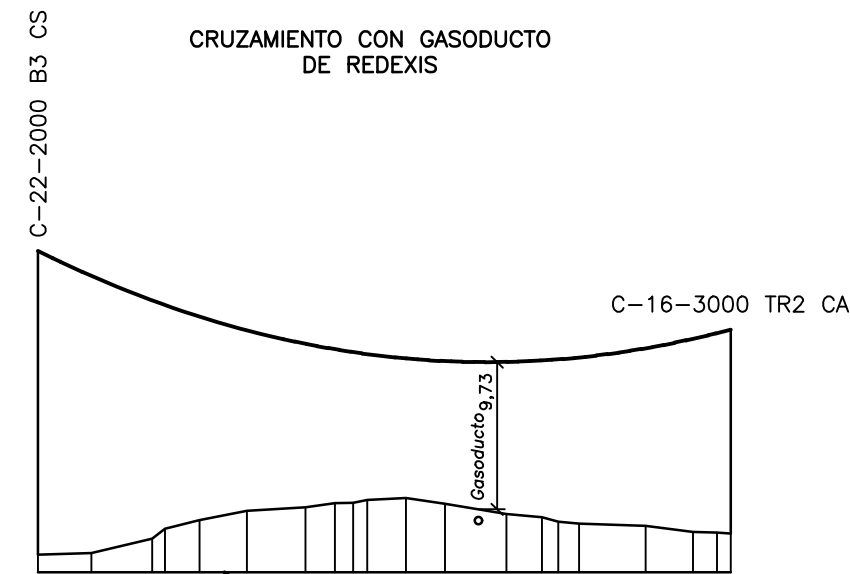


E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA

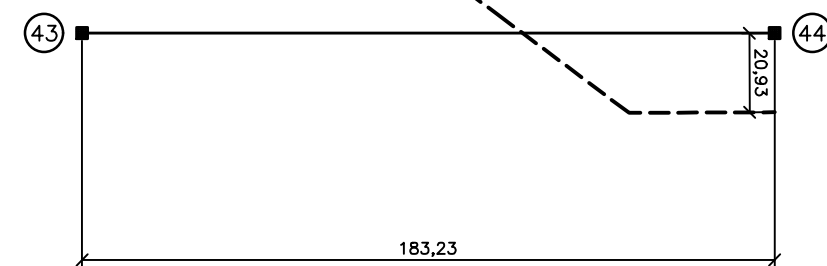


CRUZAMIENTO CON GASODUCTO
DE REDEXIS

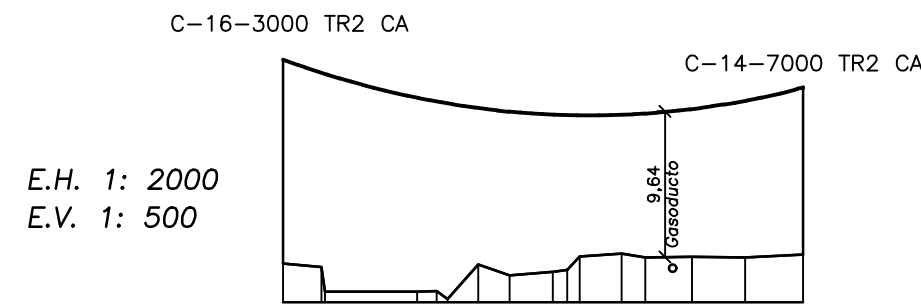


E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA

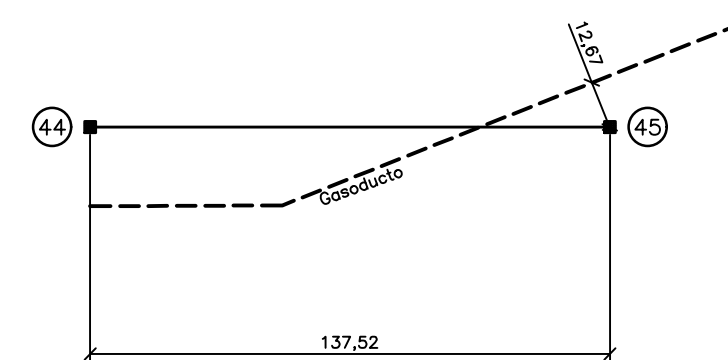


CRUZAMIENTO CON GASODUCTO
DE REDEXIS

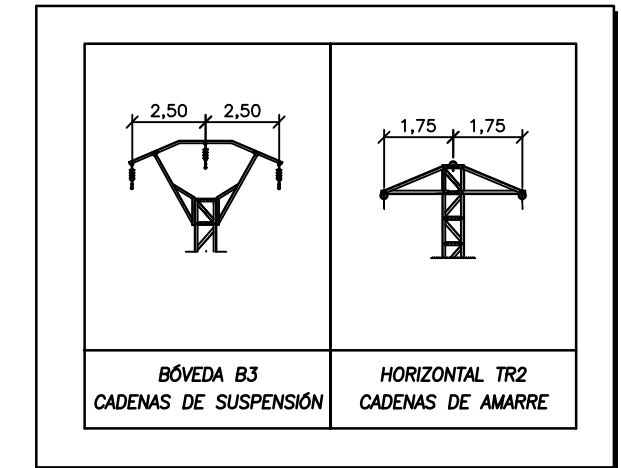



E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

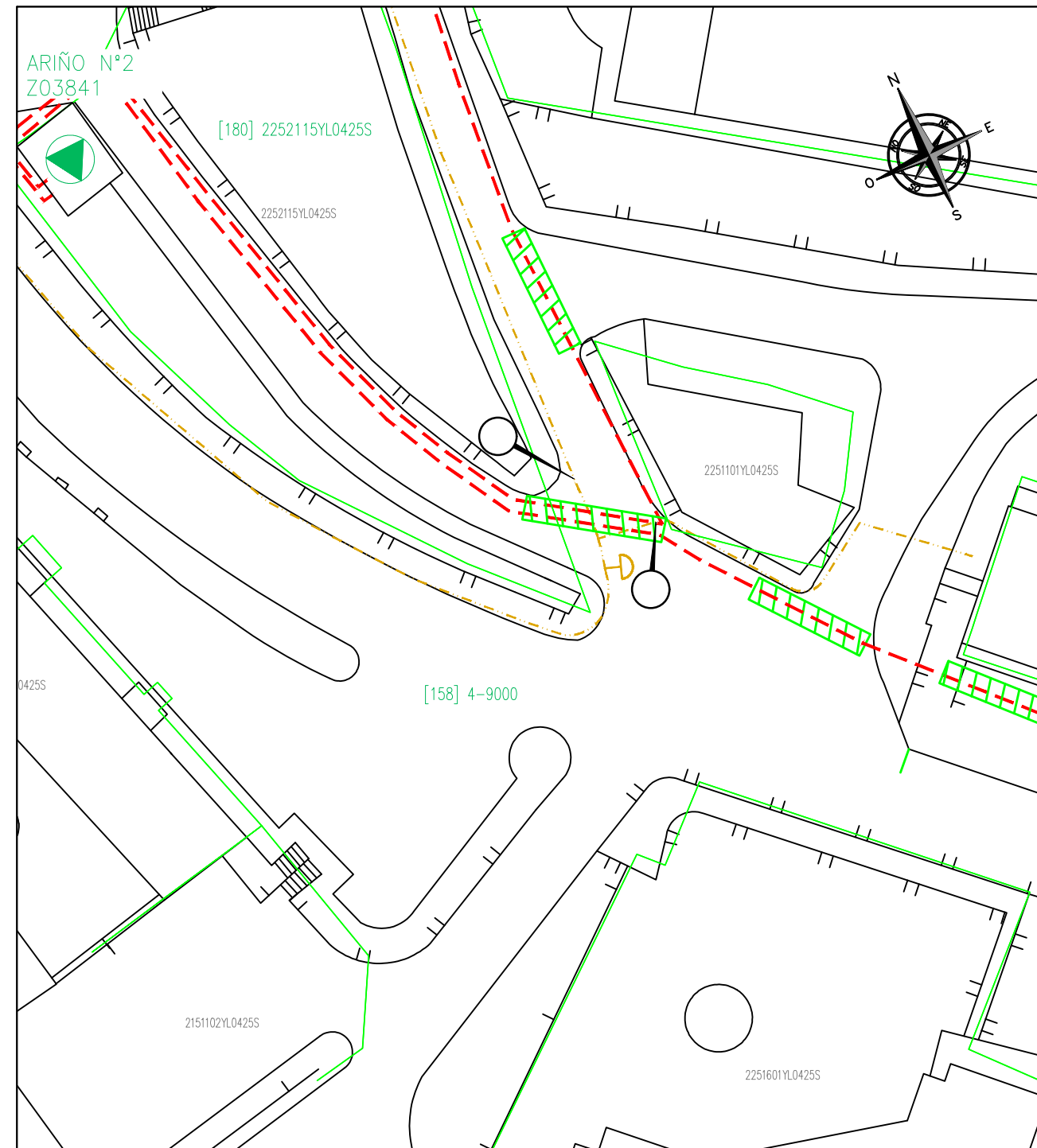
PLANTA



DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E

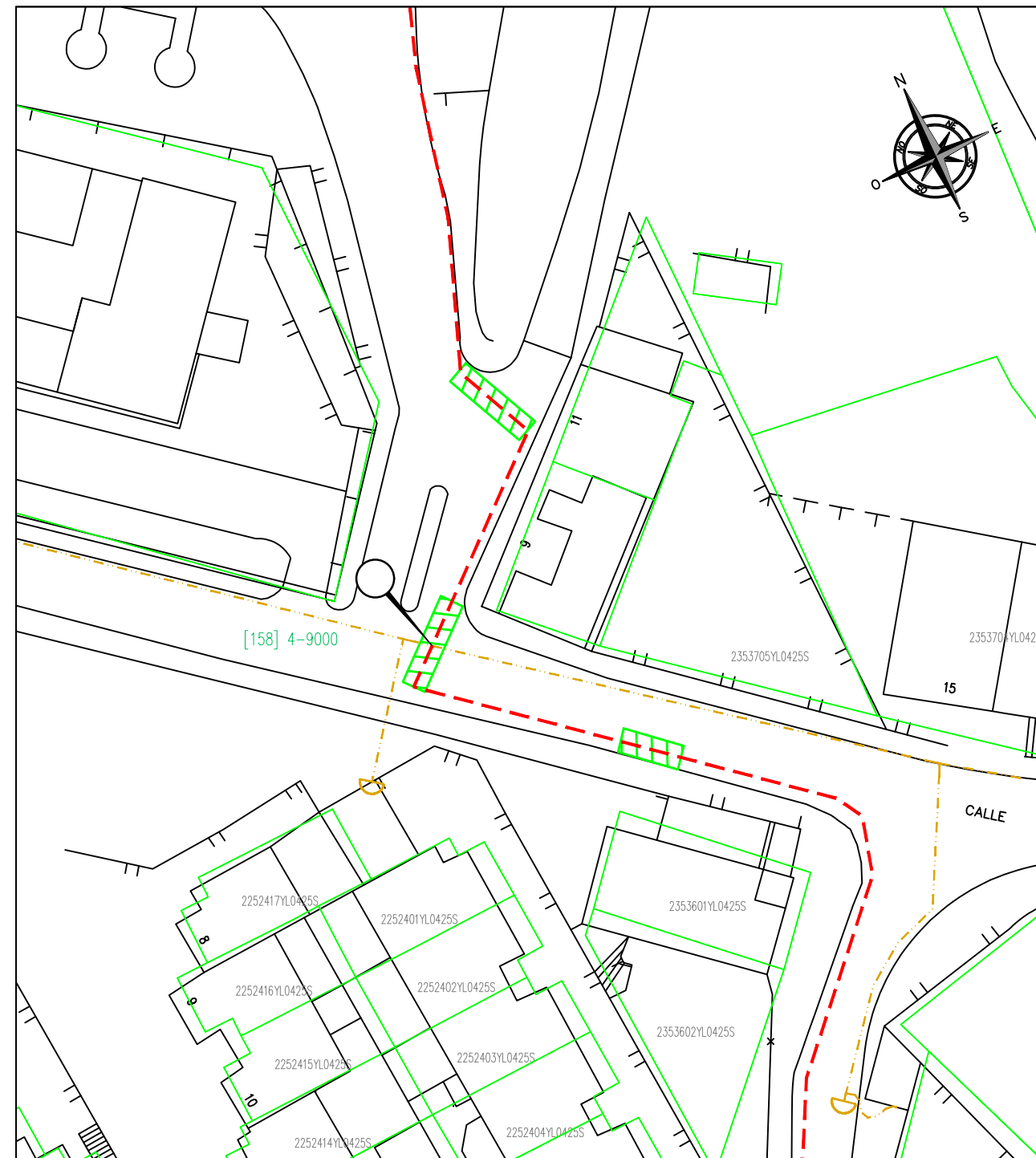


	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				NIA 721800
Escales	Titulo AFECCIÓN REDEXIS			Curso 2019/2020
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Plano N° 05-02-01



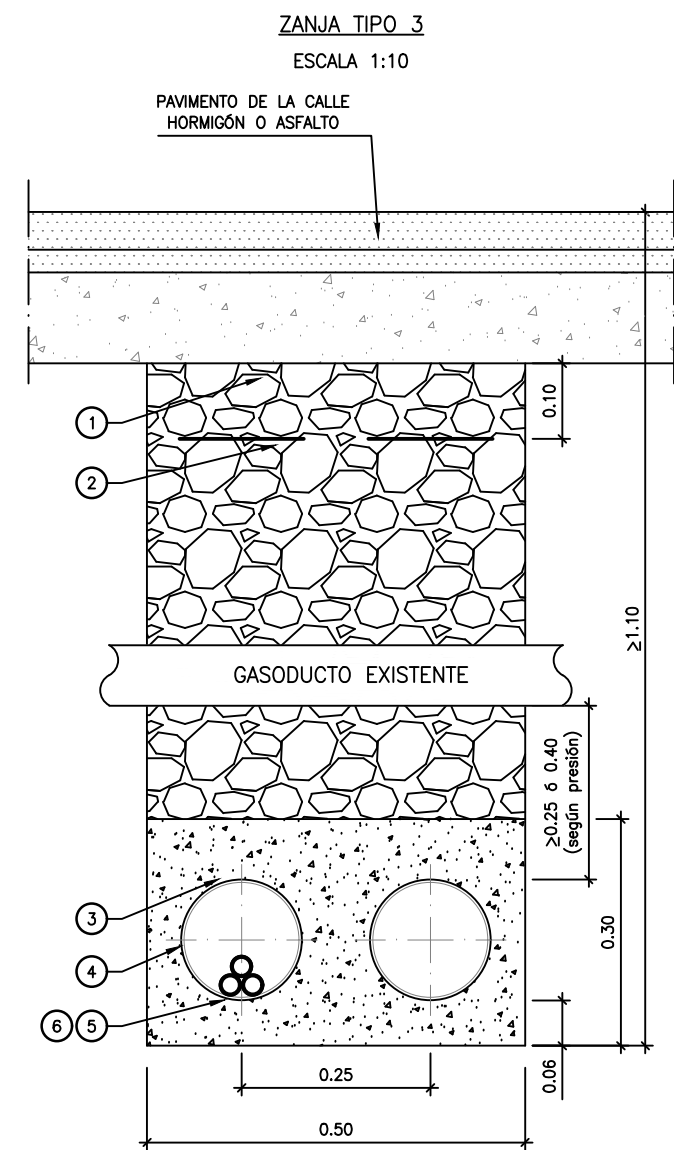
PLANTA
ESCALA 1:500

LEYENDA	
	Línea Subterránea M.T. proyectada
	Tramo entubado
	Línea Subterránea Gas existente



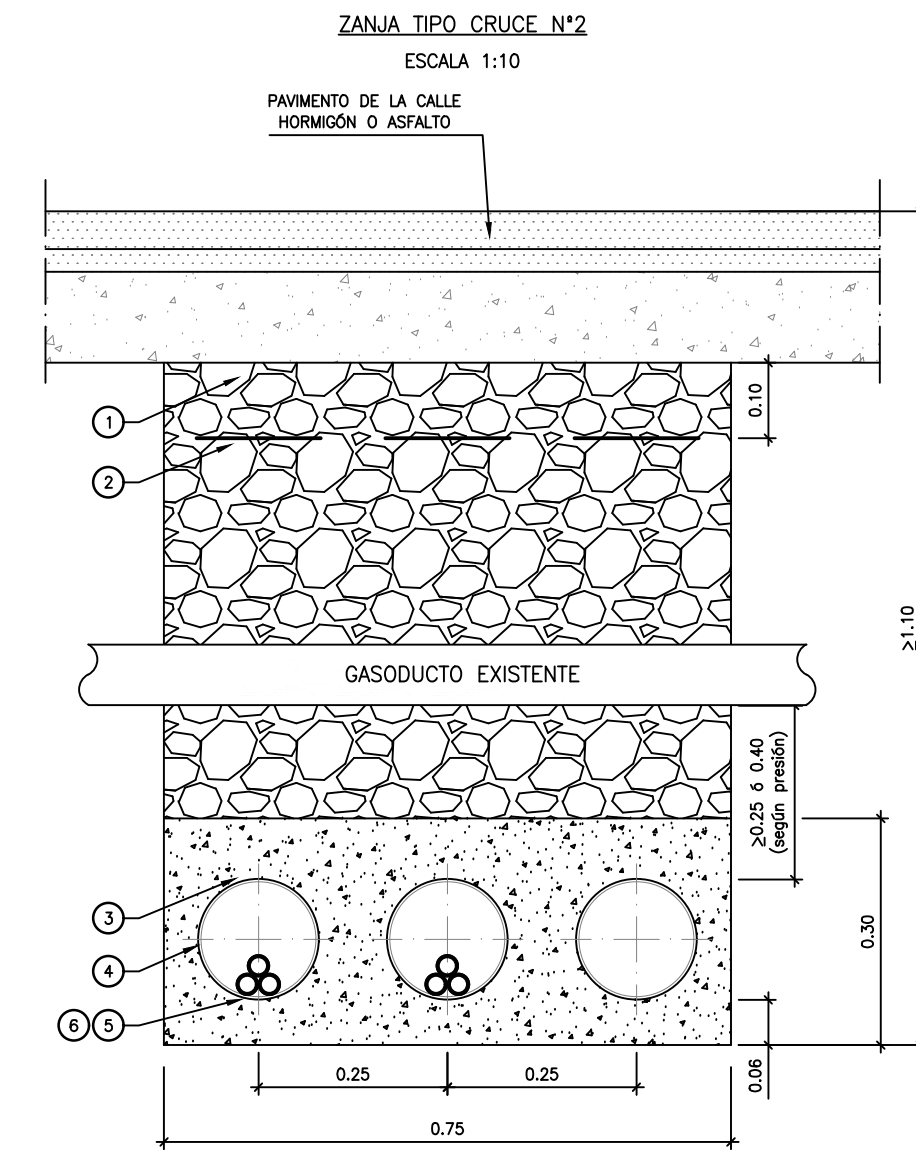
CRUZAMIENTOS CON GASODUCTOS
DE REDEXIS

COORDENADAS UTM ETRS89 H30		
N° CRUCE	X	Y
1	702.055	4,544,891
2	702.050	4,544,897
3	702.110	4,545,054



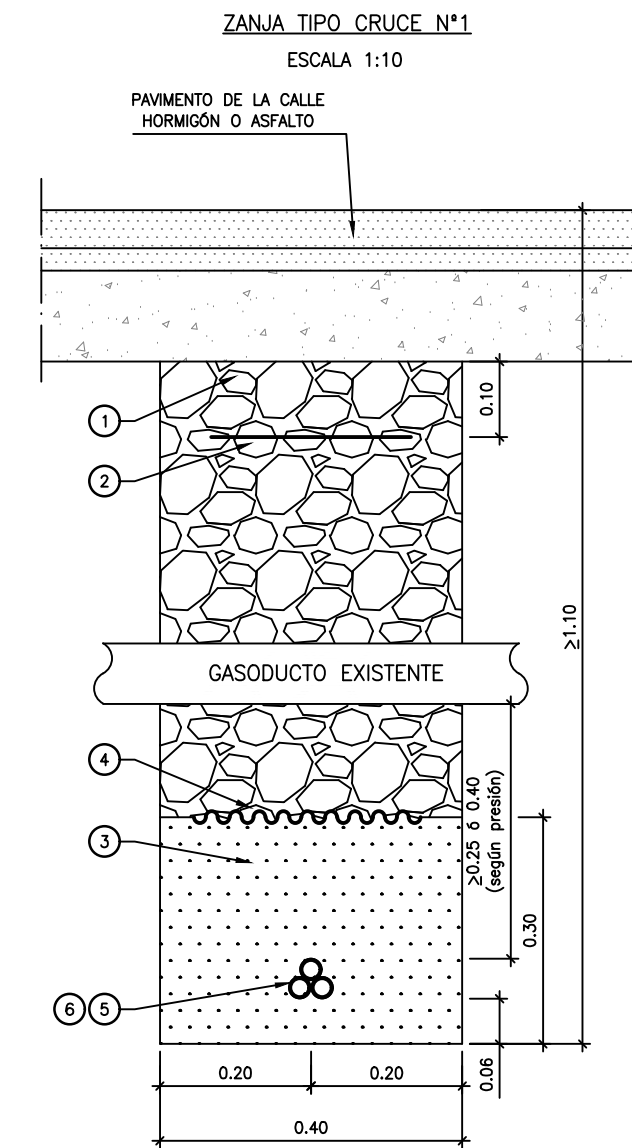
- OBSERVACIONES:**
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
 - LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20KV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	TUBO P.E. Ø160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



- OBSERVACIONES:**
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
 - LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20KV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	TUBO P.E. Ø160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



- OBSERVACIONES:**
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
 - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20KV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m3	ARENA TAMIZADA o LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMÓN		
Comprobado				
Escala	Título AFECCIÓN REDEXIS			NIA 721800
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020 Plano N° 05-02-02

CRUZAMIENTO CON CTRA. MINERA
ANDORRA-ARIÑO SIN p.K.
DE DIP. GENERAL DE ARAGON

$Dv=6,3+0,22=6,52 < 16,48$

$Dh=1,5 \times Hap.=1,5 \times 17,50=26,25 < 54,05$

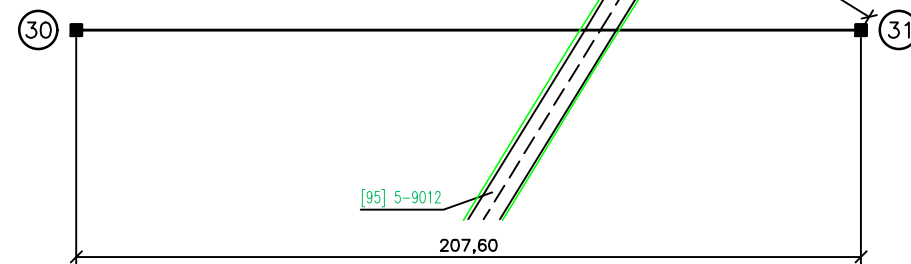
C-14-7000 TR2 CA

C-20-4500 TR2 CA

Carretera Minera
Andorra-Ariño s/Pk 16,48

E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA



CRUZAMIENTO CON CTRA. MINERA
ANDORRA-ARIÑO SIN p.K.
DE DIPUTACION GENERAL DE ARAGON

$Dv=6,3+0,22=6,52 < 10,40$

$Dh=1,5 \times Hap.=1,5 \times 12,14=18,21 < 19,60$

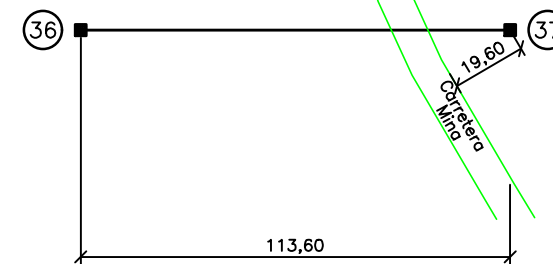
C-16-2000 TR2 CA

C-14-2000 TR2 CA

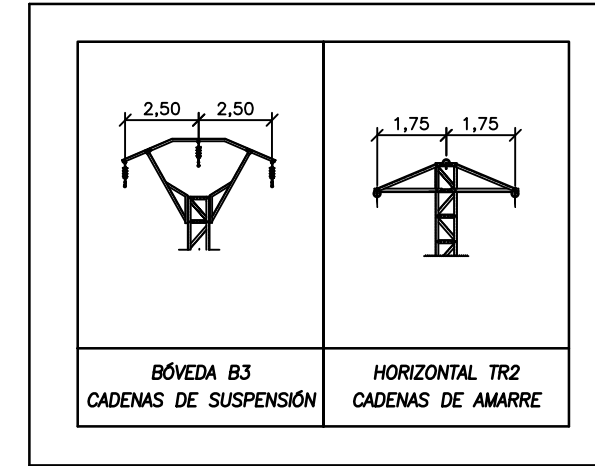
Carretera Mina
10,40

E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA



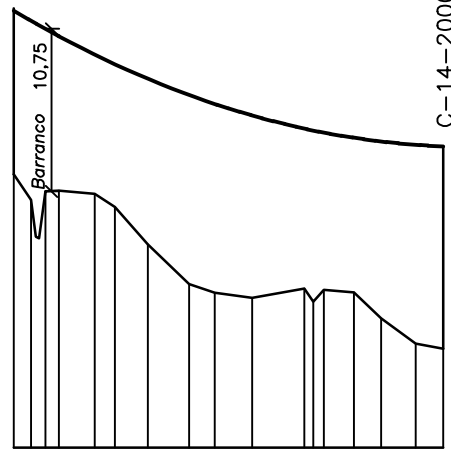
DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo AFECCIÓN GOBIERNO DE ARAGÓN CARRETERAS			NIA 721800
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 05-03

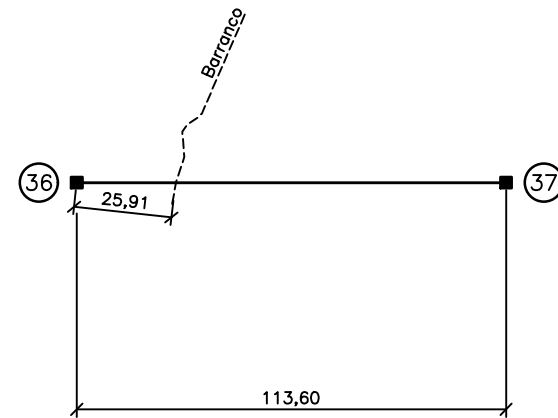
CRUZAMIENTO CON BARRANCO
DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
 $Dv=5,3+0,25=5,55 < 6(Dmin) < 10,75$

C-16-2000 TB2 CA
C-14-2000 TR2 CA



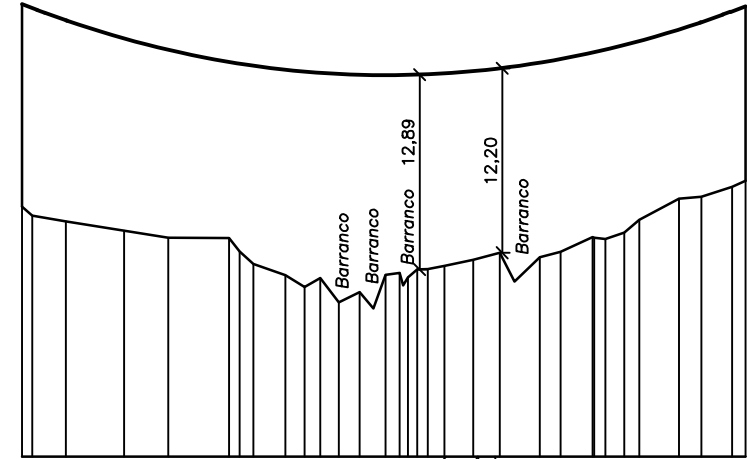
E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA



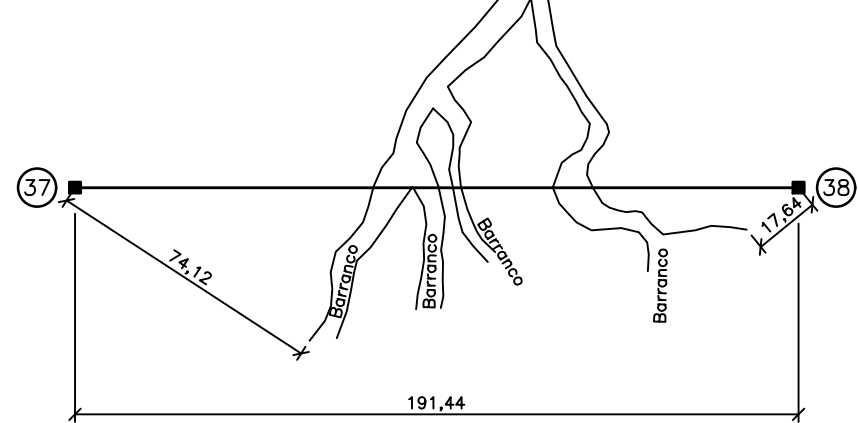
CRUZAMIENTOS CON BARRANCOS
DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
 $Dv=5,3+0,25=5,55 < 6(Dmin) < 12,20$

C-14-2000 TR2 CA
C-14-2000 TR2 CA



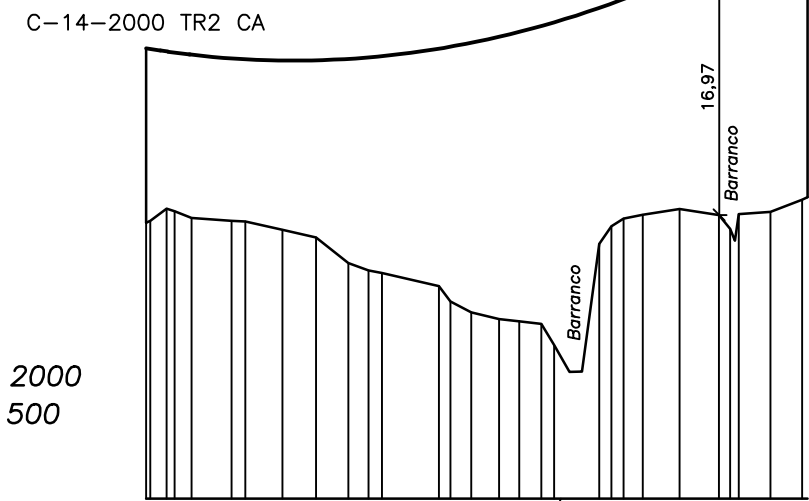
E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA



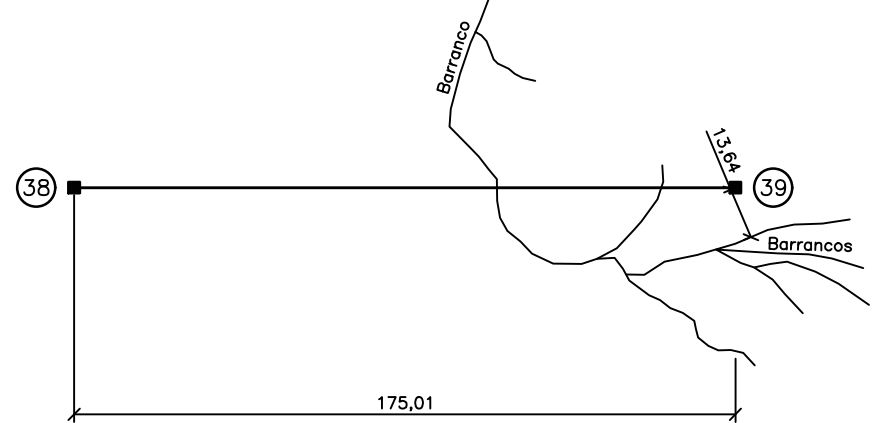
CRUZAMIENTOS CON BARRANCOS
DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
 $Dv=5,3+0,25=5,55 < 6(Dmin) < 16,97$

C-20-2000 B3 CS

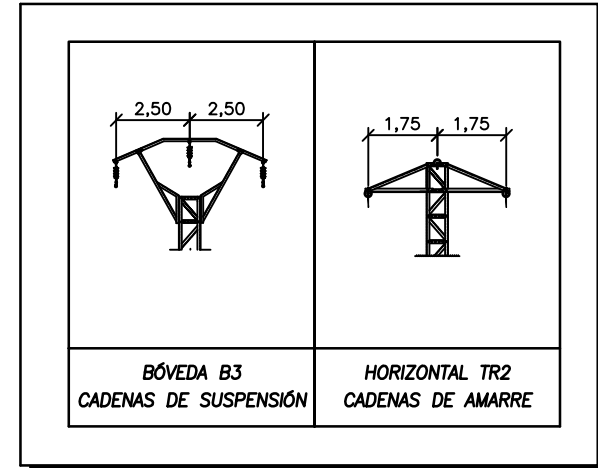


E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA



DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



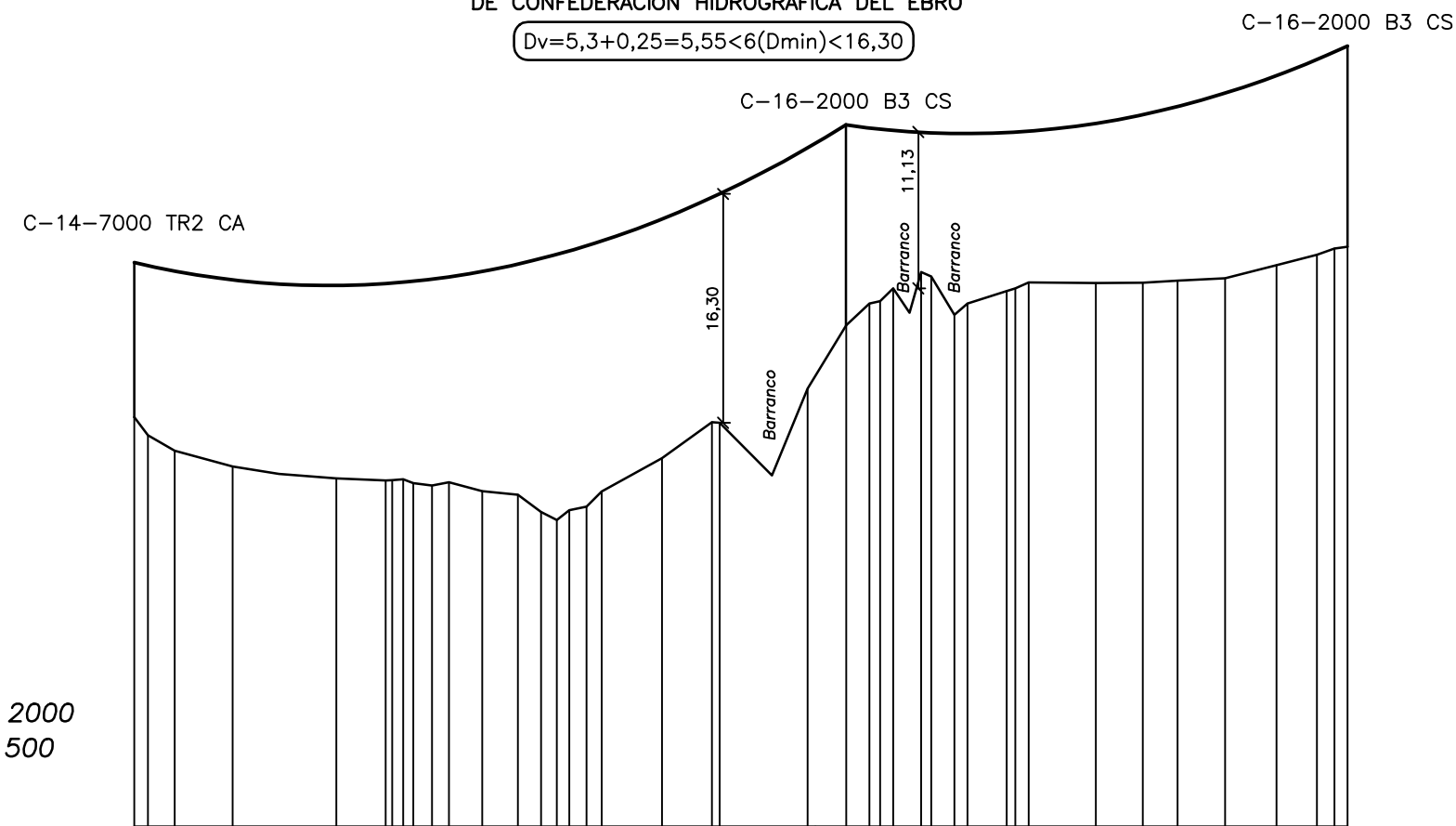
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escales	Titulo AFECCIÓN CONF. HIDROGRÁFICA DEL EBRO			NIA 721800
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 05-04-01

CRUZAMIENTO CON BARRANCOS
DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

$$Dv=5,3+0,25=5,55 < 6(Dmin) < 11,13$$

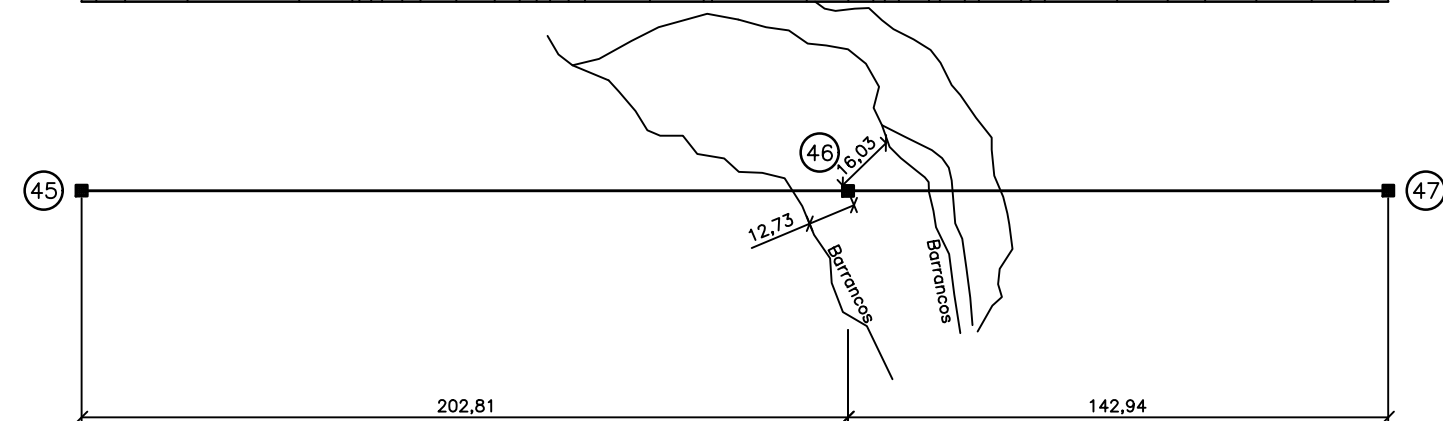
CRUZAMIENTO CON BARRANCO
DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

$$Dv=5,3+0,25=5,55 < 6(Dmin) < 16,30$$



E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA

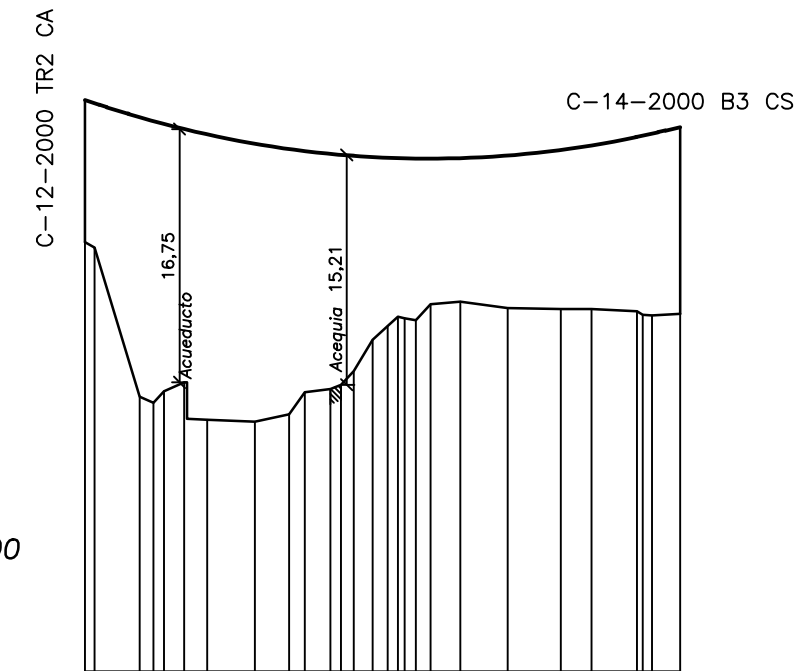


CRUZAMIENTO CON ACUEDUCTO
DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

$$Dv=5,3+0,25=5,55 < 6(Dmin) < 16,75$$

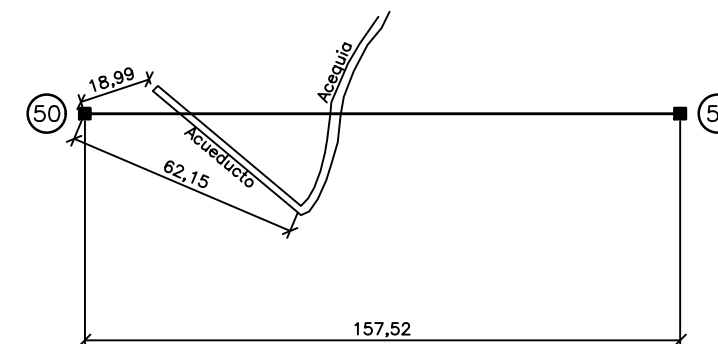
CRUZAMIENTO CON ACEQUIA
DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

$$Dv=5,3+0,25=5,55 < 6(Dmin) < 15,21$$

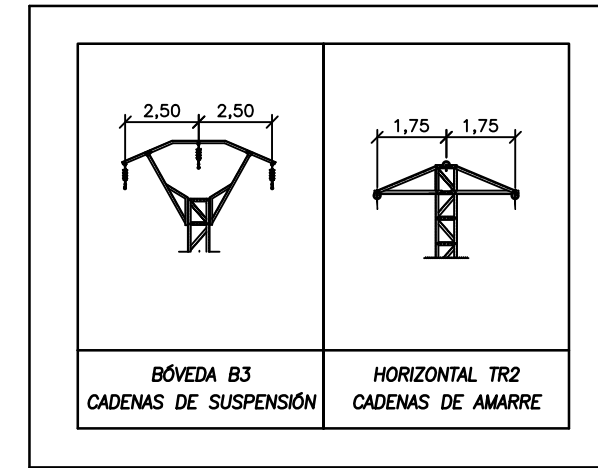


E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA



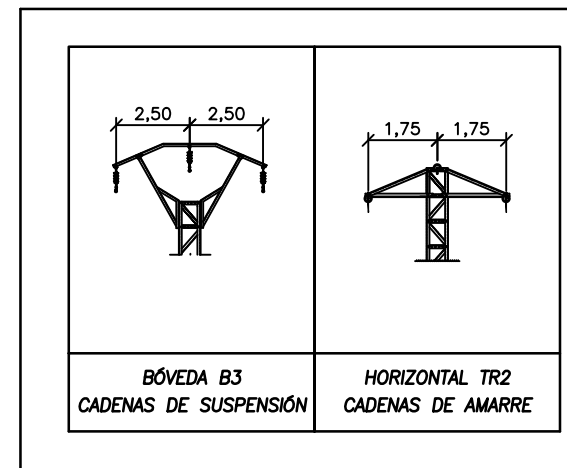
DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Esca	Titulo AFECCIÓN CONF. HIDROGRÁFICA DEL EBRO			NIA 721800
INDICADAS	Proyecto			Curso 2019/2020
	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Plano N° 05-04-02

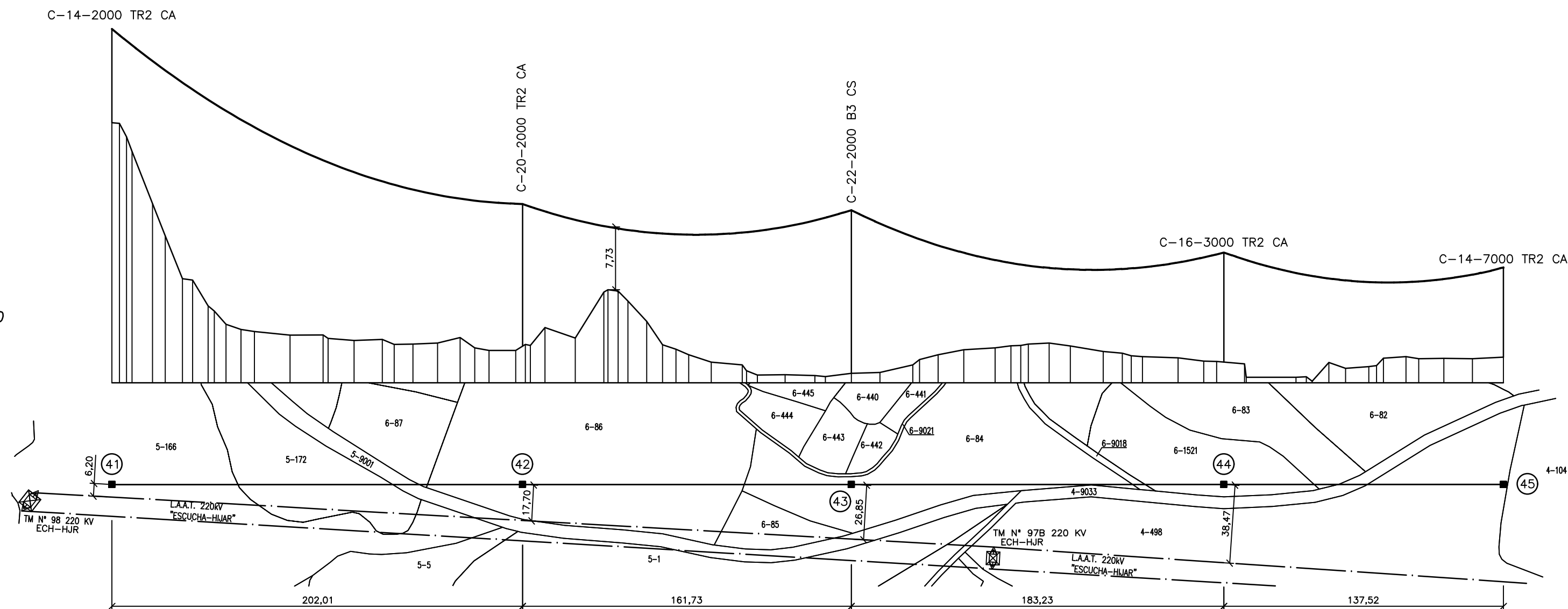
PARALELISMO CON L.A.A.T. 220KV
"ESCUCHA-HIJAR"
ENTRE AP. 98 Y 97B DE REE

DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

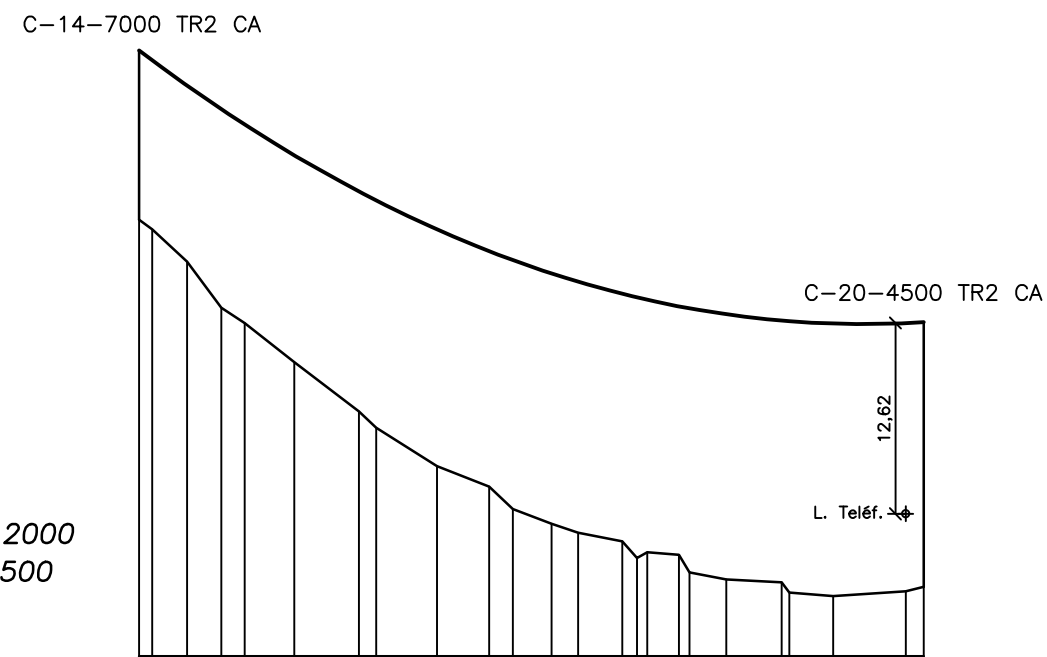
PLANTA



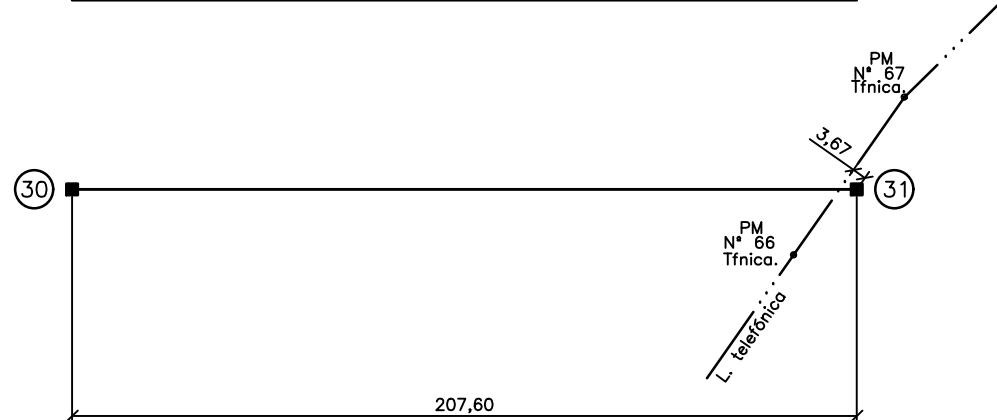
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				NIA 721800
Escales	INDICADAS			Curso 2019/2020
	Título AFECCIÓN R.E.E.			Plano N° 05-05-02
	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			

CRUZAMIENTO CON LÍNEA TELEFÓNICA DE TELEFÓNICA DE ESPAÑA, SA

$Dv=2,5+0,25=2,75 < 12,62$

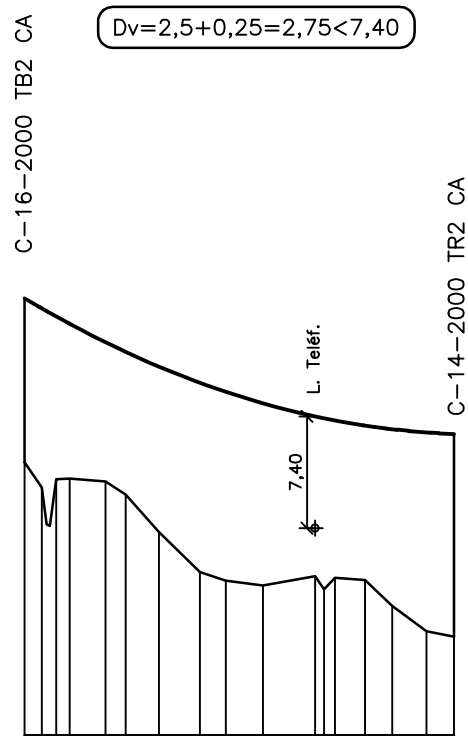


PLANTA



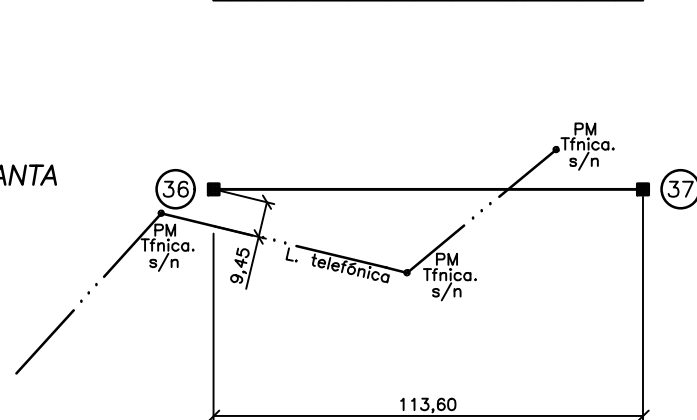
CRUZAMIENTO CON LÍNEA TELEFÓNICA DE TELEFÓNICA DE ESPAÑA, SA

$Dv=2,5+0,25=2,75 < 7,40$



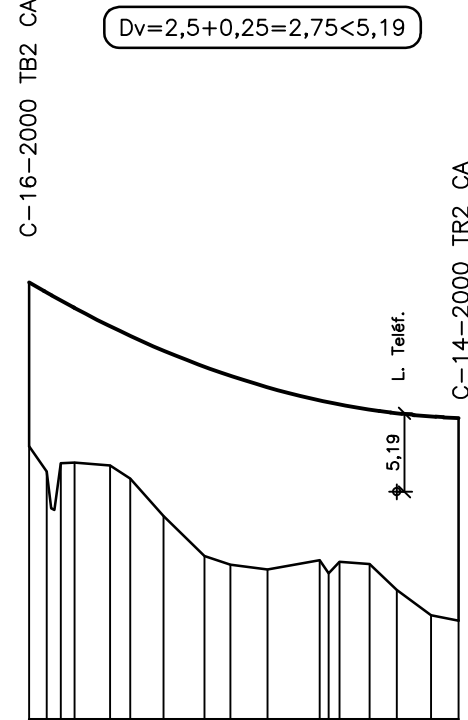
E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA



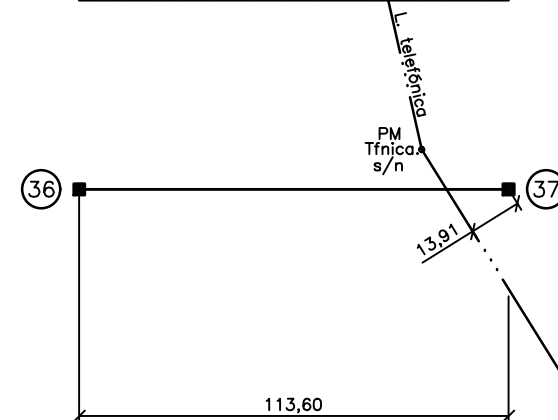
CRUZAMIENTO CON LÍNEA TELEFÓNICA DE TELEFÓNICA DE ESPAÑA, SA

$Dv=2,5+0,25=2,75 < 5,19$



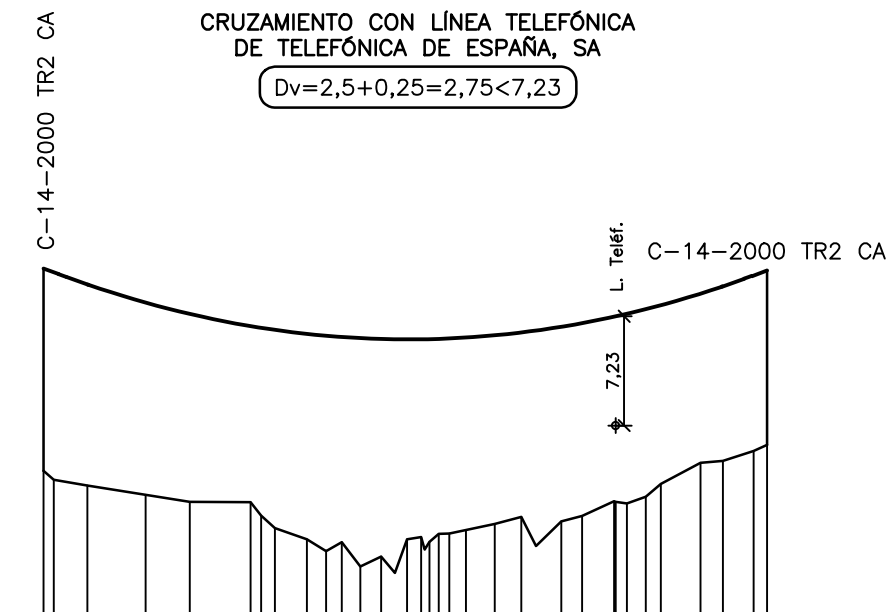
E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA



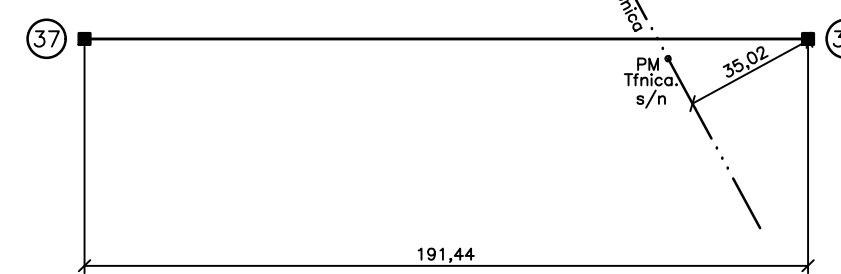
CRUZAMIENTO CON LÍNEA TELEFÓNICA DE TELEFÓNICA DE ESPAÑA, SA

$Dv=2,5+0,25=2,75 < 7,23$

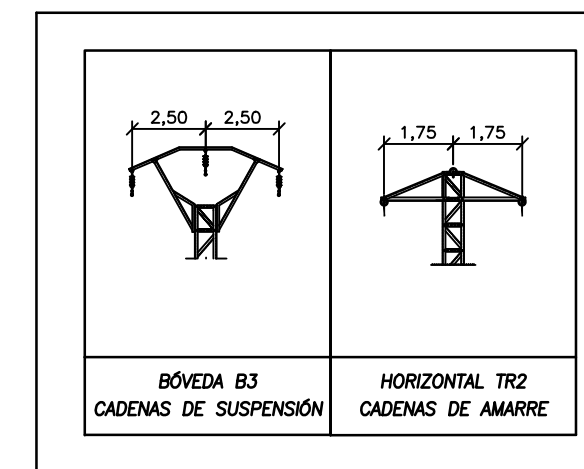


E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

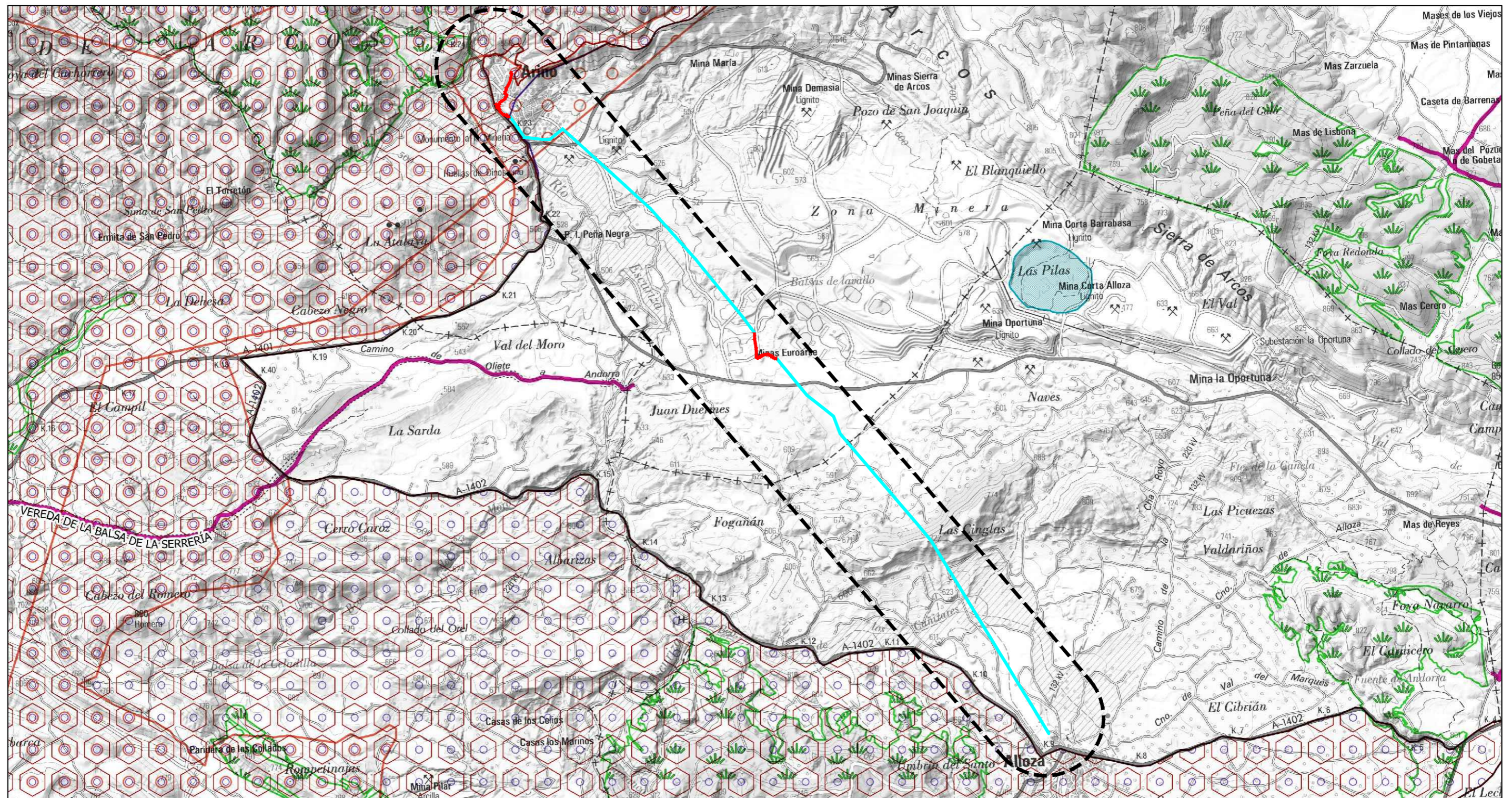
PLANTA



DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
INDICADAS	Titulo AFECCIÓN TELEFÓNICA DE ESPAÑA S.A. Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			NIA 721800 Curso 2019/2020 Plano N° 05-06

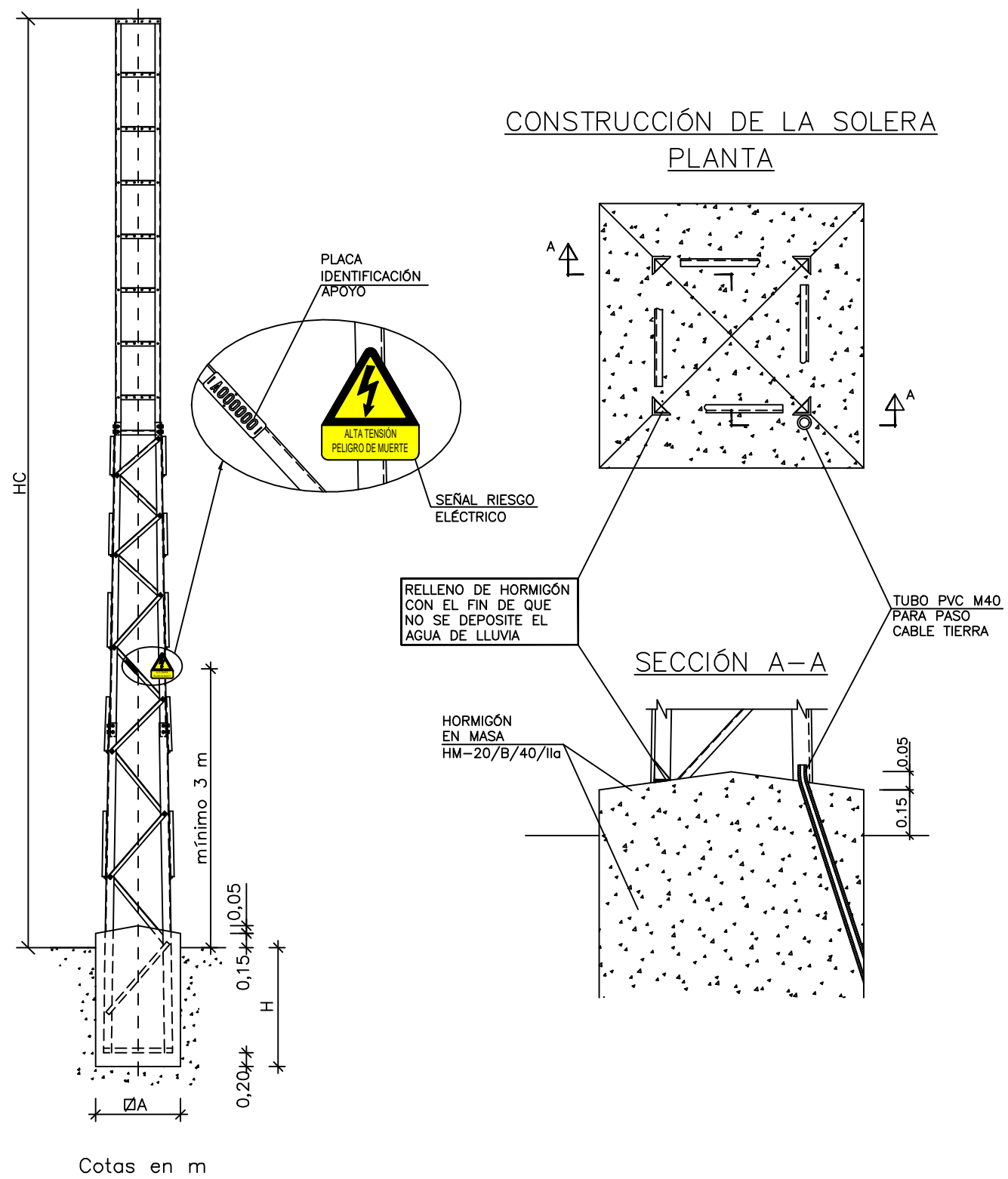


Leyenda

- VÍAS PECUARIAS
- ÁMBITO PROTECCIÓN Hieraetus Fasciatus
- RED NATURA 2000
- ZONA PERIMETRAL ZEPA +1,5km
- ZONAS PROTECCIÓN RD 1432/2008
- MONTE DE UTILIDAD PÚBLICA
- HUMEDAL



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala 1:40.000	Titulo AFECCIONES MEDIO AMBIENTE		NIA 721800	
	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020	
			Plano Nº 06	

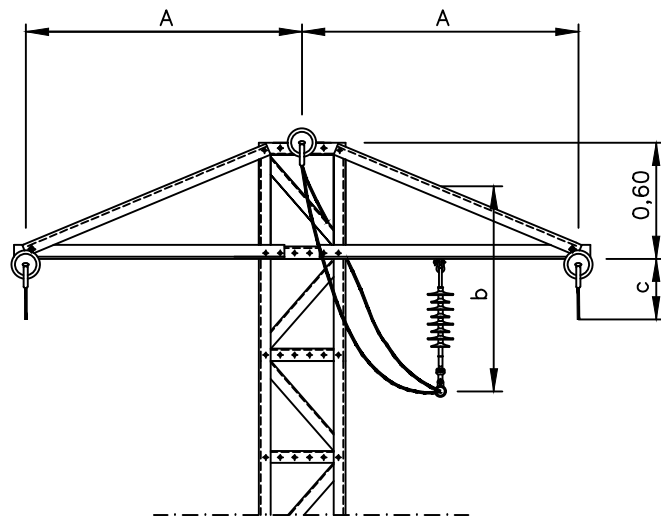


TIPO CELOSÍA	ALTURA ÚTIL (1) m.	CIMENTACIÓN (EXCAVACIÓN)		
		Ø A (m)	H (m)	V (m³)
C-2000-12	10,04	0,97	1,96	1,84
C-2000-14	12,14	1,05	2,01	2,22
C-2000-16	14,09	1,13	2,05	2,62
C-2000-18	16,12	1,22	2,08	3,10
C-2000-20	18,10	1,31	2,10	3,60
C-2000-22	20,07	1,38	2,13	4,06
C-3000-10	8,10	0,91	2,10	1,74
C-3000-12	10,04	0,98	2,16	2,07
C-3000-14	11,80	1,06	2,20	2,47
C-3000-16	13,86	1,16	2,24	3,01
C-3000-18	15,73	1,23	2,27	3,43
C-3000-20	17,71	1,33	2,29	4,05
C-4500-16	13,53	1,16	2,47	3,32
C-4500-20	17,50	1,38	2,50	4,76
C-7000-14	11,57	1,55	2,43	5,84
C-7000-16	13,57	1,76	2,43	7,53
C-7000-18	15,61	1,95	2,43	9,24
C-7000-20	17,58	2,13	2,43	11,02
C-7000-22	19,57	2,30	2,43	12,85

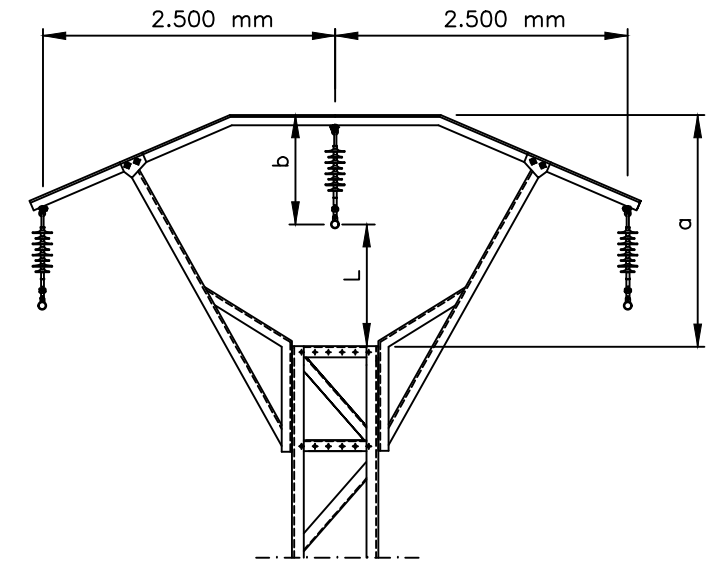
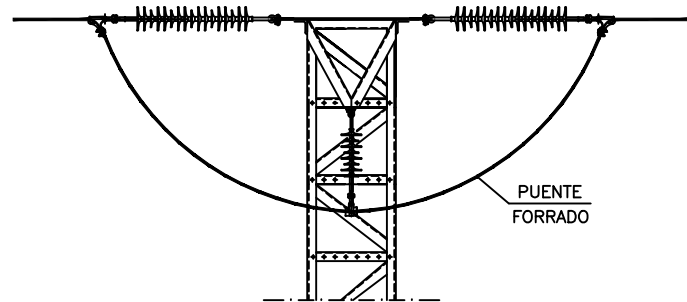
(1) LA ALTURA UTIL HC MEDIDA ENTRE LA COGOLLA Y EL SUELO

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo APOYOS Y CIMENTACIONES			NIA 721800
S/E	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 7

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y CONDUCTOR
APOYOS TIPO METALICO CELOSIA CON ARMADO TRIÁNGULO Y ARMADO BÓVEDA





DETALLE PUENTE FASE CENTRAL

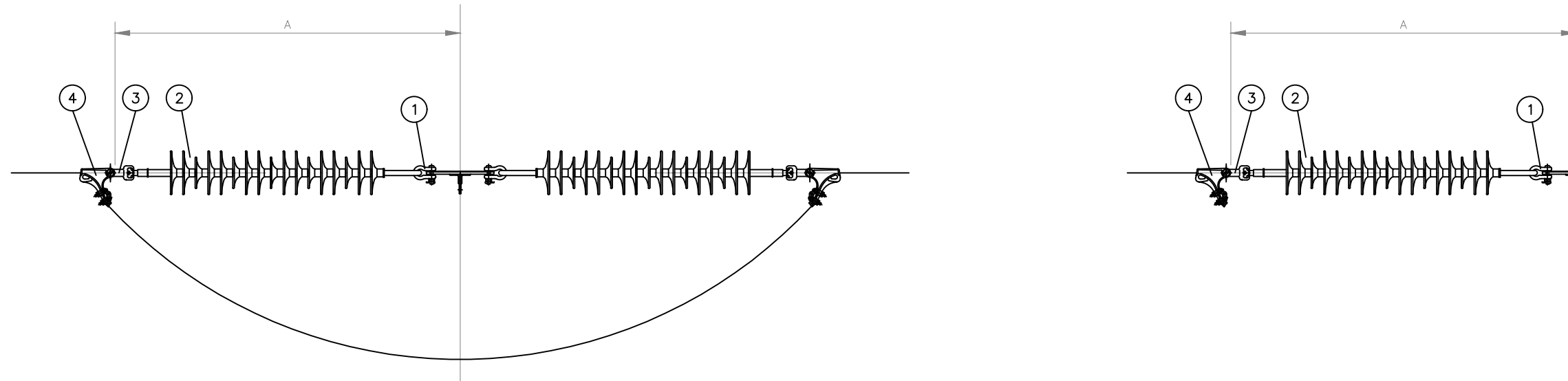


ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA			DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD (a-b) ó (a-c)
	a	b	c	
B3	> 1.700 mm	780 mm	300 mm	L > 880 mm

ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA			DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
	A	b	c	
TR2	1.750 mm	aprox. 1.000 mm	400 mm	FORRAR PUENTE FASE CENTRAL

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo CRUCETAS			NIA 721800
S/E	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 8

d =DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y GRAPA DE AMARRE



FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
AISLADOR POLIMERICO CS70AB 170/1150	A = 1275 mm	> 1000 mm

MONTAJE CADENA DE AMARRE COMPLETA CON GRAPA DE AMARRE
TIPO GA PARA U < 25 KV

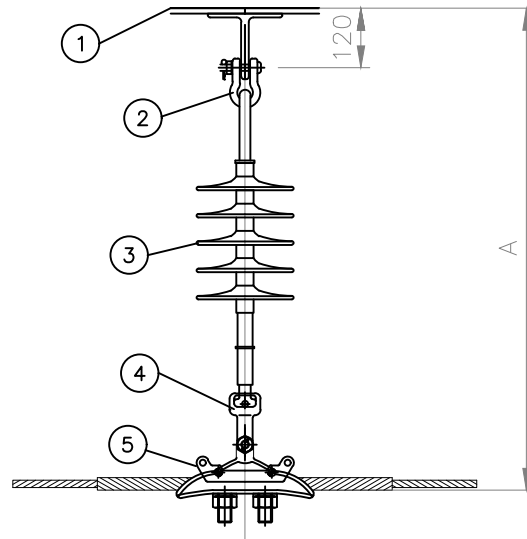
MARCA	Nº	PIEZAS	DENOMINACION
	4	1+1	GRAPA DE AMARRE (GA-2 LA-110 135mm)
	3	1+1	ROTULA R16A 64mm
	2	1+1	AISLADOR POLIMERICO CS70AB 170/1150 1150mm (HASTA 36 KV)
	1	1+1	GRILLETE NORMAL GN 65mm

MONTAJE CADENA DE AMARRE SIMPLE CON GRAPA DE AMARRE
TIPO GA PARA U < 25 KV

MARCA	Nº	PIEZAS	DENOMINACION
	4	1	GRAPA DE AMARRE (GA-2 LA-110 135mm)
	3	1	ROTULA R16A 64mm
	2	1	AISLADOR POLIMERICO CS70AB 170/1150 1150mm (HASTA 36 KV)
	1	1	GRILLETE NORMAL GN 65mm

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo CADENAS DE AISLAMIENTO			NIA 721800
S/E	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano Nº 09.01

**DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA
Y PUNTO EN TENSION
MONTAJE CADENA DE SUSPENSION PARA U < 25 KV**



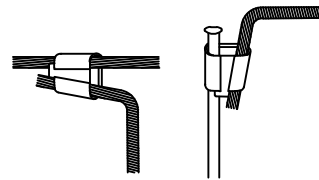
FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
AISLADOR POLIMERICO CS70AB 125/455	A = 750 mm	> 700 mm

1	1	ZONA DE POSADA
2	1	GRILLETE NORMAL GN 65mm
3	1	AISLADOR POLIMERICO CS70AB 125/455 455mm (HASTA 24 kV)
4	1	ROTULA CORTA R16A 64mm
5	1	GRAPA DE SUSPENSION GS-2 LA-110 46mm
6	1	VARILLAS PREFORMADAS DE PROTECCION (ARMOR-ROD)
MARCA	Nº PIEZAS	DENOMINACION

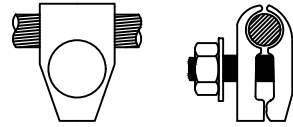
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Titulo</i>	CADENAS DE AISLAMIENTO		NIA 721800
S/E	<i>Proyecto</i>	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano Nº 09.02

APOYO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

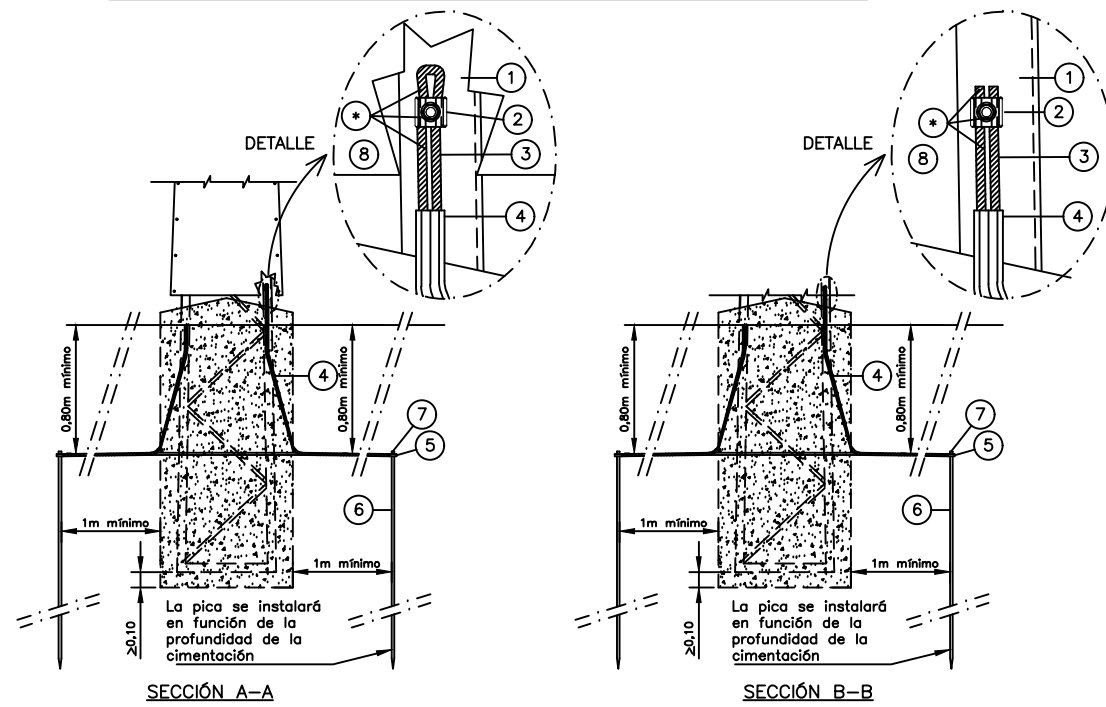


GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



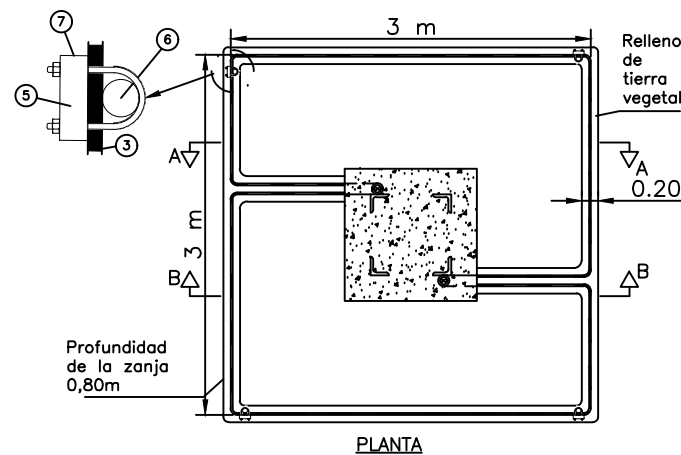
NOTA

- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
- Cada Apoyo llevará mínimo 4 picas
- Desde el anillo cerrado se realizaran 2 conexiones a la estructura del apoyo, uno por montante



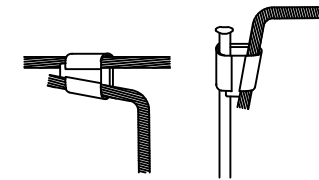
- 1 Apoyo
- 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
- 3 Cable desnudo de 35mm²
- 4 Tubo PVC m-40
- 5 Grapa de conexión para pica
- 6 Pica de toma a tierra 14,6mm ϕ
- 7 Cinta protección anticorrosiva
- 8 Antiescalo con placas aislantes

* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC

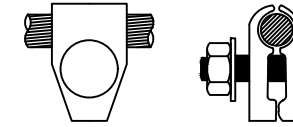


APOYO NO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

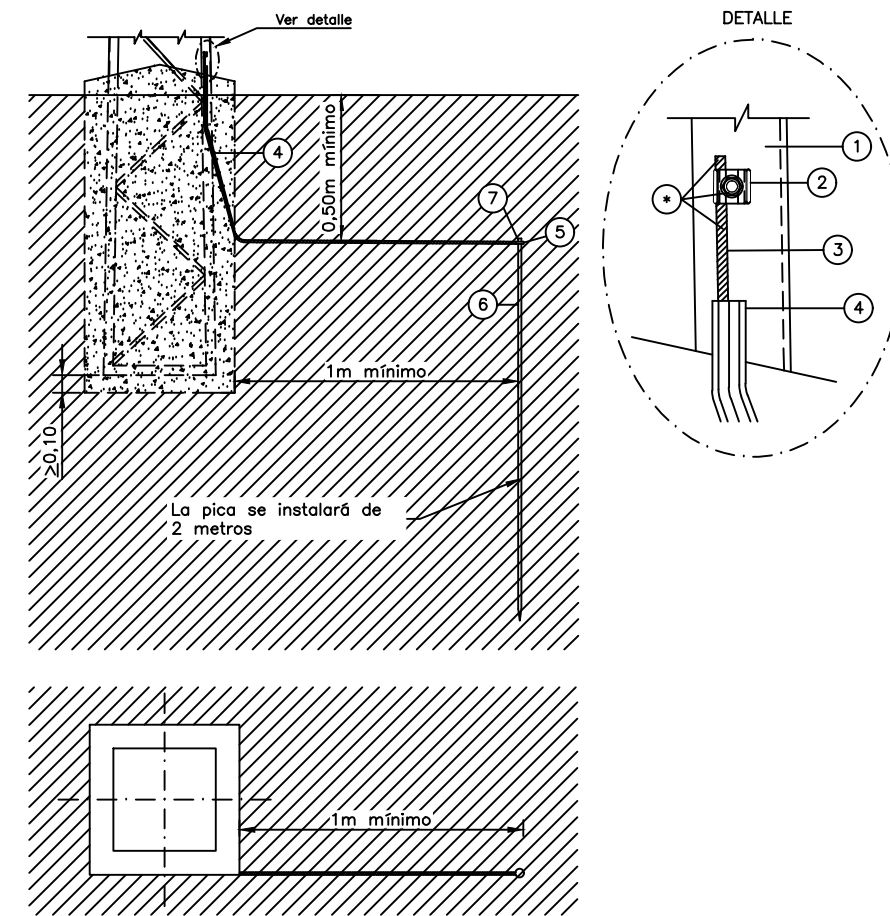


GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



NOTA

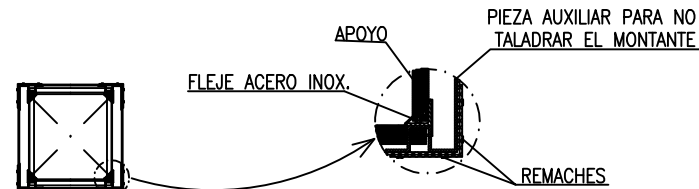
- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
- Cada Apoyo llevará mínimo 1 pica



- 1 Apoyo
- 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
- 3 Cable desnudo de 50mm² enterrado a una profundidad de 0,5m
- 4 Tubo PVC M-40
- 5 Conector impact o grapa
- 6 Pica de acero cobreado de 2m ϕ 14,6 mm
- 7 Cinta protección anticorrosiva

* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC

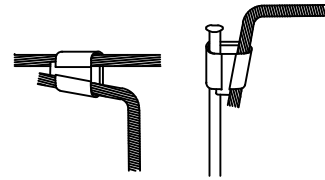
DETALLE PLANTA ANTIESCALO AISLADO CON PLACAS AISLANTES



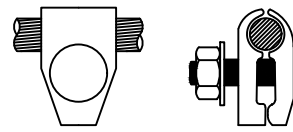
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo RED DE TIERRA APOYOS			NIA 721800
S/E	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 10

APOYO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

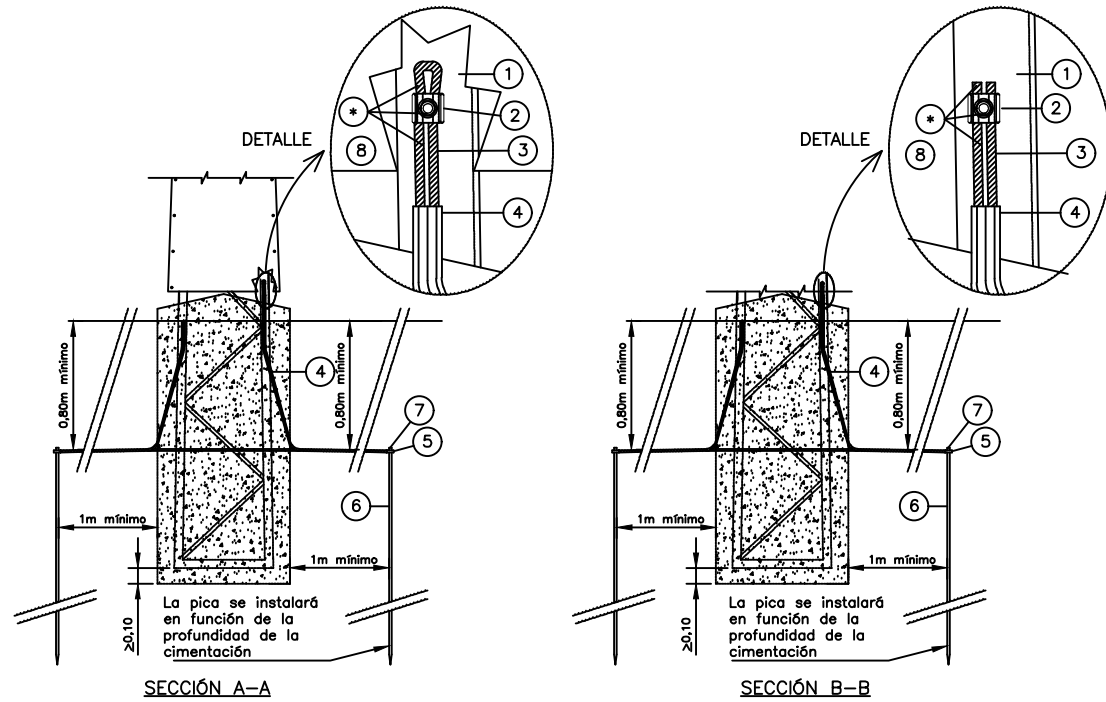


GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



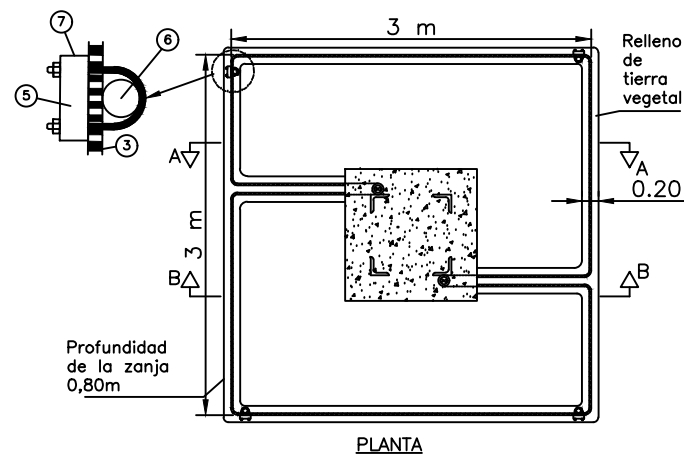
NOTA

- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
- Cada Apoyo llevará mínimo 4 picas
- Desde el anillo cerrado se realizaran 2 conexiones a la estructura del apoyo, uno por montante

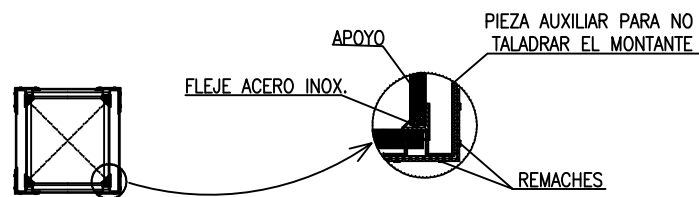


- 1 Apoyo
- 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
- 3 Cable desnudo de 35mm²
- 4 Tubo PVC m-40
- 5 Grapa de conexión para pica
- 6 Pica de toma a tierra 14,6mmØ
- 7 Cinta protección anticorrosiva
- 8 Antiescalo con placas aislantes

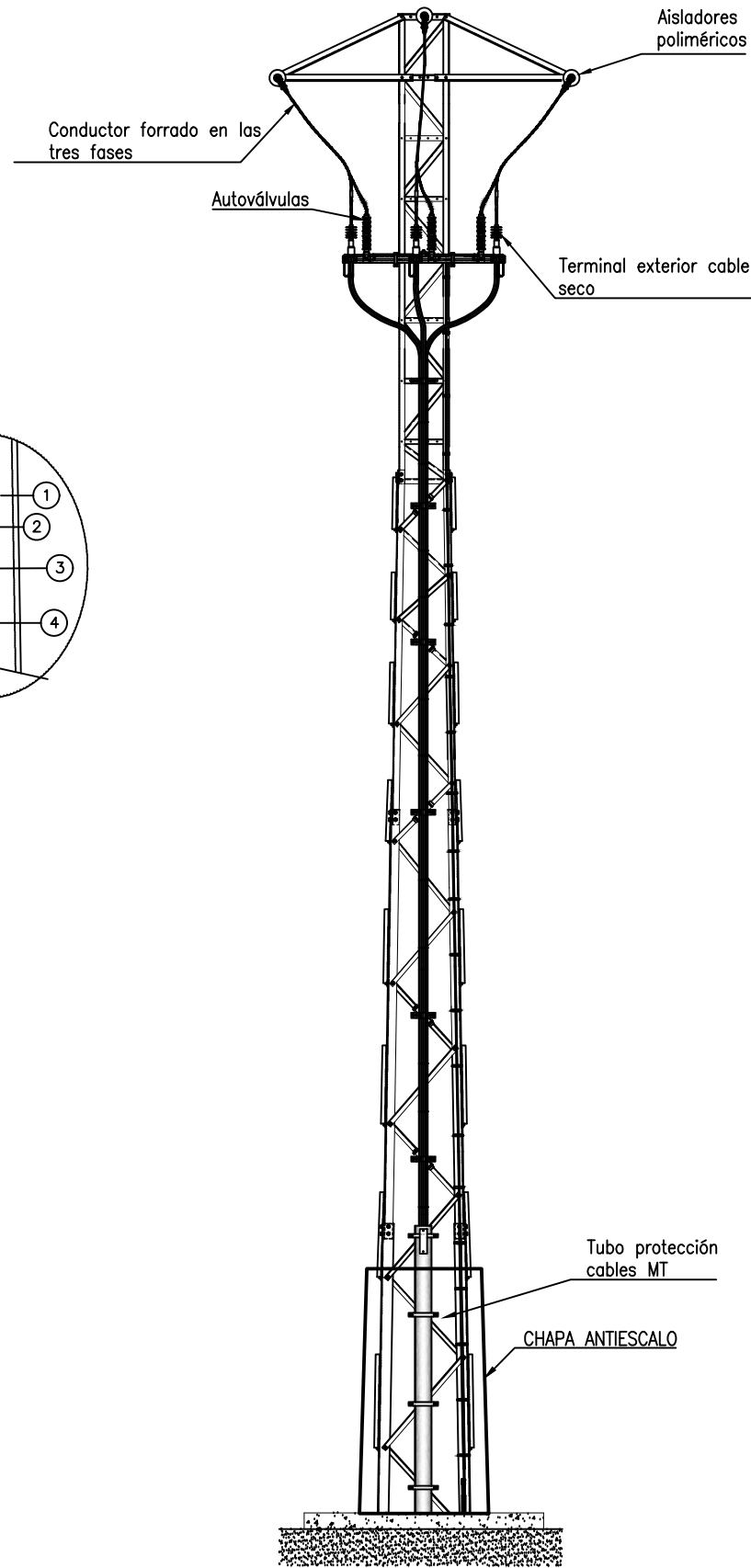
* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC



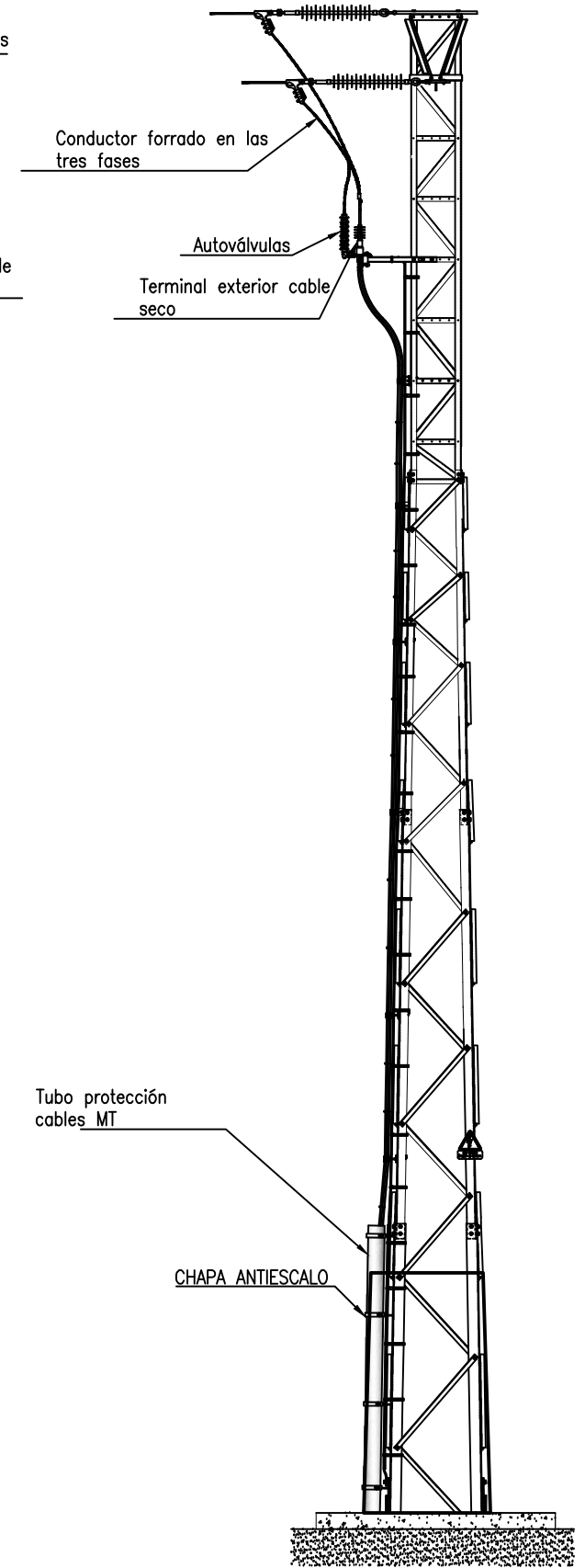
DETALLE PLANTA ANTIESCALO AISLADO CON PLACAS AISLANTES



VISTA FRONTAL



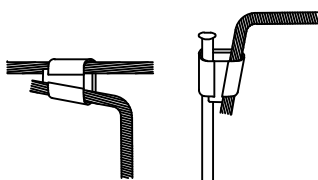
VISTA LATERAL



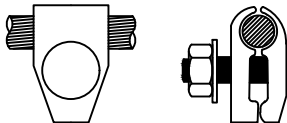
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo	APOYO CONVERSIÓN A/S		NIA 721800
S/E	Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano N° 11-01

APOYO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

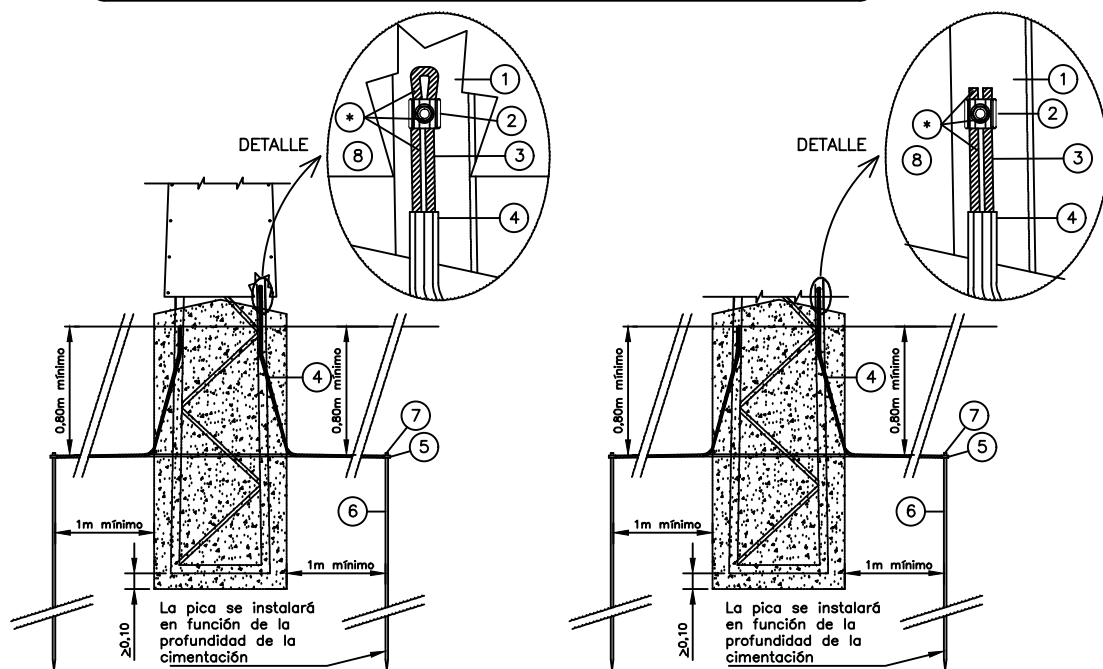


GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



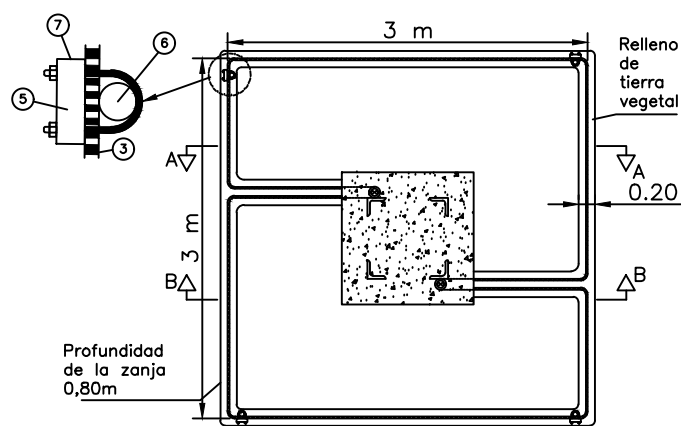
NOTA

- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
- Cada Apoyo llevará mínimo 4 picas
- Desde el anillo cerrado se realizaran 2 conexiones a la estructura del apoyo, uno por montante



SECCIÓN A-A

SECCIÓN B-B

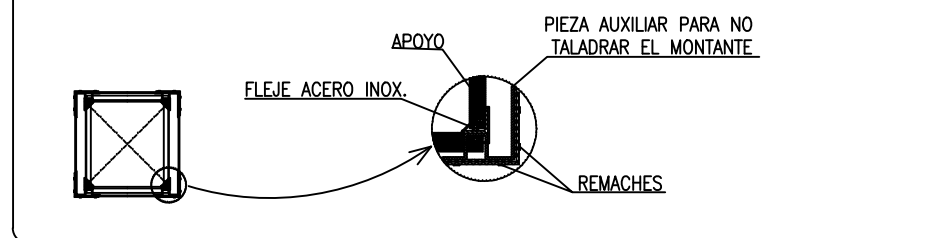


PLANTA

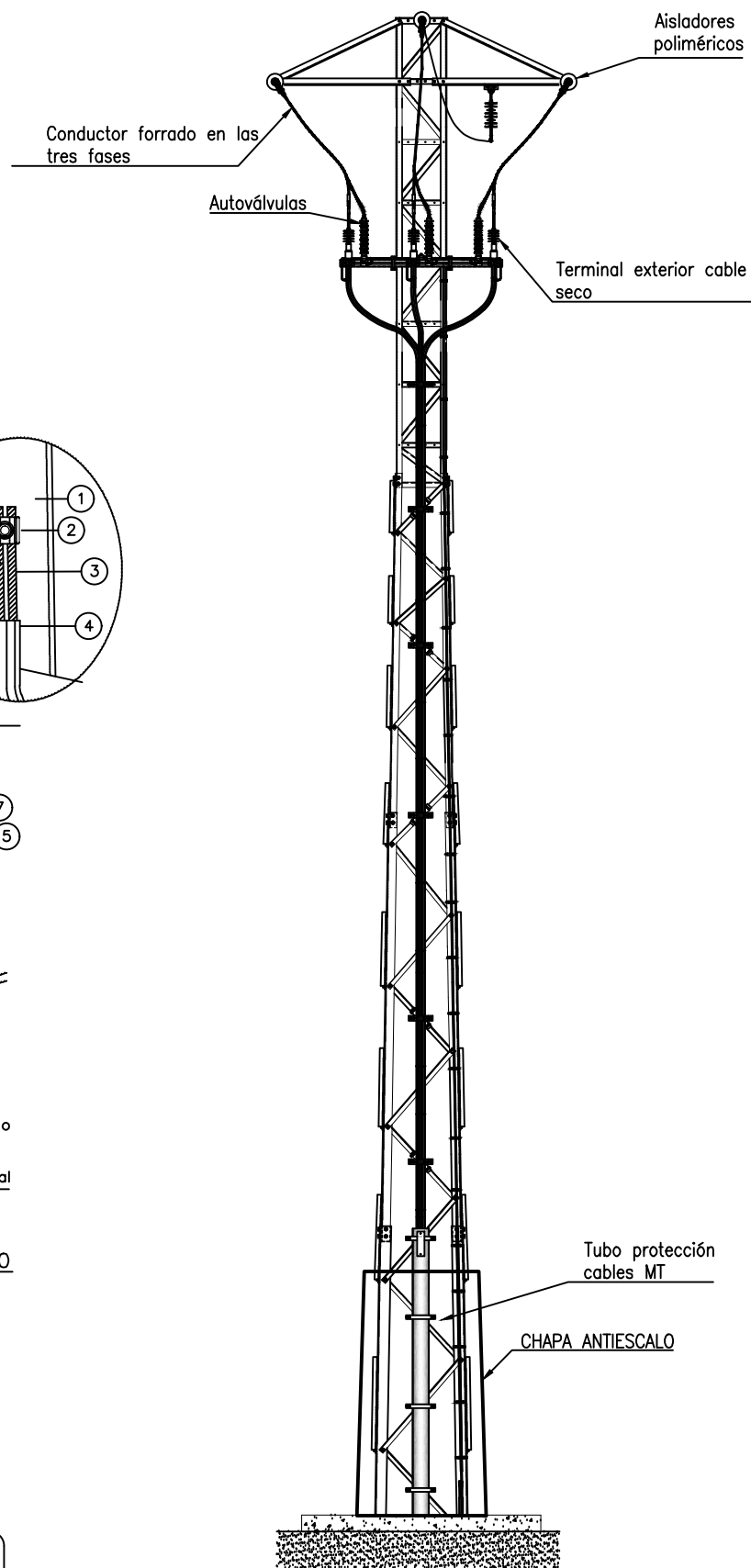
- 1 Apoyo
- 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
- 3 Cable desnudo de 35mm²
- 4 Tubo PVC m=40
- 5 Grapa de conexión para pica
- 6 Pica de toma a tierra 14,6mmØ
- 7 Cinta protección anticorrosiva
- 8 Antiescalo con placas aislantes

* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC

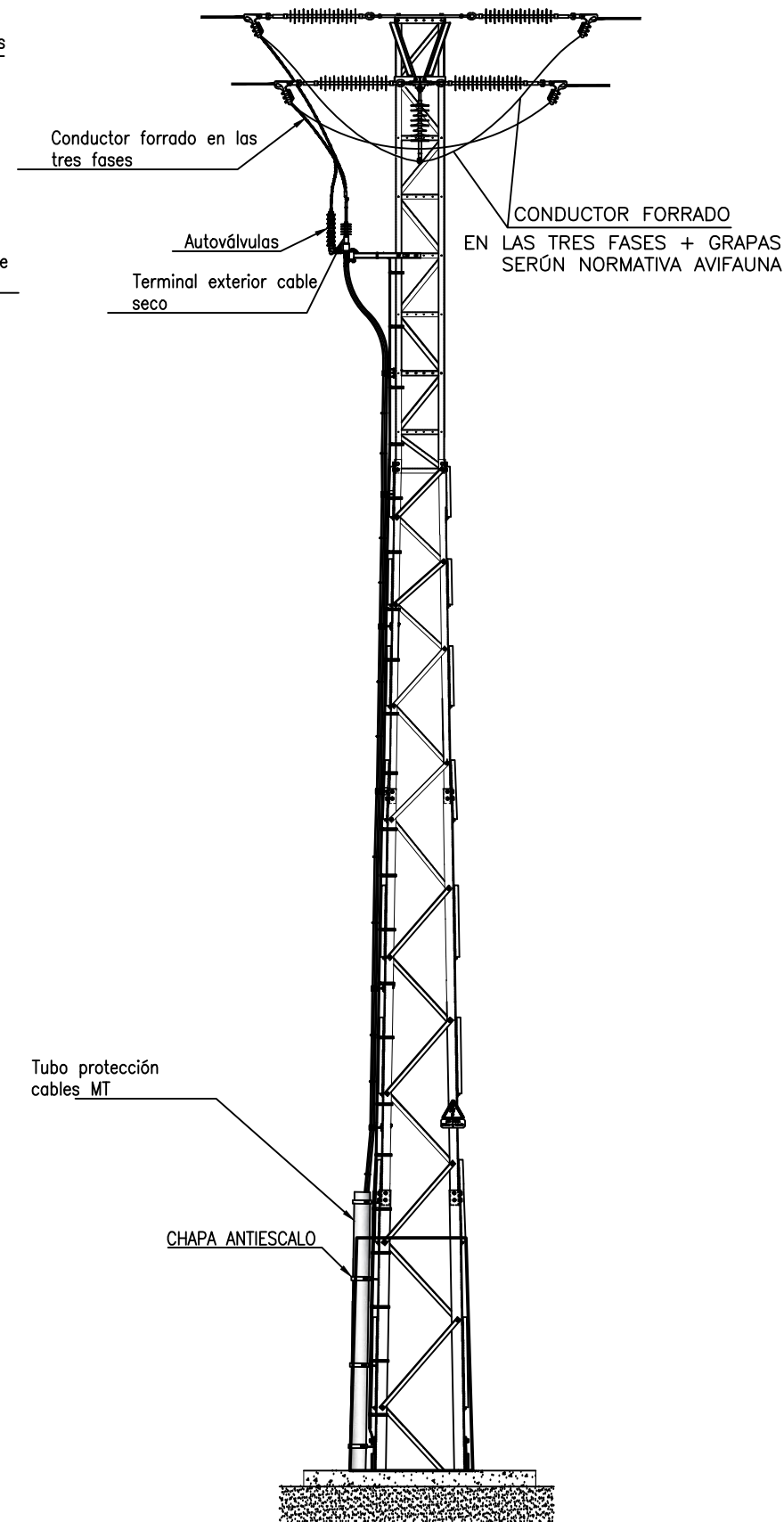
DETALLE PLANTA ANTIESCALO AISLADO CON PLACAS AISLANTES



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

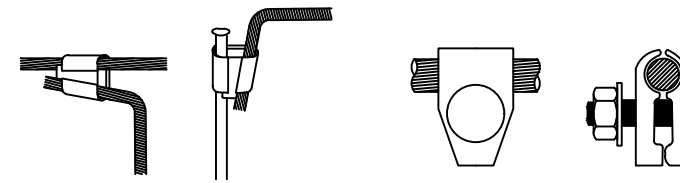


	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo	APOYO CONVERSIÓN A/S		NIA 721800
S/E	Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano Nº 11-02

APOYO NO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO

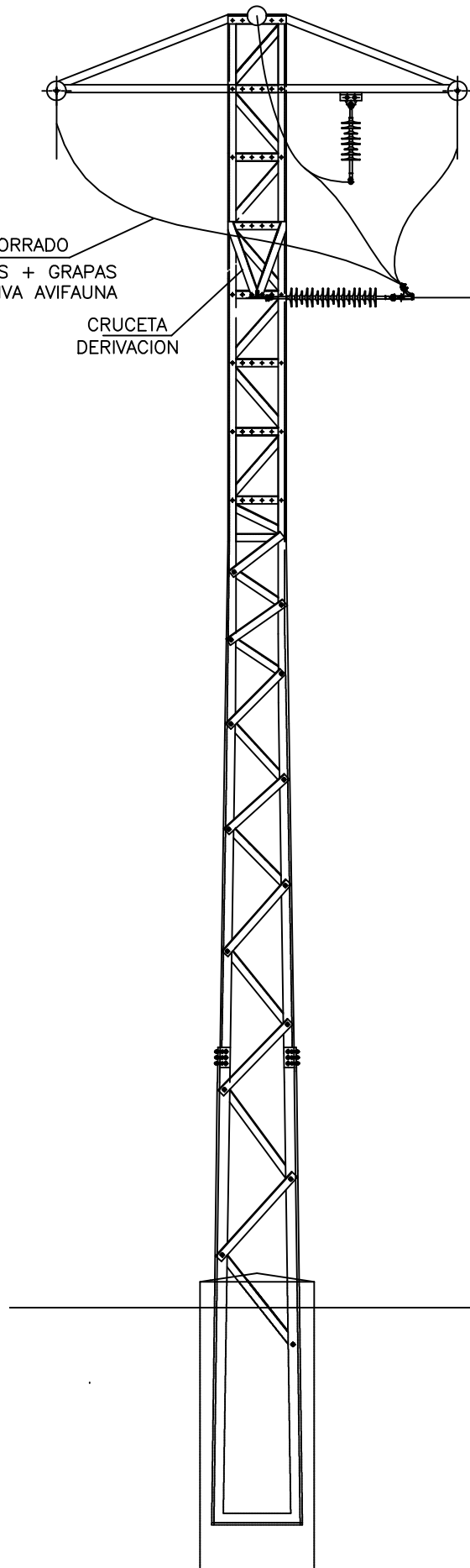


NOTA

- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
- Cada Apoyo llevará mínimo 1 pica

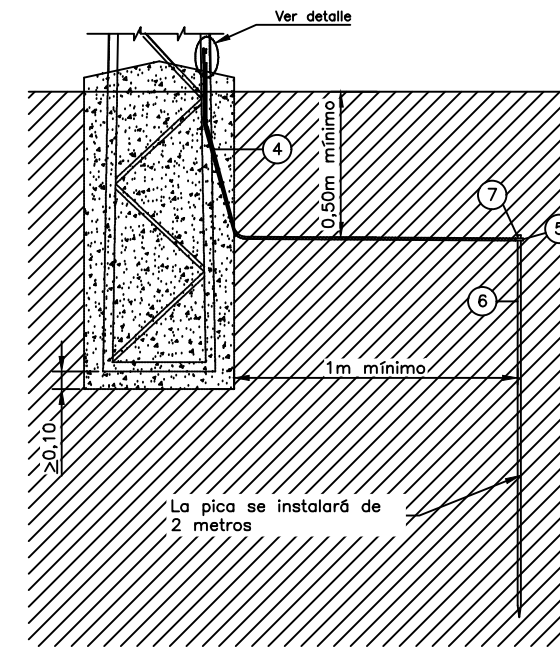
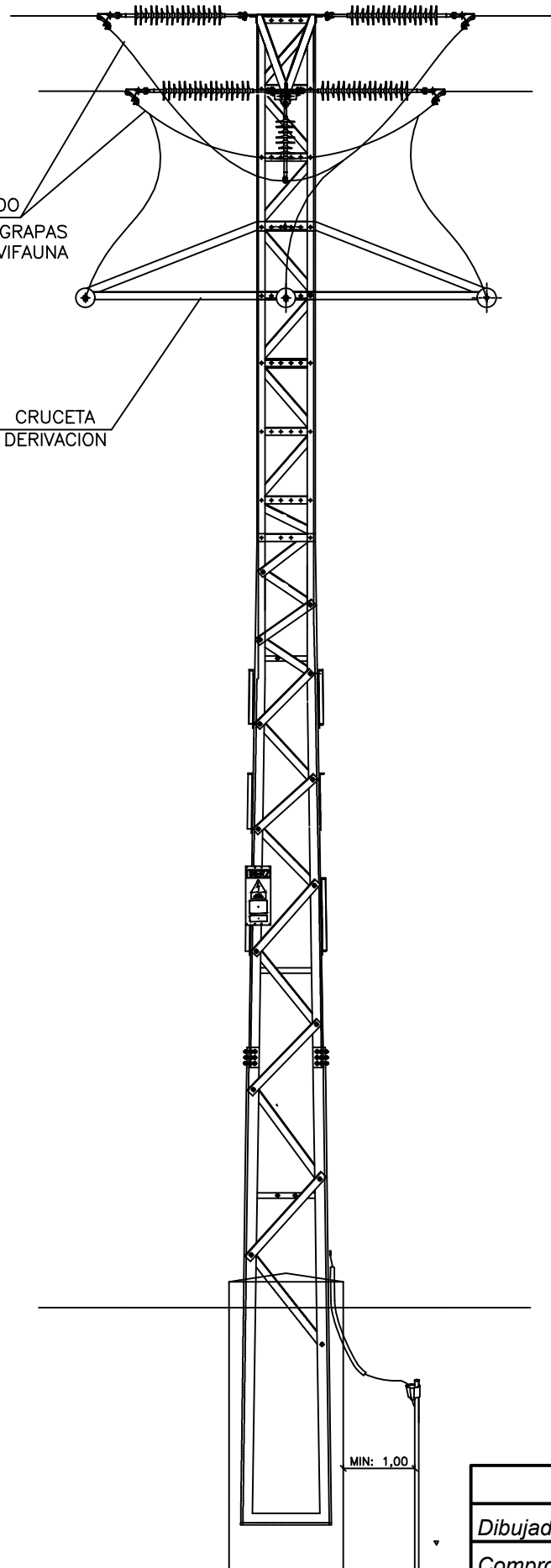
CONDUCTOR FORRADO
LAS TRES FASES + GRAPAS
SERÚN NORMATIVA AVIFAUNA

CRUCETA
DERIVACION

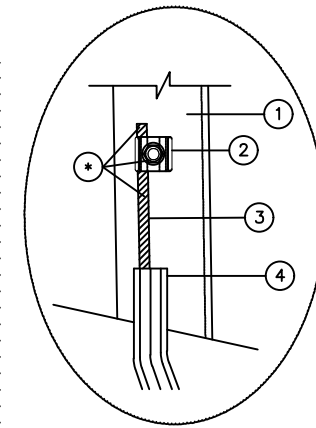


CONDUCTOR FORRADO
EN LAS TRES FASES + GRAPAS
SERÚN NORMATIVA AVIFAUNA

CRUCETA
DERIVACION



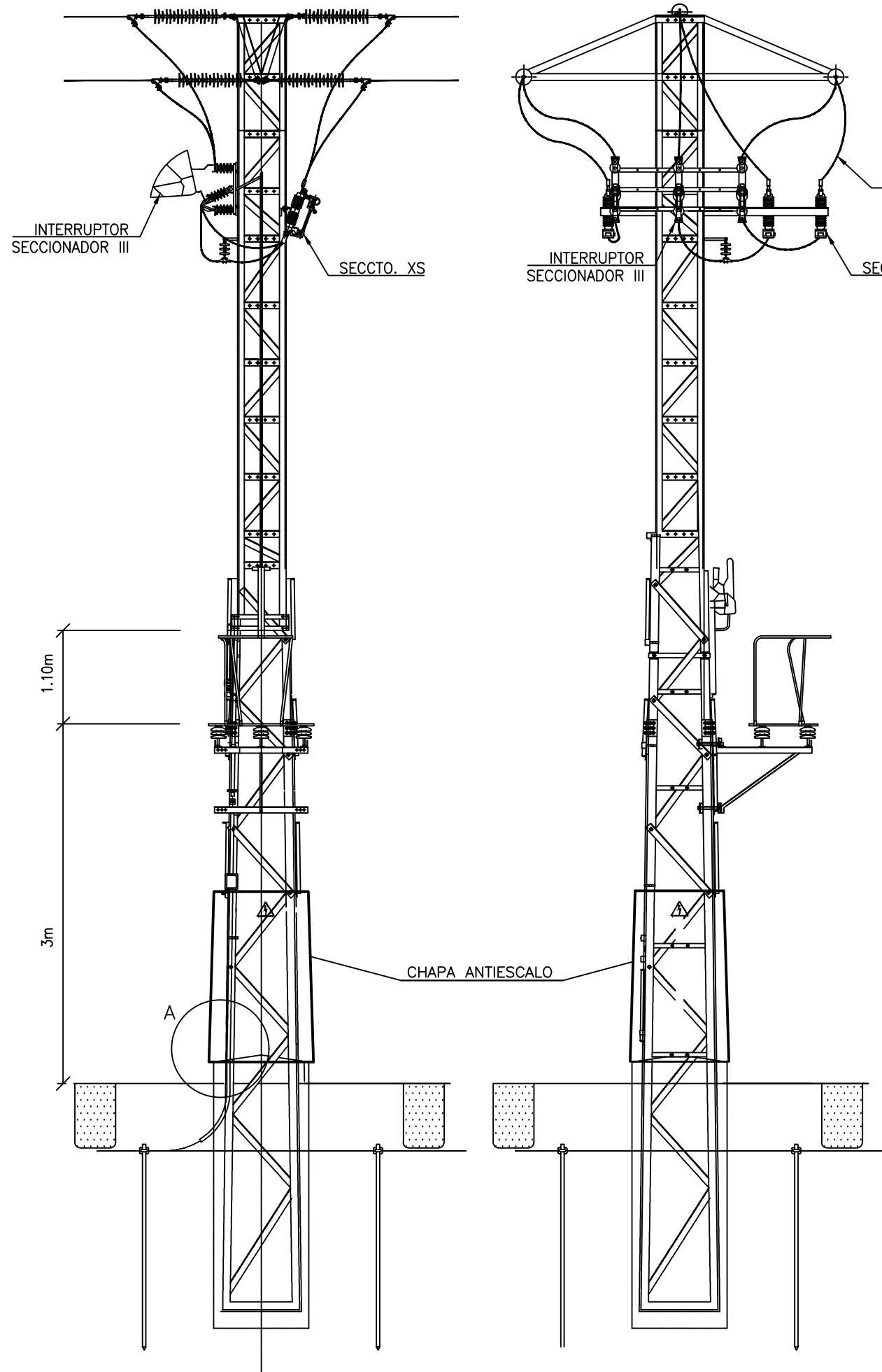
DETALLE



- 1 Apoyo
- 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
- 3 Cable desnudo de 50mm² enterrado a una profundidad de 0,5m
- 4 Tubo PVC M-40
- 5 Conector ampact o grapa
- 6 Pica de acero cobreado de 2m Ø14,6 mm
- 7 Cinta protección anticorrosiva

* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC

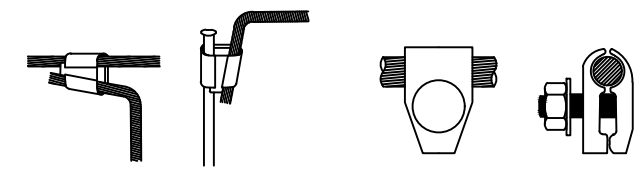
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo APOYO DERIVACIÓN		NIA 721800	
S/E	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020	
				Plano Nº 12



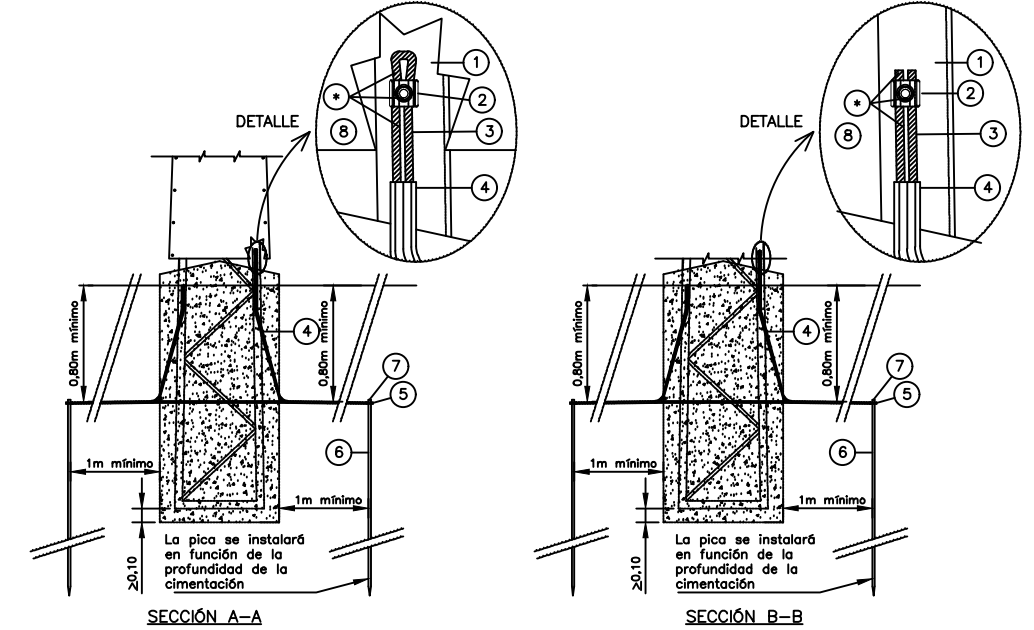
APOYO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

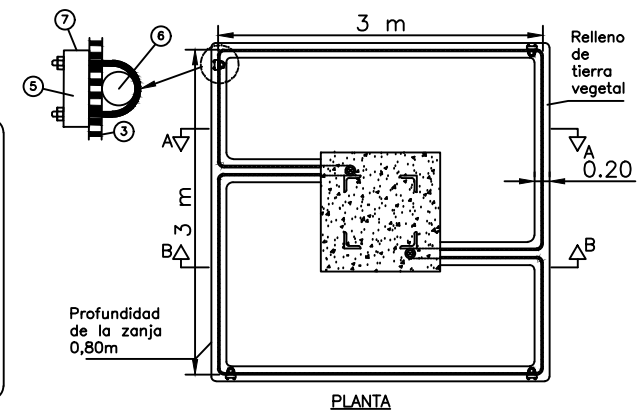
GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



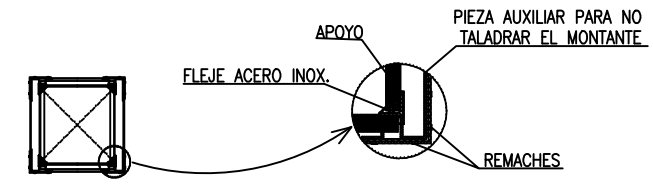
NOTA
 - Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
 - Cada Apoyo llevará mínimo 4 picas
 - Desde el anillo cerrado se realizaran 2 conexiones a la estructura del apoyo, uno por montante



- 1 Apoyo
 - 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
 - 3 Cable desnudo de 35mm²
 - 4 Tubo PVC m=40
 - 5 Grapa de conexión para pica
 - 6 Pica de toma a tierra 14,6mm ϕ
 - 7 Cinta protección anticorrosiva
 - 8 Antiescalo con placas aislantes
- * El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC

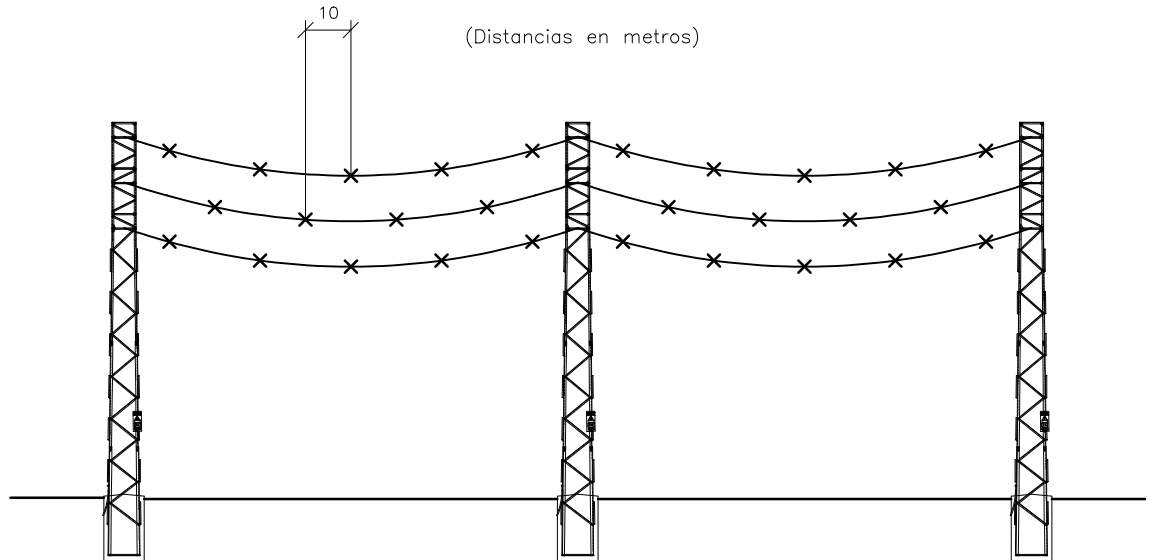


DETALLE PLANTA ANTIESCALO AISLADO CON PLACAS AISLANTES

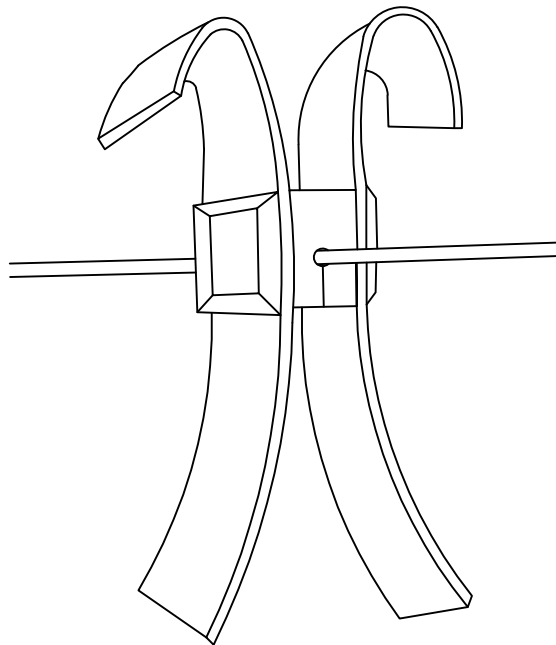


	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo	APOYO SECCIONAMIENTO		NIA 721800
S/E	Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano N° 13

INSTALACION DE SALVAPAJAROS EN CONDUCTORES DE FASE

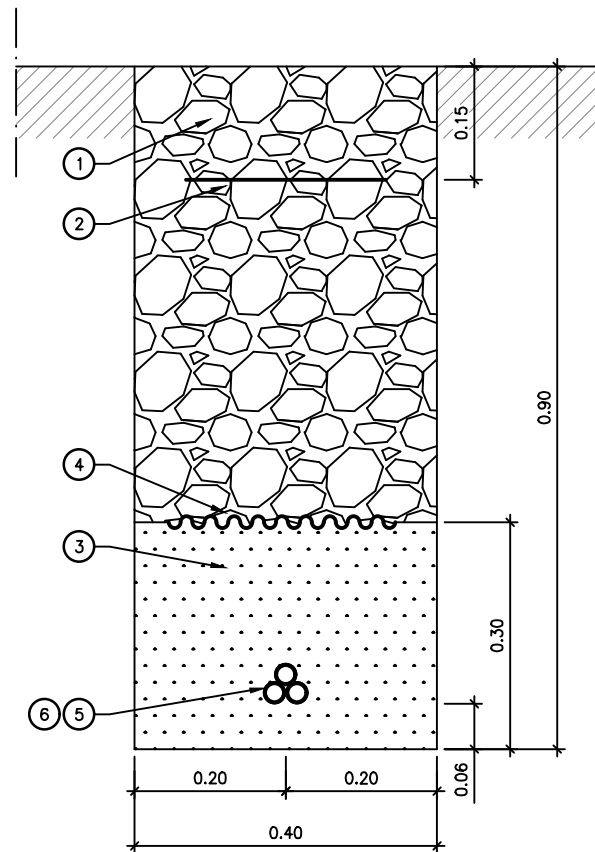


DETALLE DE SALVAPAJAROS



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i> INDICADAS	<i>Título</i>	SALVAPÁJAROS		NIA 721800
	<i>Proyecto</i>	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano Nº 14

ZANJA TIPO POR TIERRA UN CIRCUITO CON SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN MECÁNICA CON PLACAS RÍGIDAS DE POLIETILENO PARA CABLES DE MEDIA TENSIÓN

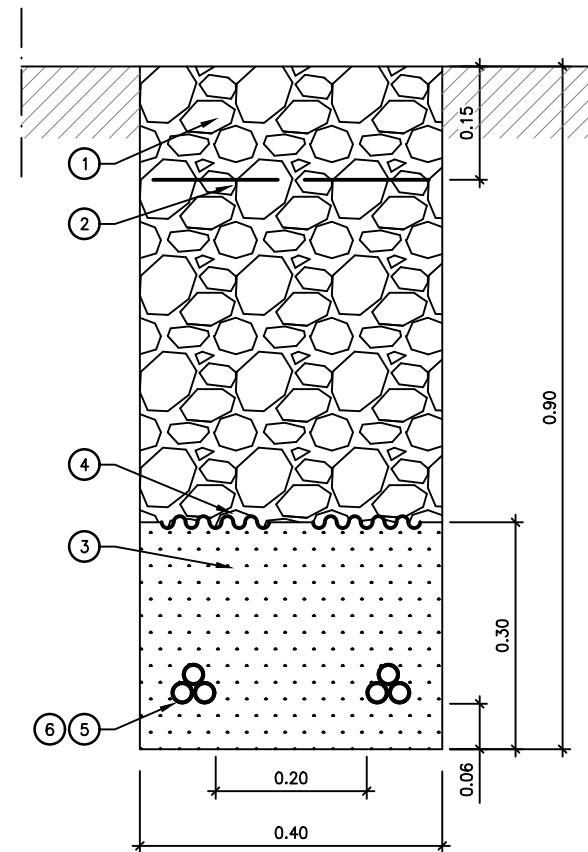


OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CODUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES 12/20kv 3X1X240+1X150mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

ZANJA TIPO POR TIERRA DOS CIRCUITOS CON SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN MECÁNICA CON PLACAS RÍGIDAS DE POLIETILENO PARA CABLES DE MEDIA TENSIÓN



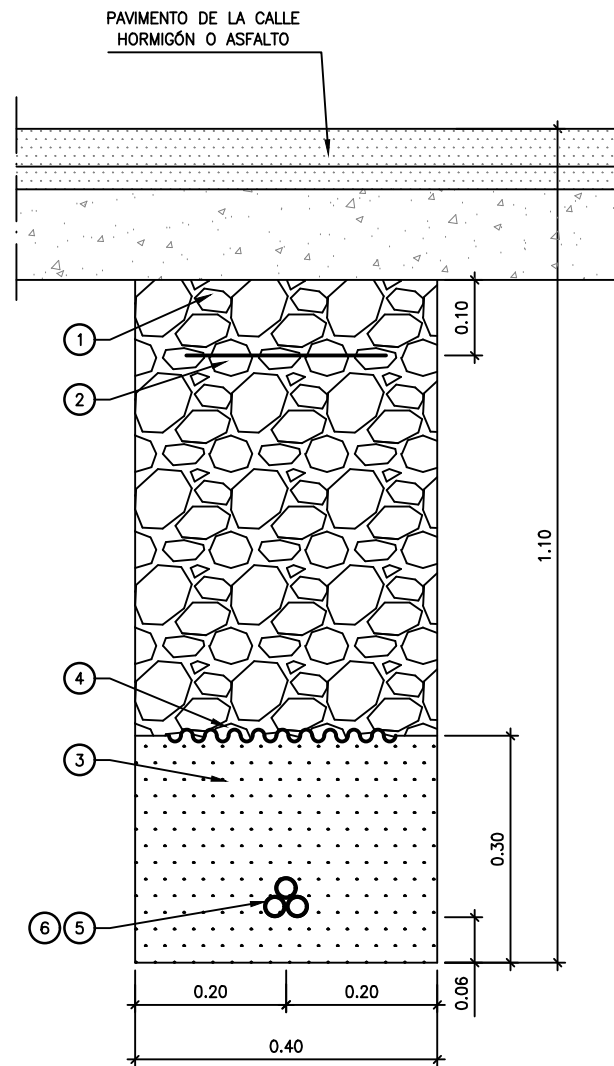
OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CODUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES 12/20kv 3X1X240+1X150mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo ZANJAS TIPO		NIA 721800	
1:10	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020	
			Plano Nº 15 -01	

ZANJA TIPO POR CALZADA UN CIRCUITO PARALELO A LA ACERA CON SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN MECÁNICA CON PLACAS RÍGIDAS DE POLIETILENO PARA CABLES DE MEDIA TENSIÓN

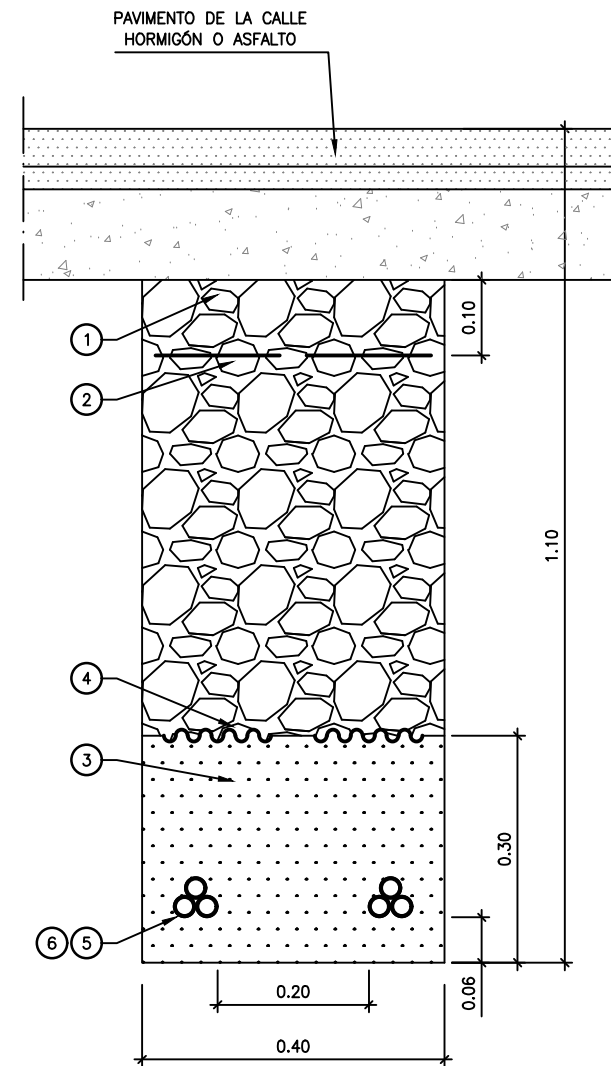


OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CODUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kv 3x1x240mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E
3	m ³	ARENA TAMIZADA o LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m ³	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

ZANJA TIPO POR CALZADA DOS CIRCUITOS PARALELOS A LA ACERA CON SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN MECÁNICA CON PLACAS RÍGIDAS DE POLIETILENO PARA CABLES DE MEDIA TENSIÓN



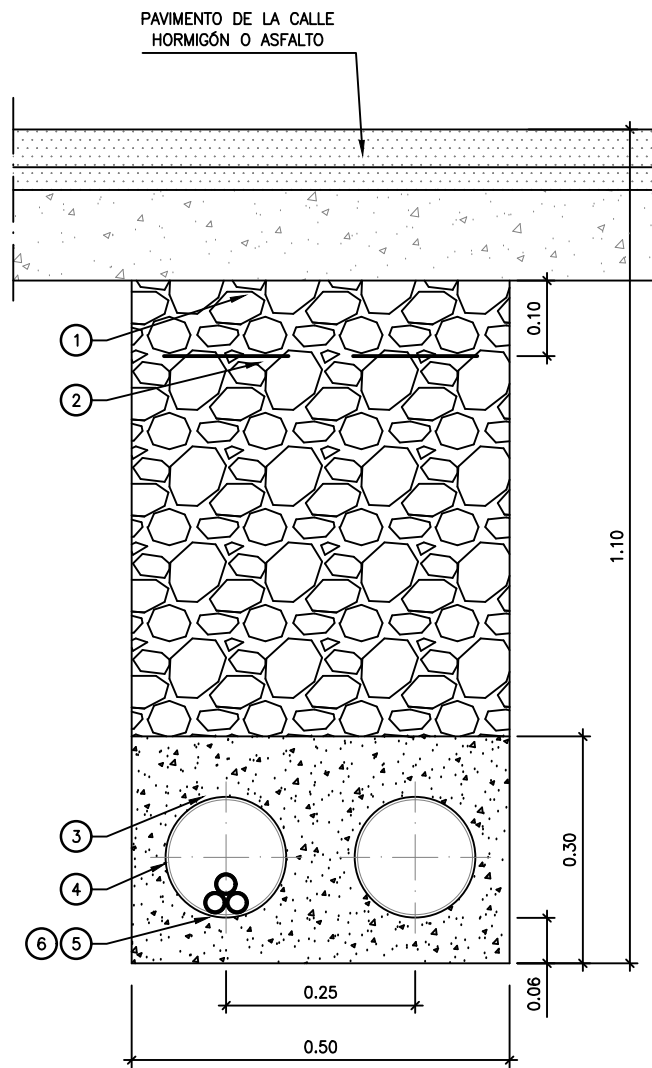
OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECCIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CODUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kv 3x1x240mm ² Al
4	ml.	PLACAS P.E
3	m ³	ARENA TAMIZADA o LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m ³	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo	ZANJAS TIPO		NIA 721800
1:10	Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano Nº 15 -02

ZANJA TIPO CRUCE CALZADA UN CIRCUITO CON TUBO HORMIGONADO,
CON SEÑALIZACIÓN PARA CABLES DE MEDIA TENSIÓN

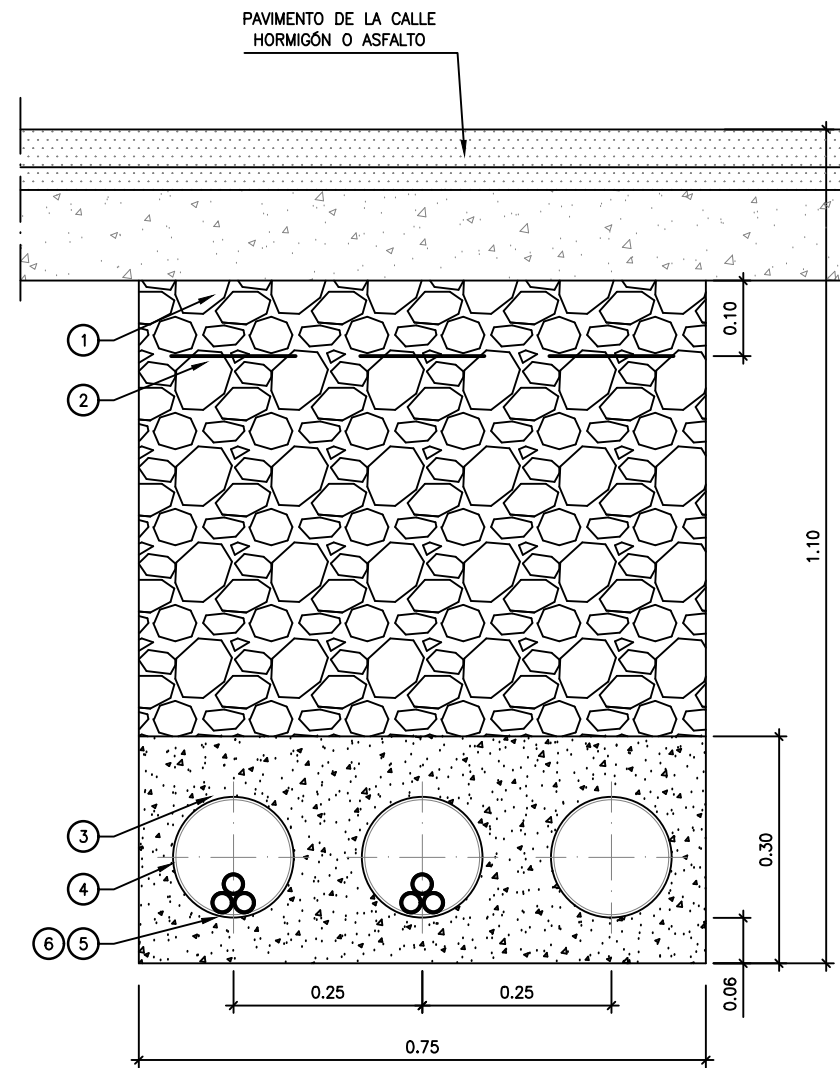


OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CODUCTORES
- LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0,50-0,80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	TUBO P.E. Ø160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

ZANJA TIPO CRUCE CALZADA DOS CIRCUITOS CON TUBO HORMIGONADO,
CON SEÑALIZACIÓN PARA CABLES DE MEDIA TENSIÓN

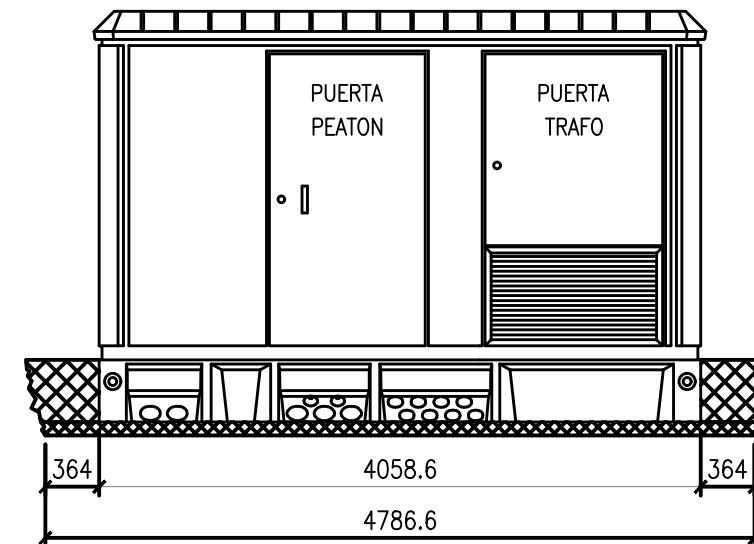
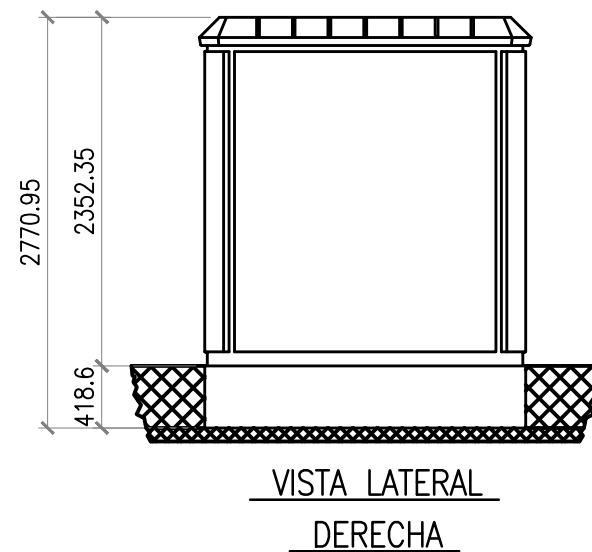
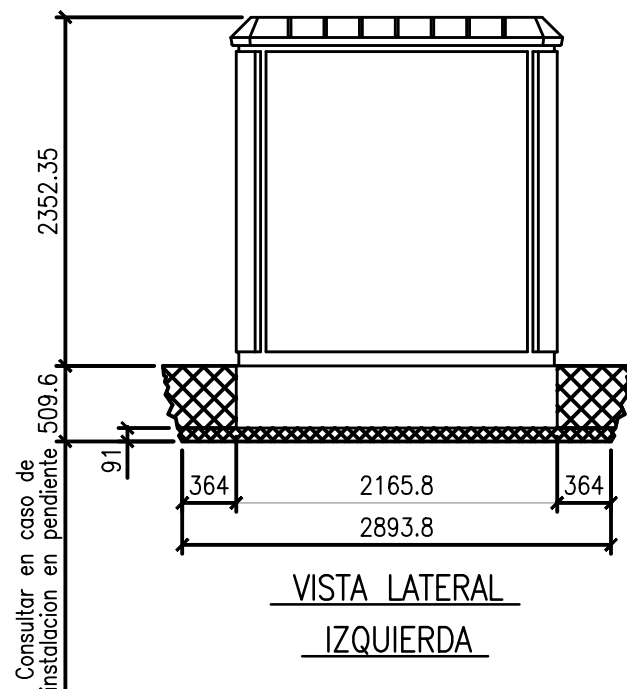
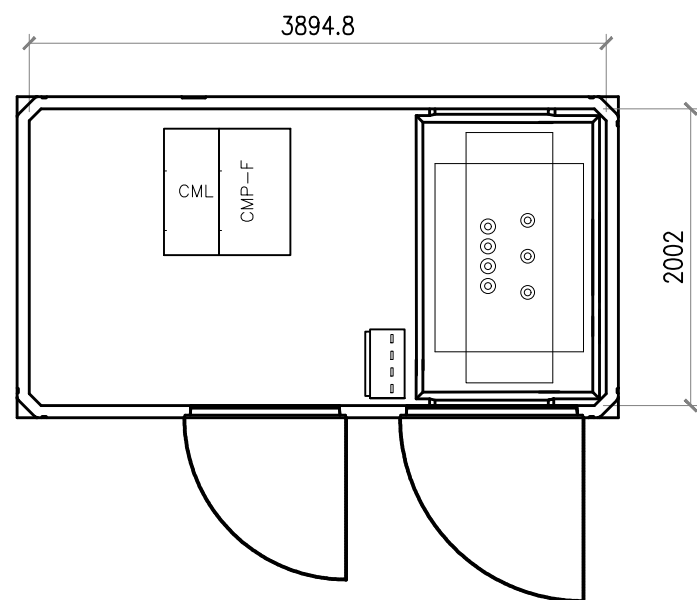
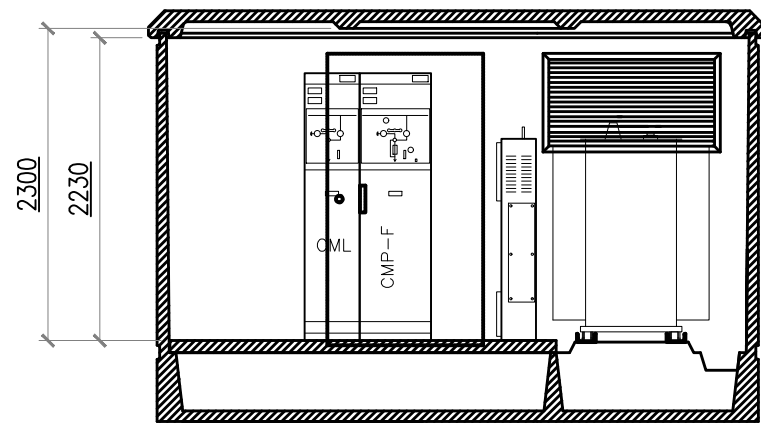


OBSERVACIONES:

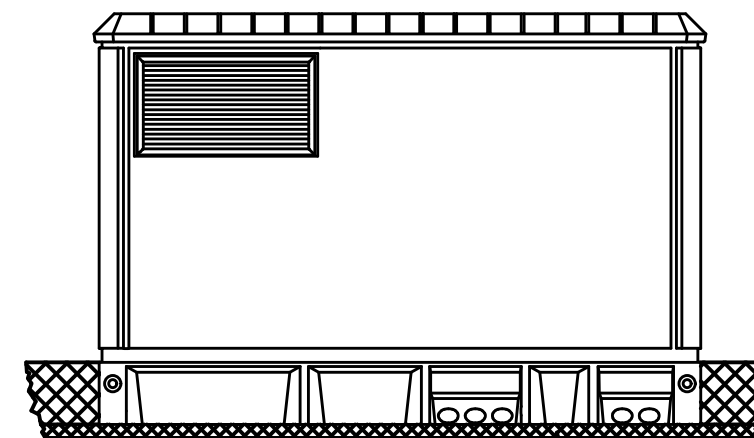
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CODUCTORES
- LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0,50-0,80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm ² Al
4	ml.	TUBO P.E. Ø160
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo ZANJAS TIPO		NIA 721800	
1:10	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020	
			Plano Nº 15 -03	



VISTA FRONTAL

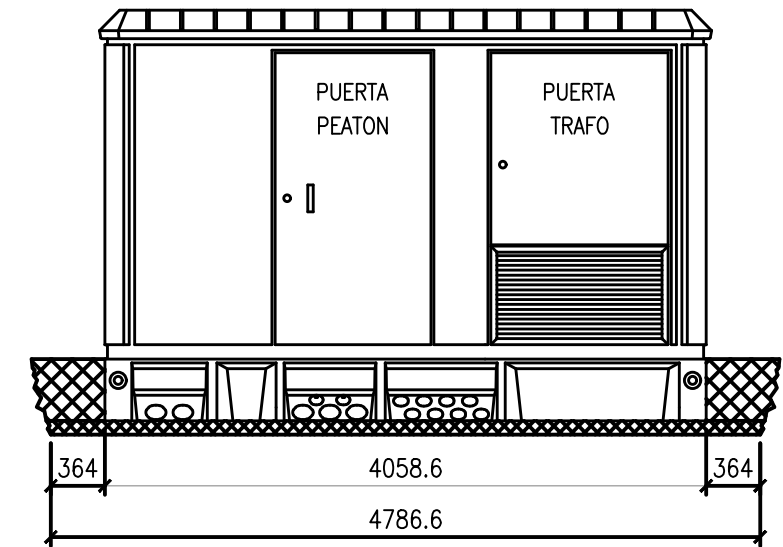
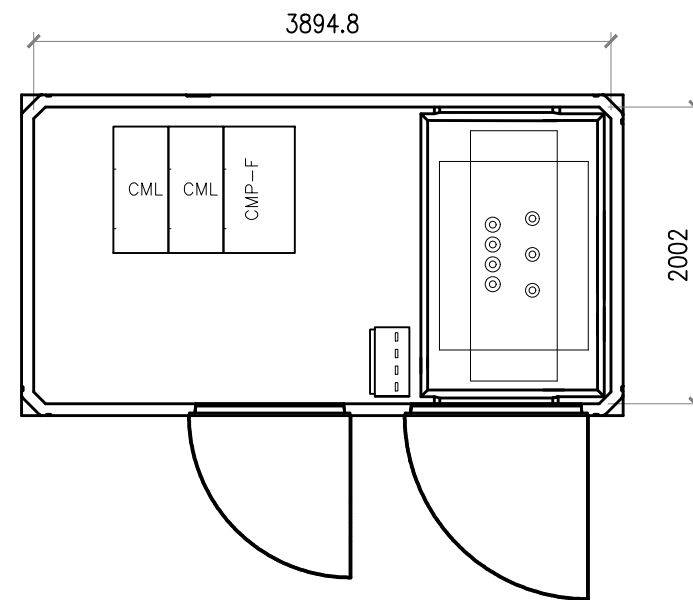
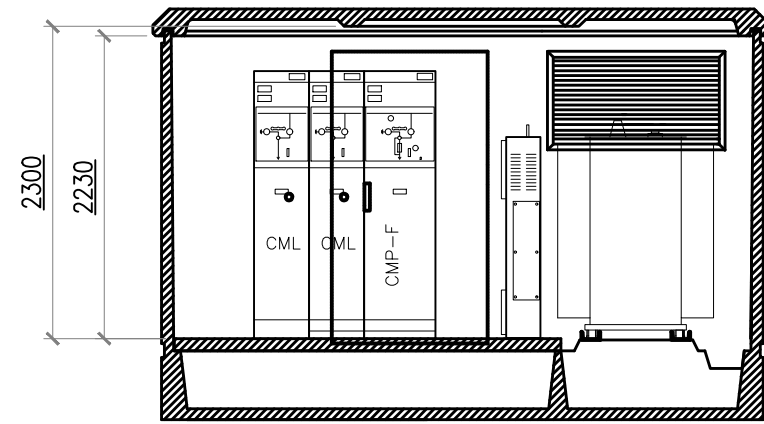


VISTA POSTERIOR

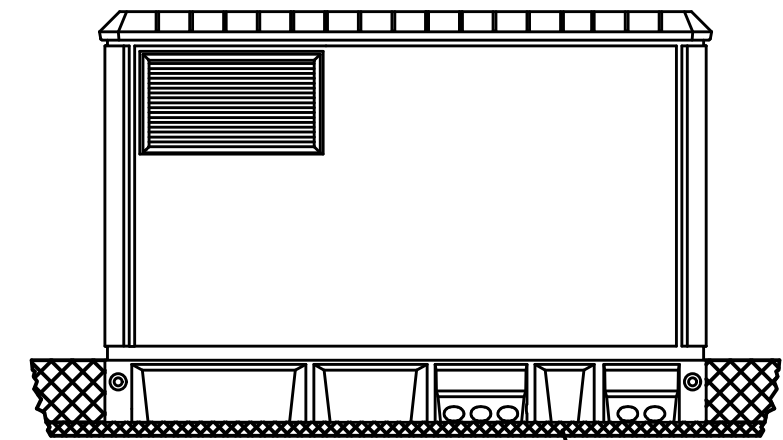
DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

CT ARIÑO N°2 Y N°3

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala S/E	Titulo	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN		NIA 721800
	Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano N° 16-01

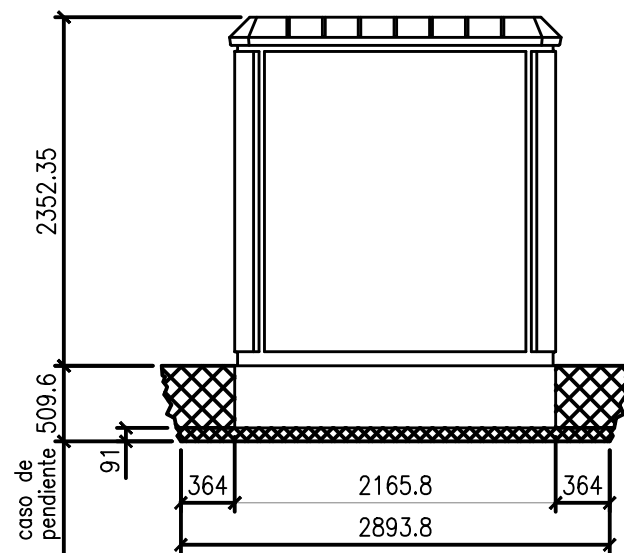


VISTA FRONTAL

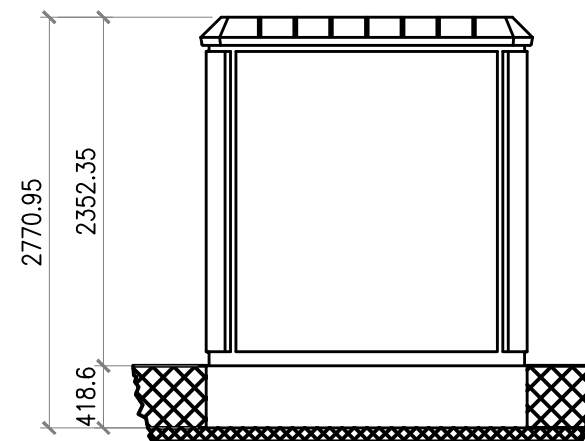


VISTA POSTERIOR

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.



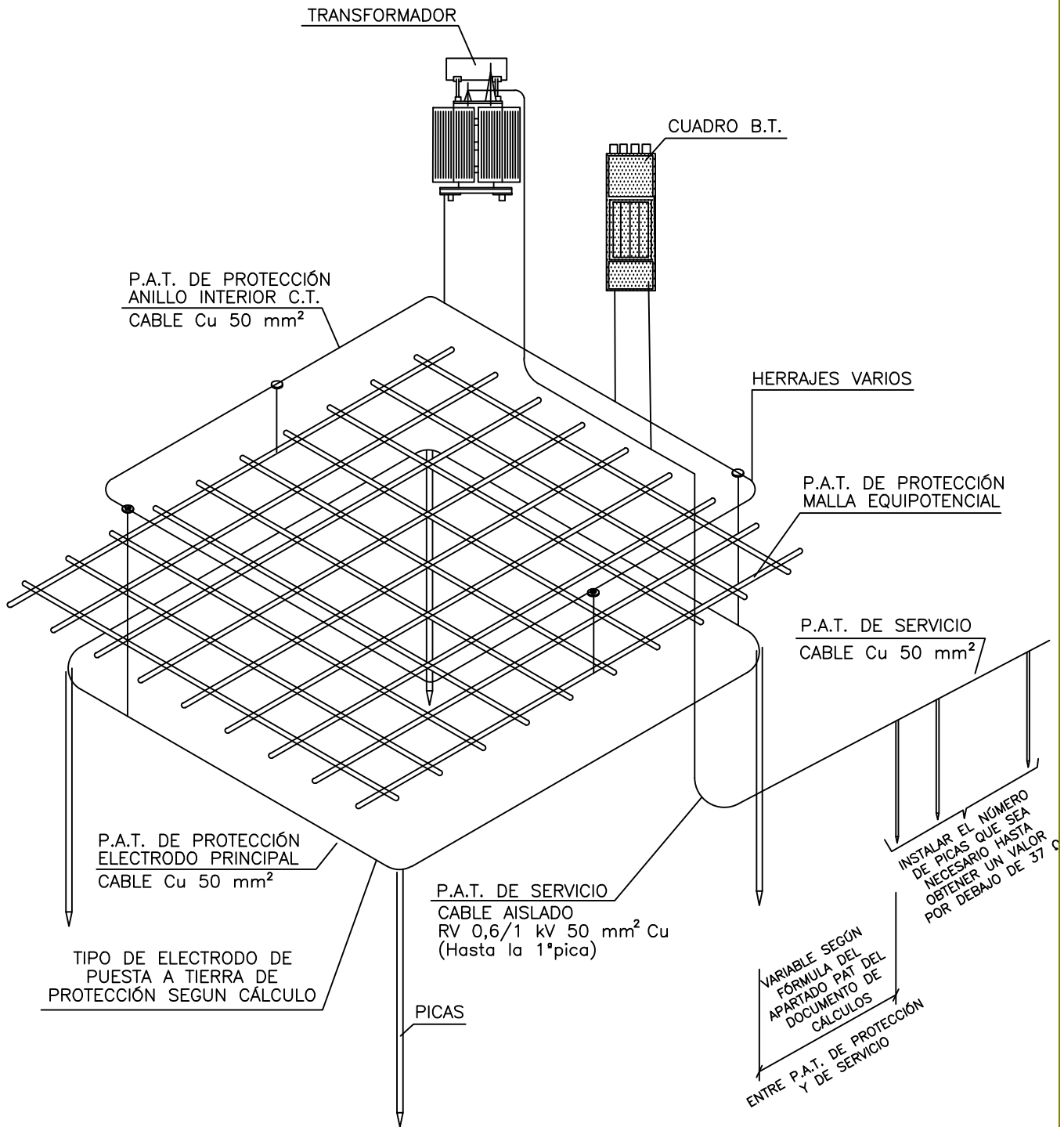
VISTA LATERAL
IZQUIERDA



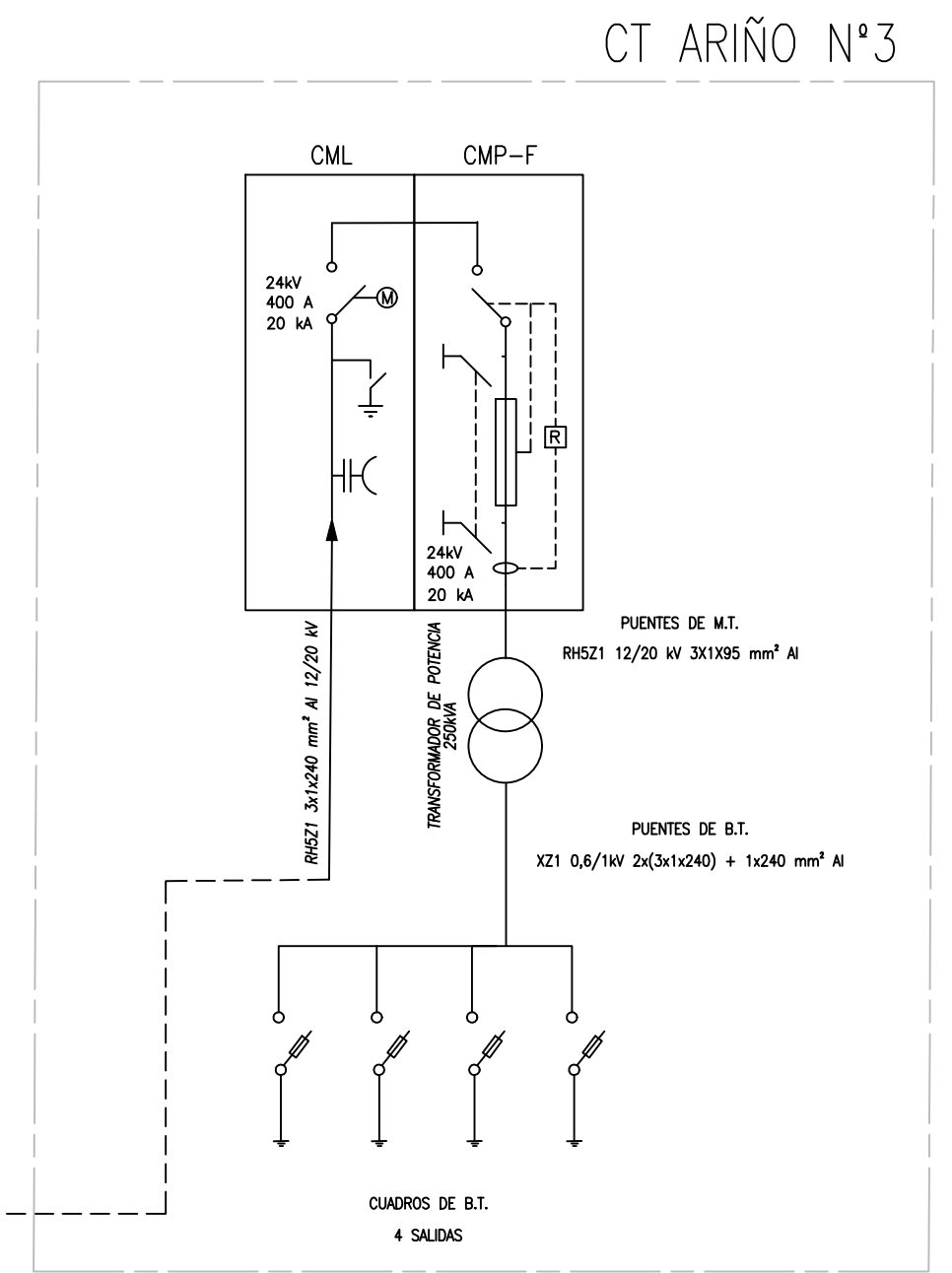
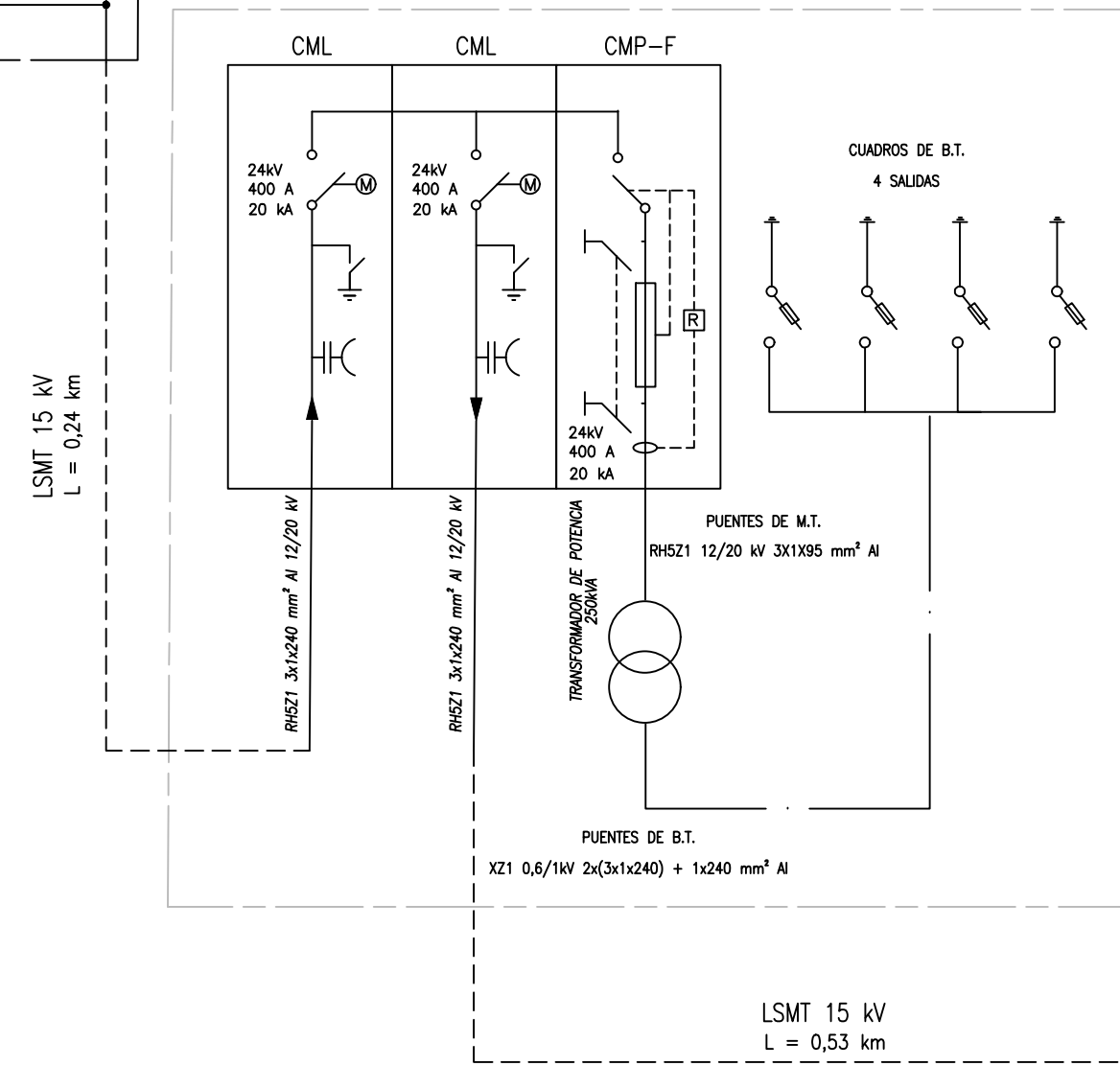
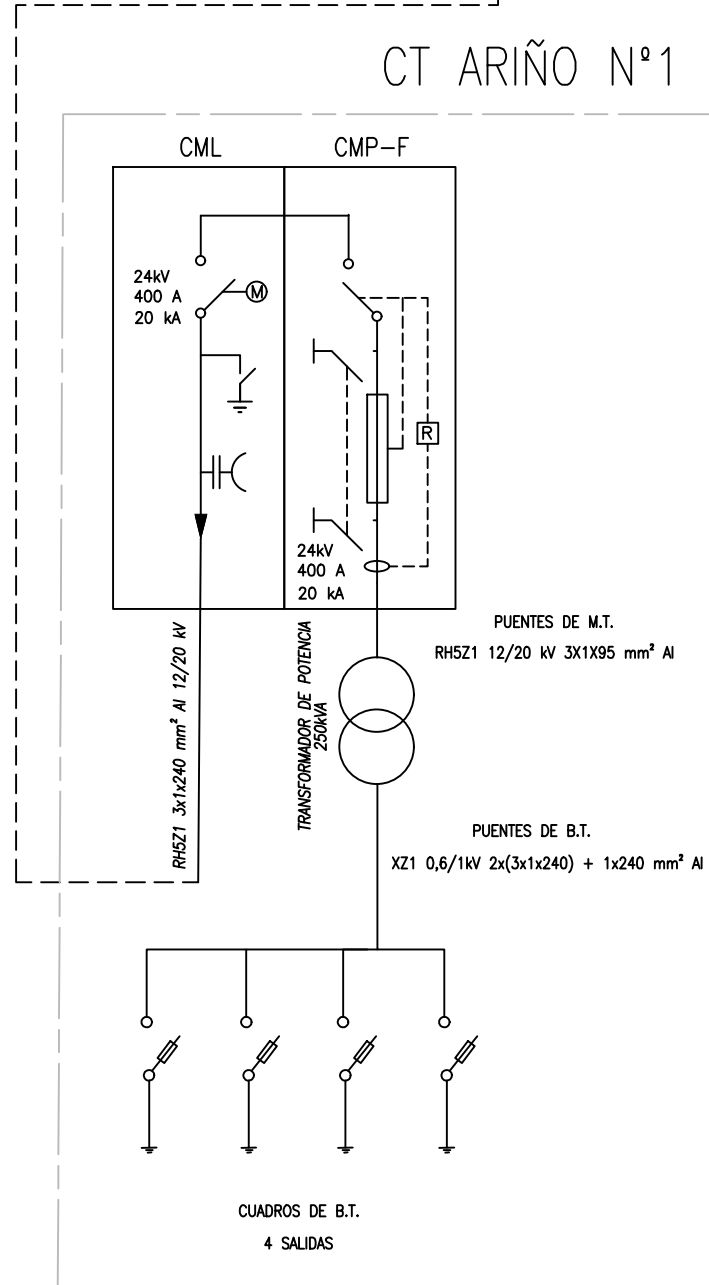
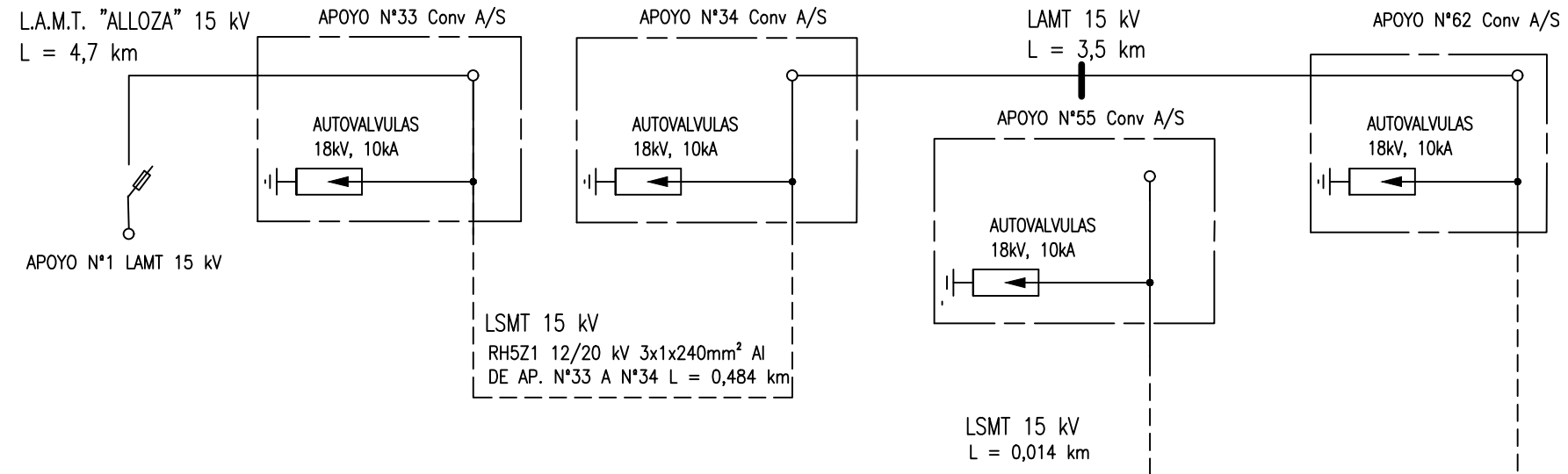
VISTA LATERAL
DERECHA

CT ARIÑO N° 1

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN		NIA 721800
S/E	Proyecto	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano N° 16-02



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i> SIN ESCALA	<i>Título</i>	RED DE TIERRAS CT		NIA 721800
	<i>Proyecto</i>	SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO		Curso 2019/2020
				Plano Nº 17



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	01/2020	NOELIA SOLANA RAMON		
Comprobado				
Escala	Titulo ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN			NIA 721800
SIN ESCALA	Proyecto SUMINISTRO EN MEDIA TENSION A LA POBLACION DE ARIÑO			Curso 2019/2020
				Plano N° 19