



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A 220 kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L/220 kV GABIAS - ORGIVA

Provincia afectada
Granada

Madrid, septiembre de 2016

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID
Nº VISADO 201603400	FECHA DE VISADO 26/10/2016
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
5302 COIIM ANGEL GALLEG0 DEL MONTE	

El Ingeniero Industrial: Ángel Gallego del Monte



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A 220 kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L/220 kV GABIAS - ORGIVA

ÍNDICE

		<u>Nº Páginas</u>
DOCUMENTO 1.....	MEMORIA	22
DOCUMENTO 2.....	CÁLCULOS	154
DOCUMENTO 3.....	PLANOS	2
DOCUMENTO 4.....	PRESUPUESTO	9
DOCUMENTO 5.....	ESTUDIO DE SEGURIDAD	34
DOCUMENTO 6.....	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS ..	14
DOCUMENTO 7.....	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	5
DOCUMENTO 8.....	GESTIÓN DE RESIDUOS	13

Madrid, septiembre de 2016
El Ingeniero Industrial

Ángel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A 220 kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L 220 kV GABIAS - ORGIVA

DOCUMENTO 1

MEMORIA

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA

1 ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN	3
2 OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA	3
3 TITULAR DE LA INSTALACIÓN	5
4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA.....	6
5 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA.....	7
5.1 ALINEACIONES	7
5.2 RELACIÓN DE APOYOS	10
6 CRUZAMIENTOS.....	11
6.1 NORMAS GENERALES SOBRE CRUZAMIENTOS	11
6.2 RELACIÓN CORRELATIVA DE CRUZAMIENTOS	19
7 ACCESOS	20
7.1 NORMAS GENERALES SOBRE ACCESOS	20
7.2 CRITERIO Y SELECCIÓN DE ACCESOS	20
8 RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERÍAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA	21
9 RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS	22

1 ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

RED ELÉCTRICA, de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de las anteriores funciones, ha proyectado construir una línea aérea de transporte de energía eléctrica, de doble circuito a 220 kV, con una longitud aproximada de 4,1 kilómetros, que conectará el apoyo de entronque T-1, situado entre T77 y T78 existentes en la LE 220 KV GABIAS - ORGIVA, situado en el término municipal de DÚRCAL (provincia de Granada), con la subestación de SALERES sita en el término municipal de EL VALLE (provincia de Granada), que formará parte de la red de transporte de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013.

La citada línea eléctrica se encuentra incluida en la “Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020”, aprobado por el Consejo de Ministros de 16 de octubre de 2015. Dicha instalación está incluida en la citada Planificación con el nombre “E/S SALERES L 220 kV GABIAS - ORGIVA”. La citada Planificación eléctrica es vinculante para RED ELÉCTRICA como sujeto que actúa en el sistema eléctrico y en su elaboración las Comunidades Autónomas han participado en las propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, en cumplimiento de lo dispuesto en la referida Ley 24/2013 de 26 de diciembre y en 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 OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

A los efectos previstos en la citada Ley 24/2013, en 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, constituye el objeto de este Proyecto de Ejecución, a efectos administrativos, la aportación de los datos precisos para la obtención de las correspondientes Resoluciones relativas a:

- Autorización Administrativa Previa.
- Declaración, en concreto, de Utilidad Pública con los efectos del artículo 56 y siguientes de la ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.
- Autorización Administrativa de Construcción.

En el documento nº 6 “Relación de Bienes y Derechos” se describen en sus aspectos material y jurídico los bienes y derechos de necesaria expropiación para la implantación de la instalación eléctrica.

La actuación proyectada se encuentra incluida en la red de transporte secundario en virtud de los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, cuyo ámbito de afección está contenido dentro de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y en concreto resulta como órgano sustantivo la Delegación Territorial de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de Granada.

En el orden técnico, su objeto es el informar de las características de la instalación proyectada, así como mostrar su adaptación a lo preceptuado en el 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 y al Real Decreto 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución líneas eléctricas de alta tensión.

3 TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El domicilio Social del Titular es:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Paseo del Conde de los Gaitanes, 177

28.109 – Alcobendas (Madrid)

Y a efectos de notificación en:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Calle Inca Garcilaso I

Isla de la Cartuja

41092-SEVILLA

4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

La línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

- Sistema.....Corriente alterna trifásica
- Frecuencia.....50 Hz
- Tensión nominal..... 220 kV
- Tensión más elevada de la red.....245 kV
- Origen de la línea de alta tensión Apoyo entronque LE 220 KV GABIAS - ORGIVA
- Final de la línea de alta tensiónSE SALERES
- Temperatura máxima de servicio del conductor 85 °C
- Capacidad térmica de transporte por circuito.....INVIERNO 861MVA/circuito
..... VERANO 711 MVA/circuito
- Nº de circuitos..... DOS
- Nº de conductores por fase2
- Tipo de conductor Condor AW
- Nº de cables compuesto tierra-óptico 1
- Tipo de cable compuesto tierra-óptico..... OPGW TIPO 1
- Nº de cables de tierra convencional 1
- Tipo de cable de tierra convencional 7N7
- Aislamiento Bastón de goma silicona
- Apoyos..... Torres metálicas de celosía
- Cimentaciones Zapatas individuales
- Puestas a tierra Anillos cerrados de acero descaburado.
- Longitud..... 4,1 km aproximadamente
- Provincias afectadas:
 - Granada (Términos Municipales de Dúrcal, Villamena y El Valle) 4,1 km

5 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

5.1 ALINEACIONES

Esta línea aérea a 220 kV de doble circuito que se proyecta tiene una longitud de 4,1 km, está formada por 6 alineaciones y discurre por la provincia de Granada.

A continuación se detalla la relación de alineaciones y cruzamientos de la línea proyectada:

Alineación Nº	Apoyo de inicio	Longitud (m)	Angulo con la alineación anterior (g)	Termino Municipal	Provincia	Cruzamientos	
1	T-1/T-77 entronque	356	323.62	Dúrcal	Granada	1.1-1	
2	T-2	1048	543	246.29	Dúrcal	Granada	2.1-1,2 y 3
			505		Villamena	Granada	
3	T-4	319	179.15	Villamena	Granada	3.1-1	
4	T-5	1568	192.03	Villamena	Granada	4.1-1,2, 5.1-1,2	
5	T-10	749	160.47	Villamena	Granada	6.1-1	
6	T-12	50	1	180.60	Villamena	Granada	
			49		El Valle	Granada	

Tabla 1. Relación de alineaciones

Relación de cruzamientos

								COORDENADAS UTM ETRS 89	
Nº de cruzamiento	Apoyo inicio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento / Organismo propietario	Nº de alineación	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
1.1-1	T1	Línea Eléctrica de 132kV	Sevillana-Endesa	1	Andalucía	Granada	Durcal	448518.8	4091927.4
2.1-1	T2	Rio Durcal	Consejería de Medio Ambiente Servicio de Dominio Público Hidráulico de Granada	2	Andalucía	Granada	Villamena	447936.6	4091995.6
2.1-2	T-3	Línea Telefónica	Telefónica, S.A.	2	Andalucía	Granada	Villamena	447623.1	4092045.1
2.1-3	T-3	Carretera GR-3210, Km.1,779	Servicios de Carreteras de la Diputación de Granada	2	Andalucía	Granada	Villamena	447614.4	4092046.4
3.1-1	T-4	Línea Eléctrica de 20kV	Sevillana-Endesa	3	Andalucía	Granada	Villamena	447427.3	4092067.2
4.1-1	T-6	Colada de Conchar	Delegación Provincial de la Consejería de M. Ambiente de Granada. (Junta Andalucía).	4	Andalucía	Granada	Villamena	446765.8	4091903.5
4.1-2	T-6	Barranco del Agua	Consejería de Medio Ambiente Servicio de Dominio Público Hidráulico de Granada	4	Andalucía	Granada	Villamena	446733.0	4091893.5
5.1-1	T-8	Cordel o Realenga del camino viejo de Motril	Delegación Provincial de la Consejería de M. Ambiente de Granada. (Junta Andalucía).	4	Andalucía	Granada	Villamena	446086.0	4091696.4
5.1-2	T-8	Carretera GR-3208, P.Km.6,154	Servicios de Carreteras de la Diputación de Granada	4	Andalucía	Granada	Villamena	446009.7	4091673.0
6.1-1	T-10	Gasoducto	Gasoducto "Granada-Motril" Enagas	5	Andalucía	Granada	Villamena	445485.4	4091358.1

Tabla 2. Relación de cruzamientos

5.2 RELACIÓN DE APOYOS

Nº	Vano (m)	Distancia origen (m)	Ángulo	Cota Terreno (m)	Tipo	Código Altura	Altura Total (m)
T-1	355,17	0	0:00:00	824,19	APOYO D2A4	AC	53,5
T-2	752,67	355,17	41:52:48	813,07	APOYO D2A4	AD	58,5
T-3	294,98	1.107,84	0:00:00	748,21	APOYO D2A2	A0	37
T-4	318,82	1.402,82	-18:-46:-12	783,04	APOYO D2A3	AA	42
T-5	244,62	1.721,64	-7:-10:-12	767,33	APOYO D2A2	A0	37
T-6	366,48	1.966,26	0:00:00	781,85	APOYO D2S3	A0	37,13
T-7	419,5	2.332,74	0:00:00	785,51	APOYO D2S3	A0	37,13
T-8	251,26	2.752,24	0:00:00	792,33	APOYO D2S3	AB	47,13
T-9	285,66	3.003,5	0:00:00	809,22	APOYO D2S3	AA	42,13
T-10	432,29	3.289,16	-35:-34:-12	828,03	APOYO D2A4	A0	38,5
T-11	316,25	3.721,45	0:00:00	843,54	APOYO D2S3	AC	52,13
T-12	50,03	4.037,7	-17:-27:-36	868,86	APOYO D2A4	A0	38,5
PÓRTICO	0	4.087,73	0:00:00	867,6	PÓRTICO SE		18,05

Tabla 3. Relación de apoyos

6 CRUZAMIENTOS

6.1 NORMAS GENERALES SOBRE CRUZAMIENTOS

Las normas aplicables a los cruzamientos de la línea están recogidas en el apartado 5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero

La seguridad en los cruzamientos se reforzará con diversas medidas adoptadas a lo largo de la línea. Estas medidas se resumen a continuación:

- En las cadenas de suspensión se utilizarán grapas antideslizantes y en las cadenas de amarre grapas de compresión.
- El conductor y el cable de tierra tienen una carga de rotura muy superior a 1.200 daN.

A continuación se incluye la tabla base para determinar distancias y se detallan distintos casos de cruzamiento con las distancias de seguridad para este proyecto.

Tensión más elevada de la red (kV)	D _{el} (metros)	D _{pp} (metros)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,2

Tabla 4. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

Este apartado corresponde al punto 5.4.2 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} , con un mínimo de 0,2 m.

El valor de D_{el} viene indicado en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la red, siendo D_{el} para líneas de 220 kV igual a 1,7 m.

Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

Este apartado corresponde al punto 5.5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad de líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia mínima al terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables vendrá dada por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 6 m.

Los valores de D_{el} se indican en la tabla 2 en función de la tensión más elevada de la línea, por tanto, la distancia mínima será de 7 m para líneas de 220 kV.

Distancias a líneas eléctricas aéreas ó líneas aéreas de telecomunicación

Este apartado corresponde al punto 5.6 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Las líneas de telecomunicación son consideradas como líneas de baja tensión.

En el cruce con líneas eléctricas, se situará a mayor altura de la tensión más elevada. En este caso, la línea proyectada es de tensión superior a la que se cruza.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, atendiendo a los criterios que se exponen a continuación.

La distancia entre los conductores de la línea inferior y los elementos más próximos de los apoyos de la línea superior no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Los valores de D_{el} se indican en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la línea de inferior tensión.

La distancia vertical mínima entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)}$$

Tomando el valor de D_{add} que corresponda para la tensión nominal de la línea según la tabla siguiente:

Tensión nominal de la red (kV)	D_{add} (m)
66	2,5
132	3
220	3,5
400	4

Tabla 5. Distancias de aislamiento adicional

La distancia mínima vertical entre fases en el punto de cruce resulta de 5,5 m para

líneas de 220kV.

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea inferior en el caso de que existan no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

Por tanto esta distancia mínima será 2 m para líneas de 220 kV.

Distancias a carreteras, ferrocarriles, tranvías y trolebuses

Este apartado corresponde a los puntos 5.7, 5.8 y 5.9 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de las carreteras o sobre las cabezas de los carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar viene dada por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 7 m.

Para líneas de categoría especial, D_{add} tiene el valor de 7,5 m. y D_{el} se indica en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima según la ITC-LAT de 9,2 m para líneas de 220 kV.

Para los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su flecha máxima vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicos y telegráficos del ferrocarril será de:

$$D_{add} + D_{el} = 3,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 4 m.

D_{el} se indica en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima de 5,2 m para líneas de 220 kV.

Distancias a ríos y canales navegables o flotables

Este apartado corresponde al punto 5.11 de la ITC-LAT-7 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia mínima entre los conductores y la superficie del agua, para el máximo nivel que pudiera alcanzar ésta, viene dada por la fórmula:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 3,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

siendo G el gálibo. Los valores de D_{el} se indican en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la línea.

Para líneas de 220 kV de tensión nominal y con gálibo no definido, la distancia mínima según el Reglamento debe ser de 9,9 metros.

Paso por zonas de bosques, árboles y masas de arbolado

Este apartado corresponde al punto 5.12.1 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Frecuentemente los árboles entran en contacto con las líneas eléctricas debido principalmente al crecimiento natural del árbol, al desprendimiento de una rama por el viento o a la caída del árbol, bien por la mano del hombre o por el efecto de los vientos huracanados, reduciéndose así la distancia entre sus copas y los conductores. Esto provoca accidentes personales o interrupciones del servicio, ya que se generan intensidades elevadas que al descargar en forma de arcos producen incendios que pueden propagarse.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios deberá establecerse mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 2 metros. Los valores de D_{el} se indican en la Tabla 2 en función de la tensión más elevada de la línea.

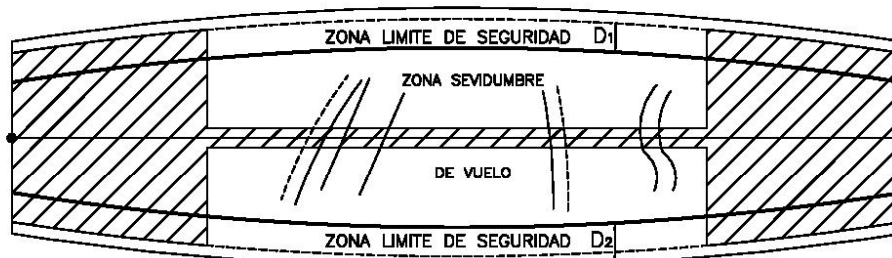
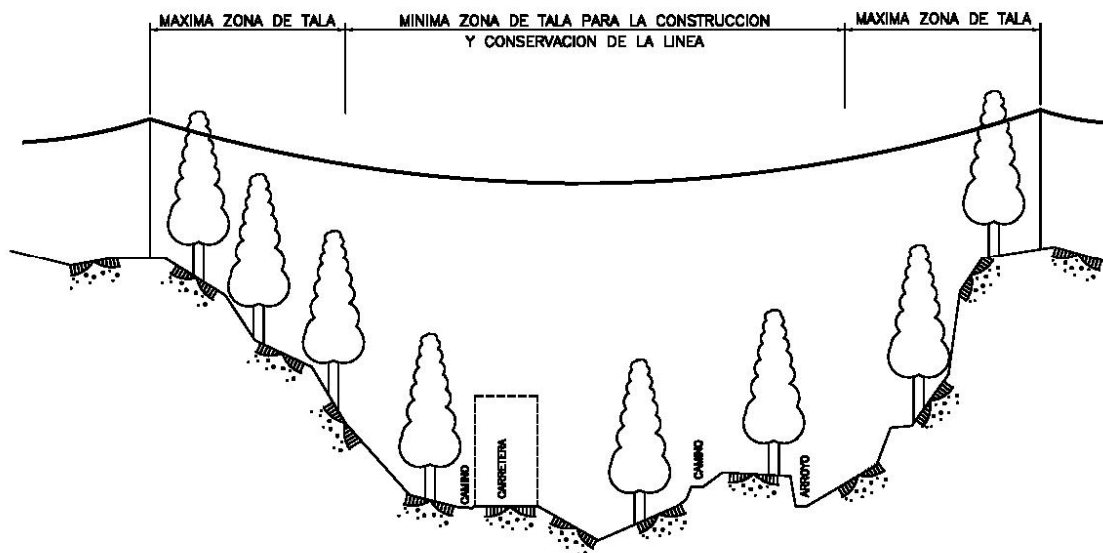
Por tanto, la zona de corta de arbolado se extenderá a las distancias explosivas que se indican a continuación de forma que los árboles queden siempre a esta distancia mínima del conductor de 3,2 m para líneas de 220 kV.

Con el fin de evitar una deforestación innecesaria y un perjuicio para los propietarios, la zona a ocupar no será constante a lo largo de la línea pues dependerá de la altura del arbolado y su posición con respecto a la línea. Si el terreno está inclinado la zona de influencia no será simétrica, debiendo desplazarse hacia la parte que alcanza mayor altura. La otra parte podría reducirse hasta alcanzar una separación de la distancia explosiva con la vertical del conductor. Es un barranco los conductores quedan muy por encima de las copas de los árboles, por lo que la zona de corta de arbolado sería mínima.

Se adjunta en la presente memoria unos planos en los que se muestra lo anteriormente expuesto en este epígrafe.

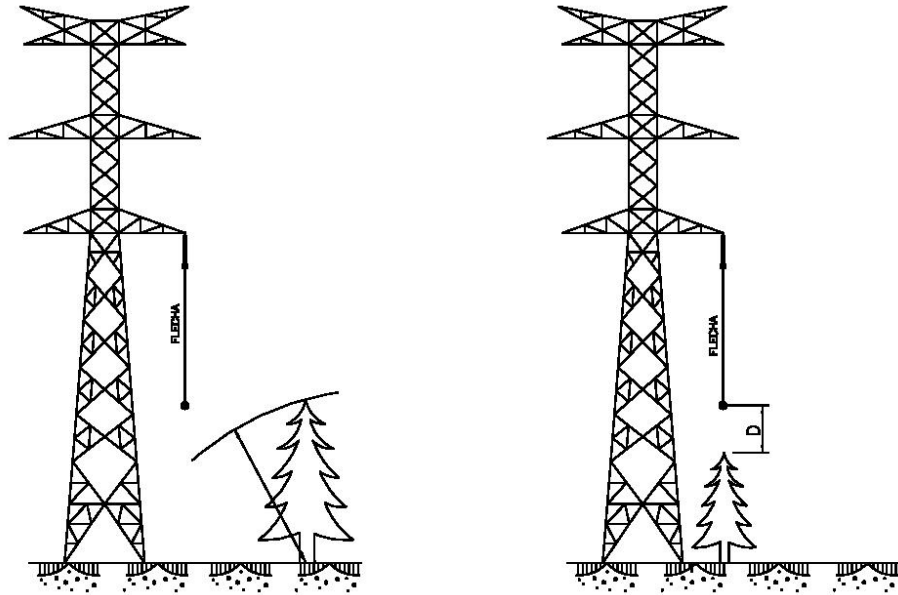
SERVIDUMBRE DE VUELO

ZONAS DE SEGURIDAD

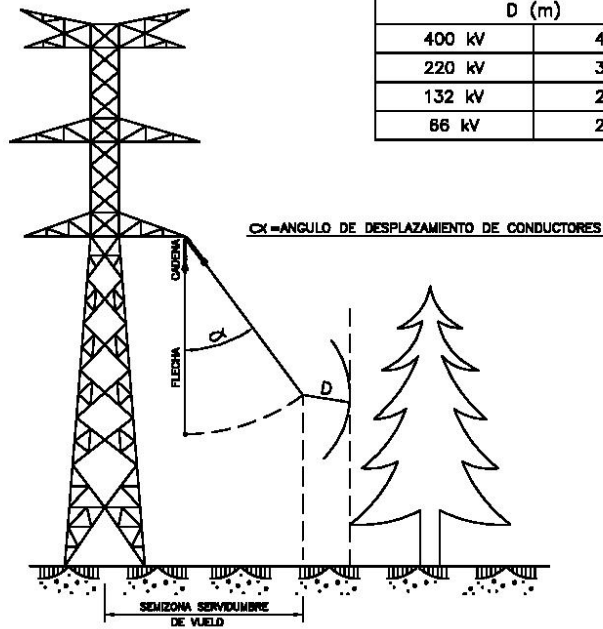


	ARBOLADO D1 (m)	EDIFICACIONES D2 (m)
400 kV	4,30	6,10
220 kV	3,20	5,00
132 kV	2,70	5,00
66 kV	2,20	5,00

SERVIDUMBRE DE VUELO DISTANCIA EXPLOSIVA



DISTANCIA AL ARBOLADO D (m)	
400 kV	4,30
220 kV	3,20
132 kV	2,70
66 kV	2,20



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 201603400. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/Verificacion>. Cód.Ver: 64570162.
 Nº Colegiado: 5302. Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

Proximidad a parques eólicos

Este apartado corresponde al punto 5.12.4 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Por motivos de seguridad de las líneas eléctricas aéreas de conductores desnudos, queda prohibida la instalación de nuevos aerogeneradores en la franja de terreno definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en la altura total del aerogenerador, incluida la pala, más 10 m.

6.2 RELACIÓN CORRELATIVA DE CRUZAMIENTOS

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ANDALUCÍA

PROVINCIA DE GRANADA.

Relación de cruzamientos

Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento / Organismo propietario
1.1-1	Línea Eléctrica de 132kV	Sevillana-Endesa
2.1-1	Rio Durcal	Consejería de Medio Ambiente Servicio de Dominio Público Hidráulico de Granada
2.1-2	Línea Telefónica	Telefónica, S.A.
2.1-3	Carretera GR-3210, Km.1,779	Servicios de Carreteras de la Diputación de Granada
3.1-1	Línea Eléctrica de 20kV	Sevillana-Endesa
4.1-1	Colada de Conchar	Delegación Provincial de la Consejería de M. Ambiente de Granada. (Junta Andalucía).
4.1-2	Barranco del Agua	Consejería de Medio Ambiente Servicio de Dominio Público Hidráulico de Granada
5.1-1	Cordel o Realenga del camino viejo de Motril	Delegación Provincial de la Consejería de M. Ambiente de Granada. (Junta Andalucía).
5.1-2	Carretera GR-3208, P.Km.6,154	Servicios de Carreteras de la Diputación de Granada
6.1-1	Gasoducto	Gasoducto "Granada-Motril" Enagas

Tabla 6. Relación correlativa de cruzamientos

7 ACCESOS

7.1 NORMAS GENERALES SOBRE ACCESOS

Los accesos necesarios para atender al establecimiento, vigilancia, conservación, reparación de la línea eléctrica y corte de arbolado, si fuera necesario, se llevarán a cabo según los siguientes criterios:

- Sobre los caminos privados existentes y en buen estado.
- Sobre las fincas afectadas adyacentes al camino existente (en los márgenes) para el paso o ubicación temporal de maquinaria durante la fase de construcción.
- En las fincas sobre las que haya que construir un nuevo acceso, la servidumbre de paso comprenderá la explanada a realizar.

La actuación sobre un acceso puede crear la necesidad de afectar una construcción existente (muro, pozo, verja, acequias, etc.) ocasionándole daños, que RED ELÉCTRICA repondrá y/o indemnizará, así como se responsabilizará del mantenimiento de todos los servicios necesarios para la adecuada explotación y uso de las fincas afectadas durante la ejecución de las obras, realizando todas aquellas actuaciones que resulten necesarias, aún cuando fuera con carácter provisional y sin perjuicio de su reposición definitiva.

7.2 CRITERIO Y SELECCIÓN DE ACCESOS

De entre las diferentes alternativas válidas para la ejecución de un camino de acceso, la selección de la óptima se realiza, no sólo en base a los criterios técnicos anteriormente expuestos, sino que se consideran también criterios ambientales, de manera que produzca sobre el medio ambiente el menor impacto posible y criterios socioeconómicos, de forma que la afección al propietario también se minimice.

8 RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERÍAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ANDALUCÍA

PROVINCIA DE GRANADA.

- Delegación Territorial de Granada de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo.
- Delegación Territorial de Granada de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Excma. Diputación Provincial de Granada. Servicio de Carreteras.
- Dominio Público Hidráulico de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- SEVILLANA-ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.
- TELEFÓNICA, S.A
- ENAGAS
- Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).
- DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA Y MINAS, para que emita el informe preceptivo que establece el art. 114 del Real Decreto 1955/2000.

9 RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ANDALUCÍA

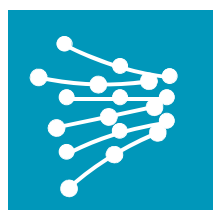
PROVINCIA DE GRANADA.

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE DÚRCAL
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE EL VALLE

Madrid, septiembre de 2016
El Ingeniero Industrial



Ángel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A 220 kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L 220 kV GABIAS - ORGIVA

DOCUMENTO 2
CÁLCULOS

DOCUMENTO Nº 2

CÁLCULOS

	<u>Nº de páginas</u>
CAPÍTULO 1: CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES	65
CAPÍTULO 2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS	17
CAPÍTULO 3: AISLAMIENTO	3
CAPÍTULO 4: CÁLCULO DE LOS APOYOS.....	30
CAPÍTULO 5: CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES	37

Madrid, septiembre de 2016
El Ingeniero Industrial



El Ingeniero Industrial
Ángel Gallego del Monte

CAPITULO 1

CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES

1.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES	2
1.2 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES DE GUARDA.....	10
1.2.1 Cálculo mecánico de los cables de tierra.....	10
1.2.2 Cálculo mecánico cable compuesto tierra-óptico.....	17
1.3 VANOS REGULARES. RESUMEN DE SERIES.....	24
1.4 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CONDUCTORES.....	25
1.5 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CABLES DE GUARDA	39
1.5.1 Tablas de tendido del cable de tierra convencional	39
1.5.2 Tablas de tendido del cable compuesto tierra-óptico	54

1.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES

El conductor a emplear es el AL/AW CONDOR (Aluminio y acero recubierto de aluminio).

Características del CONDUCTOR AL/AW CONDOR

-Denominación	CONDUCTOR AL/AW CONDOR
-Sección total	454,5 mm ²
-Sección Al	402,3 mm ²
-Sección Acero recubierto de aluminio.....	52,23 mm ²
-Diámetro	27,72 mm
-Peso.....	1,43 daN/m
-Carga de rotura.....	12.897 daN
-Módulo de elasticidad	6.728 daN/mm ²
-Coeficiente de dilatación.....	0,0000202/°C
-Resistencia unitaria a 20°C.....	0,069 ohm/km

ZONA B

Para zonas cuya altitud sea entre 500 m y 1000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (3%)

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,43 \text{ daN/m} \quad T_i = 386,91 \text{ daN}$$

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) $W = 68,056 \text{ daN/m}^2$

$$T = -10^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 2,367 \text{ daN/m}$$

2. Tracción máxima hielo

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 2,378 \text{ daN/m}$$

3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) $W = 12,5 \text{ daN/m}^2$

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2} = 2,455 \text{ daN/m}$$

4. Flecha máxima temperatura

$$T = 85^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,43 \text{ daN/m}$$

5. Flecha máxima viento (120 km/h) $W = 50 \text{ daN/m}^2$

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,991 \text{ daN/m}$$

6. Flecha máxima hielo

$$T = 0^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 2,378 \text{ daN/m}$$

7. Flecha mínima

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,43 \text{ daN/m}$$

8. Desviación de cadenas $W = 25 \text{ daN/m}^2$

$$T = -10^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,589 \text{ daN/m}$$

9. Control de vibraciones

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,43 \text{ daN/m}$$

Estudio mecánico del conductor

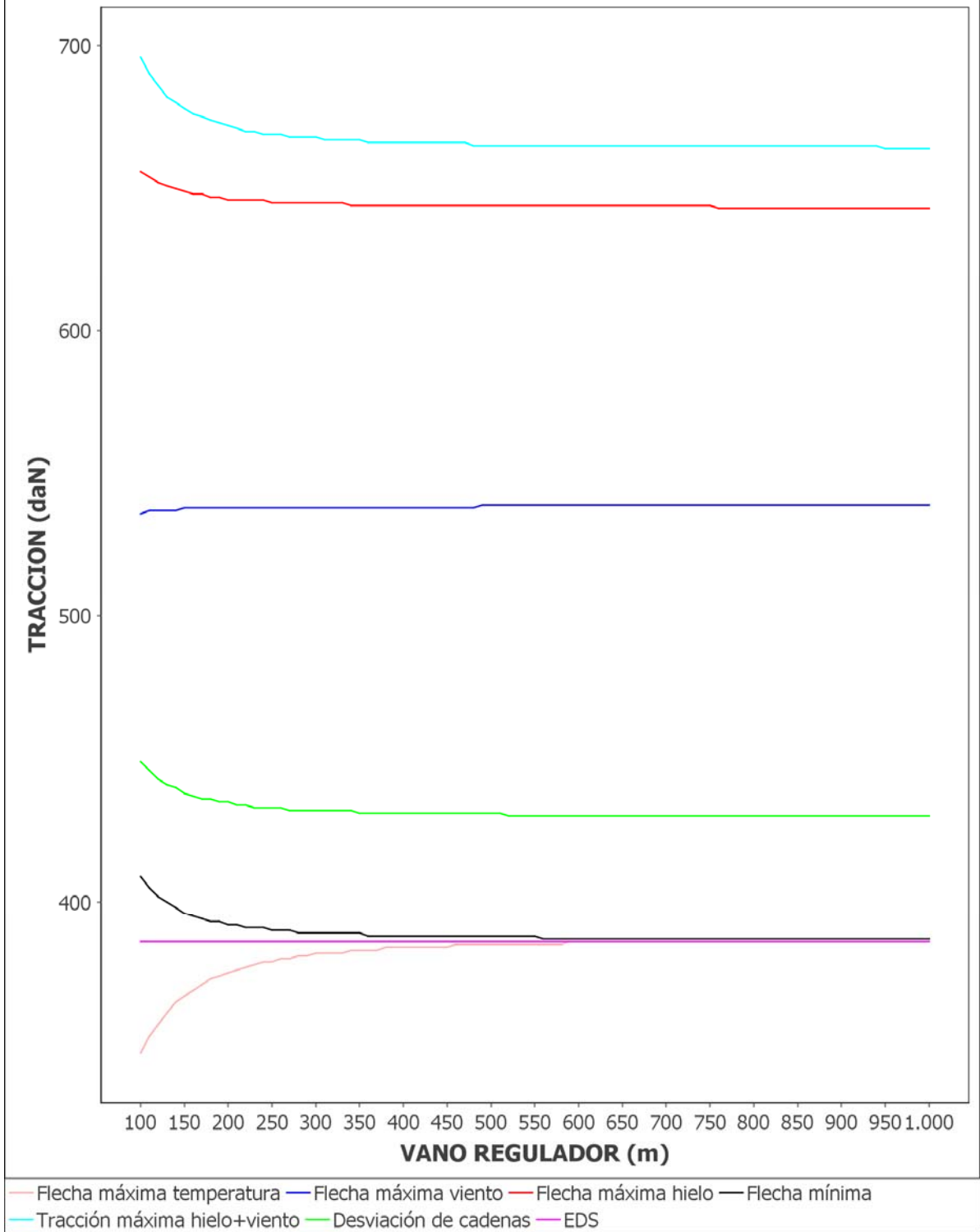
Conductor						
Conductor	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso(daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CONDUCTOR AL/AW CONDOR	454,5	27,72	1,43	12.897	6.728	0,0000202

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (%)	Tracción (daN)	Zona
450	15	1,43	3	386,91	B

Hipótesis Finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
Tracción máxima viento	-10	0	750	0	68,056	27,72	1,887	1,43	2,368
Tracción máxima hielo	-15	10,52	750	0,948	0	48,76	0	1,43	2,378
Tracción máxima hielo + viento	-15	10,52	750	0,948	12,5	48,76	0,61	1,43	2,455
EDS	15	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Flecha máxima temperatura 2	50	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Flecha máxima temperatura 1	85	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Flecha máxima viento	15	0	750	0	50	27,72	1,386	1,43	1,991
Flecha máxima hielo	0	10,52	750	0,948	0	48,76	0	1,43	2,378
Flecha mínima	-15	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Desviación de cadenas	-10	0	750	0	25,004	27,72	0,693	1,43	1,589
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43

Resultados						
Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (daN)	Flecha(m)	Coefficiente seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10	2,368	642	93,36	20,09	271
Tracción máxima hielo	-15	2,378	645	93,32	20	271
Tracción máxima hielo + viento	-15	2,455	666	93,31	19,36	271
EDS	15	1,43	387	93,53	33,33	271
Flecha máxima temperatura 2	50	1,43	386	93,77	33,41	270
Flecha máxima temperatura 1	85	1,43	384	94,26	33,59	269
Flecha máxima viento	15	1,991	538	93,68	23,97	270
Flecha máxima hielo	0	2,378	644	93,47	20,03	271
Flecha mínima	-15	1,43	388	93,29	33,24	271
Desviación de cadenas	-10	1,589	431	93,32	29,92	271
Control de vibraciones	-5	1,43	388	93,29	33,24	271

ESTADOS DE TENDIDO



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20160340. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/verificacion>. Cód.Ver: 64570162. Nº Colegiado: 5302. Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

ZONA B

Para zonas cuya altitud sea entre 500 m y 1000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (19%)

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,43 \text{ daN/m} \quad T_i = 2.450,43 \text{ daN}$$

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) $W = 68,056 \text{ daN/m}^2$

$$T = -10^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 2,367 \text{ daN/m}$$

2. Tracción máxima hielo

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 2,378 \text{ daN/m}$$

3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) $W = 12,5 \text{ daN/m}^2$

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2} = 2,455 \text{ daN/m}$$

4. Flecha máxima temperatura

$$T = 85^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,43 \text{ daN/m}$$

5. Flecha máxima viento (120 km/h) $W = 50 \text{ daN/m}^2$

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,991 \text{ daN/m}$$

6. Flecha máxima hielo

$$T = 0^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 2,378 \text{ daN/m}$$

7. Flecha mínima

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,43 \text{ daN/m}$$

8. Desviación de cadenas $W = 25 \text{ daN/m}^2$

$$T = -10^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,589 \text{ daN/m}$$

9. Control de vibraciones

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 1,43 \text{ daN/m}$$

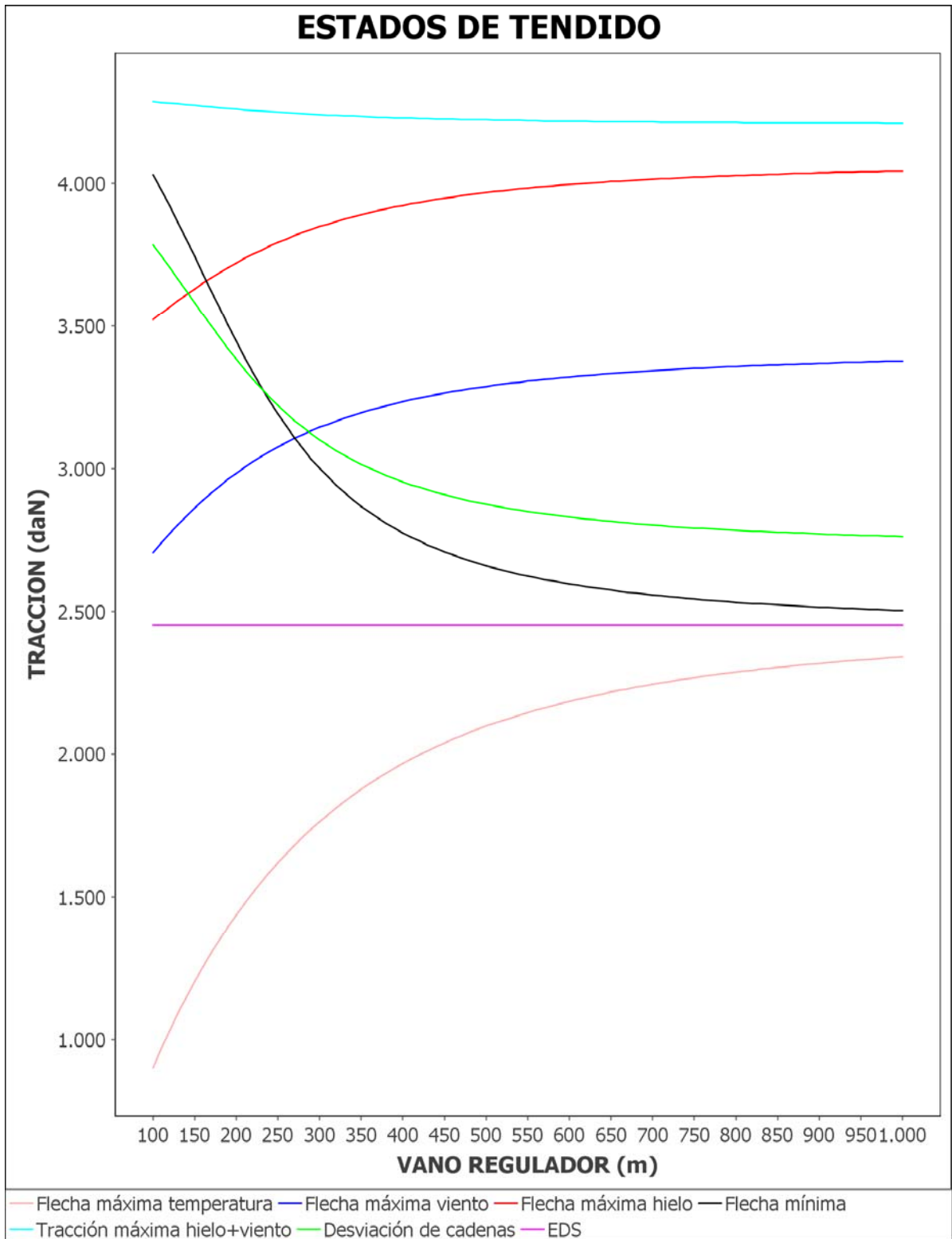
Estudio mecánico del conductor

Conductor						
Conductor	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso(daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CONDUCTOR AL/AW CONDOR	454,5	27,72	1,43	12.897	6.728	0,0000202

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (%)	Tracción (daN)	Zona
450	15	1,43	19	2.450,43	B

Hipótesis Finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
Tracción máxima viento	-10	0	750	0	68,056	27,72	1,887	1,43	2,368
Tracción máxima hielo	-15	10,52	750	0,948	0	48,76	0	1,43	2,378
Tracción máxima hielo + viento	-15	10,52	750	0,948	12,5	48,76	0,61	1,43	2,455
EDS	15	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Flecha máxima temperatura 2	50	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Flecha máxima temperatura 1	85	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Flecha máxima viento	15	0	750	0	50	27,72	1,386	1,43	1,991
Flecha máxima hielo	0	10,52	750	0,948	0	48,76	0	1,43	2,378
Flecha mínima	-15	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Desviación de cadenas	-10	0	750	0	25,004	27,72	0,693	1,43	1,589
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43

Resultados						
Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (daN)	Flecha(m)	Coefficiente seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10	2,368	4.046	14,81	3,19	1.709
Tracción máxima hielo	-15	2,378	4.118	14,62	3,13	1.732
Tracción máxima hielo + viento	-15	2,455	4.226	14,7	3,05	1.721
EDS	15	1,43	2.450	14,77	5,26	1.713
Flecha máxima temperatura 2	50	1,43	2.219	16,31	5,81	1.552
Flecha máxima temperatura 1	85	1,43	2.038	17,76	6,33	1.425
Flecha máxima viento	15	1,991	3.264	15,44	3,95	1.639
Flecha máxima hielo	0	2,378	3.948	15,25	3,27	1.660
Flecha mínima	-15	1,43	2.708	13,37	4,76	1.894
Desviación de cadenas	-10	1,589	2.909	13,83	4,43	1.831
Control de vibraciones	-5	1,43	2.615	13,84	4,93	1.829



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20160340. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/verificacion>. Cód.Ver: 64570162.
 Nº Colegiado: 5302. Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

1.2 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES DE GUARDA

1.2.1 Cálculo mecánico de los cables de tierra

Se instalará, un cable de tierra convencional, que tiene las siguientes características:

-Denominación	CABLE ALUMOWELD 7n7
-Sección total	73,9 mm ²
-Diámetro	11,01 mm
-Peso.....	0,482 daN/m
-Carga de rotura.....	9.256 daN
-Módulo de elasticidad	16.200 daN/mm ²
-Coeficiente de dilatación.....	0,000013/°C

ZONA B

Para zonas cuya altitud sea entre 500 m y 1.000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (3%)

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,482 \text{ daN/m} \quad T_i = 277,68 \text{ daN}$$

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) $W = 81,667 \text{ daN/m}^2$

$$T = -10^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,02 \text{ daN/m}$$

2. Tracción máxima hielo

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 1,079 \text{ daN/m}$$

3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) $W = 15 \text{ daN/m}^2$

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2} = 1,192 \text{ daN/m}$$

4. Flecha máxima temperatura

$$T = 50^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,482 \text{ daN/m}$$

5. Flecha máxima viento (120 km/h) $W = 60 \text{ daN/m}^2$

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 0,818 \text{ daN/m}$$

6. Flecha máxima hielo

$$T = 0^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 1,079 \text{ daN/m}$$

7. Flecha mínima

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,482 \text{ daN/m}$$

8. Control de vibraciones

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,482 \text{ daN/m}$$

Estudio mecánico del cable de guarda

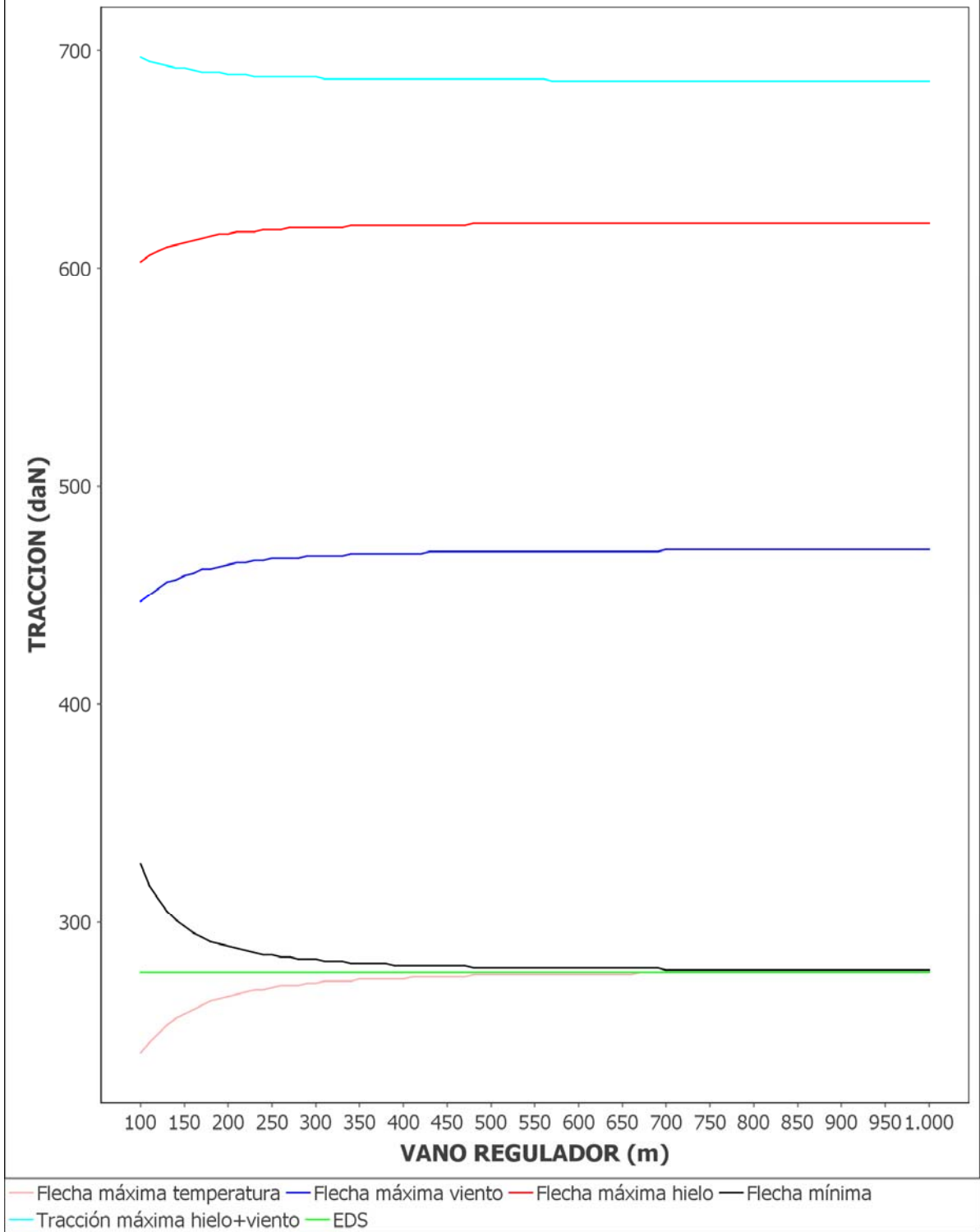
Cable de guarda						
Cable de guarda	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso(daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CABLE ALUMOWELD 7n7	73,9	11,01	0,482	9.256	16.200	0,000013

Vano (m)	Temperatura (°C)
450	15

Hipótesis Finales							
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento		
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sol
Tracción máxima viento	-10	0	750	0	81,667	11,01	
Tracción máxima hielo	-15	11,34	750	0,597	0	33,69	
Tracción máxima hielo + viento	-15	11,34	750	0,597	15	33,69	
EDS	15	0	750	0	0	11,01	
Flecha máxima temperatura	50	0	750	0	0	11,01	
Flecha máxima viento	15	0	750	0	60	11,01	
Flecha máxima hielo	0	11,34	750	0,597	0	33,69	
Flecha mínima	-15	0	750	0	0	11,01	
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	11,01	

Resultados					
Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (daN)	Flecha(m)	Coefficiente seguridad
Tracción máxima viento	-10	1,02	588	43,91	15,74
Tracción máxima hielo	-15	1,079	623	43,84	14,86
Tracción máxima hielo + viento	-15	1,191	687	43,88	13,47
EDS	15	0,482	278	43,89	33,29
Flecha máxima temperatura	50	0,482	275	44,37	33,66
Flecha máxima viento	15	0,818	470	44,05	19,69
Flecha máxima hielo	0	1,079	620	44,05	14,93
Flecha mínima	-15	0,482	280	43,57	33,06
Control de vibraciones	-5	0,482	279	43,73	33,18

ESTADOS DE TENDIDO



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20160340. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/Verificacion>. Cód.Ver: 64570162. Nº Colegiado: 5302. Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

ZONA B

Para zonas cuya altitud sea entre 500 m y 1.000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (13%)

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,482 \text{ daN/m} \quad T_i = 1.203,28 \text{ daN}$$

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) $W = 81,667 \text{ daN/m}^2$

$$T = -10^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,02 \text{ daN/m}$$

2. Tracción máxima hielo

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 1,079 \text{ daN/m}$$

3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) $W = 15 \text{ daN/m}^2$

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2} = 1,192 \text{ daN/m}$$

4. Flecha máxima temperatura

$$T = 50^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,482 \text{ daN/m}$$

5. Flecha máxima viento (120 km/h) $W = 60 \text{ daN/m}^2$

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 0,818 \text{ daN/m}$$

6. Flecha máxima hielo

$$T = 0^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 1,079 \text{ daN/m}$$

7. Flecha mínima

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,482 \text{ daN/m}$$

8. Control de vibraciones

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,482 \text{ daN/m}$$

Estudio mecánico del cable de guarda

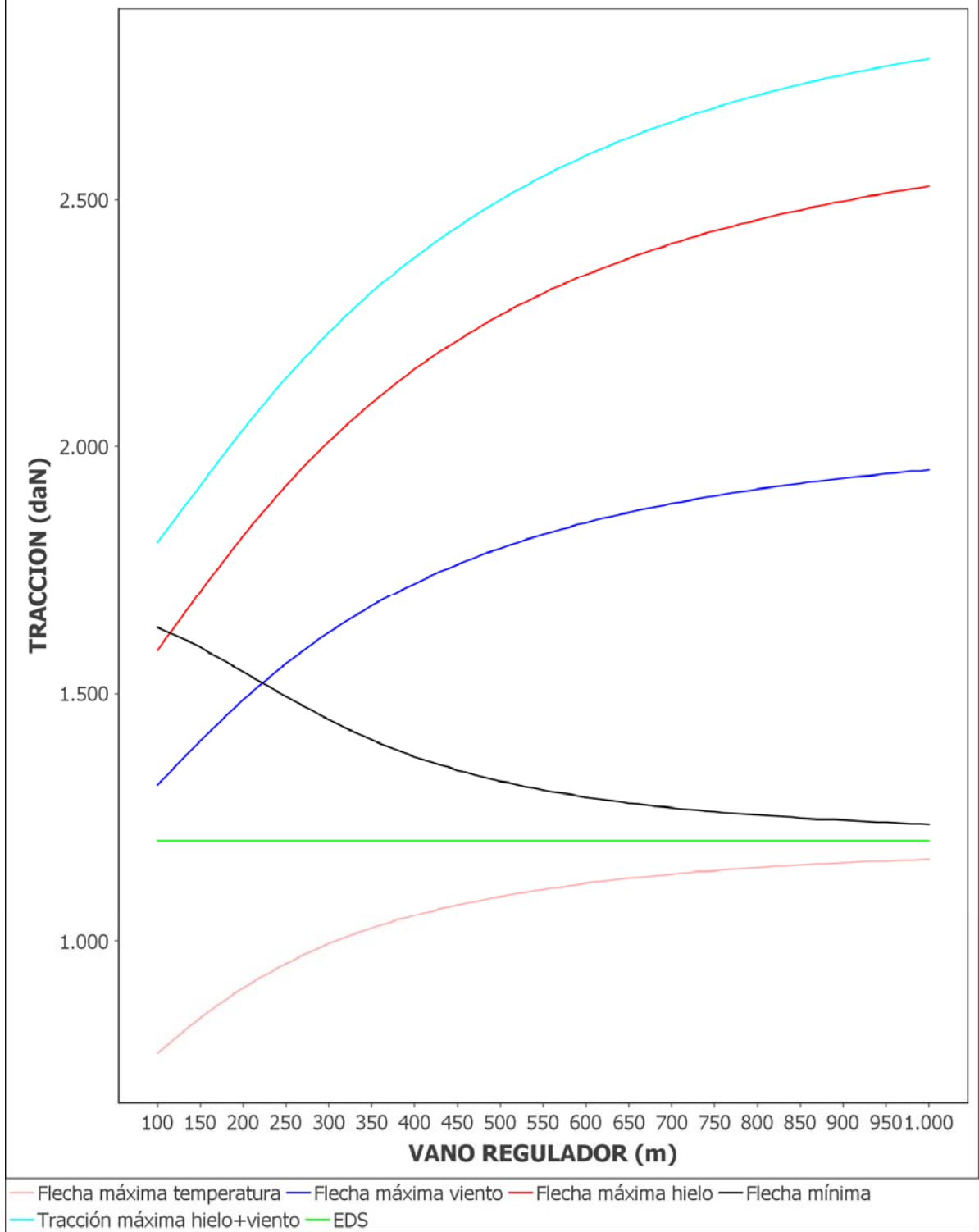
Cable de guarda						
Cable de guarda	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso(daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CABLE ALUMOWELD 7n7	73,9	11,01	0,482	9.256	16.200	0,000013

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (%)	Tracción (daN)	Zona
450	15	0,482	13	1.203,28	B

Hipótesis Finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
Tracción máxima viento	-10	0	750	0	81,667	11,01	0,899	0,482	1,02
Tracción máxima hielo	-15	11,34	750	0,597	0	33,69	0	0,482	1,079
Tracción máxima hielo + viento	-15	11,34	750	0,597	15	33,69	0,505	0,482	1,191
EDS	15	0	750	0	0	11,01	0	0,482	0,482
Flecha máxima temperatura	50	0	750	0	0	11,01	0	0,482	0,482
Flecha máxima viento	15	0	750	0	60	11,01	0,661	0,482	0,818
Flecha máxima hielo	0	11,34	750	0,597	0	33,69	0	0,482	1,079
Flecha mínima	-15	0	750	0	0	11,01	0	0,482	0,482
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	11,01	0	0,482	0,482

Resultados						
Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (daN)	Flecha(m)	Coefficiente seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10	1,02	2.181	11,84	4,24	2.138
Tracción máxima hielo	-15	1,079	2.291	11,92	4,04	2.123
Tracción máxima hielo + viento	-15	1,191	2.445	12,33	3,79	2.053
EDS	15	0,482	1.203	10,14	7,69	2.496
Flecha máxima temperatura	50	0,482	1.074	11,36	8,62	2.228
Flecha máxima viento	15	0,818	1.761	11,76	5,26	2.153
Flecha máxima hielo	0	1,079	2.214	12,34	4,18	2.052
Flecha mínima	-15	0,482	1.345	9,07	6,88	2.790
Control de vibraciones	-5	0,482	1.294	9,43	7,15	2.685

ESTADOS DE TENDIDO



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20160340. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/verificacion>. Cód.Ver: 64570162.
 Nº Colegiado: 5302. Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

1.2.2 Cálculo mecánico cable compuesto tierra-óptico

Se instalará, 1 cable compuesto tierra-óptico, que tiene las siguientes características:

-Denominación	OPGW-TIPO1-17kA-15.3
-Sección total	119 mm ²
-Diámetro	15,3 mm
-Peso.....	0,68 daN/m
-Carga de rotura.....	10.000 daN
-Módulo de elasticidad	12.000 daN/mm ²
-Coeficiente de dilatación.....	0,0000141 /°C

ZONA B

Para zonas cuya altitud esté comprendida entre 500 m y 1000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (3%)

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m} \quad T_i = 300 \text{ daN}$$

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) $W=81,667 \text{ daN/m}^2$

$$T = -10^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,423 \text{ daN/m}$$

2. Tracción máxima hielo

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 1,384 \text{ daN/m}$$

3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) $W=15 \text{ daN/m}^2$

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2} = 1,496 \text{ daN/m}$$

4. Flecha máxima temperatura

$$T = 50^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m}$$

5. Flecha máxima viento (120 km/h) $W = 60 \text{ daN/m}^2$

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,142 \text{ daN/m}$$

6. Flecha máxima hielo

$$T = 0^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 1,384 \text{ daN/m}$$

7. Flecha mínima

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m}$$

8. Control de vibraciones

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m}$$

Estudio mecánico del cable de guarda

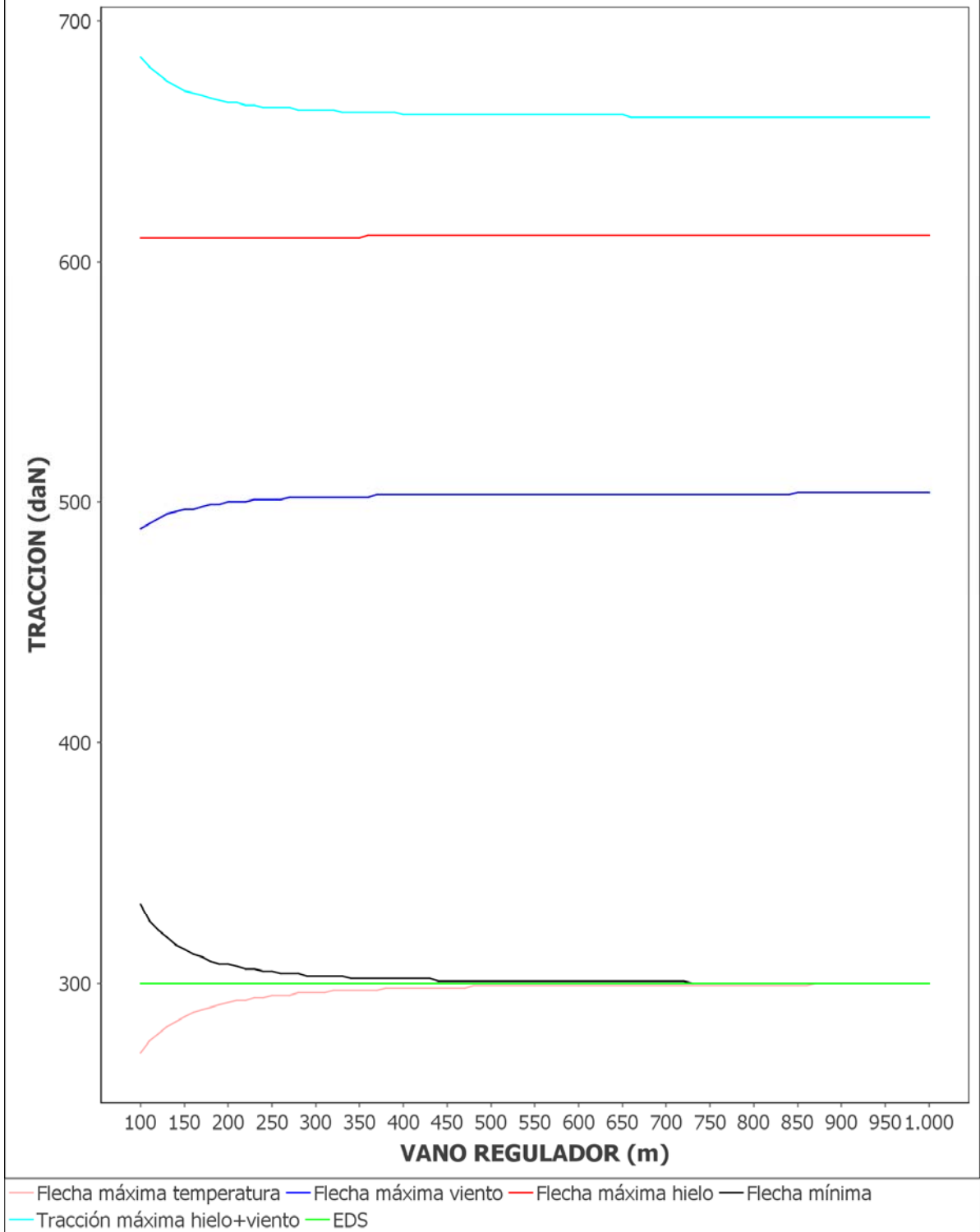
Cable de guarda						
Cable de guarda	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso(daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
OPGW-TIPO1-17kA-15.3	119	15,3	0,68	10.000	12.000	0,0000141

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (%)	Tracción (daN)	Zona
450	15	0,68	3	300	B

Hipótesis Finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
Tracción máxima viento	-10	0	750	0	81,667	15,3	1,25	0,68	1,423
Tracción máxima hielo	-15	11,25	750	0,704	0	37,8	0	0,68	1,384
Tracción máxima hielo+viento	-15	11,25	750	0,704	15	37,8	0,567	0,68	1,496
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima temperatura	50	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima viento	15	0	750	0	60	15,3	0,918	0,68	1,142
Flecha máxima hielo	0	11,25	750	0,704	0	37,8	0	0,68	1,384
Flecha mínima	-15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68

Resultados						
Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (daN)	Flecha(m)	Coefficiente seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10	1,423	629	57,27	15,9	442
Tracción máxima hielo	-15	1,384	612	57,24	16,34	442
Tracción máxima hielo+viento	-15	1,496	661	57,29	15,13	442
EDS	15	0,68	300	57,38	33,33	441
Flecha máxima temperatura	50	0,68	298	57,76	33,56	438
Flecha máxima viento	15	1,142	503	57,47	19,88	440
Flecha máxima hielo	0	1,384	611	57,34	16,37	441
Flecha mínima	-15	0,68	301	57,18	33,22	443
Control de vibraciones	-5	0,68	301	57,18	33,22	443

ESTADOS DE TENDIDO



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20160340. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/Verificacion>. Cód.Ver: 64570162.
 Nº Colegiado: 5302. Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

ZONA B

Para zonas cuya altitud esté comprendida entre 500 m y 1000 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (14%)

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m} \quad T_i = 1.400 \text{ daN}$$

Hipótesis finales

1. Tracción máxima viento (140 km/h) $W=81,667 \text{ daN/m}^2$

$$T = -10^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,423 \text{ daN/m}$$

2. Tracción máxima hielo

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 1,384 \text{ daN/m}$$

3. Tracción máxima hielo+viento (60 km/h) $W=15 \text{ daN/m}^2$

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{(P_c + P_h)^2 + P_w^2} = 1,496 \text{ daN/m}$$

4. Flecha máxima temperatura

$$T = 50^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m}$$

5. Flecha máxima viento (120 km/h) $W = 60 \text{ daN/m}^2$

$$T = 15^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,142 \text{ daN/m}$$

6. Flecha máxima hielo

$$T = 0^{\circ}\text{C} \quad P = P_c + P_h = 1,384 \text{ daN/m}$$

7. Flecha mínima

$$T = -15^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m}$$

8. Control de vibraciones

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = P_c = 0,68 \text{ daN/m}$$

Estudio mecánico del cable de guarda

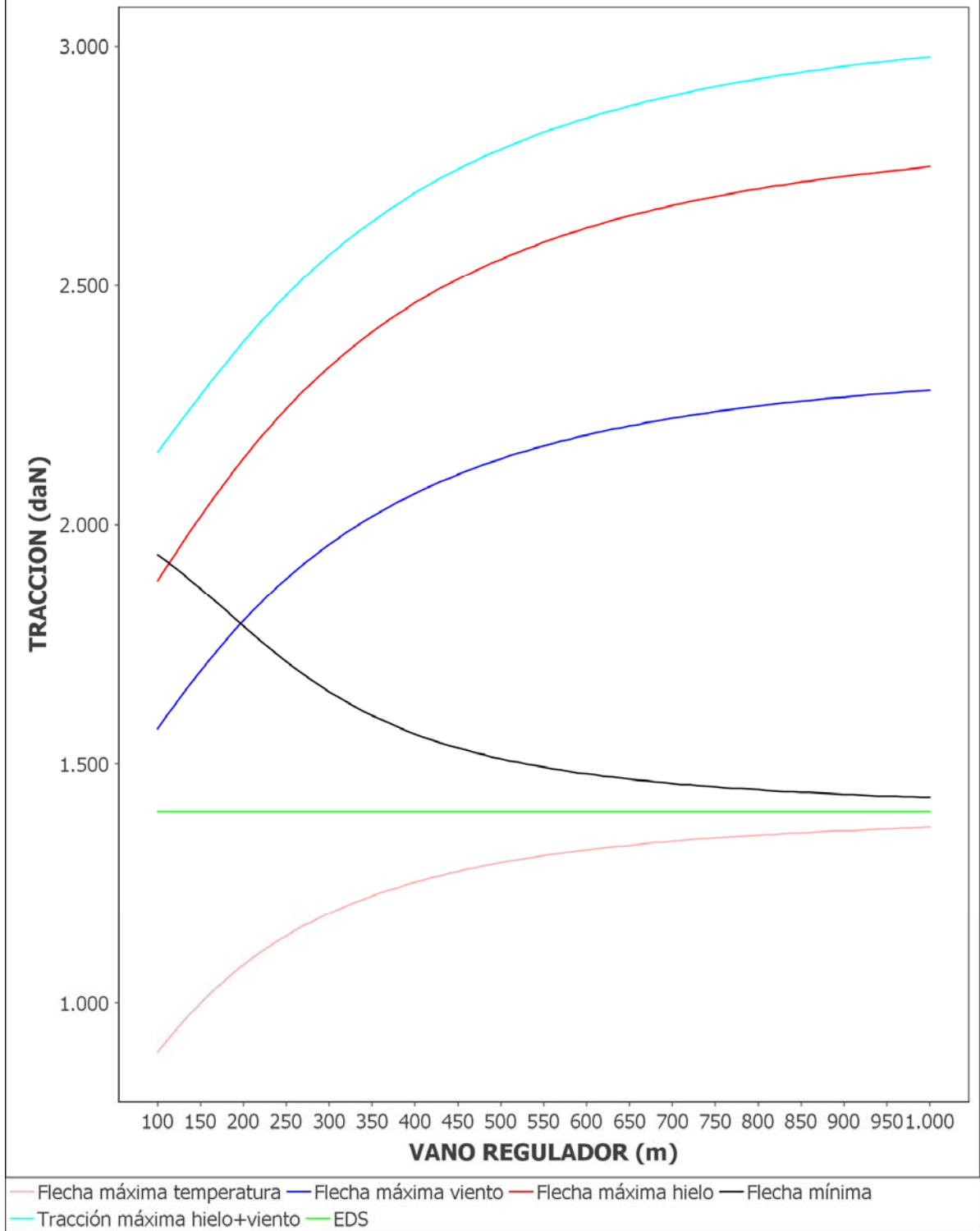
Cable de guarda						
Cable de guarda	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso(daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
OPGW-TIPO1-17kA-15.3	119	15,3	0,68	10.000	12.000	0,0000141

Hipótesis Inicial					
Vano (m)	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (%)	Tracción (daN)	Zona
450	15	0,68	14	1.400	B

Hipótesis Finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
Tracción máxima viento	-10	0	750	0	81,667	15,3	1,25	0,68	1,423
Tracción máxima hielo	-15	11,25	750	0,704	0	37,8	0	0,68	1,384
Tracción máxima hielo+viento	-15	11,25	750	0,704	15	37,8	0,567	0,68	1,496
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima temperatura	50	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Flecha máxima viento	15	0	750	0	60	15,3	0,918	0,68	1,142
Flecha máxima hielo	0	11,25	750	0,704	0	37,8	0	0,68	1,384
Flecha mínima	-15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68

Resultados						
Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (daN)	Flecha(m)	Coefficiente seguridad	Parámetro (m)
Tracción máxima viento	-10	1,423	2.619	13,75	3,82	1.840
Tracción máxima hielo	-15	1,384	2.593	13,51	3,86	1.874
Tracción máxima hielo+viento	-15	1,496	2.744	13,8	3,64	1.834
EDS	15	0,68	1.400	12,29	7,14	2.059
Flecha máxima temperatura	50	0,68	1.276	13,49	7,84	1.876
Flecha máxima viento	15	1,142	2.105	13,73	4,75	1.843
Flecha máxima hielo	0	1,384	2.513	13,94	3,98	1.816
Flecha mínima	-15	0,68	1.533	11,23	6,52	2.254
Control de vibraciones	-5	0,68	1.485	11,59	6,73	2.184

ESTADOS DE TENDIDO



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20160340. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.colim.es/verificacion>. Cód.Ver: 64570162. Nº Colegiado: 5302. Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

1.3 VANOS REGULARES. RESUMEN DE SERIES

A continuación se da la relación de todas las series y los vanos reguladores de cada una de ellas.

Nº de serie	Torre inicial		Torre final		Longitud serie (m)	Vano regulador (m)
	Nº	Tipo	Nº	Tipo		
Serie1	T-1	APOYO D2A4	T-2	APOYO D2A4	355,17	355,17
Serie2	T-2	APOYO D2A4	T-3	APOYO D2A2	752,67	752,67
Serie3	T-3	APOYO D2A2	T-4	APOYO D2A3	294,98	294,98
Serie4	T-4	APOYO D2A3	T-5	APOYO D2A2	318,82	318,82
Serie5	T-5	APOYO D2A2	T-10	APOYO D2A4	1.567,52	335,89
Serie6	T-10	APOYO D2A4	T-12	APOYO D2A4	748,54	387,53
Serie7	T-12	APOYO D2A4	PÓRTICO		50,03	50,03

1.4 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CONDUCTORES

A continuación se da una tabla con los valores de tense y flecha para distintos vanos reguladores y temperaturas.

ZONA B

EDS : 3% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-10 °C
-Sobrecarga viento:	1,887 daN/m
-Resultante:	2,367 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,948 daN/m
-Resultante:	2,378 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento ($W = 12,5 \text{ daN/m}^2$)

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,948 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,609 daN/m
-Resultante:	2,455 daN/m

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del conductor

Conductor						
Conductor	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CONDUCTOR AL/AW CONDOR	454,5	27,72	1,43	12.897	6.728	0,0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (daN)	Tracción (%)	Tracción (daN)
3	386,91	40	5.158,8

Zona
B

Condiciones iniciales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
EDS	15	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43

Condiciones finales										
Resultante (daN/m)		1,43			Fluencia (°C)			10		

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del conductor

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
100	405	4,41	401	4,46	397	4,5	394	4,54	390	4,58	387	4,62	383	4,67	380	4,7	377	4,74	374	4,78	EDS
110	402	5,38	399	5,42	395	5,48	393	5,5	390	5,55	387	5,59	384	5,63	381	5,68	379	5,71	376	5,75	EDS
120	399	6,45	397	6,48	394	6,53	392	6,57	389	6,62	387	6,65	384	6,7	382	6,74	380	6,77	378	6,81	EDS
130	397	7,61	395	7,65	393	7,69	391	7,73	389	7,77	387	7,81	385	7,85	383	7,89	381	7,93	379	7,97	EDS
140	396	8,85	394	8,89	392	8,94	390	8,98	389	9,01	387	9,05	385	9,1	383	9,15	382	9,17	380	9,22	EDS
150	395	10,18	393	10,23	392	10,26	390	10,31	388	10,37	387	10,39	385	10,45	384	10,47	382	10,53	381	10,56	EDS
160	394	11,61	392	11,67	391	11,7	389	11,76	388	11,79	387	11,82	386	11,85	384	11,92	383	11,95	382	11,98	EDS
170	393	13,14	392	13,18	391	13,21	389	13,28	388	13,31	387	13,35	386	13,38	384	13,45	383	13,49	382	13,52	EDS
180	392	14,77	391	14,81	390	14,85	389	14,89	388	14,93	387	14,97	386	15	385	15,04	384	15,08	383	15,12	EDS
190	392	16,46	391	16,5	390	16,55	389	16,59	388	16,63	387	16,67	386	16,72	385	16,76	384	16,8	383	16,85	EDS
200	391	18,29	390	18,33	389	18,38	389	18,38	388	18,43	387	18,48	386	18,52	385	18,57	384	18,62	383	18,67	EDS
210	391	20,16	390	20,21	389	20,26	388	20,32	388	20,32	387	20,37	386	20,42	385	20,48	384	20,53	384	20,53	EDS
220	390	22,18	390	22,18	389	22,24	388	22,3	388	22,3	387	22,36	386	22,41	385	22,47	385	22,47	384	22,53	EDS
230	390	24,25	389	24,31	389	24,31	388	24,37	387	24,43	387	24,43	386	24,5	386	24,5	385	24,56	384	24,62	EDS
240	390	26,4	389	26,47	389	26,47	388	26,54	387	26,6	387	26,6	386	26,67	386	26,67	385	26,74	384	26,81	EDS
250	390	28,65	389	28,72	388	28,79	388	28,79	387	28,87	387	28,87	386	28,94	386	28,94	385	29,02	385	29,02	EDS
260	389	31,06	389	31,06	388	31,14	388	31,14	387	31,22	387	31,22	386	31,3	386	31,3	385	31,39	385	31,39	EDS
270	389	33,5	389	33,5	388	33,58	388	33,58	387	33,67	387	33,67	386	33,76	386	33,76	385	33,85	385	33,85	EDS
280	389	36,03	389	36,03	388	36,12	388	36,12	387	36,21	387	36,21	386	36,31	386	36,31	386	36,31	385	36,4	EDS
290	389	38,64	388	38,74	388	38,74	388	38,74	387	38,84	387	38,84	386	38,95	386	38,95	386	38,95	385	39,05	EDS
300	389	41,36	388	41,46	388	41,46	388	41,46	387	41,57	387	41,57	386	41,68	386	41,68	386	41,68	385	41,79	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
310	389	44,16	388	44,27	388	44,27	388	44,27	387	44,39	387	44,39	387	44,39	386	44,5	386	44,5	385	44,62	EDS
320	388	47,18	388	47,18	388	47,18	388	47,18	387	47,3	387	47,3	387	47,3	386	47,42	386	47,42	386	47,42	EDS
330	388	50,17	388	50,17	388	50,17	387	50,3	387	50,3	387	50,3	387	50,3	386	50,43	386	50,43	386	50,43	EDS
340	388	53,26	388	53,26	388	53,26	387	53,39	387	53,39	387	53,39	387	53,39	386	53,53	386	53,53	386	53,53	EDS
350	388	56,44	388	56,44	388	56,44	387	56,58	387	56,58	387	56,58	387	56,58	386	56,73	386	56,73	386	56,73	EDS
360	388	59,71	388	59,71	388	59,71	387	59,86	387	59,86	387	59,86	387	59,86	386	60,02	386	60,02	386	60,02	EDS
370	388	63,07	388	63,07	388	63,07	387	63,23	387	63,23	387	63,23	387	63,23	386	63,4	386	63,4	386	63,4	EDS
380	388	66,52	388	66,52	388	66,52	387	66,7	387	66,7	387	66,7	387	66,7	386	66,87	386	66,87	386	66,87	EDS
390	388	70,07	388	70,07	388	70,07	387	70,25	387	70,25	387	70,25	387	70,25	386	70,43	386	70,43	386	70,43	EDS
400	388	73,71	388	73,71	387	73,9	387	73,9	387	73,9	387	73,9	387	73,9	386	74,09	386	74,09	386	74,09	EDS
410	388	77,44	388	77,44	387	77,64	387	77,64	387	77,64	387	77,64	387	77,64	386	77,84	386	77,84	386	77,84	EDS
420	388	81,27	388	81,27	387	81,48	387	81,48	387	81,48	387	81,48	387	81,48	386	81,69	386	81,69	386	81,69	EDS
430	388	85,18	388	85,18	387	85,4	387	85,4	387	85,4	387	85,4	387	85,4	386	85,62	386	85,62	386	85,62	EDS
440	388	89,19	388	89,19	387	89,42	387	89,42	387	89,42	387	89,42	387	89,42	387	89,42	386	89,65	386	89,65	EDS
450	388	93,29	388	93,29	387	93,53	387	93,53	387	93,53	387	93,53	387	93,53	387	93,53	386	93,77	386	93,77	EDS
460	388	97,48	387	97,74	387	97,74	387	97,74	387	97,74	387	97,74	387	97,74	387	97,74	386	97,99	386	97,99	EDS
470	388	101,77	387	102,03	387	102,03	387	102,03	387	102,03	387	102,03	387	102,03	387	102,03	386	102,3	386	102,3	EDS
480	388	106,14	387	106,42	387	106,42	387	106,42	387	106,42	387	106,42	387	106,42	387	106,42	386	106,69	386	106,69	EDS
490	388	110,61	387	110,9	387	110,9	387	110,9	387	110,9	387	110,9	387	110,9	387	110,9	386	111,19	386	111,19	EDS
500	388	115,17	387	115,47	387	115,47	387	115,47	387	115,47	387	115,47	387	115,47	387	115,47	386	115,77	386	115,77	EDS
510	387	120,14	387	120,14	387	120,14	387	120,14	387	120,14	387	120,14	387	120,14	387	120,14	386	120,45	386	120,45	EDS
520	387	124,89	387	124,89	387	124,89	387	124,89	387	124,89	387	124,89	387	124,89	387	124,89	386	125,22	386	125,22	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
530	387	129,74	387	129,74	387	129,74	387	129,74	387	129,74	387	129,74	387	129,74	387	129,74	386	130,08	386	130,08	EDS
540	387	134,69	387	134,69	387	134,69	387	134,69	387	134,69	387	134,69	387	134,69	387	134,69	387	134,69	386	135,03	EDS
550	387	139,72	387	139,72	387	139,72	387	139,72	387	139,72	387	139,72	387	139,72	387	139,72	387	139,72	386	140,08	EDS
560	387	144,85	387	144,85	387	144,85	387	144,85	387	144,85	387	144,85	387	144,85	387	144,85	387	144,85	386	145,22	EDS
570	387	150,07	387	150,07	387	150,07	387	150,07	387	150,07	387	150,07	387	150,07	387	150,07	387	150,07	386	150,46	EDS
580	387	155,38	387	155,38	387	155,38	387	155,38	387	155,38	387	155,38	387	155,38	387	155,38	387	155,38	386	155,78	EDS
590	387	160,78	387	160,78	387	160,78	387	160,78	387	160,78	387	160,78	387	160,78	387	160,78	387	160,78	386	161,2	EDS
600	387	166,28	387	166,28	387	166,28	387	166,28	387	166,28	387	166,28	387	166,28	387	166,28	387	166,28	386	166,71	EDS
610	387	171,87	387	171,87	387	171,87	387	171,87	387	171,87	387	171,87	387	171,87	387	171,87	387	171,87	386	172,31	EDS
620	387	177,55	387	177,55	387	177,55	387	177,55	387	177,55	387	177,55	387	177,55	387	177,55	387	177,55	387	177,55	EDS
630	387	183,32	387	183,32	387	183,32	387	183,32	387	183,32	387	183,32	387	183,32	387	183,32	387	183,32	387	183,32	EDS
640	387	189,19	387	189,19	387	189,19	387	189,19	387	189,19	387	189,19	387	189,19	387	189,19	387	189,19	387	189,19	EDS
650	387	195,15	387	195,15	387	195,15	387	195,15	387	195,15	387	195,15	387	195,15	387	195,15	387	195,15	387	195,15	EDS
660	387	201,2	387	201,2	387	201,2	387	201,2	387	201,2	387	201,2	387	201,2	387	201,2	387	201,2	387	201,2	EDS
670	387	207,34	387	207,34	387	207,34	387	207,34	387	207,34	387	207,34	387	207,34	387	207,34	387	207,34	387	207,34	EDS
680	387	213,58	387	213,58	387	213,58	387	213,58	387	213,58	387	213,58	387	213,58	387	213,58	387	213,58	387	213,58	EDS
690	387	219,9	387	219,9	387	219,9	387	219,9	387	219,9	387	219,9	387	219,9	387	219,9	387	219,9	387	219,9	EDS
700	387	226,32	387	226,32	387	226,32	387	226,32	387	226,32	387	226,32	387	226,32	387	226,32	387	226,32	387	226,32	EDS
710	387	232,84	387	232,84	387	232,84	387	232,84	387	232,84	387	232,84	387	232,84	387	232,84	387	232,84	387	232,84	EDS
720	387	239,44	387	239,44	387	239,44	387	239,44	387	239,44	387	239,44	387	239,44	387	239,44	387	239,44	387	239,44	EDS
730	387	246,14	387	246,14	387	246,14	387	246,14	387	246,14	387	246,14	387	246,14	387	246,14	387	246,14	387	246,14	EDS
740	387	252,93	387	252,93	387	252,93	387	252,93	387	252,93	387	252,93	387	252,93	387	252,93	387	252,93	387	252,93	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
750	387	259,81	387	259,81	387	259,81	387	259,81	387	259,81	387	259,81	387	259,81	387	259,81	387	259,81	387	259,81	EDS
760	387	266,79	387	266,79	387	266,79	387	266,79	387	266,79	387	266,79	387	266,79	387	266,79	387	266,79	387	266,79	EDS
770	387	273,85	387	273,85	387	273,85	387	273,85	387	273,85	387	273,85	387	273,85	387	273,85	387	273,85	387	273,85	EDS
780	387	281,01	387	281,01	387	281,01	387	281,01	387	281,01	387	281,01	387	281,01	387	281,01	387	281,01	387	281,01	EDS
790	387	288,26	387	288,26	387	288,26	387	288,26	387	288,26	387	288,26	387	288,26	387	288,26	387	288,26	387	288,26	EDS
800	387	295,61	387	295,61	387	295,61	387	295,61	387	295,61	387	295,61	387	295,61	387	295,61	387	295,61	387	295,61	EDS
810	387	303,04	387	303,04	387	303,04	387	303,04	387	303,04	387	303,04	387	303,04	387	303,04	387	303,04	387	303,04	EDS
820	387	310,57	387	310,57	387	310,57	387	310,57	387	310,57	387	310,57	387	310,57	387	310,57	387	310,57	387	310,57	EDS
830	387	318,19	387	318,19	387	318,19	387	318,19	387	318,19	387	318,19	387	318,19	387	318,19	387	318,19	387	318,19	EDS
840	387	325,91	387	325,91	387	325,91	387	325,91	387	325,91	387	325,91	387	325,91	387	325,91	387	325,91	387	325,91	EDS
850	387	333,71	387	333,71	387	333,71	387	333,71	387	333,71	387	333,71	387	333,71	387	333,71	387	333,71	387	333,71	EDS
860	387	341,61	387	341,61	387	341,61	387	341,61	387	341,61	387	341,61	387	341,61	387	341,61	387	341,61	387	341,61	EDS
870	387	349,6	387	349,6	387	349,6	387	349,6	387	349,6	387	349,6	387	349,6	387	349,6	387	349,6	387	349,6	EDS
880	387	357,68	387	357,68	387	357,68	387	357,68	387	357,68	387	357,68	387	357,68	387	357,68	387	357,68	387	357,68	EDS
890	387	365,86	387	365,86	387	365,86	387	365,86	387	365,86	387	365,86	387	365,86	387	365,86	387	365,86	387	365,86	EDS
900	387	374,13	387	374,13	387	374,13	387	374,13	387	374,13	387	374,13	387	374,13	387	374,13	387	374,13	387	374,13	EDS
910	387	382,49	387	382,49	387	382,49	387	382,49	387	382,49	387	382,49	387	382,49	387	382,49	387	382,49	387	382,49	EDS
920	387	390,94	387	390,94	387	390,94	387	390,94	387	390,94	387	390,94	387	390,94	387	390,94	387	390,94	387	390,94	EDS
930	387	399,49	387	399,49	387	399,49	387	399,49	387	399,49	387	399,49	387	399,49	387	399,49	387	399,49	387	399,49	EDS
940	387	408,12	387	408,12	387	408,12	387	408,12	387	408,12	387	408,12	387	408,12	387	408,12	387	408,12	387	408,12	EDS
950	387	416,85	387	416,85	387	416,85	387	416,85	387	416,85	387	416,85	387	416,85	387	416,85	387	416,85	387	416,85	EDS
960	387	425,67	387	425,67	387	425,67	387	425,67	387	425,67	387	425,67	387	425,67	387	425,67	387	425,67	387	425,67	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
970	387	434,59	387	434,59	387	434,59	387	434,59	387	434,59	387	434,59	387	434,59	387	434,59	387	434,59	387	434,59	EDS
980	387	443,6	387	443,6	387	443,6	387	443,6	387	443,6	387	443,6	387	443,6	387	443,6	387	443,6	387	443,6	EDS
990	387	452,69	387	452,69	387	452,69	387	452,69	387	452,69	387	452,69	387	452,69	387	452,69	387	452,69	387	452,69	EDS
1.000	387	461,89	387	461,89	387	461,89	387	461,89	387	461,89	387	461,89	387	461,89	387	461,89	387	461,89	387	461,89	EDS

ZONA B

EDS : 19% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-10 °C
-Sobrecarga viento:	1,887 daN/m
-Resultante:	2,367 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,948 daN/m
-Resultante:	2,378 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento ($W = 12,5 \text{ daN/m}^2$)

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,948 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,609 daN/m
-Resultante:	2,455 daN/m

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del conductor

Conductor						
Conductor	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CONDUCTOR AL/AW CONDOR	454,5	27,72	1,43	12.897	6.728	0,0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (daN)	Tracción (%)	Tracción (daN)
19	2.450,43	40	5.158,8

Zona
B

Condiciones iniciales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
EDS	15	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43

Condiciones finales			
Resultante (daN/m)	1,43	Fluencia (°C)	10

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del conductor

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
100	3.746	0,48	3.468	0,52	3.198	0,56	2.936	0,61	2.686	0,67	2.450	0,73	2.231	0,8	2.031	0,88	1.851	0,97	1.692	1,06	EDS
110	3.700	0,58	3.429	0,63	3.166	0,68	2.914	0,74	2.675	0,81	2.450	0,88	2.243	0,96	2.054	1,05	1.886	1,15	1.736	1,25	EDS
120	3.651	0,71	3.388	0,76	3.134	0,82	2.892	0,89	2.663	0,97	2.450	1,05	2.255	1,14	2.077	1,24	1.918	1,34	1.778	1,45	EDS
130	3.601	0,84	3.346	0,9	3.101	0,97	2.869	1,05	2.652	1,14	2.450	1,23	2.266	1,33	2.099	1,44	1.949	1,55	1.816	1,66	EDS
140	3.549	0,99	3.303	1,06	3.069	1,14	2.847	1,23	2.641	1,33	2.450	1,43	2.276	1,54	2.119	1,65	1.978	1,77	1.852	1,89	EDS
150	3.497	1,15	3.261	1,23	3.036	1,32	2.826	1,42	2.630	1,53	2.450	1,64	2.286	1,76	2.138	1,88	2.005	2,01	1.886	2,13	EDS
160	3.446	1,33	3.219	1,42	3.005	1,52	2.805	1,63	2.620	1,75	2.450	1,87	2.296	1,99	2.156	2,12	2.031	2,25	1.918	2,39	EDS
170	3.394	1,52	3.178	1,63	2.974	1,74	2.785	1,85	2.610	1,98	2.450	2,11	2.305	2,24	2.173	2,38	2.054	2,52	1.947	2,65	EDS
180	3.344	1,73	3.137	1,85	2.945	1,97	2.766	2,09	2.601	2,23	2.450	2,36	2.313	2,5	2.189	2,65	2.076	2,79	1.974	2,93	EDS
190	3.295	1,96	3.099	2,08	2.916	2,21	2.748	2,35	2.592	2,49	2.450	2,63	2.321	2,78	2.203	2,93	2.097	3,08	2.000	3,23	EDS
200	3.247	2,2	3.062	2,34	2.890	2,47	2.730	2,62	2.584	2,77	2.450	2,92	2.328	3,07	2.217	3,23	2.116	3,38	2.024	3,53	EDS
210	3.202	2,46	3.026	2,61	2.864	2,75	2.714	2,9	2.576	3,06	2.450	3,22	2.335	3,38	2.230	3,53	2.134	3,69	2.046	3,85	EDS
220	3.158	2,74	2.993	2,89	2.840	3,05	2.699	3,21	2.569	3,37	2.450	3,53	2.341	3,7	2.242	3,86	2.151	4,02	2.067	4,19	EDS
230	3.117	3,03	2.962	3,19	2.818	3,36	2.685	3,52	2.563	3,69	2.450	3,86	2.347	4,03	2.253	4,2	2.166	4,37	2.086	4,53	EDS
240	3.079	3,34	2.932	3,51	2.797	3,68	2.671	3,85	2.556	4,03	2.450	4,2	2.353	4,38	2.263	4,55	2.181	4,72	2.104	4,89	EDS
250	3.042	3,67	2.904	3,85	2.777	4,02	2.659	4,2	2.550	4,38	2.450	4,56	2.358	4,74	2.273	4,92	2.194	5,09	2.121	5,27	EDS
260	3.008	4,02	2.878	4,2	2.758	4,38	2.648	4,56	2.545	4,75	2.450	4,93	2.363	5,11	2.282	5,3	2.207	5,48	2.137	5,65	EDS
270	2.976	4,38	2.854	4,57	2.741	4,75	2.637	4,94	2.540	5,13	2.450	5,32	2.367	5,51	2.290	5,69	2.219	5,87	2.152	6,06	EDS
280	2.946	4,76	2.832	4,95	2.725	5,14	2.627	5,33	2.535	5,53	2.450	5,72	2.372	5,91	2.298	6,1	2.230	6,28	2.166	6,47	EDS
290	2.918	5,15	2.810	5,35	2.710	5,55	2.617	5,74	2.531	5,94	2.450	6,14	2.375	6,33	2.305	6,52	2.240	6,71	2.179	6,9	EDS
300	2.892	5,56	2.791	5,76	2.696	5,97	2.609	6,17	2.527	6,37	2.450	6,57	2.379	6,76	2.312	6,96	2.250	7,15	2.192	7,34	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
310	2.868	5,99	2.773	6,19	2.684	6,4	2.601	6,6	2.523	6,81	2.450	7,01	2.383	7,21	2.319	7,41	2.259	7,6	2.203	7,8	EDS
320	2.846	6,43	2.756	6,64	2.672	6,85	2.593	7,06	2.519	7,27	2.450	7,47	2.386	7,67	2.325	7,87	2.268	8,07	2.214	8,27	EDS
330	2.825	6,89	2.740	7,1	2.660	7,32	2.586	7,53	2.516	7,74	2.450	7,95	2.389	8,15	2.331	8,35	2.276	8,55	2.224	8,75	EDS
340	2.805	7,37	2.725	7,58	2.650	7,8	2.579	8,01	2.513	8,22	2.450	8,43	2.391	8,64	2.336	8,85	2.284	9,05	2.234	9,25	EDS
350	2.787	7,86	2.711	8,08	2.640	8,29	2.573	8,51	2.510	8,72	2.450	8,94	2.394	9,15	2.341	9,35	2.291	9,56	2.243	9,76	EDS
360	2.770	8,36	2.699	8,58	2.631	8,81	2.567	9,02	2.507	9,24	2.450	9,46	2.397	9,66	2.346	9,87	2.297	10,09	2.252	10,29	EDS
370	2.755	8,88	2.687	9,11	2.622	9,33	2.562	9,55	2.505	9,77	2.450	9,99	2.399	10,2	2.350	10,41	2.304	10,62	2.260	10,83	EDS
380	2.740	9,42	2.676	9,65	2.615	9,87	2.557	10,09	2.502	10,32	2.450	10,54	2.401	10,75	2.354	10,96	2.310	11,17	2.267	11,39	EDS
390	2.726	9,97	2.665	10,2	2.607	10,43	2.552	10,65	2.500	10,88	2.450	11,1	2.403	11,31	2.358	11,53	2.315	11,74	2.275	11,95	EDS
400	2.713	10,54	2.655	10,77	2.600	11	2.548	11,22	2.498	11,45	2.450	11,67	2.405	11,89	2.362	12,11	2.321	12,32	2.281	12,54	EDS
410	2.701	11,12	2.646	11,36	2.594	11,58	2.544	11,81	2.496	12,04	2.450	12,26	2.407	12,48	2.366	12,7	2.326	12,92	2.288	13,13	EDS
420	2.690	11,72	2.638	11,95	2.587	12,19	2.540	12,41	2.494	12,64	2.450	12,87	2.409	13,09	2.369	13,31	2.331	13,53	2.294	13,75	EDS
430	2.680	12,33	2.630	12,57	2.582	12,8	2.536	13,03	2.492	13,26	2.450	13,49	2.410	13,71	2.372	13,93	2.335	14,15	2.300	14,37	EDS
440	2.670	12,96	2.622	13,2	2.576	13,43	2.532	13,67	2.491	13,89	2.450	14,12	2.412	14,35	2.375	14,57	2.339	14,8	2.305	15,01	EDS
450	2.661	13,6	2.615	13,84	2.571	14,08	2.529	14,31	2.489	14,54	2.450	14,77	2.413	15	2.378	15,22	2.343	15,45	2.310	15,67	EDS
460	2.652	14,26	2.608	14,5	2.566	14,74	2.526	14,97	2.487	15,21	2.450	15,44	2.415	15,66	2.380	15,89	2.347	16,12	2.315	16,34	EDS
470	2.644	14,93	2.602	15,18	2.562	15,41	2.523	15,65	2.486	15,88	2.450	16,12	2.416	16,34	2.383	16,57	2.351	16,8	2.320	17,02	EDS
480	2.636	15,62	2.596	15,86	2.557	16,11	2.520	16,34	2.485	16,57	2.450	16,81	2.417	17,04	2.385	17,27	2.354	17,5	2.325	17,71	EDS
490	2.629	16,32	2.590	16,57	2.553	16,81	2.518	17,04	2.483	17,28	2.450	17,52	2.418	17,75	2.388	17,97	2.358	18,2	2.329	18,43	EDS
500	2.622	17,04	2.585	17,29	2.550	17,52	2.515	17,77	2.482	18	2.450	18,24	2.420	18,47	2.390	18,7	2.361	18,93	2.333	19,15	EDS
510	2.615	17,78	2.580	18,02	2.546	18,26	2.513	18,5	2.481	18,74	2.450	18,98	2.421	19,2	2.392	19,44	2.364	19,67	2.337	19,89	EDS
520	2.609	18,53	2.575	18,77	2.543	19,01	2.511	19,25	2.480	19,49	2.450	19,73	2.422	19,96	2.394	20,19	2.367	20,42	2.341	20,65	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
530	2.603	19,29	2.571	19,53	2.539	19,78	2.509	20,01	2.479	20,25	2.450	20,49	2.423	20,72	2.396	20,96	2.370	21,19	2.344	21,42	EDS
540	2.598	20,06	2.567	20,31	2.536	20,55	2.507	20,79	2.478	21,03	2.450	21,27	2.424	21,5	2.397	21,75	2.372	21,97	2.348	22,2	EDS
550	2.593	20,85	2.562	21,11	2.533	21,35	2.505	21,59	2.477	21,83	2.450	22,07	2.424	22,31	2.399	22,54	2.375	22,77	2.351	23	EDS
560	2.588	21,66	2.559	21,91	2.530	22,16	2.503	22,4	2.476	22,64	2.450	22,88	2.425	23,12	2.401	23,35	2.377	23,58	2.354	23,81	EDS
570	2.583	22,48	2.555	22,73	2.528	22,97	2.501	23,22	2.475	23,46	2.450	23,7	2.426	23,94	2.402	24,18	2.379	24,41	2.357	24,64	EDS
580	2.579	23,32	2.551	23,57	2.525	23,81	2.500	24,05	2.475	24,3	2.450	24,54	2.427	24,78	2.404	25,01	2.381	25,25	2.360	25,48	EDS
590	2.574	24,17	2.548	24,42	2.523	24,66	2.498	24,91	2.474	25,15	2.450	25,4	2.428	25,63	2.405	25,87	2.383	26,11	2.362	26,34	EDS
600	2.570	25,04	2.545	25,28	2.520	25,54	2.497	25,77	2.473	26,02	2.450	26,27	2.428	26,5	2.407	26,73	2.385	26,98	2.365	27,21	EDS
610	2.567	25,91	2.542	26,17	2.518	26,41	2.495	26,66	2.472	26,91	2.450	27,15	2.429	27,38	2.408	27,62	2.387	27,86	2.367	28,1	EDS
620	2.563	26,81	2.539	27,06	2.516	27,31	2.494	27,55	2.472	27,8	2.450	28,05	2.429	28,29	2.409	28,52	2.389	28,76	2.370	28,99	EDS
630	2.559	27,72	2.536	27,98	2.514	28,22	2.492	28,47	2.471	28,71	2.450	28,96	2.430	29,2	2.410	29,44	2.391	29,67	2.372	29,91	EDS
640	2.556	28,64	2.534	28,89	2.512	29,15	2.491	29,39	2.470	29,64	2.450	29,88	2.431	30,12	2.411	30,37	2.393	30,6	2.374	30,84	EDS
650	2.553	29,58	2.531	29,84	2.510	30,09	2.490	30,33	2.470	30,58	2.450	30,83	2.431	31,07	2.413	31,3	2.394	31,55	2.376	31,79	EDS
660	2.550	30,53	2.529	30,79	2.509	31,03	2.489	31,28	2.469	31,54	2.450	31,78	2.432	32,02	2.414	32,25	2.396	32,5	2.378	32,74	EDS
670	2.547	31,5	2.527	31,75	2.507	32,01	2.488	32,25	2.469	32,5	2.450	32,75	2.432	32,99	2.415	33,23	2.397	33,48	2.380	33,71	EDS
680	2.544	32,49	2.524	32,75	2.505	33	2.487	33,23	2.468	33,49	2.450	33,74	2.433	33,97	2.416	34,21	2.399	34,45	2.382	34,7	EDS
690	2.541	33,49	2.522	33,74	2.504	33,99	2.486	34,23	2.468	34,48	2.450	34,74	2.433	34,98	2.416	35,22	2.400	35,46	2.384	35,7	EDS
700	2.539	34,5	2.520	34,76	2.502	35,01	2.485	35,25	2.467	35,5	2.450	35,75	2.434	35,99	2.417	36,24	2.401	36,48	2.386	36,71	EDS
710	2.536	35,53	2.518	35,79	2.501	36,03	2.484	36,28	2.467	36,53	2.450	36,78	2.434	37,02	2.418	37,27	2.403	37,5	2.387	37,75	EDS
720	2.534	36,57	2.517	36,82	2.500	37,07	2.483	37,32	2.466	37,58	2.450	37,82	2.435	38,06	2.419	38,31	2.404	38,55	2.389	38,79	EDS
730	2.532	37,62	2.515	37,88	2.498	38,13	2.482	38,38	2.466	38,63	2.450	38,88	2.435	39,12	2.420	39,36	2.405	39,61	2.390	39,86	EDS
740	2.530	38,69	2.513	38,95	2.497	39,2	2.481	39,45	2.466	39,69	2.450	39,95	2.435	40,2	2.421	40,43	2.406	40,68	2.392	40,92	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
750	2.528	39,77	2.511	40,04	2.496	40,28	2.480	40,54	2.465	40,79	2.450	41,04	2.436	41,28	2.421	41,53	2.407	41,77	2.393	42,02	EDS
760	2.526	40,87	2.510	41,13	2.495	41,38	2.480	41,63	2.465	41,88	2.450	42,14	2.436	42,38	2.422	42,63	2.408	42,88	2.395	43,11	EDS
770	2.524	41,99	2.508	42,26	2.494	42,49	2.479	42,75	2.465	42,99	2.450	43,26	2.436	43,51	2.423	43,74	2.409	43,99	2.396	44,23	EDS
780	2.522	43,12	2.507	43,38	2.492	43,64	2.478	43,89	2.464	44,14	2.450	44,39	2.437	44,63	2.423	44,88	2.410	45,13	2.397	45,37	EDS
790	2.520	44,27	2.506	44,52	2.491	44,78	2.477	45,04	2.464	45,28	2.450	45,53	2.437	45,78	2.424	46,02	2.411	46,27	2.399	46,5	EDS
800	2.518	45,43	2.504	45,69	2.491	45,93	2.477	46,18	2.464	46,43	2.450	46,69	2.437	46,94	2.425	47,18	2.412	47,43	2.400	47,67	EDS
810	2.517	46,59	2.503	46,85	2.489	47,12	2.476	47,37	2.463	47,62	2.450	47,87	2.438	48,1	2.425	48,36	2.413	48,6	2.401	48,85	EDS
820	2.515	47,79	2.502	48,04	2.489	48,29	2.476	48,54	2.463	48,8	2.450	49,06	2.438	49,3	2.426	49,54	2.414	49,79	2.402	50,04	EDS
830	2.513	49	2.500	49,26	2.488	49,49	2.475	49,75	2.463	50	2.450	50,26	2.438	50,51	2.426	50,76	2.415	50,99	2.403	51,24	EDS
840	2.512	50,21	2.499	50,47	2.487	50,71	2.475	50,96	2.462	51,23	2.450	51,48	2.438	51,73	2.427	51,97	2.416	52,2	2.404	52,47	EDS
850	2.511	51,43	2.498	51,7	2.486	51,95	2.474	52,2	2.462	52,46	2.450	52,71	2.439	52,95	2.427	53,21	2.416	53,45	2.405	53,7	EDS
860	2.509	52,69	2.497	52,94	2.485	53,2	2.473	53,46	2.462	53,7	2.450	53,96	2.439	54,2	2.428	54,45	2.417	54,7	2.406	54,95	EDS
870	2.508	53,95	2.496	54,21	2.484	54,47	2.473	54,71	2.461	54,98	2.450	55,22	2.439	55,47	2.428	55,72	2.418	55,95	2.407	56,21	EDS
880	2.506	55,24	2.495	55,48	2.484	55,73	2.472	56	2.461	56,25	2.450	56,5	2.440	56,73	2.429	56,99	2.418	57,25	2.408	57,49	EDS
890	2.505	56,52	2.494	56,77	2.483	57,02	2.472	57,28	2.461	57,53	2.450	57,79	2.440	58,03	2.429	58,29	2.419	58,53	2.409	58,77	EDS
900	2.504	57,82	2.493	58,08	2.482	58,34	2.471	58,59	2.461	58,83	2.450	59,1	2.440	59,34	2.430	59,58	2.420	59,83	2.410	60,08	EDS
910	2.503	59,14	2.492	59,4	2.481	59,66	2.471	59,9	2.461	60,15	2.450	60,42	2.440	60,67	2.430	60,91	2.420	61,17	2.411	61,39	EDS
920	2.502	60,47	2.491	60,74	2.481	60,98	2.471	61,23	2.460	61,5	2.450	61,75	2.440	62,01	2.431	62,24	2.421	62,49	2.411	62,75	EDS
930	2.501	61,82	2.490	62,09	2.480	62,34	2.470	62,59	2.460	62,85	2.450	63,1	2.441	63,34	2.431	63,6	2.422	63,83	2.412	64,1	EDS
940	2.500	63,18	2.489	63,46	2.480	63,69	2.470	63,94	2.460	64,2	2.450	64,47	2.441	64,7	2.431	64,97	2.422	65,21	2.413	65,46	EDS
950	2.499	64,55	2.489	64,81	2.479	65,08	2.469	65,34	2.460	65,58	2.450	65,85	2.441	66,09	2.432	66,33	2.423	66,58	2.414	66,83	EDS
960	2.498	65,95	2.488	66,21	2.478	66,48	2.469	66,72	2.460	66,97	2.450	67,24	2.441	67,49	2.432	67,74	2.423	67,99	2.414	68,24	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
970	2.497	67,36	2.487	67,63	2.478	67,87	2.469	68,12	2.459	68,4	2.450	68,65	2.441	68,9	2.432	69,16	2.424	69,38	2.415	69,64	EDS
980	2.496	68,78	2.486	69,06	2.477	69,31	2.468	69,56	2.459	69,81	2.450	70,07	2.442	70,3	2.433	70,56	2.424	70,82	2.416	71,06	EDS
990	2.495	70,22	2.486	70,47	2.477	70,73	2.468	70,99	2.459	71,25	2.450	71,51	2.442	71,74	2.433	72,01	2.425	72,24	2.417	72,48	EDS
1.000	2.494	71,67	2.485	71,93	2.476	72,19	2.468	72,43	2.459	72,69	2.450	72,96	2.442	73,2	2.434	73,44	2.425	73,71	2.417	73,96	EDS

1.5 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CABLES DE GUARDA

1.5.1 Tablas de tendido del cable de tierra convencional

A continuación se da una tabla con los valores de tense y flecha para distintos vanos reguladores y temperaturas del cable de tierra convencional.

Esta tabla se ha calculado partiendo de la hipótesis más desfavorable de las siguientes:

ZONA B

EDS : 3% (Carga rotura del cable de guarda)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del cable de guarda)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-10 °C
-Sobrecarga viento:	0,899 daN/m
-Resultante:	1,02 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,597 daN/m
-Resultante:	1,079 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento ($W = 15 \text{ daN/m}^2$)

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,597 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,505 daN/m
-Resultante:	1,192 daN/m

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del cable de guarda

Cable de guarda						
Cable de guarda	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso(daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CABLE ALUMOWELD 7n7	73,9	11,01	0,482	9.256	16.200	0,000013

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (daN)	Tracción (%)	Tracción (daN)
3	277,68	40	3.702,4

Zona
B

Condiciones iniciales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
EDS	15	0	750	0	0	11,01	0	0,482	0,482

Condiciones finales									
Resultante (daN/m)		0,482			Fluencia (°C)			0	

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del cable de guarda

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
100	300	2,01	292	2,06	284	2,12	278	2,17	271	2,22	265	2,27	260	2,32	254	2,37	249	2,42	245	2,46	EDS
110	296	2,46	289	2,52	283	2,58	278	2,62	272	2,68	267	2,73	262	2,78	258	2,83	253	2,88	249	2,93	EDS
120	293	2,96	288	3,01	282	3,08	278	3,12	273	3,18	269	3,23	265	3,27	260	3,34	257	3,38	253	3,43	EDS
130	290	3,51	286	3,56	282	3,61	278	3,66	274	3,72	270	3,77	266	3,83	263	3,87	259	3,93	256	3,98	EDS
140	289	4,09	285	4,14	281	4,2	278	4,25	274	4,31	271	4,36	268	4,41	265	4,46	262	4,51	259	4,56	EDS
150	287	4,72	284	4,77	281	4,82	278	4,88	275	4,93	272	4,98	269	5,04	266	5,1	263	5,15	261	5,19	EDS
160	286	5,39	283	5,45	280	5,51	278	5,55	275	5,61	272	5,67	270	5,71	267	5,78	265	5,82	263	5,86	EDS
170	285	6,11	283	6,15	280	6,22	278	6,26	275	6,33	273	6,38	271	6,43	268	6,5	266	6,55	264	6,6	EDS
180	284	6,87	282	6,92	280	6,97	278	7,02	276	7,07	273	7,15	271	7,2	269	7,26	267	7,31	266	7,34	EDS
190	284	7,66	282	7,71	280	7,77	278	7,82	276	7,88	274	7,94	272	8	270	8,06	268	8,12	267	8,15	EDS
200	283	8,52	281	8,58	279	8,64	278	8,67	276	8,73	274	8,8	272	8,86	271	8,89	269	8,96	268	8,99	EDS
210	283	9,39	281	9,46	279	9,52	278	9,56	276	9,63	274	9,7	273	9,73	271	9,8	270	9,84	268	9,91	EDS
220	282	10,34	281	10,38	279	10,45	278	10,49	276	10,57	275	10,6	273	10,68	272	10,72	271	10,76	269	10,84	EDS
230	282	11,3	280	11,38	279	11,42	278	11,46	276	11,55	275	11,59	274	11,63	272	11,72	271	11,76	270	11,8	EDS
240	281	12,35	280	12,39	279	12,44	278	12,48	276	12,57	275	12,62	274	12,67	273	12,71	272	12,76	271	12,81	EDS
250	281	13,4	280	13,45	279	13,5	278	13,55	277	13,59	275	13,69	274	13,74	273	13,79	272	13,84	271	13,9	EDS
260	281	14,49	280	14,55	279	14,6	278	14,65	277	14,7	276	14,76	274	14,86	273	14,92	272	14,97	272	14,97	EDS
270	281	15,63	280	15,69	279	15,74	278	15,8	277	15,86	276	15,91	275	15,97	274	16,03	273	16,09	272	16,15	EDS
280	280	16,87	279	16,93	279	16,93	278	16,99	277	17,05	276	17,11	275	17,18	274	17,24	273	17,3	272	17,37	EDS
290	280	18,1	279	18,16	278	18,23	278	18,23	277	18,29	276	18,36	275	18,43	274	18,49	273	18,56	273	18,56	EDS
300	280	19,37	279	19,44	278	19,51	278	19,51	277	19,58	276	19,65	275	19,72	274	19,79	274	19,79	273	19,86	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
310	280	20,68	279	20,75	278	20,83	278	20,83	277	20,9	276	20,98	275	21,05	275	21,05	274	21,13	273	21,21	EDS
320	280	22,03	279	22,11	278	22,19	278	22,19	277	22,27	276	22,35	276	22,35	275	22,43	274	22,52	273	22,6	EDS
330	280	23,43	279	23,52	278	23,6	278	23,6	277	23,69	276	23,77	276	23,77	275	23,86	274	23,95	274	23,95	EDS
340	279	24,96	279	24,96	278	25,05	278	25,05	277	25,14	276	25,24	276	25,24	275	25,33	275	25,33	274	25,42	EDS
350	279	26,45	279	26,45	278	26,55	278	26,55	277	26,64	276	26,74	276	26,74	275	26,84	275	26,84	274	26,94	EDS
360	279	27,99	279	27,99	278	28,09	278	28,09	277	28,19	277	28,19	276	28,29	275	28,39	275	28,39	274	28,5	EDS
370	279	29,56	279	29,56	278	29,67	278	29,67	277	29,78	277	29,78	276	29,88	276	29,88	275	29,99	274	30,1	EDS
380	279	31,18	279	31,18	278	31,3	278	31,3	277	31,41	277	31,41	276	31,52	276	31,52	275	31,64	275	31,64	EDS
390	279	32,85	279	32,85	278	32,96	278	32,96	277	33,08	277	33,08	276	33,2	276	33,2	275	33,32	275	33,32	EDS
400	279	34,55	278	34,68	278	34,68	278	34,68	277	34,8	277	34,8	276	34,93	276	34,93	275	35,05	275	35,05	EDS
410	279	36,3	278	36,43	278	36,43	278	36,43	277	36,56	277	36,56	276	36,7	276	36,7	276	36,7	275	36,83	EDS
420	279	38,09	278	38,23	278	38,23	278	38,23	277	38,37	277	38,37	276	38,51	276	38,51	276	38,51	275	38,65	EDS
430	279	39,93	278	40,07	278	40,07	278	40,07	277	40,22	277	40,22	276	40,36	276	40,36	276	40,36	275	40,51	EDS
440	279	41,81	278	41,96	278	41,96	278	41,96	277	42,11	277	42,11	277	42,11	276	42,26	276	42,26	275	42,42	EDS
450	279	43,73	278	43,89	278	43,89	278	43,89	277	44,05	277	44,05	277	44,05	276	44,21	276	44,21	276	44,21	EDS
460	279	45,69	278	45,86	278	45,86	278	45,86	277	46,02	277	46,02	277	46,02	276	46,19	276	46,19	276	46,19	EDS
470	279	47,7	278	47,87	278	47,87	278	47,87	277	48,05	277	48,05	277	48,05	276	48,22	276	48,22	276	48,22	EDS
480	279	49,75	278	49,93	278	49,93	278	49,93	277	50,11	277	50,11	277	50,11	276	50,3	276	50,3	276	50,3	EDS
490	278	52,04	278	52,04	278	52,04	278	52,04	277	52,22	277	52,22	277	52,22	276	52,41	276	52,41	276	52,41	EDS
500	278	54,18	278	54,18	278	54,18	278	54,18	277	54,38	277	54,38	277	54,38	277	54,38	276	54,57	276	54,57	EDS
510	278	56,37	278	56,37	278	56,37	278	56,37	277	56,57	277	56,57	277	56,57	277	56,57	276	56,78	276	56,78	EDS
520	278	58,6	278	58,6	278	58,6	278	58,6	277	58,81	277	58,81	277	58,81	277	58,81	276	59,03	276	59,03	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
530	278	60,88	278	60,88	278	60,88	278	60,88	277	61,1	277	61,1	277	61,1	277	61,1	276	61,32	276	61,32	EDS
540	278	63,2	278	63,2	278	63,2	278	63,2	277	63,43	277	63,43	277	63,43	277	63,43	276	63,66	276	63,66	EDS
550	278	65,56	278	65,56	278	65,56	278	65,56	277	65,8	277	65,8	277	65,8	277	65,8	276	66,03	276	66,03	EDS
560	278	67,97	278	67,97	278	67,97	278	67,97	277	68,21	277	68,21	277	68,21	277	68,21	277	68,21	276	68,46	EDS
570	278	70,41	278	70,41	278	70,41	278	70,41	277	70,67	277	70,67	277	70,67	277	70,67	277	70,67	276	70,92	EDS
580	278	72,91	278	72,91	278	72,91	278	72,91	277	73,17	277	73,17	277	73,17	277	73,17	277	73,17	276	73,44	EDS
590	278	75,44	278	75,44	278	75,44	278	75,44	277	75,71	277	75,71	277	75,71	277	75,71	277	75,71	276	75,99	EDS
600	278	78,02	278	78,02	278	78,02	278	78,02	277	78,3	277	78,3	277	78,3	277	78,3	277	78,3	276	78,59	EDS
610	278	80,64	278	80,64	278	80,64	278	80,64	277	80,94	277	80,94	277	80,94	277	80,94	277	80,94	276	81,23	EDS
620	278	83,31	278	83,31	278	83,31	278	83,31	277	83,61	277	83,61	277	83,61	277	83,61	277	83,61	277	83,61	EDS
630	278	86,02	278	86,02	278	86,02	278	86,02	277	86,33	277	86,33	277	86,33	277	86,33	277	86,33	277	86,33	EDS
640	278	88,77	278	88,77	278	88,77	278	88,77	277	89,09	277	89,09	277	89,09	277	89,09	277	89,09	277	89,09	EDS
650	278	91,57	278	91,57	278	91,57	278	91,57	277	91,9	277	91,9	277	91,9	277	91,9	277	91,9	277	91,9	EDS
660	278	94,41	278	94,41	278	94,41	278	94,41	277	94,75	277	94,75	277	94,75	277	94,75	277	94,75	277	94,75	EDS
670	278	97,29	278	97,29	278	97,29	278	97,29	277	97,64	277	97,64	277	97,64	277	97,64	277	97,64	277	97,64	EDS
680	278	100,21	278	100,21	278	100,21	278	100,21	277	100,58	277	100,58	277	100,58	277	100,58	277	100,58	277	100,58	EDS
690	278	103,18	278	103,18	278	103,18	278	103,18	277	103,56	277	103,56	277	103,56	277	103,56	277	103,56	277	103,56	EDS
700	278	106,2	278	106,2	278	106,2	278	106,2	277	106,58	277	106,58	277	106,58	277	106,58	277	106,58	277	106,58	EDS
710	278	109,25	278	109,25	278	109,25	278	109,25	277	109,65	277	109,65	277	109,65	277	109,65	277	109,65	277	109,65	EDS
720	278	112,35	278	112,35	278	112,35	278	112,35	277	112,76	277	112,76	277	112,76	277	112,76	277	112,76	277	112,76	EDS
730	278	115,49	278	115,49	278	115,49	278	115,49	277	115,91	277	115,91	277	115,91	277	115,91	277	115,91	277	115,91	EDS
740	278	118,68	278	118,68	278	118,68	278	118,68	277	119,11	277	119,11	277	119,11	277	119,11	277	119,11	277	119,11	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
750	278	121,91	278	121,91	278	121,91	278	121,91	277	122,35	277	122,35	277	122,35	277	122,35	277	122,35	277	122,35	EDS
760	278	125,18	278	125,18	278	125,18	278	125,18	277	125,63	277	125,63	277	125,63	277	125,63	277	125,63	277	125,63	EDS
770	278	128,5	278	128,5	278	128,5	278	128,5	277	128,96	277	128,96	277	128,96	277	128,96	277	128,96	277	128,96	EDS
780	278	131,86	278	131,86	278	131,86	278	131,86	277	132,33	277	132,33	277	132,33	277	132,33	277	132,33	277	132,33	EDS
790	278	135,26	278	135,26	278	135,26	278	135,26	278	135,26	277	135,75	277	135,75	277	135,75	277	135,75	277	135,75	EDS
800	278	138,71	278	138,71	278	138,71	278	138,71	278	138,71	277	139,21	277	139,21	277	139,21	277	139,21	277	139,21	EDS
810	278	142,19	278	142,19	278	142,19	278	142,19	278	142,19	277	142,71	277	142,71	277	142,71	277	142,71	277	142,71	EDS
820	278	145,73	278	145,73	278	145,73	278	145,73	278	145,73	277	146,25	277	146,25	277	146,25	277	146,25	277	146,25	EDS
830	278	149,3	278	149,3	278	149,3	278	149,3	278	149,3	277	149,84	277	149,84	277	149,84	277	149,84	277	149,84	EDS
840	278	152,92	278	152,92	278	152,92	278	152,92	278	152,92	277	153,47	277	153,47	277	153,47	277	153,47	277	153,47	EDS
850	278	156,58	278	156,58	278	156,58	278	156,58	278	156,58	277	157,15	277	157,15	277	157,15	277	157,15	277	157,15	EDS
860	278	160,29	278	160,29	278	160,29	278	160,29	278	160,29	277	160,87	277	160,87	277	160,87	277	160,87	277	160,87	EDS
870	278	164,04	278	164,04	278	164,04	278	164,04	278	164,04	277	164,63	277	164,63	277	164,63	277	164,63	277	164,63	EDS
880	278	167,83	278	167,83	278	167,83	278	167,83	278	167,83	277	168,44	277	168,44	277	168,44	277	168,44	277	168,44	EDS
890	278	171,67	278	171,67	278	171,67	278	171,67	278	171,67	277	172,29	277	172,29	277	172,29	277	172,29	277	172,29	EDS
900	278	175,55	278	175,55	278	175,55	278	175,55	278	175,55	277	176,18	277	176,18	277	176,18	277	176,18	277	176,18	EDS
910	278	179,47	278	179,47	278	179,47	278	179,47	278	179,47	277	180,12	277	180,12	277	180,12	277	180,12	277	180,12	EDS
920	278	183,44	278	183,44	278	183,44	278	183,44	278	183,44	277	184,1	277	184,1	277	184,1	277	184,1	277	184,1	EDS
930	278	187,45	278	187,45	278	187,45	278	187,45	278	187,45	277	188,12	277	188,12	277	188,12	277	188,12	277	188,12	EDS
940	278	191,5	278	191,5	278	191,5	278	191,5	278	191,5	277	192,19	277	192,19	277	192,19	277	192,19	277	192,19	EDS
950	278	195,6	278	195,6	278	195,6	278	195,6	278	195,6	277	196,3	277	196,3	277	196,3	277	196,3	277	196,3	EDS
960	278	199,74	278	199,74	278	199,74	278	199,74	278	199,74	277	200,46	277	200,46	277	200,46	277	200,46	277	200,46	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
970	278	203,92	278	203,92	278	203,92	278	203,92	278	203,92	277	204,65	277	204,65	277	204,65	277	204,65	277	204,65	EDS
980	278	208,14	278	208,14	278	208,14	278	208,14	278	208,14	277	208,9	277	208,9	277	208,9	277	208,9	277	208,9	EDS
990	278	212,41	278	212,41	278	212,41	278	212,41	278	212,41	277	213,18	277	213,18	277	213,18	277	213,18	277	213,18	EDS
1.000	278	216,73	278	216,73	278	216,73	278	216,73	278	216,73	277	217,51	277	217,51	277	217,51	277	217,51	277	217,51	EDS

ZONA B

EDS : 13% (Carga rotura del cable de guarda)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del cable de guarda)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-10 °C
-Sobrecarga viento:	0,899 daN/m
-Resultante:	1,02 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,597 daN/m
-Resultante:	1,079 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento ($W = 15 \text{ daN/m}^2$)

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,597 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,505 daN/m
-Resultante:	1,192 daN/m

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del cable de guarda

Cable de guarda						
Cable de guarda	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso(daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CABLE ALUMOWELD 7n7	73,9	11,01	0,482	9.256	16.200	0,000013

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (daN)	Tracción (%)	Tracción (daN)
13	1.203,28	40	3.702,4

Zona
B

Condiciones iniciales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
EDS	15	0	750	0	0	11,01	0	0,482	0,482

Condiciones finales										
Resultante (daN/m)		0,482			Fluencia (°C)			0		

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del cable de guarda

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
100	1.415	0,43	1.343	0,45	1.272	0,47	1.203	0,5	1.135	0,53	1.069	0,56	1.005	0,6	942	0,64	883	0,68	826	0,73	EDS
110	1.410	0,52	1.340	0,54	1.271	0,57	1.203	0,61	1.137	0,64	1.073	0,68	1.010	0,72	950	0,77	893	0,82	839	0,87	EDS
120	1.406	0,62	1.337	0,65	1.269	0,68	1.203	0,72	1.139	0,76	1.076	0,81	1.016	0,85	958	0,91	903	0,96	851	1,02	EDS
130	1.401	0,73	1.334	0,76	1.268	0,8	1.203	0,85	1.141	0,89	1.080	0,94	1.022	1	966	1,05	913	1,12	864	1,18	EDS
140	1.396	0,85	1.330	0,89	1.266	0,93	1.203	0,98	1.143	1,03	1.084	1,09	1.028	1,15	974	1,21	924	1,28	876	1,35	EDS
150	1.391	0,97	1.327	1,02	1.264	1,07	1.203	1,13	1.144	1,18	1.088	1,25	1.034	1,31	982	1,38	933	1,45	887	1,53	EDS
160	1.386	1,11	1.323	1,17	1.262	1,22	1.203	1,28	1.146	1,35	1.092	1,41	1.039	1,48	990	1,56	943	1,64	899	1,72	EDS
170	1.381	1,26	1.320	1,32	1.260	1,38	1.203	1,45	1.148	1,52	1.095	1,59	1.045	1,67	997	1,75	952	1,83	910	1,91	EDS
180	1.376	1,42	1.316	1,48	1.259	1,55	1.203	1,62	1.150	1,7	1.099	1,78	1.051	1,86	1.005	1,94	961	2,03	920	2,12	EDS
190	1.370	1,59	1.313	1,66	1.257	1,73	1.203	1,81	1.152	1,89	1.103	1,97	1.056	2,06	1.012	2,15	970	2,24	930	2,34	EDS
200	1.365	1,77	1.309	1,84	1.255	1,92	1.203	2	1.154	2,09	1.106	2,18	1.061	2,27	1.018	2,37	978	2,46	940	2,56	EDS
210	1.360	1,95	1.306	2,03	1.253	2,12	1.203	2,21	1.155	2,3	1.110	2,39	1.066	2,49	1.025	2,59	986	2,69	950	2,8	EDS
220	1.355	2,15	1.302	2,24	1.252	2,33	1.203	2,42	1.157	2,52	1.113	2,62	1.071	2,72	1.032	2,83	994	2,93	959	3,04	EDS
230	1.350	2,36	1.299	2,45	1.250	2,55	1.203	2,65	1.159	2,75	1.116	2,86	1.076	2,96	1.038	3,07	1.002	3,18	968	3,29	EDS
240	1.345	2,58	1.295	2,68	1.248	2,78	1.203	2,88	1.160	2,99	1.119	3,1	1.080	3,21	1.044	3,32	1.009	3,44	976	3,56	EDS
250	1.340	2,81	1.292	2,91	1.247	3,02	1.203	3,13	1.162	3,24	1.122	3,36	1.085	3,47	1.049	3,59	1.016	3,71	984	3,83	EDS
260	1.335	3,05	1.289	3,16	1.245	3,27	1.203	3,39	1.163	3,5	1.125	3,62	1.089	3,74	1.055	3,86	1.022	3,99	992	4,11	EDS
270	1.330	3,3	1.286	3,42	1.244	3,53	1.203	3,65	1.165	3,77	1.128	3,89	1.093	4,02	1.060	4,14	1.029	4,27	999	4,4	EDS
280	1.326	3,56	1.283	3,68	1.242	3,8	1.203	3,93	1.166	4,05	1.131	4,18	1.097	4,31	1.065	4,44	1.035	4,56	1.006	4,7	EDS
290	1.322	3,83	1.280	3,96	1.241	4,08	1.203	4,21	1.167	4,34	1.133	4,47	1.101	4,6	1.070	4,74	1.041	4,87	1.013	5	EDS
300	1.317	4,12	1.277	4,25	1.240	4,37	1.203	4,51	1.169	4,64	1.136	4,77	1.104	4,91	1.075	5,04	1.046	5,18	1.019	5,32	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
310	1.313	4,41	1.275	4,54	1.238	4,68	1.203	4,81	1.170	4,95	1.138	5,09	1.108	5,23	1.079	5,37	1.052	5,5	1.026	5,64	EDS
320	1.309	4,71	1.272	4,85	1.237	4,99	1.203	5,13	1.171	5,27	1.140	5,41	1.111	5,55	1.083	5,7	1.057	5,84	1.032	5,98	EDS
330	1.305	5,03	1.270	5,17	1.236	5,31	1.203	5,45	1.172	5,6	1.143	5,74	1.114	5,89	1.087	6,04	1.062	6,18	1.037	6,33	EDS
340	1.302	5,35	1.268	5,49	1.235	5,64	1.203	5,79	1.173	5,94	1.145	6,08	1.117	6,24	1.091	6,38	1.067	6,53	1.043	6,68	EDS
350	1.298	5,69	1.265	5,83	1.234	5,98	1.203	6,14	1.174	6,29	1.147	6,43	1.120	6,59	1.095	6,74	1.071	6,89	1.048	7,04	EDS
360	1.295	6,03	1.263	6,18	1.232	6,34	1.203	6,49	1.175	6,65	1.149	6,8	1.123	6,95	1.099	7,11	1.075	7,26	1.053	7,42	EDS
370	1.292	6,38	1.261	6,54	1.231	6,7	1.203	6,86	1.176	7,01	1.150	7,17	1.126	7,33	1.102	7,48	1.080	7,64	1.058	7,8	EDS
380	1.289	6,75	1.259	6,91	1.230	7,07	1.203	7,23	1.177	7,39	1.152	7,55	1.128	7,71	1.105	7,87	1.084	8,03	1.063	8,18	EDS
390	1.286	7,13	1.257	7,29	1.230	7,45	1.203	7,62	1.178	7,78	1.154	7,94	1.131	8,1	1.109	8,26	1.087	8,43	1.067	8,59	EDS
400	1.283	7,51	1.255	7,68	1.229	7,84	1.203	8,01	1.179	8,18	1.155	8,35	1.133	8,51	1.112	8,67	1.091	8,84	1.071	9	EDS
410	1.280	7,91	1.253	8,08	1.228	8,25	1.203	8,42	1.180	8,58	1.157	8,75	1.135	8,92	1.115	9,08	1.095	9,25	1.075	9,42	EDS
420	1.277	8,32	1.252	8,49	1.227	8,66	1.203	8,83	1.180	9,01	1.159	9,17	1.138	9,34	1.117	9,51	1.098	9,68	1.079	9,85	EDS
430	1.275	8,74	1.250	8,91	1.226	9,09	1.203	9,26	1.181	9,43	1.160	9,6	1.140	9,77	1.120	9,95	1.101	10,12	1.083	10,29	EDS
440	1.272	9,17	1.248	9,35	1.225	9,52	1.203	9,7	1.182	9,87	1.161	10,05	1.142	10,21	1.123	10,39	1.104	10,57	1.087	10,73	EDS
450	1.270	9,61	1.247	9,78	1.225	9,96	1.203	10,14	1.183	10,31	1.163	10,49	1.143	10,67	1.125	10,84	1.107	11,02	1.090	11,19	EDS
460	1.268	10,05	1.246	10,23	1.224	10,42	1.203	10,6	1.183	10,78	1.164	10,95	1.145	11,13	1.127	11,31	1.110	11,49	1.093	11,66	EDS
470	1.266	10,51	1.244	10,7	1.223	10,88	1.203	11,06	1.184	11,24	1.165	11,42	1.147	11,6	1.130	11,78	1.113	11,96	1.097	12,13	EDS
480	1.264	10,98	1.243	11,17	1.223	11,35	1.203	11,54	1.184	11,72	1.166	11,91	1.149	12,08	1.132	12,26	1.115	12,45	1.100	12,62	EDS
490	1.262	11,46	1.242	11,65	1.222	11,84	1.203	12,02	1.185	12,21	1.167	12,4	1.150	12,58	1.134	12,76	1.118	12,94	1.103	13,12	EDS
500	1.260	11,95	1.240	12,15	1.222	12,33	1.203	12,52	1.185	12,71	1.168	12,9	1.152	13,08	1.136	13,26	1.120	13,45	1.105	13,63	EDS
510	1.258	12,46	1.239	12,65	1.221	12,83	1.203	13,03	1.186	13,21	1.170	13,39	1.153	13,59	1.138	13,77	1.123	13,95	1.108	14,14	EDS
520	1.257	12,96	1.238	13,16	1.220	13,35	1.203	13,54	1.186	13,74	1.170	13,92	1.155	14,11	1.140	14,29	1.125	14,48	1.111	14,66	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
530	1.255	13,49	1.237	13,68	1.220	13,87	1.203	14,07	1.187	14,26	1.171	14,45	1.156	14,64	1.142	14,82	1.127	15,02	1.113	15,21	EDS
540	1.253	14,02	1.236	14,21	1.219	14,41	1.203	14,6	1.188	14,79	1.172	14,99	1.157	15,18	1.143	15,37	1.129	15,56	1.116	15,74	EDS
550	1.252	14,56	1.235	14,76	1.219	14,95	1.203	15,15	1.188	15,34	1.173	15,54	1.159	15,73	1.145	15,92	1.131	16,11	1.118	16,3	EDS
560	1.251	15,1	1.234	15,31	1.218	15,51	1.203	15,71	1.188	15,9	1.174	16,09	1.160	16,29	1.147	16,47	1.133	16,68	1.120	16,87	EDS
570	1.249	15,67	1.233	15,88	1.218	16,07	1.203	16,27	1.189	16,46	1.175	16,66	1.161	16,86	1.148	17,05	1.135	17,25	1.123	17,43	EDS
580	1.248	16,24	1.232	16,45	1.218	16,64	1.203	16,85	1.189	17,05	1.176	17,23	1.162	17,44	1.149	17,64	1.137	17,83	1.125	18,02	EDS
590	1.247	16,82	1.232	17,02	1.217	17,23	1.203	17,43	1.190	17,62	1.176	17,83	1.164	18,02	1.151	18,22	1.139	18,41	1.127	18,61	EDS
600	1.245	17,42	1.231	17,62	1.217	17,82	1.203	18,03	1.190	18,23	1.177	18,43	1.165	18,62	1.152	18,83	1.140	19,03	1.129	19,21	EDS
610	1.244	18,02	1.230	18,23	1.217	18,42	1.203	18,64	1.190	18,84	1.178	19,03	1.166	19,23	1.154	19,43	1.142	19,63	1.131	19,82	EDS
620	1.243	18,63	1.229	18,84	1.216	19,05	1.203	19,25	1.191	19,45	1.178	19,66	1.166	19,86	1.155	20,05	1.144	20,24	1.132	20,46	EDS
630	1.242	19,25	1.229	19,46	1.216	19,67	1.203	19,88	1.191	20,08	1.179	20,28	1.167	20,49	1.156	20,69	1.145	20,88	1.134	21,09	EDS
640	1.241	19,89	1.228	20,1	1.215	20,31	1.203	20,51	1.191	20,72	1.180	20,91	1.168	21,13	1.157	21,33	1.147	21,52	1.136	21,72	EDS
650	1.240	20,53	1.227	20,75	1.215	20,95	1.203	21,16	1.192	21,36	1.180	21,57	1.169	21,78	1.158	21,98	1.148	22,17	1.138	22,37	EDS
660	1.239	21,18	1.227	21,39	1.215	21,6	1.203	21,82	1.192	22,02	1.181	22,22	1.170	22,43	1.160	22,62	1.149	22,84	1.139	23,04	EDS
670	1.238	21,85	1.226	22,06	1.214	22,28	1.203	22,48	1.192	22,69	1.181	22,9	1.171	23,1	1.161	23,3	1.151	23,5	1.141	23,7	EDS
680	1.237	22,52	1.225	22,74	1.214	22,95	1.203	23,16	1.193	23,35	1.182	23,57	1.172	23,77	1.162	23,98	1.152	24,18	1.142	24,4	EDS
690	1.236	23,21	1.225	23,42	1.214	23,63	1.203	23,84	1.193	24,04	1.182	24,27	1.172	24,48	1.163	24,66	1.153	24,88	1.144	25,07	EDS
700	1.235	23,9	1.224	24,12	1.214	24,32	1.203	24,54	1.193	24,75	1.183	24,96	1.173	25,17	1.164	25,36	1.154	25,58	1.145	25,78	EDS
710	1.235	24,59	1.224	24,81	1.213	25,04	1.203	25,25	1.193	25,46	1.183	25,67	1.174	25,87	1.165	26,07	1.155	26,3	1.146	26,5	EDS
720	1.234	25,31	1.223	25,54	1.213	25,75	1.203	25,96	1.194	26,16	1.184	26,38	1.175	26,58	1.165	26,81	1.156	27,02	1.148	27,21	EDS
730	1.233	26,04	1.223	26,25	1.213	26,47	1.203	26,69	1.194	26,89	1.184	27,12	1.175	27,33	1.166	27,54	1.157	27,75	1.149	27,94	EDS
740	1.232	26,78	1.222	27	1.213	27,2	1.203	27,43	1.194	27,63	1.185	27,84	1.176	28,06	1.167	28,27	1.159	28,47	1.150	28,69	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
750	1.232	27,51	1.222	27,73	1.212	27,96	1.203	28,17	1.194	28,38	1.185	28,6	1.177	28,79	1.168	29,02	1.160	29,22	1.151	29,44	EDS
760	1.231	28,27	1.222	28,48	1.212	28,71	1.203	28,93	1.194	29,15	1.186	29,34	1.177	29,57	1.169	29,77	1.161	29,97	1.153	30,18	EDS
770	1.230	29,04	1.221	29,26	1.212	29,47	1.203	29,69	1.195	29,89	1.186	30,12	1.178	30,32	1.170	30,53	1.161	30,77	1.154	30,96	EDS
780	1.230	29,8	1.221	30,02	1.212	30,24	1.203	30,47	1.195	30,67	1.186	30,91	1.178	31,12	1.170	31,33	1.162	31,55	1.155	31,74	EDS
790	1.229	30,6	1.220	30,82	1.212	31,02	1.203	31,26	1.195	31,47	1.187	31,68	1.179	31,89	1.171	32,11	1.163	32,33	1.156	32,53	EDS
800	1.228	31,4	1.220	31,61	1.211	31,84	1.203	32,05	1.195	32,27	1.187	32,49	1.179	32,71	1.172	32,9	1.164	33,13	1.157	33,33	EDS
810	1.228	32,19	1.219	32,43	1.211	32,64	1.203	32,86	1.195	33,08	1.188	33,27	1.180	33,5	1.172	33,73	1.165	33,93	1.158	34,14	EDS
820	1.227	33,02	1.219	33,23	1.211	33,45	1.203	33,68	1.195	33,9	1.188	34,1	1.180	34,33	1.173	34,54	1.166	34,74	1.159	34,95	EDS
830	1.227	33,83	1.219	34,05	1.211	34,27	1.203	34,5	1.196	34,7	1.188	34,94	1.181	35,14	1.174	35,35	1.167	35,57	1.160	35,78	EDS
840	1.226	34,68	1.218	34,9	1.211	35,11	1.203	35,34	1.196	35,55	1.188	35,78	1.181	36	1.174	36,21	1.167	36,43	1.160	36,65	EDS
850	1.226	35,51	1.218	35,74	1.211	35,95	1.203	36,19	1.196	36,4	1.189	36,61	1.182	36,83	1.175	37,05	1.168	37,27	1.161	37,49	EDS
860	1.225	36,38	1.218	36,59	1.210	36,83	1.203	37,04	1.196	37,26	1.189	37,48	1.182	37,7	1.175	37,92	1.169	38,12	1.162	38,35	EDS
870	1.225	37,23	1.218	37,44	1.210	37,69	1.203	37,91	1.196	38,13	1.189	38,35	1.183	38,55	1.176	38,78	1.169	39,01	1.163	39,21	EDS
880	1.224	38,12	1.217	38,34	1.210	38,56	1.203	38,78	1.196	39,01	1.190	39,21	1.183	39,44	1.177	39,64	1.170	39,88	1.164	40,08	EDS
890	1.224	38,99	1.217	39,21	1.210	39,44	1.203	39,67	1.196	39,9	1.190	40,1	1.183	40,34	1.177	40,55	1.171	40,75	1.165	40,96	EDS
900	1.224	39,87	1.217	40,1	1.210	40,33	1.203	40,57	1.197	40,77	1.190	41,01	1.184	41,22	1.178	41,43	1.171	41,68	1.165	41,89	EDS
910	1.223	40,8	1.216	41,03	1.210	41,23	1.203	41,47	1.197	41,68	1.190	41,93	1.184	42,14	1.178	42,35	1.172	42,57	1.166	42,79	EDS
920	1.223	41,7	1.216	41,94	1.210	42,15	1.203	42,39	1.197	42,6	1.191	42,82	1.185	43,03	1.179	43,25	1.173	43,47	1.167	43,7	EDS
930	1.222	42,64	1.216	42,85	1.209	43,1	1.203	43,32	1.197	43,53	1.191	43,75	1.185	43,97	1.179	44,2	1.173	44,42	1.167	44,65	EDS
940	1.222	43,57	1.216	43,78	1.209	44,03	1.203	44,25	1.197	44,48	1.191	44,7	1.185	44,93	1.179	45,15	1.174	45,35	1.168	45,58	EDS
950	1.222	44,5	1.215	44,75	1.209	44,98	1.203	45,2	1.197	45,43	1.191	45,66	1.186	45,85	1.180	46,08	1.174	46,32	1.169	46,51	EDS
960	1.221	45,48	1.215	45,7	1.209	45,93	1.203	46,16	1.197	46,39	1.192	46,58	1.186	46,82	1.180	47,06	1.175	47,26	1.169	47,5	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
970	1.221	46,43	1.215	46,66	1.209	46,89	1.203	47,12	1.197	47,36	1.192	47,56	1.186	47,8	1.181	48	1.175	48,25	1.170	48,45	EDS
980	1.220	47,43	1.215	47,62	1.209	47,86	1.203	48,1	1.198	48,3	1.192	48,54	1.187	48,75	1.181	49	1.176	49,2	1.171	49,41	EDS
990	1.220	48,4	1.214	48,64	1.209	48,84	1.203	49,09	1.198	49,29	1.192	49,54	1.187	49,75	1.182	49,96	1.176	50,21	1.171	50,43	EDS
1.000	1.220	49,39	1.214	49,63	1.209	49,83	1.203	50,08	1.198	50,29	1.193	50,5	1.187	50,76	1.182	50,97	1.177	51,19	1.172	51,41	EDS

1.5.2 Tablas de tendido del cable compuesto tierra-óptico

A continuación se da una tabla con los valores de tense y flecha para distintos vanos reguladores y temperaturas del cable compuesto tierra óptico.

Esta tabla se ha calculado partiendo de la hipótesis más desfavorable de las siguientes:

ZONA B

EDS : 3% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-10 °C
-Sobrecarga viento:	1,25 daN/m
-Resultante:	1,423 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,704 daN/m
-Resultante:	1,384 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento ($W = 15 \text{ daN/m}^2$)

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,704 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,567 daN/m
-Resultante:	1,496 daN/m

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del cable de guarda

Cable de guarda						
Cable de guarda	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
OPGW-TIPO1-17kA-15.3	119	15,3	0,68	10.000	12.000	0,0000141

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (daN)	Tracción (%)	Tracción (daN)
3	300	40	4.000

Zona
B

Condiciones iniciales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68

Condiciones finales										
Resultante (daN/m)		0,68			Fluencia (°C)			0		

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del cable de guarda

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
100	315	2,7	310	2,74	305	2,79	300	2,83	295	2,88	291	2,92	287	2,96	283	3	279	3,05	275	3,09	EDS
110	312	3,3	308	3,34	304	3,38	300	3,43	296	3,47	292	3,52	289	3,56	285	3,61	282	3,65	279	3,69	EDS
120	310	3,95	307	3,99	303	4,04	300	4,08	297	4,12	294	4,16	290	4,22	288	4,25	285	4,29	282	4,34	EDS
130	309	4,65	306	4,69	303	4,74	300	4,79	297	4,84	294	4,89	292	4,92	289	4,97	287	5,01	284	5,06	EDS
140	308	5,41	305	5,46	302	5,52	300	5,55	297	5,61	295	5,65	293	5,69	291	5,73	288	5,78	286	5,83	EDS
150	307	6,23	304	6,29	302	6,33	300	6,38	298	6,42	296	6,46	294	6,51	292	6,55	290	6,59	288	6,64	EDS
160	306	7,11	304	7,16	302	7,21	300	7,25	298	7,3	296	7,35	294	7,4	293	7,43	291	7,48	289	7,53	EDS
170	305	8,05	303	8,11	302	8,13	300	8,19	298	8,24	297	8,27	295	8,33	293	8,38	292	8,41	290	8,47	EDS
180	305	9,03	303	9,09	301	9,15	300	9,18	298	9,24	297	9,27	296	9,3	294	9,37	293	9,4	291	9,46	EDS
190	304	10,09	303	10,13	301	10,19	300	10,23	299	10,26	297	10,33	296	10,37	295	10,4	293	10,47	292	10,51	EDS
200	304	11,18	302	11,26	301	11,3	300	11,33	299	11,37	297	11,45	296	11,49	295	11,53	294	11,56	293	11,6	EDS
210	303	12,37	302	12,41	301	12,45	300	12,5	299	12,54	298	12,58	297	12,62	296	12,66	295	12,71	294	12,75	EDS
220	303	13,58	302	13,62	301	13,67	300	13,71	299	13,76	298	13,81	297	13,85	296	13,9	295	13,95	294	13,99	EDS
230	303	14,84	302	14,89	301	14,94	300	14,99	299	15,04	298	15,09	297	15,14	296	15,19	295	15,24	295	15,24	EDS
240	302	16,21	302	16,21	301	16,27	300	16,32	299	16,37	298	16,43	297	16,48	297	16,48	296	16,54	295	16,6	EDS
250	302	17,59	301	17,65	301	17,65	300	17,71	299	17,77	298	17,83	298	17,83	297	17,89	296	17,95	295	18,01	EDS
260	302	19,03	301	19,09	301	19,09	300	19,15	299	19,22	299	19,22	298	19,28	297	19,35	296	19,41	296	19,41	EDS
270	302	20,52	301	20,59	301	20,59	300	20,66	299	20,72	299	20,72	298	20,79	297	20,86	297	20,86	296	20,93	EDS
280	302	22,07	301	22,14	301	22,14	300	22,21	299	22,29	299	22,29	298	22,36	297	22,44	297	22,44	296	22,51	EDS
290	302	23,67	301	23,75	301	23,75	300	23,83	299	23,91	299	23,91	298	23,99	298	23,99	297	24,07	296	24,15	EDS
300	302	25,33	301	25,42	300	25,5	300	25,5	299	25,59	299	25,59	298	25,67	298	25,67	297	25,76	297	25,76	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
310	301	27,14	301	27,14	300	27,23	300	27,23	299	27,32	299	27,32	298	27,41	298	27,41	297	27,5	297	27,5	EDS
320	301	28,92	301	28,92	300	29,01	300	29,01	299	29,11	299	29,11	299	29,11	298	29,21	297	29,31	297	29,31	EDS
330	301	30,75	301	30,75	300	30,86	300	30,86	300	30,86	299	30,96	299	30,96	298	31,06	298	31,06	297	31,17	EDS
340	301	32,64	301	32,64	300	32,75	300	32,75	300	32,75	299	32,86	299	32,86	298	32,97	298	32,97	297	33,08	EDS
350	301	34,59	301	34,59	300	34,71	300	34,71	300	34,71	299	34,82	299	34,82	298	34,94	298	34,94	297	35,06	EDS
360	301	36,6	301	36,6	300	36,72	300	36,72	300	36,72	299	36,84	299	36,84	298	36,97	298	36,97	298	36,97	EDS
370	301	38,66	301	38,66	300	38,79	300	38,79	300	38,79	299	38,92	299	38,92	299	38,92	298	39,05	298	39,05	EDS
380	301	40,78	301	40,78	300	40,91	300	40,91	300	40,91	299	41,05	299	41,05	299	41,05	298	41,19	298	41,19	EDS
390	301	42,95	301	42,95	300	43,1	300	43,1	300	43,1	299	43,24	299	43,24	299	43,24	298	43,38	298	43,38	EDS
400	301	45,18	301	45,18	300	45,33	300	45,33	300	45,33	299	45,48	299	45,48	299	45,48	298	45,64	298	45,64	EDS
410	301	47,47	301	47,47	300	47,63	300	47,63	300	47,63	299	47,79	299	47,79	299	47,79	299	47,79	298	47,95	EDS
420	301	49,81	300	49,98	300	49,98	300	49,98	300	49,98	299	50,15	299	50,15	299	50,15	299	50,15	298	50,32	EDS
430	301	52,21	300	52,39	300	52,39	300	52,39	300	52,39	299	52,56	299	52,56	299	52,56	299	52,56	298	52,74	EDS
440	301	54,67	300	54,85	300	54,85	300	54,85	300	54,85	299	55,04	299	55,04	299	55,04	299	55,04	298	55,22	EDS
450	301	57,18	300	57,38	300	57,38	300	57,38	300	57,38	299	57,57	299	57,57	299	57,57	299	57,57	299	57,57	EDS
460	301	59,75	300	59,95	300	59,95	300	59,95	300	59,95	300	59,95	299	60,15	299	60,15	299	60,15	299	60,15	EDS
470	301	62,38	300	62,59	300	62,59	300	62,59	300	62,59	300	62,59	299	62,8	299	62,8	299	62,8	299	62,8	EDS
480	301	65,06	300	65,28	300	65,28	300	65,28	300	65,28	300	65,28	299	65,5	299	65,5	299	65,5	299	65,5	EDS
490	301	67,8	300	68,03	300	68,03	300	68,03	300	68,03	300	68,03	299	68,26	299	68,26	299	68,26	299	68,26	EDS
500	301	70,6	300	70,83	300	70,83	300	70,83	300	70,83	300	70,83	299	71,07	299	71,07	299	71,07	299	71,07	EDS
510	301	73,45	300	73,7	300	73,7	300	73,7	300	73,7	300	73,7	299	73,94	299	73,94	299	73,94	299	73,94	EDS
520	300	76,61	300	76,61	300	76,61	300	76,61	300	76,61	300	76,61	299	76,87	299	76,87	299	76,87	299	76,87	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
530	300	79,59	300	79,59	300	79,59	300	79,59	300	79,59	300	79,59	299	79,85	299	79,85	299	79,85	299	79,85	EDS
540	300	82,62	300	82,62	300	82,62	300	82,62	300	82,62	300	82,62	299	82,9	299	82,9	299	82,9	299	82,9	EDS
550	300	85,71	300	85,71	300	85,71	300	85,71	300	85,71	300	85,71	299	85,99	299	85,99	299	85,99	299	85,99	EDS
560	300	88,85	300	88,85	300	88,85	300	88,85	300	88,85	300	88,85	299	89,15	299	89,15	299	89,15	299	89,15	EDS
570	300	92,06	300	92,06	300	92,06	300	92,06	300	92,06	300	92,06	300	92,06	299	92,36	299	92,36	299	92,36	EDS
580	300	95,31	300	95,31	300	95,31	300	95,31	300	95,31	300	95,31	300	95,31	299	95,63	299	95,63	299	95,63	EDS
590	300	98,63	300	98,63	300	98,63	300	98,63	300	98,63	300	98,63	300	98,63	299	98,96	299	98,96	299	98,96	EDS
600	300	102	300	102	300	102	300	102	300	102	300	102	300	102	299	102,34	299	102,34	299	102,34	EDS
610	300	105,43	300	105,43	300	105,43	300	105,43	300	105,43	300	105,43	300	105,43	299	105,78	299	105,78	299	105,78	EDS
620	300	108,91	300	108,91	300	108,91	300	108,91	300	108,91	300	108,91	300	108,91	299	109,28	299	109,28	299	109,28	EDS
630	300	112,46	300	112,46	300	112,46	300	112,46	300	112,46	300	112,46	300	112,46	299	112,83	299	112,83	299	112,83	EDS
640	300	116,05	300	116,05	300	116,05	300	116,05	300	116,05	300	116,05	300	116,05	299	116,44	299	116,44	299	116,44	EDS
650	300	119,71	300	119,71	300	119,71	300	119,71	300	119,71	300	119,71	300	119,71	299	120,11	299	120,11	299	120,11	EDS
660	300	123,42	300	123,42	300	123,42	300	123,42	300	123,42	300	123,42	300	123,42	300	123,42	299	123,83	299	123,83	EDS
670	300	127,19	300	127,19	300	127,19	300	127,19	300	127,19	300	127,19	300	127,19	300	127,19	299	127,61	299	127,61	EDS
680	300	131,01	300	131,01	300	131,01	300	131,01	300	131,01	300	131,01	300	131,01	300	131,01	299	131,45	299	131,45	EDS
690	300	134,9	300	134,9	300	134,9	300	134,9	300	134,9	300	134,9	300	134,9	300	134,9	299	135,35	299	135,35	EDS
700	300	138,83	300	138,83	300	138,83	300	138,83	300	138,83	300	138,83	300	138,83	300	138,83	299	139,3	299	139,3	EDS
710	300	142,83	300	142,83	300	142,83	300	142,83	300	142,83	300	142,83	300	142,83	300	142,83	299	143,31	299	143,31	EDS
720	300	146,88	300	146,88	300	146,88	300	146,88	300	146,88	300	146,88	300	146,88	300	146,88	299	147,37	299	147,37	EDS
730	300	150,99	300	150,99	300	150,99	300	150,99	300	150,99	300	150,99	300	150,99	300	150,99	300	150,99	299	151,49	EDS
740	300	155,15	300	155,15	300	155,15	300	155,15	300	155,15	300	155,15	300	155,15	300	155,15	300	155,15	299	155,67	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
750	300	159,38	300	159,38	300	159,38	300	159,38	300	159,38	300	159,38	300	159,38	300	159,38	300	159,38	299	159,91	EDS
760	300	163,65	300	163,65	300	163,65	300	163,65	300	163,65	300	163,65	300	163,65	300	163,65	300	163,65	299	164,2	EDS
770	300	167,99	300	167,99	300	167,99	300	167,99	300	167,99	300	167,99	300	167,99	300	167,99	300	167,99	299	168,55	EDS
780	300	172,38	300	172,38	300	172,38	300	172,38	300	172,38	300	172,38	300	172,38	300	172,38	300	172,38	299	172,96	EDS
790	300	176,83	300	176,83	300	176,83	300	176,83	300	176,83	300	176,83	300	176,83	300	176,83	300	176,83	299	177,42	EDS
800	300	181,33	300	181,33	300	181,33	300	181,33	300	181,33	300	181,33	300	181,33	300	181,33	300	181,33	300	181,33	EDS
810	300	185,9	300	185,9	300	185,9	300	185,9	300	185,9	300	185,9	300	185,9	300	185,9	300	185,9	300	185,9	EDS
820	300	190,51	300	190,51	300	190,51	300	190,51	300	190,51	300	190,51	300	190,51	300	190,51	300	190,51	300	190,51	EDS
830	300	195,19	300	195,19	300	195,19	300	195,19	300	195,19	300	195,19	300	195,19	300	195,19	300	195,19	300	195,19	EDS
840	300	199,92	300	199,92	300	199,92	300	199,92	300	199,92	300	199,92	300	199,92	300	199,92	300	199,92	300	199,92	EDS
850	300	204,71	300	204,71	300	204,71	300	204,71	300	204,71	300	204,71	300	204,71	300	204,71	300	204,71	300	204,71	EDS
860	300	209,55	300	209,55	300	209,55	300	209,55	300	209,55	300	209,55	300	209,55	300	209,55	300	209,55	300	209,55	EDS
870	300	214,46	300	214,46	300	214,46	300	214,46	300	214,46	300	214,46	300	214,46	300	214,46	300	214,46	300	214,46	EDS
880	300	219,41	300	219,41	300	219,41	300	219,41	300	219,41	300	219,41	300	219,41	300	219,41	300	219,41	300	219,41	EDS
890	300	224,43	300	224,43	300	224,43	300	224,43	300	224,43	300	224,43	300	224,43	300	224,43	300	224,43	300	224,43	EDS
900	300	229,5	300	229,5	300	229,5	300	229,5	300	229,5	300	229,5	300	229,5	300	229,5	300	229,5	300	229,5	EDS
910	300	234,63	300	234,63	300	234,63	300	234,63	300	234,63	300	234,63	300	234,63	300	234,63	300	234,63	300	234,63	EDS
920	300	239,81	300	239,81	300	239,81	300	239,81	300	239,81	300	239,81	300	239,81	300	239,81	300	239,81	300	239,81	EDS
930	300	245,06	300	245,06	300	245,06	300	245,06	300	245,06	300	245,06	300	245,06	300	245,06	300	245,06	300	245,06	EDS
940	300	250,35	300	250,35	300	250,35	300	250,35	300	250,35	300	250,35	300	250,35	300	250,35	300	250,35	300	250,35	EDS
950	300	255,71	300	255,71	300	255,71	300	255,71	300	255,71	300	255,71	300	255,71	300	255,71	300	255,71	300	255,71	EDS
960	300	261,12	300	261,12	300	261,12	300	261,12	300	261,12	300	261,12	300	261,12	300	261,12	300	261,12	300	261,12	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
970	300	266,59	300	266,59	300	266,59	300	266,59	300	266,59	300	266,59	300	266,59	300	266,59	300	266,59	300	266,59	EDS
980	300	272,11	300	272,11	300	272,11	300	272,11	300	272,11	300	272,11	300	272,11	300	272,11	300	272,11	300	272,11	EDS
990	300	277,7	300	277,7	300	277,7	300	277,7	300	277,7	300	277,7	300	277,7	300	277,7	300	277,7	300	277,7	EDS
1.000	300	283,33	300	283,33	300	283,33	300	283,33	300	283,33	300	283,33	300	283,33	300	283,33	300	283,33	300	283,33	EDS

ZONA B

EDS : 14% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-10 °C
-Sobrecarga viento:	1,25 daN/m
-Resultante:	1,423 daN/m

2. Tracción máxima hielo

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,704 daN/m
-Resultante:	1,384 daN/m

3. Tracción máxima hielo+viento ($W = 15 \text{ daN/m}^2$)

-Temperatura:	-15 °C
-Sobrecarga hielo:	0,704 daN/m
-Sobrecarga viento:	0,567 daN/m
-Resultante:	1,496 daN/m

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del cable de guarda

Cable de guarda						
Cable de guarda	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
OPGW-TIPO1-17kA-15.3	119	15,3	0,68	10.000	12.000	0,0000141

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (daN)	Tracción (%)	Tracción (daN)
14	1.400	40	4.000

Zona
B

Condiciones iniciales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m ³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)		
EDS	15	0	750	0	0	15,3	0	0,68	0,68

Condiciones finales			
Resultante (daN/m)	0,68	Fluencia (°C)	0

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del cable de guarda

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
100	1.661	0,51	1.572	0,54	1.485	0,57	1.400	0,61	1.317	0,65	1.238	0,69	1.161	0,73	1.089	0,78	1.020	0,83	956	0,89	EDS
110	1.654	0,62	1.567	0,66	1.482	0,69	1.400	0,73	1.320	0,78	1.244	0,83	1.171	0,88	1.102	0,93	1.036	0,99	976	1,05	EDS
120	1.646	0,74	1.562	0,78	1.479	0,83	1.400	0,87	1.323	0,93	1.250	0,98	1.180	1,04	1.114	1,1	1.052	1,16	994	1,23	EDS
130	1.638	0,88	1.556	0,92	1.477	0,97	1.400	1,03	1.326	1,08	1.256	1,14	1.189	1,21	1.126	1,28	1.067	1,35	1.012	1,42	EDS
140	1.630	1,02	1.551	1,07	1.474	1,13	1.400	1,19	1.329	1,25	1.262	1,32	1.198	1,39	1.138	1,46	1.082	1,54	1.029	1,62	EDS
150	1.622	1,18	1.545	1,24	1.471	1,3	1.400	1,37	1.332	1,44	1.268	1,51	1.207	1,58	1.150	1,66	1.096	1,74	1.046	1,83	EDS
160	1.613	1,35	1.539	1,41	1.468	1,48	1.400	1,55	1.335	1,63	1.274	1,71	1.215	1,79	1.161	1,87	1.109	1,96	1.062	2,05	EDS
170	1.605	1,53	1.534	1,6	1.465	1,68	1.400	1,75	1.338	1,84	1.279	1,92	1.223	2,01	1.171	2,1	1.122	2,19	1.076	2,28	EDS
180	1.597	1,72	1.528	1,8	1.462	1,88	1.400	1,97	1.340	2,06	1.284	2,14	1.231	2,24	1.181	2,33	1.134	2,43	1.091	2,52	EDS
190	1.589	1,93	1.523	2,01	1.460	2,1	1.400	2,19	1.343	2,28	1.289	2,38	1.238	2,48	1.191	2,58	1.146	2,68	1.104	2,78	EDS
200	1.581	2,15	1.518	2,24	1.457	2,33	1.400	2,43	1.346	2,53	1.294	2,63	1.246	2,73	1.200	2,83	1.157	2,94	1.117	3,04	EDS
210	1.573	2,38	1.513	2,48	1.455	2,58	1.400	2,68	1.348	2,78	1.299	2,89	1.252	2,99	1.209	3,1	1.167	3,21	1.129	3,32	EDS
220	1.566	2,63	1.508	2,73	1.452	2,83	1.400	2,94	1.350	3,05	1.303	3,16	1.259	3,27	1.217	3,38	1.177	3,5	1.140	3,61	EDS
230	1.559	2,88	1.503	2,99	1.450	3,1	1.400	3,21	1.352	3,33	1.307	3,44	1.265	3,55	1.225	3,67	1.187	3,79	1.151	3,91	EDS
240	1.552	3,15	1.499	3,27	1.448	3,38	1.400	3,5	1.355	3,61	1.311	3,73	1.271	3,85	1.232	3,97	1.196	4,09	1.162	4,21	EDS
250	1.545	3,44	1.494	3,56	1.446	3,67	1.400	3,79	1.356	3,92	1.315	4,04	1.276	4,16	1.239	4,29	1.204	4,41	1.171	4,54	EDS
260	1.539	3,73	1.490	3,86	1.444	3,98	1.400	4,1	1.358	4,23	1.319	4,36	1.281	4,49	1.246	4,61	1.213	4,74	1.181	4,87	EDS
270	1.532	4,04	1.486	4,17	1.442	4,3	1.400	4,43	1.360	4,56	1.322	4,69	1.286	4,82	1.252	4,95	1.220	5,08	1.190	5,21	EDS
280	1.527	4,36	1.482	4,5	1.440	4,63	1.400	4,76	1.362	4,89	1.326	5,03	1.291	5,16	1.258	5,3	1.228	5,43	1.198	5,56	EDS
290	1.521	4,7	1.479	4,83	1.438	4,97	1.400	5,11	1.363	5,24	1.329	5,38	1.296	5,52	1.264	5,66	1.234	5,79	1.206	5,93	EDS
300	1.516	5,05	1.475	5,19	1.437	5,32	1.400	5,46	1.365	5,6	1.332	5,74	1.300	5,88	1.270	6,02	1.241	6,16	1.214	6,3	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
310	1.511	5,41	1.472	5,55	1.435	5,69	1.400	5,83	1.366	5,98	1.334	6,12	1.304	6,26	1.275	6,41	1.247	6,55	1.221	6,69	EDS
320	1.506	5,78	1.469	5,93	1.434	6,07	1.400	6,22	1.368	6,36	1.337	6,51	1.308	6,65	1.280	6,8	1.253	6,95	1.228	7,09	EDS
330	1.502	6,16	1.466	6,31	1.432	6,46	1.400	6,61	1.369	6,76	1.340	6,91	1.311	7,06	1.284	7,21	1.259	7,35	1.234	7,5	EDS
340	1.497	6,56	1.464	6,71	1.431	6,87	1.400	7,02	1.370	7,17	1.342	7,32	1.315	7,47	1.289	7,62	1.264	7,77	1.240	7,92	EDS
350	1.493	6,97	1.461	7,13	1.430	7,28	1.400	7,44	1.372	7,59	1.344	7,75	1.318	7,9	1.293	8,05	1.269	8,21	1.246	8,36	EDS
360	1.490	7,39	1.458	7,56	1.428	7,71	1.400	7,87	1.373	8,02	1.346	8,18	1.321	8,34	1.297	8,49	1.274	8,65	1.252	8,8	EDS
370	1.486	7,83	1.456	7,99	1.427	8,15	1.400	8,31	1.374	8,47	1.348	8,63	1.324	8,79	1.301	8,94	1.279	9,1	1.257	9,26	EDS
380	1.483	8,28	1.454	8,44	1.426	8,61	1.400	8,77	1.375	8,93	1.350	9,09	1.327	9,25	1.305	9,41	1.283	9,57	1.262	9,73	EDS
390	1.479	8,74	1.452	8,9	1.425	9,07	1.400	9,23	1.376	9,4	1.352	9,56	1.330	9,72	1.308	9,88	1.287	10,05	1.267	10,2	EDS
400	1.476	9,21	1.450	9,38	1.424	9,55	1.400	9,71	1.376	9,88	1.354	10,04	1.332	10,21	1.311	10,37	1.291	10,53	1.272	10,69	EDS
410	1.473	9,7	1.448	9,87	1.423	10,04	1.400	10,21	1.377	10,38	1.356	10,54	1.335	10,7	1.314	10,87	1.295	11,03	1.276	11,2	EDS
420	1.470	10,2	1.446	10,37	1.422	10,54	1.400	10,71	1.378	10,88	1.357	11,05	1.337	11,21	1.317	11,38	1.299	11,54	1.280	11,71	EDS
430	1.468	10,71	1.444	10,88	1.422	11,05	1.400	11,23	1.379	11,4	1.359	11,56	1.339	11,74	1.320	11,91	1.302	12,07	1.284	12,24	EDS
440	1.465	11,23	1.443	11,4	1.421	11,58	1.400	11,75	1.380	11,92	1.360	12,1	1.341	12,27	1.323	12,44	1.305	12,61	1.288	12,78	EDS
450	1.463	11,77	1.441	11,94	1.420	12,12	1.400	12,29	1.380	12,47	1.361	12,65	1.343	12,82	1.326	12,98	1.308	13,16	1.292	13,32	EDS
460	1.461	12,31	1.440	12,49	1.419	12,68	1.400	12,85	1.381	13,02	1.363	13,2	1.345	13,37	1.328	13,54	1.311	13,72	1.295	13,89	EDS
470	1.458	12,88	1.438	13,06	1.419	13,23	1.400	13,41	1.382	13,59	1.364	13,77	1.347	13,94	1.330	14,12	1.314	14,29	1.299	14,45	EDS
480	1.456	13,45	1.437	13,63	1.418	13,81	1.400	13,99	1.382	14,17	1.365	14,35	1.349	14,52	1.333	14,69	1.317	14,87	1.302	15,04	EDS
490	1.454	14,04	1.436	14,21	1.418	14,39	1.400	14,58	1.383	14,76	1.366	14,94	1.350	15,12	1.335	15,29	1.320	15,46	1.305	15,64	EDS
500	1.453	14,62	1.434	14,82	1.417	15	1.400	15,18	1.383	15,37	1.367	15,54	1.352	15,72	1.337	15,89	1.322	16,07	1.308	16,25	EDS
510	1.451	15,24	1.433	15,43	1.416	15,61	1.400	15,79	1.384	15,97	1.368	16,16	1.353	16,34	1.339	16,51	1.324	16,7	1.311	16,86	EDS
520	1.449	15,86	1.432	16,05	1.416	16,23	1.400	16,42	1.384	16,61	1.369	16,79	1.355	16,96	1.341	17,14	1.327	17,32	1.313	17,5	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
530	1.447	16,5	1.431	16,69	1.415	16,87	1.400	17,05	1.385	17,24	1.370	17,43	1.356	17,61	1.342	17,79	1.329	17,97	1.316	18,14	EDS
540	1.446	17,14	1.430	17,33	1.415	17,52	1.400	17,7	1.385	17,9	1.371	18,08	1.358	18,25	1.344	18,44	1.331	18,62	1.318	18,81	EDS
550	1.444	17,81	1.429	17,99	1.414	18,18	1.400	18,37	1.386	18,55	1.372	18,74	1.359	18,92	1.346	19,1	1.333	19,29	1.321	19,46	EDS
560	1.443	18,47	1.428	18,67	1.414	18,85	1.400	19,04	1.386	19,23	1.373	19,41	1.360	19,6	1.347	19,79	1.335	19,97	1.323	20,15	EDS
570	1.442	19,15	1.427	19,35	1.414	19,53	1.400	19,73	1.387	19,91	1.374	20,1	1.361	20,29	1.349	20,47	1.337	20,66	1.325	20,84	EDS
580	1.440	19,86	1.427	20,04	1.413	20,24	1.400	20,42	1.387	20,62	1.375	20,8	1.362	20,99	1.350	21,18	1.339	21,35	1.327	21,55	EDS
590	1.439	20,56	1.426	20,75	1.413	20,94	1.400	21,13	1.387	21,33	1.375	21,52	1.363	21,71	1.352	21,88	1.340	22,08	1.329	22,26	EDS
600	1.438	21,28	1.425	21,47	1.412	21,67	1.400	21,86	1.388	22,05	1.376	22,24	1.364	22,43	1.353	22,62	1.342	22,8	1.331	22,99	EDS
610	1.437	22,01	1.424	22,21	1.412	22,4	1.400	22,59	1.388	22,79	1.377	22,97	1.365	23,17	1.354	23,36	1.344	23,53	1.333	23,73	EDS
620	1.436	22,75	1.424	22,95	1.412	23,14	1.400	23,34	1.388	23,54	1.377	23,73	1.366	23,92	1.356	24,1	1.345	24,29	1.335	24,47	EDS
630	1.435	23,51	1.423	23,71	1.411	23,91	1.400	24,1	1.389	24,29	1.378	24,48	1.367	24,68	1.357	24,86	1.347	25,05	1.336	25,25	EDS
640	1.434	24,28	1.422	24,48	1.411	24,67	1.400	24,87	1.389	25,07	1.379	25,25	1.368	25,45	1.358	25,64	1.348	25,83	1.338	26,02	EDS
650	1.433	25,06	1.422	25,25	1.411	25,45	1.400	25,65	1.389	25,85	1.379	26,04	1.369	26,23	1.359	26,43	1.349	26,62	1.340	26,8	EDS
660	1.432	25,86	1.421	26,06	1.410	26,26	1.400	26,45	1.390	26,64	1.380	26,83	1.370	27,03	1.360	27,22	1.351	27,41	1.341	27,61	EDS
670	1.431	26,66	1.420	26,87	1.410	27,06	1.400	27,25	1.390	27,45	1.380	27,65	1.371	27,83	1.361	28,04	1.352	28,22	1.343	28,41	EDS
680	1.430	27,49	1.420	27,68	1.410	27,88	1.400	28,07	1.390	28,28	1.381	28,46	1.371	28,67	1.362	28,86	1.353	29,05	1.344	29,24	EDS
690	1.429	28,32	1.419	28,52	1.410	28,7	1.400	28,91	1.390	29,11	1.381	29,3	1.372	29,5	1.363	29,69	1.354	29,89	1.346	30,07	EDS
700	1.429	29,15	1.419	29,35	1.409	29,56	1.400	29,75	1.391	29,94	1.382	30,14	1.373	30,34	1.364	30,54	1.355	30,74	1.347	30,92	EDS
710	1.428	30,01	1.418	30,22	1.409	30,41	1.400	30,61	1.391	30,8	1.382	31	1.373	31,21	1.365	31,39	1.357	31,58	1.348	31,79	EDS
720	1.427	30,88	1.418	31,07	1.409	31,27	1.400	31,47	1.391	31,68	1.382	31,88	1.374	32,07	1.366	32,26	1.358	32,45	1.350	32,64	EDS
730	1.426	31,76	1.418	31,94	1.409	32,15	1.400	32,35	1.391	32,56	1.383	32,75	1.375	32,94	1.367	33,14	1.359	33,33	1.351	33,53	EDS
740	1.426	32,64	1.417	32,85	1.408	33,06	1.400	33,25	1.392	33,44	1.383	33,66	1.375	33,85	1.367	34,05	1.360	34,22	1.352	34,43	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
750	1.425	33,55	1.417	33,74	1.408	33,96	1.400	34,15	1.392	34,35	1.384	34,55	1.376	34,75	1.368	34,95	1.361	35,13	1.353	35,34	EDS
760	1.425	34,45	1.416	34,67	1.408	34,87	1.400	35,07	1.392	35,27	1.384	35,47	1.376	35,68	1.369	35,86	1.361	36,07	1.354	36,26	EDS
770	1.424	35,39	1.416	35,59	1.408	35,79	1.400	36	1.392	36,2	1.385	36,39	1.377	36,6	1.370	36,79	1.362	37	1.355	37,19	EDS
780	1.423	36,34	1.415	36,55	1.408	36,73	1.400	36,94	1.392	37,15	1.385	37,34	1.378	37,53	1.370	37,75	1.363	37,94	1.356	38,14	EDS
790	1.423	37,28	1.415	37,49	1.407	37,7	1.400	37,89	1.393	38,08	1.385	38,3	1.378	38,5	1.371	38,69	1.364	38,89	1.357	39,09	EDS
800	1.422	38,26	1.415	38,45	1.407	38,66	1.400	38,86	1.393	39,05	1.386	39,25	1.379	39,45	1.372	39,65	1.365	39,85	1.358	40,06	EDS
810	1.422	39,22	1.414	39,44	1.407	39,64	1.400	39,83	1.393	40,03	1.386	40,24	1.379	40,44	1.372	40,65	1.366	40,83	1.359	41,04	EDS
820	1.421	40,22	1.414	40,42	1.407	40,62	1.400	40,82	1.393	41,03	1.386	41,24	1.380	41,42	1.373	41,63	1.366	41,84	1.360	42,02	EDS
830	1.421	41,21	1.414	41,41	1.407	41,62	1.400	41,83	1.393	42,04	1.386	42,25	1.380	42,43	1.373	42,65	1.367	42,84	1.361	43,02	EDS
840	1.420	42,24	1.413	42,45	1.407	42,63	1.400	42,84	1.393	43,06	1.387	43,24	1.380	43,46	1.374	43,65	1.368	43,84	1.362	44,04	EDS
850	1.420	43,25	1.413	43,46	1.407	43,65	1.400	43,87	1.393	44,09	1.387	44,28	1.381	44,47	1.375	44,66	1.368	44,89	1.362	45,09	EDS
860	1.419	44,3	1.413	44,49	1.406	44,71	1.400	44,9	1.394	45,1	1.387	45,33	1.381	45,52	1.375	45,72	1.369	45,92	1.363	46,12	EDS
870	1.419	45,34	1.413	45,53	1.406	45,76	1.400	45,95	1.394	46,15	1.388	46,35	1.382	46,55	1.376	46,76	1.370	46,96	1.364	47,17	EDS
880	1.419	46,39	1.412	46,62	1.406	46,82	1.400	47,02	1.394	47,22	1.388	47,42	1.382	47,63	1.376	47,84	1.370	48,05	1.365	48,22	EDS
890	1.418	47,48	1.412	47,68	1.406	47,89	1.400	48,09	1.394	48,3	1.388	48,51	1.382	48,72	1.377	48,9	1.371	49,11	1.365	49,32	EDS
900	1.418	48,55	1.412	48,76	1.406	48,97	1.400	49,18	1.394	49,39	1.388	49,6	1.383	49,78	1.377	50	1.372	50,18	1.366	50,4	EDS
910	1.417	49,67	1.411	49,89	1.406	50,06	1.400	50,28	1.394	50,49	1.389	50,68	1.383	50,9	1.378	51,08	1.372	51,3	1.367	51,49	EDS
920	1.417	50,77	1.411	50,99	1.405	51,21	1.400	51,39	1.394	51,61	1.389	51,8	1.383	52,02	1.378	52,21	1.373	52,4	1.367	52,63	EDS
930	1.417	51,88	1.411	52,1	1.405	52,32	1.400	52,51	1.395	52,7	1.389	52,93	1.384	53,12	1.378	53,35	1.373	53,54	1.368	53,74	EDS
940	1.416	53,04	1.411	53,23	1.405	53,46	1.400	53,65	1.395	53,84	1.389	54,07	1.384	54,27	1.379	54,46	1.374	54,66	1.369	54,86	EDS
950	1.416	54,18	1.411	54,37	1.405	54,6	1.400	54,79	1.395	54,99	1.390	55,19	1.384	55,43	1.379	55,63	1.374	55,83	1.369	56,04	EDS
960	1.416	55,32	1.410	55,56	1.405	55,76	1.400	55,95	1.395	56,15	1.390	56,36	1.385	56,56	1.380	56,77	1.375	56,97	1.370	57,18	EDS

Vano regulador (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Condición Inicial
	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	
970	1.415	56,52	1.410	56,72	1.405	56,92	1.400	57,13	1.395	57,33	1.390	57,54	1.385	57,74	1.380	57,95	1.375	58,16	1.370	58,38	EDS
980	1.415	57,69	1.410	57,9	1.405	58,1	1.400	58,31	1.395	58,52	1.390	58,73	1.385	58,94	1.380	59,16	1.376	59,33	1.371	59,54	EDS
990	1.415	58,88	1.410	59,08	1.405	59,29	1.400	59,51	1.395	59,72	1.390	59,93	1.386	60,11	1.381	60,32	1.376	60,54	1.372	60,72	EDS
1.000	1.414	60,11	1.410	60,28	1.405	60,5	1.400	60,71	1.395	60,93	1.390	61,15	1.386	61,33	1.381	61,55	1.377	61,73	1.372	61,95	EDS

CAPÍTULO 2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.1 INTRODUCCIÓN.....	2
2.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA AÉREA	3
2.2.1 CAPACIDAD DE TRANSPORTE.....	3
2.2.2 PARÁMETROS ELÉCTRICOS	4
2.2.3 CAIDA DE TENSIÓN	4
2.2.4 EFECTO CORONA.....	5
2.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	6
2.3.1 NORMAS GENERALES	6
2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN	6
2.3.3 LISTADO DE APOYOS	8
2.3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	8
2.3.5 VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	15

2.1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene los cálculos eléctricos correspondientes a la línea aérea de transporte de energía eléctrica, de doble circuito E/S Saleres LE 220 kV Gabias - Orgiva.

Los cálculos realizados son los siguientes:

- Capacidad de Transporte.
- Parámetros de la línea (resistencia, reactancia, susceptancia)
- Caída de tensión.
- Efecto corona.

Las características de la línea y las hipótesis de cálculo utilizadas son las siguientes:

- Tipo de apoyo predominante: D2S3
- Longitud de la línea: 4,087 km
- Número de circuitos: 2
- Altura libre predominante (AO, AA, AB, etc.): A0
- Conductor de fase: DÚPLEX CONDOR AW
- Conductores de tierra: OPGW TIPO 1 y 7N7
- Frecuencia de cálculo: 50 Hz
- Altitud media de la línea sobre el nivel del mar: 830 m
- Cálculos realizados para resistividad del terreno: 100 $\Omega \cdot m$
- Cadenas de aisladores predominante: Amarre
- Temperatura máxima de trabajo del conductor: 85°C
- Velocidad del viento perpendicular al conductor: 0,6 m/s

2.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA AÉREA

2.2.1 CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Se ha calculado la capacidad de transporte de la E/S en Saleres de la L/220 kV Gabias - Orgiva, con una velocidad de viento de 0,6 m/s perpendicular al conductor y considerando el efecto de la radiación solar en las condiciones climáticas de la zona más desfavorables. Se muestran los valores de capacidad de transporte por circuito e intensidad por subconductor.

<i>Temperatura del conductor de 85 ° C:</i>		
T. Invierno: 11 °C	MVAs	A
	861	1.130
T. Verano: 33 °C	MVAs	A
	711	933

Las temperaturas se han obtenido de la Guía Resumida del Clima en España de 1971-2000, del Ministerio de Obras Públicas y Transporte, edición 2001.

Con el presente estudio se cumple lo establecido en el vigente Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

La capacidad de transporte por circuito calculada para la retribución económica de inversiones en líneas según el Real Decreto 1047/2013 (Temperatura ambiente 10°C) con viento 0,6 m/s y sin insolación, para línea *dúplex* de 220 kV con conductores tipo Condor y temperatura de diseño de 85°C, es de **894 MVA**. La diferencia entre las capacidades de transporte calculadas y según real decreto se debe a la consideración para el cálculo de unas condiciones extremas de radiación solar a medio día y un margen de seguridad para operación.

2.2.2 PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Se han calculado los parámetros de la E/S Saleres L/ 220 kV Gabias - Orgiva.

Impedancia y potencia característica

	Impedancia característica Z_c	
	Módulo $ Z_c $	Valor complejo
Secuencia directa e inversa	281,1 Ω	280,6 – j·17,2 Ω

La potencia característica de la línea para la secuencia directa:

$$S_d := \frac{U^2}{Z_d}$$

Resultando, $S_d = 172$ MVA

Resistencia

La resistencia de la línea por unidad de longitud es:

$$R_{total} = 0,03699 \frac{\Omega}{km}$$

Reactancia

La reactancia de la línea por unidad de longitud es:

$$X_{total} = 0,30112 \frac{\Omega}{km}$$

Susceptancia

La susceptancia de la línea por unidad de longitud es:

$$B_{total} = 3,8402 \cdot 10^{-6} \frac{S}{km}$$

2.2.3 CAIDA DE TENSIÓN

No se considera el cálculo de la caída de tensión debido a que al tratarse de una red mallada, la tensión en los extremos de la línea viene determinada por el flujo de cargas del conjunto de la red y no exclusivamente por el flujo a través de la propia línea.

2.2.4 EFECTO CORONA

Se determina a qué tensión el gradiente de potencial en la superficie del conductor es superior a la rigidez dieléctrica del aire. Para ello se empleará la ley empírica establecida por F.W. Peek que tiene la siguiente expresión:

$$U_d := \sqrt{3} \cdot m_d \cdot m_t \cdot \delta \cdot \frac{E_{cr}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{r}{\beta} \cdot \ln\left(\frac{D}{r}\right)$$

β es igual a 1 si hay un conductor por fase, y tiene la siguiente expresión si hay más de un conductor por fase:

$$\beta := \frac{1 + (n - 1) \cdot \frac{r}{R_h}}{n} \quad R_h := \frac{S}{2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)}$$

Siendo:

U_d: tensión crítica disruptiva de línea en valor eficaz.

m_d: coeficiente de rugosidad del conductor:

- 1 para hilos de superficie lisa
- 0.93 a 0.98 para hilos oxidados o rugosos
- 0.83 a 0.87 para conductores formados por hilos

m_t: coeficiente meteorológico:

- 1 para tiempo seco
- 0.8 para tiempo húmedo

δ : factor de corrección de la densidad de aire (1 a 760 mm de Hg y 25 °C)

E_{cr}: rigidez dieléctrica del aire seco a presión de 1 atm (valor de pico) = 30 kV/cm

r: radio del conductor en cm.

D: distancia media geométrica entre fases en cm.

El valor de la tensión crítica disruptiva de la E/S Saleres en la L/ 220 kV Gabias - Orgiva, en valor eficaz, es de **361 kV**.

2.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

2.3.1 NORMAS GENERALES

REE realizará el sistema de puesta a tierra de los apoyos según establece el “REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN” aprobado mediante Real Decreto RD 223/2008 en el Consejo de Ministros del 15 de febrero de 2008 en el apartado 7 de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07 “Líneas aéreas con conductores desnudos”.

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados por REE en todas sus líneas, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, el diseño de su sistema de puesta a tierra deberá considerar el efecto de los cables de tierra.

Los apoyos que sean diseñados para albergar las botellas terminales de paso aéreo-subterráneo deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de apoyos en función de su ubicación.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico.

2.3.2 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.

Básicamente los apoyos no frecuentados serán los situados en bosques, monte bajo, explotaciones agrícolas o ganaderas, zonas alejadas de los núcleos urbanos, etc...

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.

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 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 se 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 adicional del calzado, R_{a1} , y la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1000Ω .

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1000 + 1,5\rho_s$$

Estos apoyos serán los apoyos frecuentados 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, Ra2. La resistencia adicional del calzado, Ra1, será nula.

$$R_a = R_{a2} = 1,5\rho_s$$

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

2.3.3 LISTADO DE APOYOS

A continuación se indica la clasificación según su ubicación de los apoyos del presente proyecto:

Nº Apoyo	Tipología	Tipo de Apoyo	Altura	Toma de Tierra
1	A	D2A4	AC	NF
2	A	D2A4	AD	NF
3	A	D2A2	A0	NF
4	A	D2A3	AA	NF
5	A	D2A2	A0	NF
6	S	D2S3	A0	NF
7	S	D2S3	A0	NF
8	S	D2S3	AB	NF
9	S	D2S3	AA	NF
10	A	D2A4	A0	NF
11	S	D2S3	AC	NF
12	A	D2A4	A0	NF
N.F.: Apoyo No Frecuentado				

2.3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

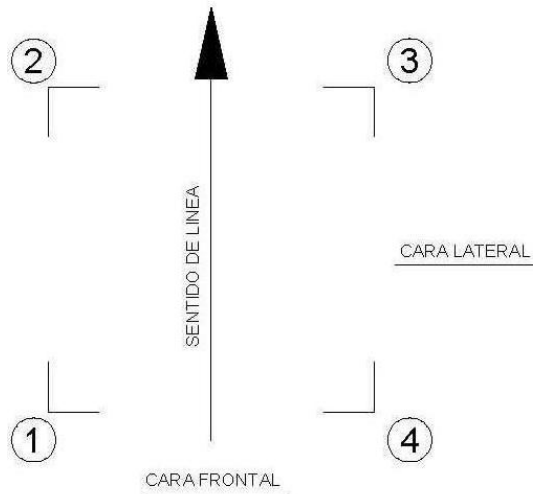
El diseño del sistema de puesta a tierra cumple los siguientes criterios básicos:

- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión
- Resistencia desde un punto de vista térmico
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

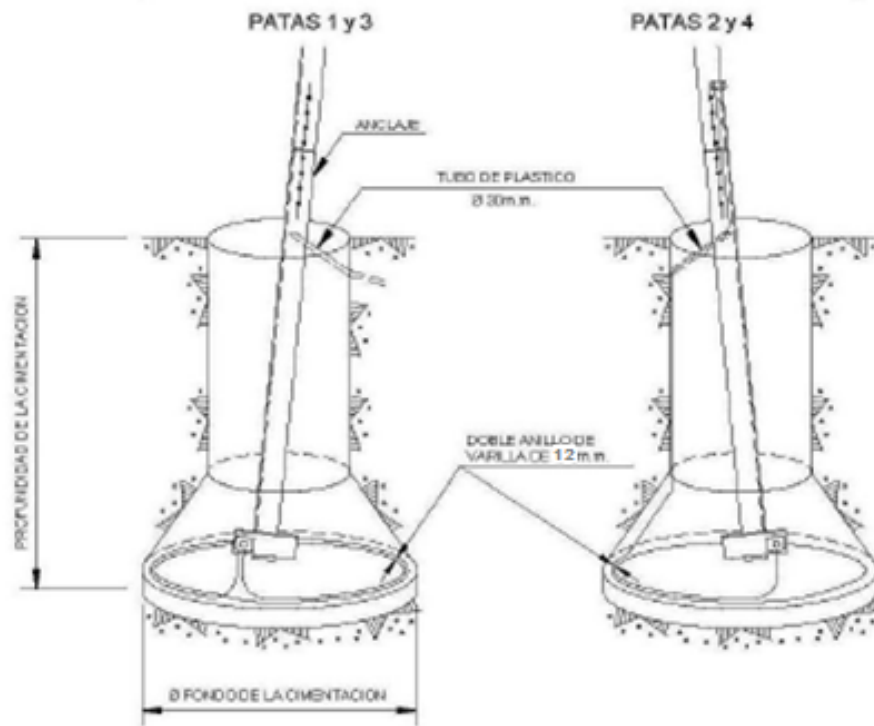
A continuación se describe el diseño del sistema de puesta a tierra para cada tipo de apoyo según su ubicación:

Apoyo no frecuentados (N.F.):

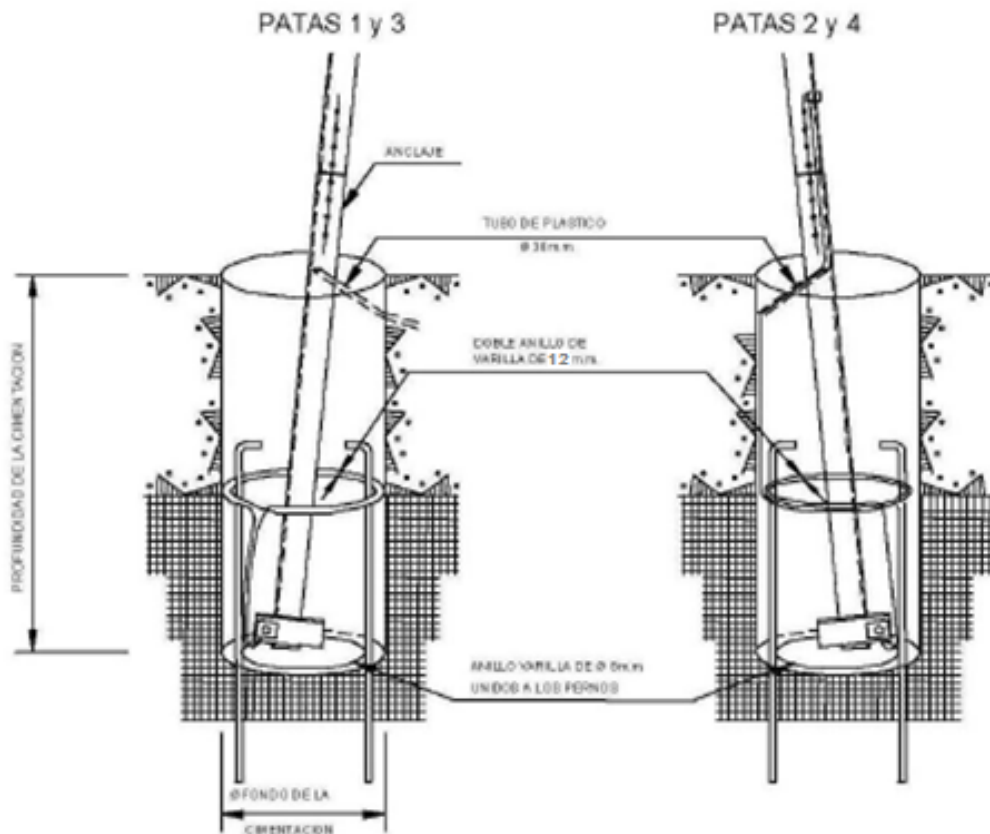
En este caso, se realizará para cada pata una toma de tierra de acuerdo con las siguientes figuras en función del tipo de cimentación: cimentación en tierra, mixta o en roca.



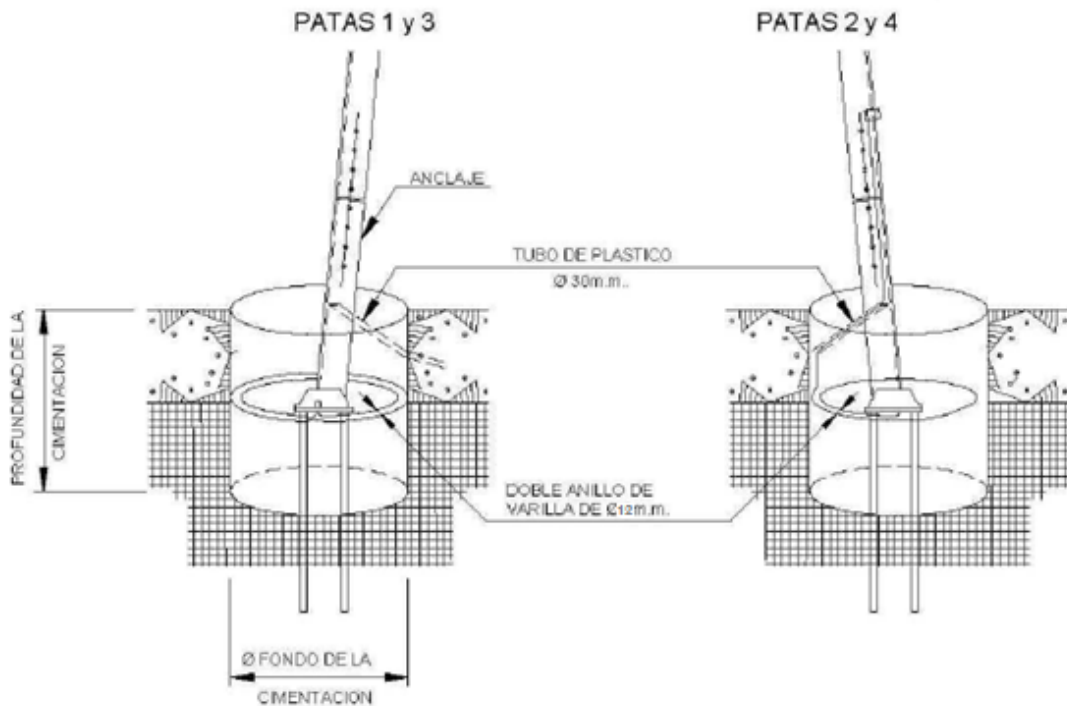
TOMAS DE TIERRA CIMENTACION PATA ELEFANTE



TOMAS DE TIERRA CIMENTACION MIXTA



TOMAS DE TIERRA CIMENTACION ROCA

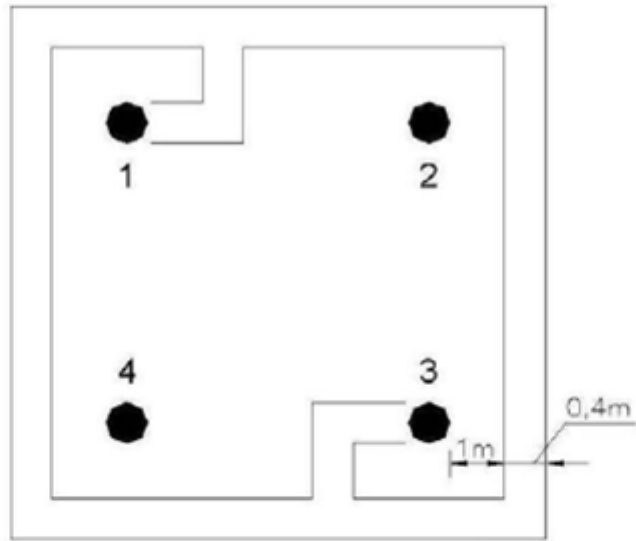


La toma de tierra se completará con la realización de una zanja de 0,40 metros de ancho y 0,60 metros de profundidad constituyendo un anillo situado alrededor del apoyo a un metro de los montantes.

En el caso de terreno de roca la profundidad será de 0,40 metros y en zona agrícola la profundidad será de 0,80 metros.

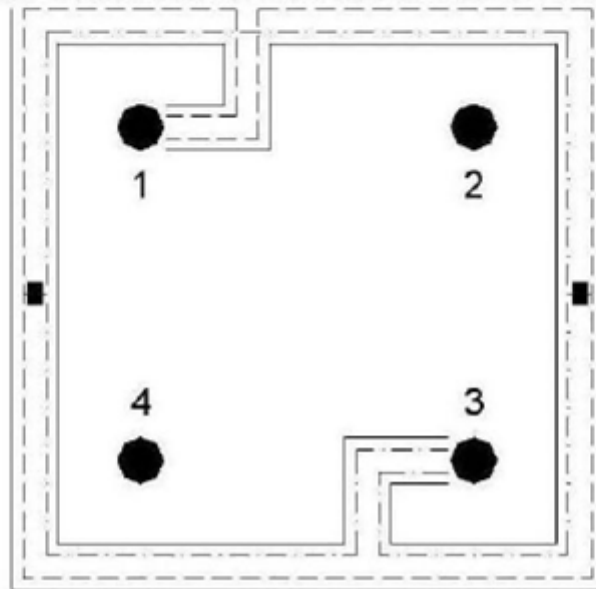
El anillo de puesta a tierra estará constituido por varillas de acero descarburado de 50 mm² de sección, utilizándose varilla doble separada 0,40 metros entre sí como se indica en las figuras siguientes.

NO FRECUENTADO
DISPOSICION DE ZANJAS



- ZANJA DE 0,40 m PROFUNDIDAD EN ROCA
- ZANJA DE 0,60 m PROFUNDIDAD EN TIERRA
- ZANJA DE 0,80 m PROFUNDIDAD EN ZONA AGRICOLA

NO FRECUENTADO
DISPOSICION DE LA VARILLA DE 12mmØ

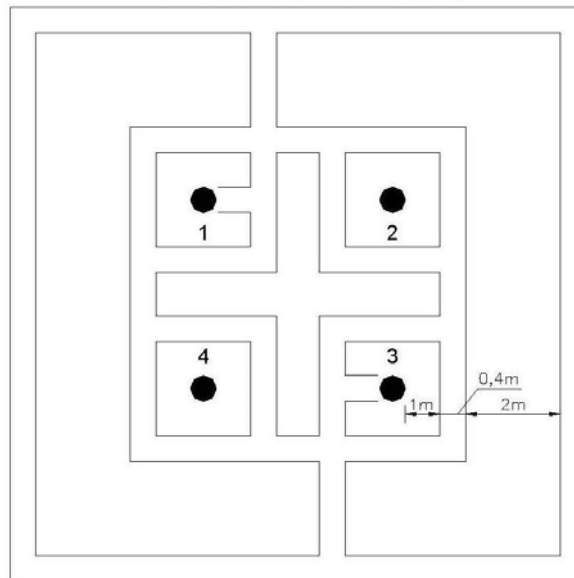


Apoyo frecuentados (F):

En este caso, se realizará para cada pata una toma de tierra igual que para el caso de los apoyos no frecuentados y se completará con la realización de un primer anillo.

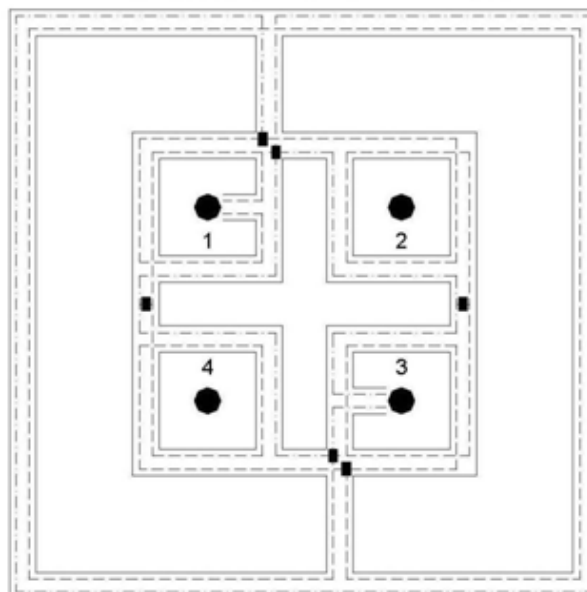
El sistema de puesta a tierra se completará con la instalación de 2 anillos constituidos por varillas de acero descarburado de 50 mm² de sección, utilizándose varilla doble separada 0,40 metros entre sí según se indican en las siguientes figuras:

FRECUENTADO
DISPOSICION DE ZANJAS



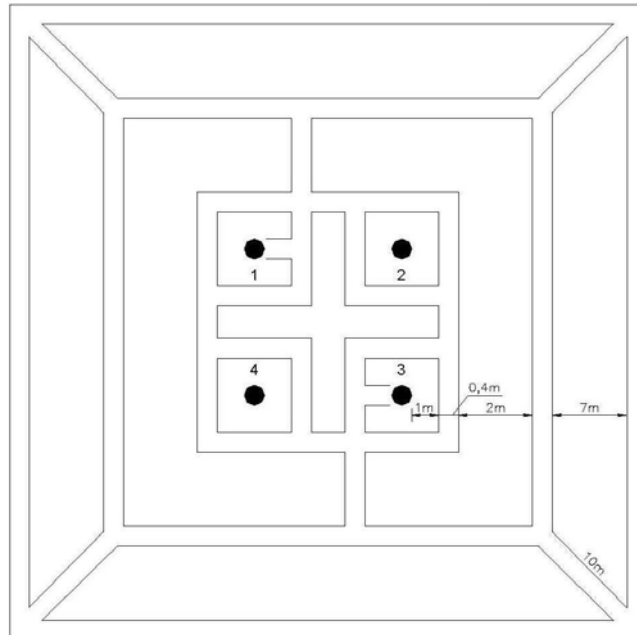
ZANJA DE 0,60 m PROFUNDIDAD EN ROCA
ZANJA DE 0,80 m PROFUNDIDAD EN TIERRA

FRECUENTADO
DISPOSICION DE LA VARILLA DE 12mmØ



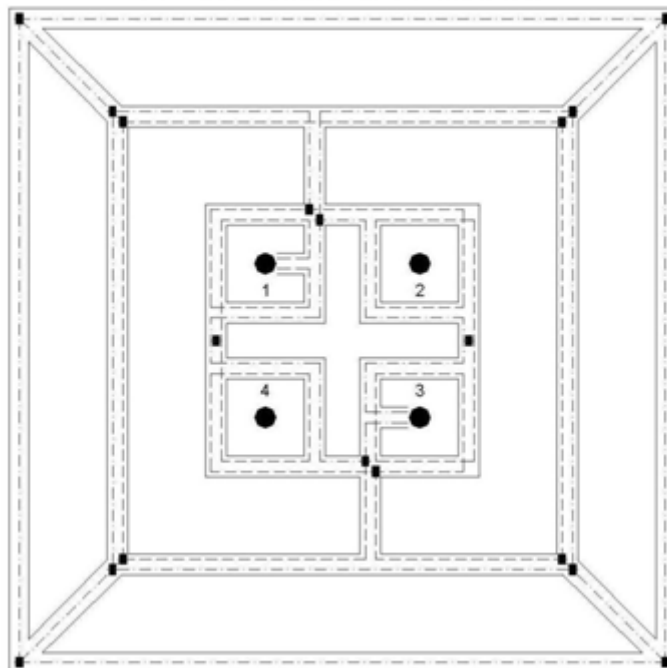
En caso de ser necesario, tras la verificación del sistema de puesta a tierra se instalaría un tercer anillo según se indica en las siguientes figuras:

FRECUENTADO 3º ANILLO
DISPOSICION DE ZANJAS



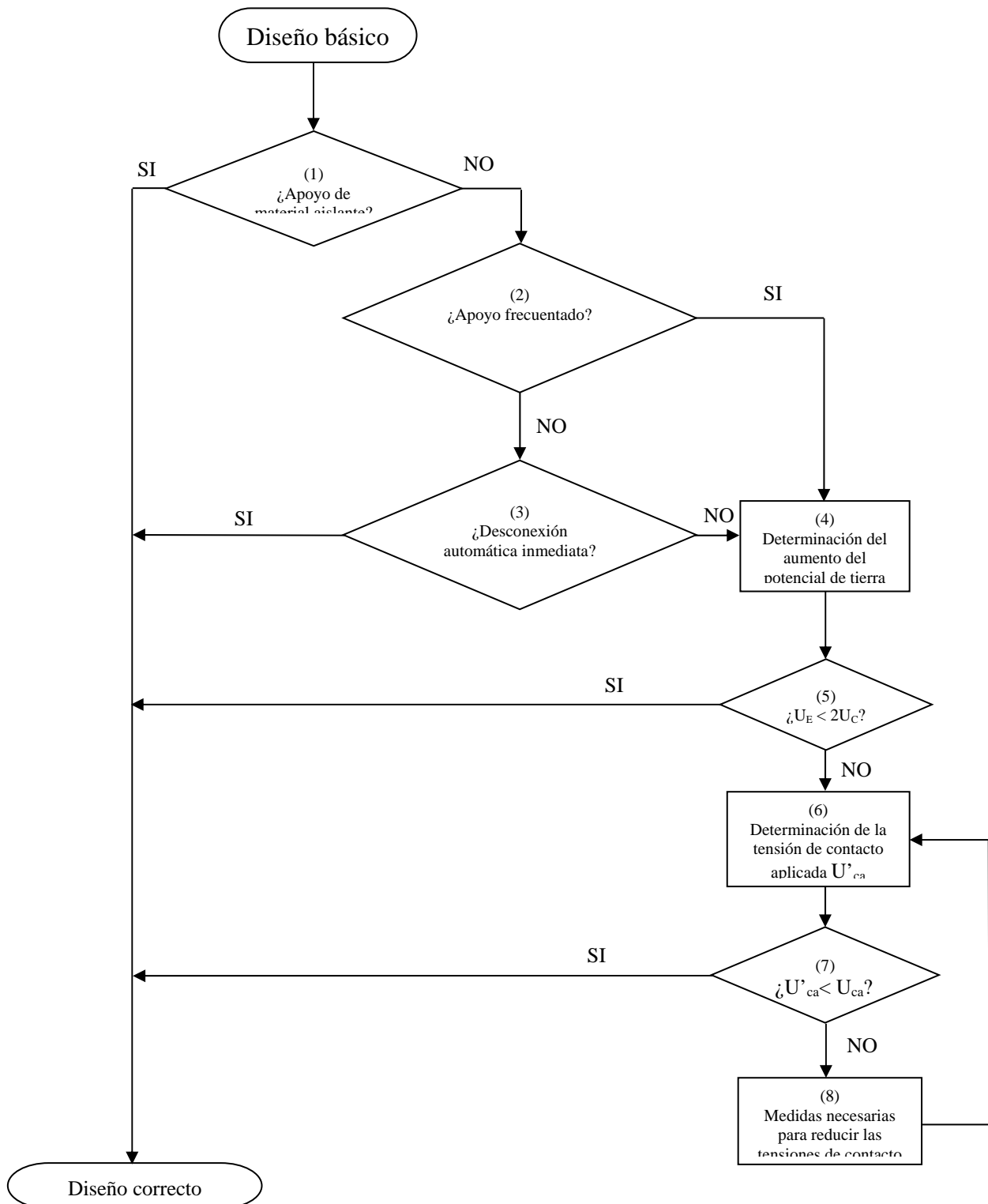
ZANJA DE 1,0 m PROFUNDIDAD EN ROCA
ZANJA DE 1,20 m PROFUNDIDAD EN TIERRA

FRECUENTADO 3º ANILLO
DISPOSICION DE LA VARILLA DE 12mmØ



2.3.5 VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

La verificación del diseño del sistema de puesta a tierra se realizará según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT 07:

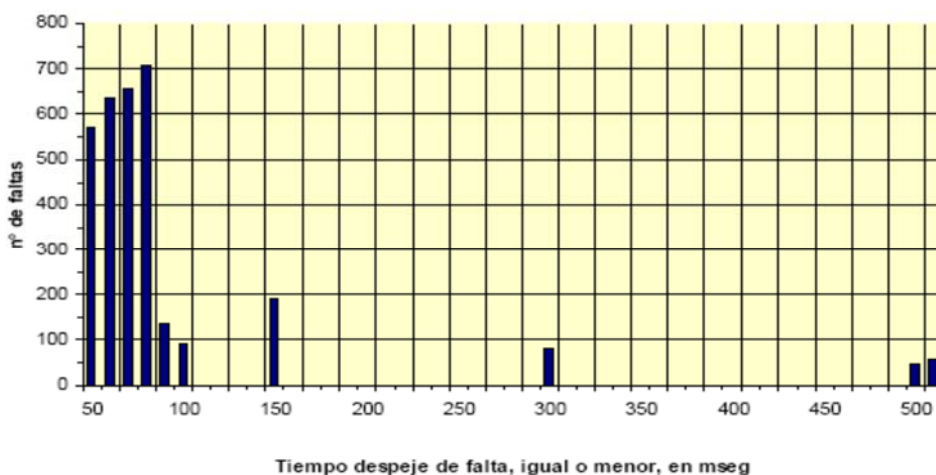


Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, U_{ca} , según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.1 de la ICT-LAT 07 a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies desnudos, en función de la duración de la corriente de falta, se muestra en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

En las Líneas de Categoría Especial, el tiempo máximo de despeje de falta a tierra garantizado por los sistemas de protección es de 500ms. Concretamente, en los últimos años el 95% de las faltas registradas tuvieron una duración menor o igual a 150ms según se puede observar en el siguiente gráfico.



A efectos prácticos del proyecto, la verificación del sistema de puesta a tierra se realizará de la siguiente forma:

Apoyos no frecuentados: El tiempo de desconexión automática en las líneas de categoría especial es inferior a 1s por lo que según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT 07, 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. En definitiva, el diseño del sistema de puesta a tierra se considerará satisfactorio desde el punto de vista de la seguridad de las personas, sin embargo, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra. REE realizará la medida de la resistencia de puesta a tierra de todos sus apoyos.

Apoyos frecuentados: El diseño del sistema de puesta a tierra se podrá considerar correcto si la elevación del potencial de tierra, V_t , es menor que dos veces el valor admisible de la tensión de contacto U_c , considerando, en cada caso concreto, las resistencias adicionales que intervengan en el circuito de contacto. Si no fuese así se deberá comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica que los valores de las tensiones de contacto aplicada, U'_{ca} , que se calcula, a un metro de distancia de la estructura, para la instalación proyectada en función de la geometría de la misma, de la corriente de puesta a tierra que considere y de la resistividad correspondiente al terreno, no superen, en las condiciones más desfavorables, los valores admisibles.

CAPÍTULO 3

AISLAMIENTO

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES.....	2
3.2 TIPOS DE CADENAS	2

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES

El aislador a utilizar en las cadenas de suspensión y de amarre será bastón de goma silicona según las Especificaciones Técnicas de REE.

Este aislador tiene las siguientes características:

- Clase	Bastón de composite (Tipo 10)
- Material	Aislamiento compuesto goma - silicona
- Longitud total	2.500 mm
- Longitud de la línea de fuga	6.125 mm
- Línea de fuga específica	25.0 mm/kV
- Carga de rotura	160 kN
- Unión normalizada IEC	20
- Tensión normalizada de corta duración a frecuencia industria	460 kV
- Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo	1.050 kV

Todos estos valores son superiores a los exigidos en el R.L.A.T.

Grado de aislamiento

La longitud de la línea de fuga es de al menos de 6.125 mm, así para una tensión más elevada de 245 kV el grado mínimo de aislamiento fase-fase es:

$$6.125/245 = 25.0 \text{ mm/kV}$$

correspondiente con un grado de contaminación "III Fuerte", de acuerdo con la clasificación del grado de contaminación reflejado en la norma UNE EN 60071-2.

3.2 TIPOS DE CADENAS

Suspensión

Las cadenas de suspensión sencilla estarán formadas por un bastón de goma de silicona de 160 kN de carga nominal de rotura, siendo la carga de rotura mínima de la cadena de 160 kN.

Considerando un coeficiente de seguridad mínimo de 2,5 el vano máximo para esta cadena será:

Para zona B

- Vano de viento 956 m
- Vano de peso 1.338 m

Se emplearán cadenas de suspensión doble en los siguientes casos:

- En apoyos cuyos esfuerzos mecánicos superen los límites de las cadenas sencillas.
- En zonas de especial degradación determinadas experimentalmente por el histórico del comportamiento de aisladores compuestos.
- En los cruzamientos con carreteras de cualquier tipo, autovías, autopistas y ferrocarriles.
- En el paso por Parques Nacionales o Naturales.

Amarre

Las cadenas horizontales estarán formadas por dos bastones de goma de silicona de 160 kN de carga nominal de rotura, siendo la carga de rotura mínima de la cadena de 320 kN, lo que supone un coeficiente de seguridad mínimo de:

$$32.000/5.158,8 \times 2 = 3,101 > 2,5$$

En los planos se muestran las cadenas, con la solución de herraje adoptada.

CAPÍTULO 4

CÁLCULO DE LOS APOYOS

4.1 TIPOS DE APOYOS Y FUNCIÓN	2
4.2 GEOMETRÍA DE LOS APOYOS	3
4.2.1 Disposición de los cables. Protección de la línea contra el rayo	3
4.2.2 Separación entre conductores. Distancias a partes puestas a tierra. Alturas. Esquemas A4	4
4.3 HIPÓTESIS CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO. ÁRBOLES DE CARGAS	6
4.4 COMPROBACIÓN APOYOS	7
4.5 MÉTODO DE CÁLCULO	9
4.6 MATERIALES Y CRITERIOS DE AGOTAMIENTO	10
4.7 CÁLCULO DE VANOS DE PESO DE LOS APOYOS	16

4.1 TIPOS DE APOYOS Y FUNCIÓN

Los apoyos de esta línea pertenecen a la normalización REE para líneas a 220 kV doble circuito, de la cual se utilizan los siguientes:

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN
APOYO D2A4	FIN DE LÍNEA, ANCLAJE Y ÁNGULO 55°, ÁNGULO 60° DX
APOYO D2S3	SUSPENSIÓN
APOYO D2A2	ÁNGULO 15° DX
APOYO D2A3	ÁNGULO 35°, ANCLAJE Y ÁNGULO 30° DX

4.2 GEOMETRÍA DE LOS APOYOS

4.2.1 Disposición de los cables. Protección de la línea contra el rayo

En el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, en su apartado 2.1.7 “Consideraciones en la instalación de los cables de tierra”, se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase no exceda de 35°.

Como puede comprobarse en los esquemas de los apoyos adjuntos, todas las disposiciones geométricas de los apoyos utilizados en este proyecto cumplen con esta recomendación.

4.2.2 Separación entre conductores. Distancias a partes puestas a tierra. Alturas.

Esquemas A4

Separación entre conductores

La mínima separación entre fases de un mismo circuito y entre fases de circuitos distintos es de 6,5 m.

Aplicando la expresión dada en el apartado 5.4 de la ITC-LAT-07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, tenemos que:

$$S_{vert} = 0,65 \sqrt{F + L_c} + 0,85 * D_{pp}$$

Serie D2

<u>Zona</u>	<u>Vano máximo (m)</u>
Zona B	<u>C.V.(Lc= 3 m, Fmax=51,533)</u> 760

Distancias a partes puestas a tierra

La distancia mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior, según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (apartado 5.4.2 de la ITC-LAT-07), a D_{el} . Este valor, para líneas de 400 kV, es de 1,7 m.

En los apoyos de cadenas horizontales, la distancia mínima a a partes puestas a tierra con viento, se mantendrá para una longitud del puente de 2,5 m. una oscilación de éste de 20°.

Alturas

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima según el apartado 5.5 de la ITC-LAT-07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, de:

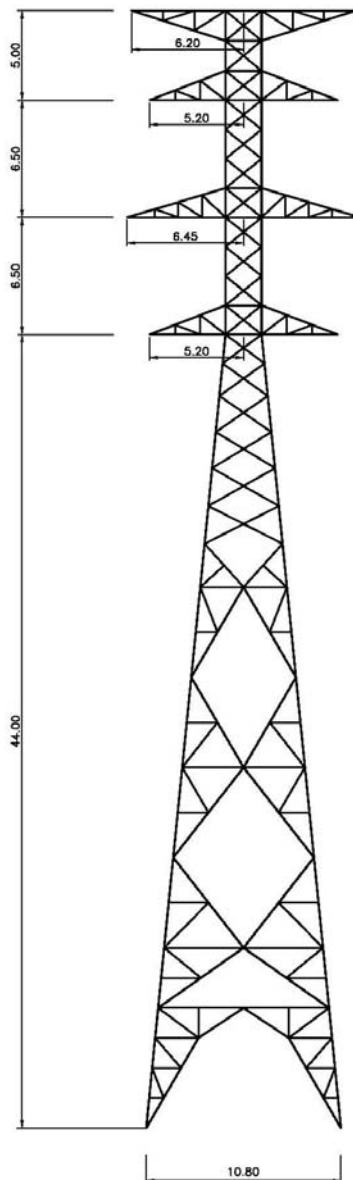
$$5,3 + D_{el} = 5,3 + 1,7 = 7 \text{ m}$$

Las alturas útiles de los apoyos pueden variar entre los siguientes valores en incrementos de 5 m:

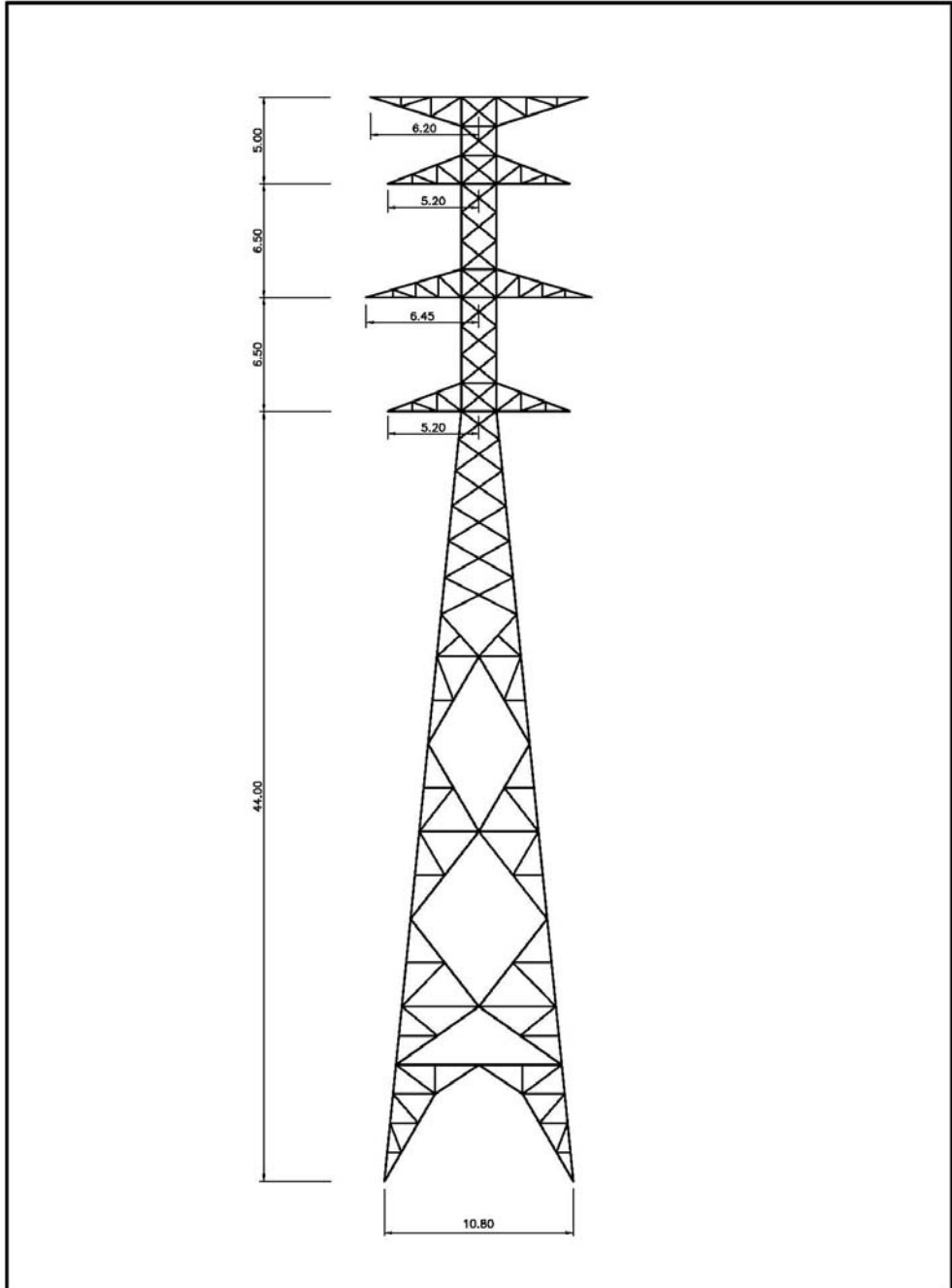
- Apoyos de cadenas verticales 19- 34 m

- Apoyos de cadenas horizontales: 15- 39 m

Asimismo cada base puede disponer de patas desniveladas desde -1,66 a 3,32 m, con objeto de adaptar los apoyos a la topología del terreno.

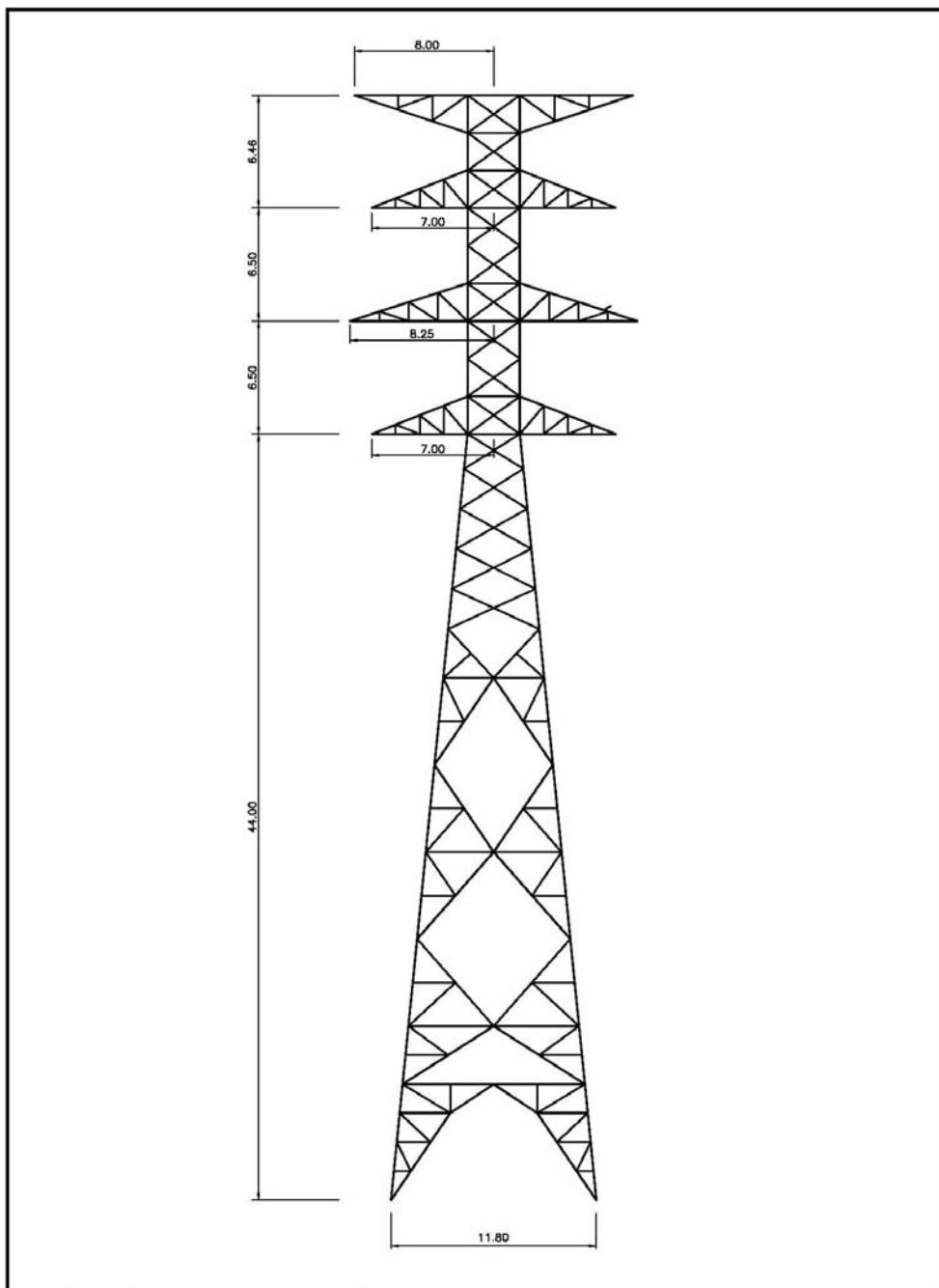


EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
REALIZADO	04-10	A.L.A.	<i>[Firma]</i>		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
VERIFICADO	04-10	J.C.P.	<i>[Firma]</i>		APOYO TIPO D2A2 (2 C.T.) ESQUEMA GENERAL	SUSTITUIDO POR:	
APROBADO	04-10	A.G.M.	<i>[Firma]</i>			Nº	106P004
ESCALA	1:300					HOJA	DE

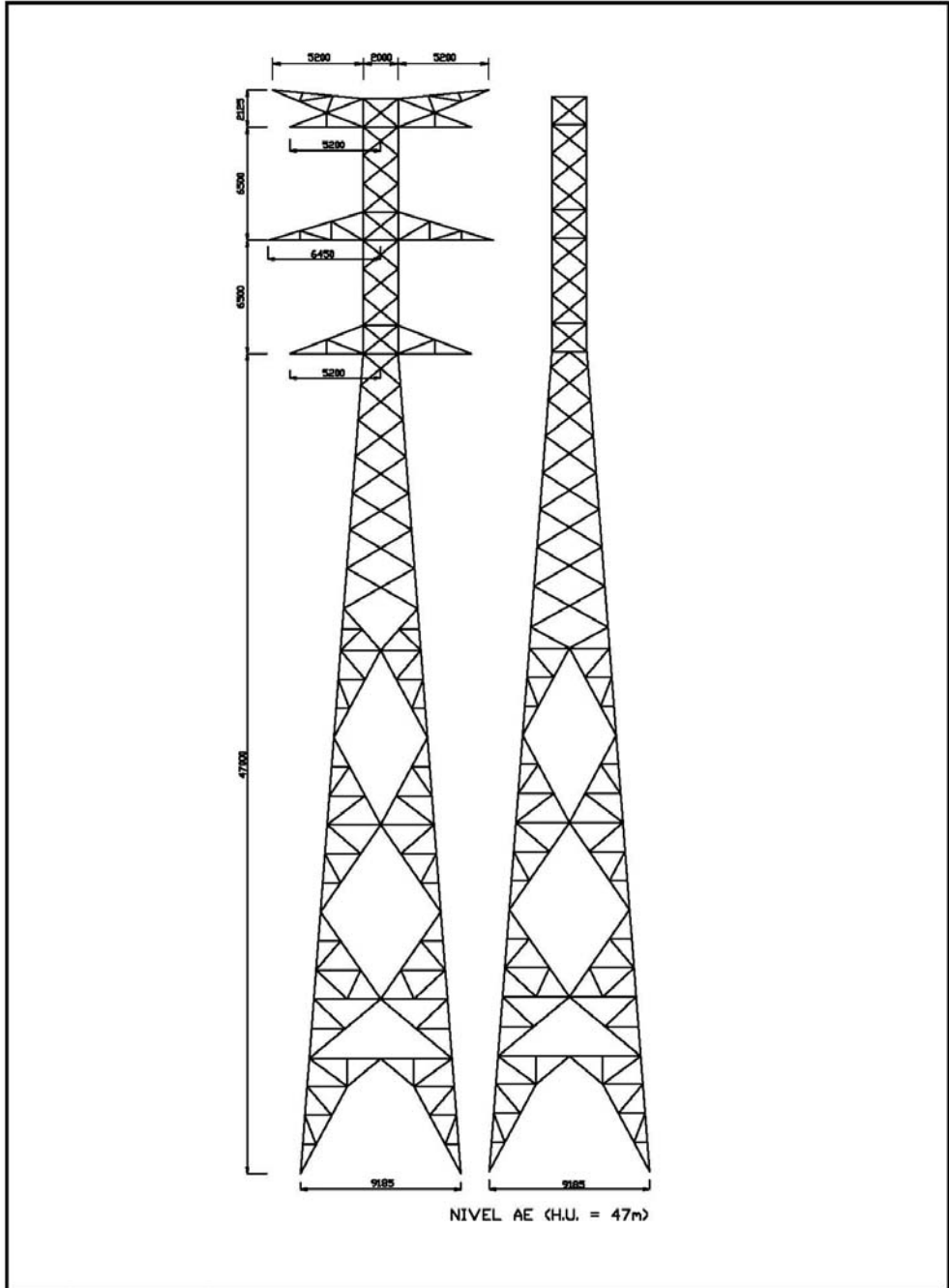


EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION	
REALIZADO	04-10	A.L.A.	<i>[Firma]</i>	 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE OPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
VERIFICADO	04-10	J.C.P.	<i>[Firma]</i>		SUSTITUIDO POR:	
APROBADO	04-10	A.G.M.	<i>[Firma]</i>		Nº	107P004
ESCALA		1:300			HOJA DE	

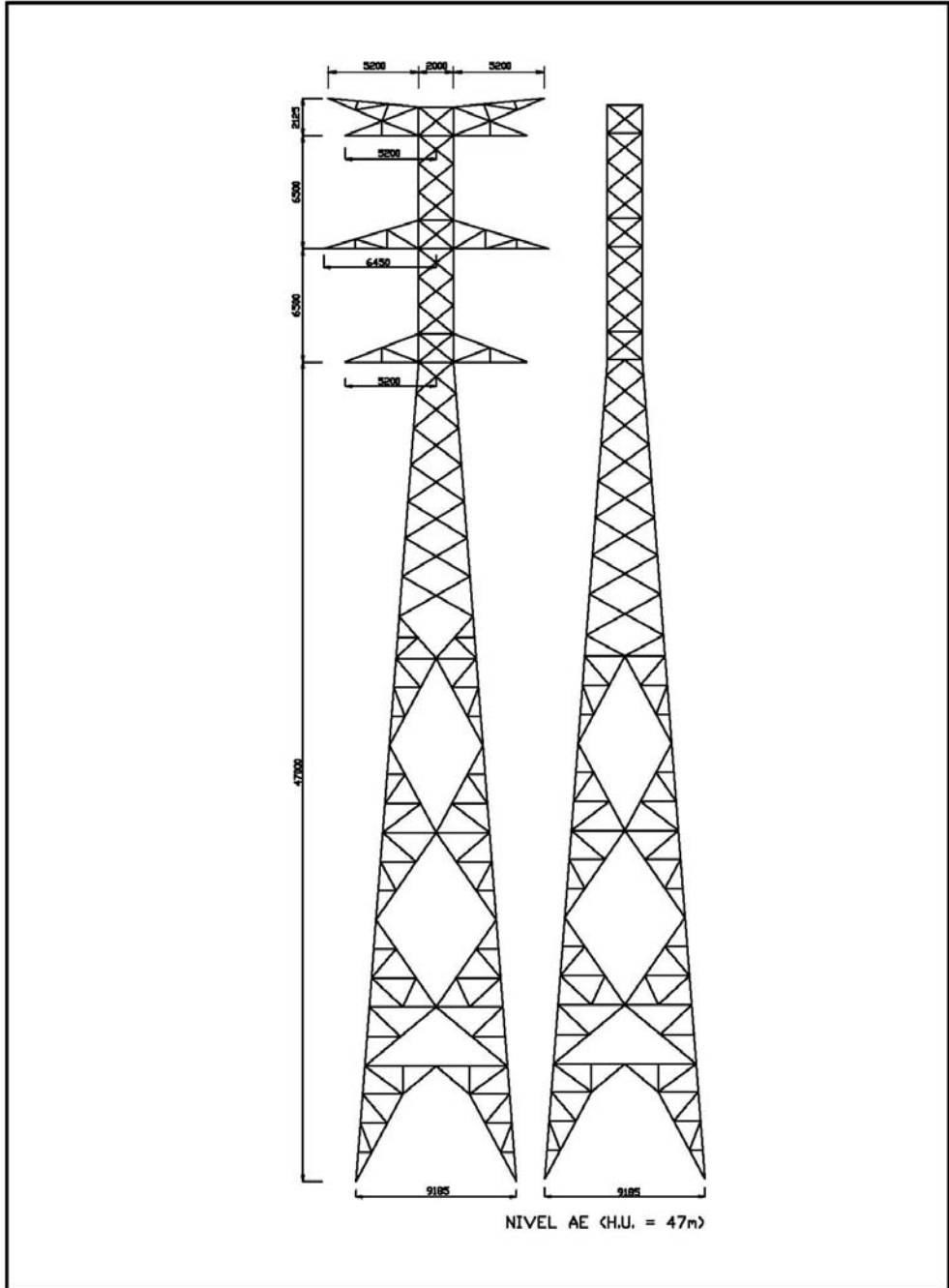
APOYO TIPO D2A3 (2 C.T.)
ESQUEMA GENERAL



EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
REALIZADO	04-10	A.L.A.	<i>[Firma]</i>		RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
VERIFICADO	04-10	J.C.P.	<i>[Firma]</i>			SUSTITUIDO POR:	
APROBADO	04-10	A.G.M.	<i>[Firma]</i>			Nº	108P004
ESCALA	1:300				APOYO TIPO D2A4 (2 C.T.) ESQUEMA GENERAL		HOJA DE



EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
REALIZADO	04-10	A.L.A.	<i>[Firma]</i>		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
VERIFICADO	04-10	J.C.P.	<i>[Firma]</i>		APOYO TIPO D2S3 (2 C.T.) ESQUEMA GENERAL	SUSTITUIDO POR:	
APROBADO	04-10	A.G.M.	<i>[Firma]</i>			Nº	104P004
ESCALA	1:300					HOJA	DE



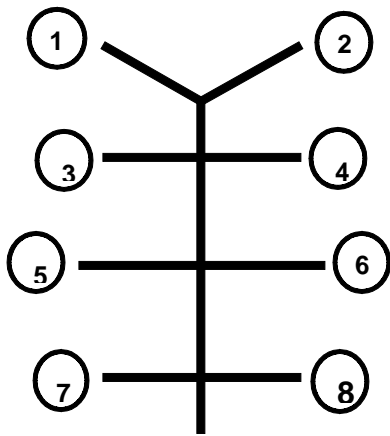
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS		SUSTITUYE A:	
REALIZADO	04-10	A.L.A.				SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	04-10	J.C.P.				Nº	105P004
APROBADO	04-10	A.G.M.				HOJA	DE
ESCALA	1:300			APOYO TIPO D2S4 (2 C.T.) ESQUEMA GENERAL			

4.3 HIPÓTESIS CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO. ÁRBOLES DE CARGAS

Las hipótesis consideradas en el cálculo y los coeficientes de seguridad son los establecidos en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

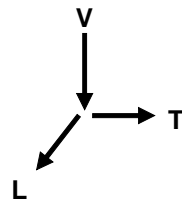
A continuación se dan las tablas de hipótesis para cada apoyo.

APOYO TIPO: D2S3



Hipótesis

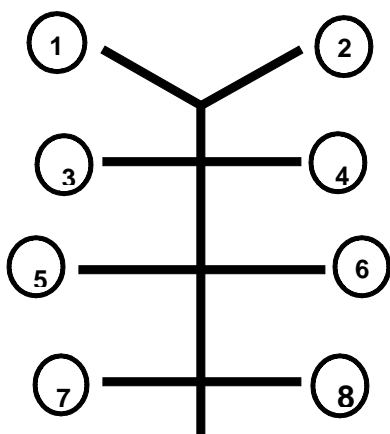
- 1 Viento (140 km/h)
- 2a Hielo
- 2b Hielo y Viento (60 km/h)
- 3 Desequilibrio
- 4a Rotura Cable de tierra
- 4b Rotura Conductor Superior
- 4c Rotura Conductor Medio
- 4d Rotura Conductor Inferior



HIPÓTESIS Nº

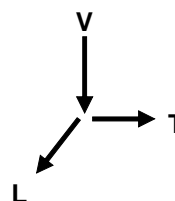
FASE		1	2a	2b	3	4a	4b	4c	4d
1	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	490	0	270	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	622	4148	0	0	0
2	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	490	0	270	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	622	0	0	0	0
3	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	2662	0	0
4	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	0	0	0
5	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	0	2662	0
6	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	0	0	0
7	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	0	0	2662
8	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	0	0	0
c.s.		1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Viento (km/h)		140	NO	60	NO	NO	NO	NO	NO

APOYO TIPO: D2S4-0°



Hipótesis

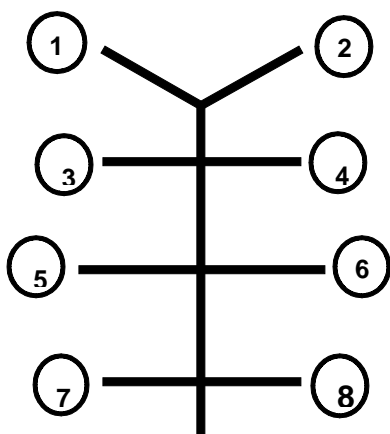
- 1 Viento (140 km/h)
- 2a Hielo
- 2b Viento (60 km/h) y hielo
- 3 Desequilibrio
- 4a Rotura Cable de tierra
- 4b Rotura Conductor Superior
- 4c Rotura Conductor Medio
- 4d Rotura Conductor Inferior



HIPÓTESIS Nº

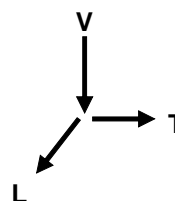
FASE		1	2a	2b	3	4a	4b	4c	4d
1	V	819	2194	2194	2194	2194	2194	2194	2194
	T	734	0	405	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	622	4148	0	0	0
2	V	819	2194	2194	2194	2194	2194	2194	2194
	T	734	0	405	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	622	0	0	0	0
3	V	2623	6034	6034	6034	6034	6034	6034	6034
	T	2262	0	947	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	2662	0	0
4	V	2623	6034	6034	6034	6034	6034	6034	6034
	T	2262	0	947	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	0	0	0
5	V	2623	6034	6034	6034	6034	6034	6034	6034
	T	2262	0	947	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	0	2662	0
6	V	2623	6034	6034	6034	6034	6034	6034	6034
	T	2262	0	947	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	0	0	0
7	V	2623	6034	6034	6034	6034	6034	6034	6034
	T	2262	0	947	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	0	0	2662
8	V	2623	6034	6034	6034	6034	6034	6034	6034
	T	2262	0	947	0	0	0	0	0
	L	0	0	0	1597	0	0	0	0
c.s.		1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Viento (km/h)		140	NO	60	NO	NO	NO	NO	NO

APOYO TIPO: D2S4-4°



Hipótesis

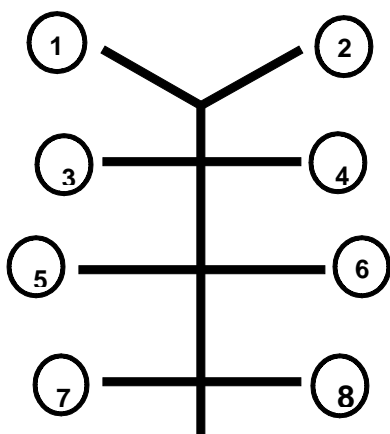
- 1 Viento (140 km/h)
- 2a Hielo
- 2b Hielo y Viento (60 km/h)
- 3 Desequilibrio
- 4a Rotura Cable de tierra
- 4b Rotura Conductor Superior
- 4c Rotura Conductor Medio
- 4d Rotura Conductor Inferior



HIPÓTESIS Nº

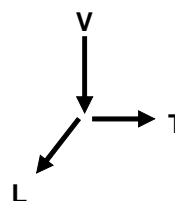
FASE		1	2a	2b	3	4a	4b	4c	4d
1	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	688	282	560	0	290	290	290	290
	L	0	0	0	622	4148	0	0	0
2	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	688	282	560	0	290	290	290	290
	L	0	0	0	622	0	0	0	0
3	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	2077	728	1374	0	743	743	743	743
	L	0	0	0	1597	0	2662	0	0
4	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	2077	728	1374	0	743	743	743	743
	L	0	0	0	1597	0	0	0	0
5	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	2077	728	1374	0	743	743	743	743
	L	0	0	0	1597	0	0	2662	0
6	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	2077	728	1374	0	743	743	743	743
	L	0	0	0	1597	0	0	0	0
7	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	2077	728	1374	0	743	743	743	743
	L	0	0	0	1597	0	0	0	2662
8	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	2077	728	1374	0	743	743	743	743
	L	0	0	0	1597	0	0	0	0
c.s.		1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Viento (km/h)		140	NO	60	NO	NO	NO	NO	NO

APOYO TIPO: D2A2



Hipótesis

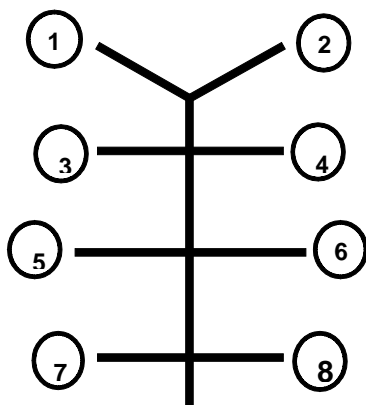
- 1 Viento (140 km/h)
- 2a Hielo
- 2b Hielo y Viento (60 km/h)
- 3 Desequilibrio
- 4a Rotura Cable de tierra
- 4b Rotura Conductor Superior
- 4c Rotura Conductor Medio
- 4d Rotura Conductor Inferior



HIPÓTESIS Nº

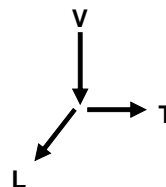
FASE		1	2a	2b	3	4a	4b	4c	4d
1	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	1231	1055	1353	947	1083	1083	1083	1083
	L	0	0	0	1037	4148	0	0	0
2	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	1231	1055	1353	947	1083	1083	1083	1083
	L	0	0	0	1037	0	0	0	0
3	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	3636	2722	3411	2432	2779	2779	2779	2779
	L	0	0	0	2662	0	5323	0	0
4	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	3636	2722	3411	2432	2779	2779	2779	2779
	L	0	0	0	2662	0	0	0	0
5	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	3636	2722	3411	2432	2779	2779	2779	2779
	L	0	0	0	2662	0	0	5323	0
6	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	3636	2722	3411	2432	2779	2779	2779	2779
	L	0	0	0	2662	0	0	0	0
7	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	3636	2722	3411	2432	2779	2779	2779	2779
	L	0	0	0	2662	0	0	0	5323
8	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	3636	2722	3411	2432	2779	2779	2779	2779
	L	0	0	0	2662	0	0	0	0
c.s.		1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Viento (km/h)		140	NO	60	NO	NO	NO	NO	NO

APOYO TIPO: D2A3



Hipótesis

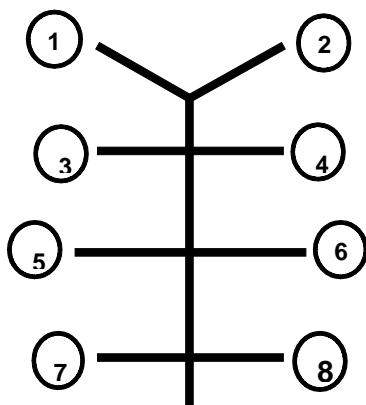
- 1 Viento (140 km/h)
- 2a Hielo
- 2b Hielo y Viento (60 km/h)
- 3a Desequilibrio (ángulo)
- 3b Desequilibrio (ánclaje)
- 4a Rotura Cable de tierra
- 4b Rotura Conductor Superior
- 4c Rotura Conductor Medio
- 4d Rotura Conductor Inferior



HIPÓTESIS Nº

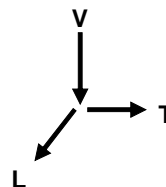
FASE		1	2a	2b	3ang	3anc	4a	4b	4c	4d
1	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	2198	2430	2765	2183	1610	2495	2495	2495	2495
	L	0	0	0	1037	2074	4148	0	0	0
2	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	2198	2430	2765	2183	1610	2495	2495	2495	2495
	L	0	0	0	1037	2074	0	0	0	0
3	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	6411	6272	7034	5602	4133	6403	6403	6403	6403
	L	0	0	0	2662	5323	0	5323	0	0
4	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	6411	6272	7034	5602	4133	6403	6403	6403	6403
	L	0	0	0	2662	5323	0	0	0	0
5	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	6411	6272	7034	5602	4133	6403	6403	6403	6403
	L	0	0	0	2662	5323	0	0	5323	0
6	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	6411	6272	7034	5602	4133	6403	6403	6403	6403
	L	0	0	0	2662	5323	0	0	0	0
7	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	6411	6272	7034	5602	4133	6403	6403	6403	6403
	L	0	0	0	2662	5323	0	0	0	5323
8	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	6411	6272	7034	5602	4133	6403	6403	6403	6403
	L	0	0	0	2662	5323	0	0	0	0
c.s.		1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Viento (km/h)		140	NO	60	NO	NO	NO	NO	NO	NO

APOYO TIPO: D2A4-ángulo



Hipótesis

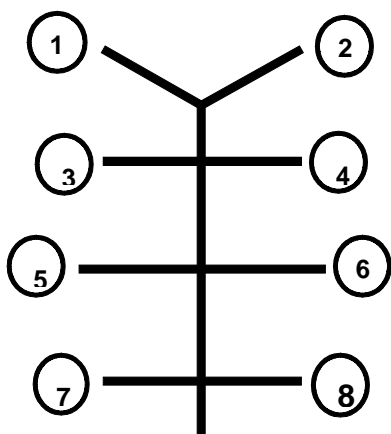
- 1 Viento (140 km/h)
- 2a Hielo
- 2b Hielo y Viento (60 km/h)
- 3a Desequilibrio (ángulo)
- 3b Desequilibrio (ánclaje)
- 4a Rotura Cable de tierra
- 4b Rotura Conductor Superior
- 4c Rotura Conductor Medio
- 4d Rotura Conductor Inferior



HIPÓTESIS Nº

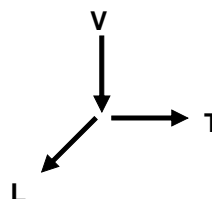
FASE		1	2a	2b	3ang	3anc	4a	4b	4c	4d
1	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	3331	4040	4418	3630	3111	4148	4148	4148	4148
	L	0	0	0	1037	2074	4148	0	0	0
2	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	3331	4040	4418	3630	3111	4148	4148	4148	4148
	L	0	0	0	1037	2074	0	0	0	0
3	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	9660	10428	11277	9315	7985	10646	10646	10646	10646
	L	0	0	0	2662	5323	0	5323	0	0
4	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	9660	10428	11277	9315	7985	10646	10646	10646	10646
	L	0	0	0	2662	5323	0	0	0	0
5	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	9660	10428	11277	9315	7985	10646	10646	10646	10646
	L	0	0	0	2662	5323	0	0	5323	0
6	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	9660	10428	11277	9315	7985	10646	10646	10646	10646
	L	0	0	0	2662	5323	0	0	0	0
7	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	9660	10428	11277	9315	7985	10646	10646	10646	10646
	L	0	0	0	2662	5323	0	0	0	5323
8	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	9660	10428	11277	9315	7985	10646	10646	10646	10646
	L	0	0	0	2662	5323	0	0	0	0
c.s.		1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Viento (km/h)		140	NO	60	NO	NO	NO	NO	NO	NO

APOYO TIPO: D2A4-FL



Hipótesis

- 1 Viento (140 km/h)
- 2a Hielo
- 2b Hielo y Viento (60 km/h)
- 4a Rotura Cable de tierra
- 4b Rotura Fase Superior
- 4c Rotura Fase Media
- 4d Rotura Fase Inferior



HIPÓTESIS Nº

FASE		1	2a	2b	4a	4b	4c	4d
1	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	490	0	270	0	0	0	0
	L	2841	4040	4148	0	4148	4148	4148
2	V	546	1462	1462	1462	1462	1462	1462
	T	490	0	270	0	0	0	0
	L	2841	4040	4148	4148	4148	4148	4148
3	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0
	L	8152	10428	10646	10646	0	10646	10646
4	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0
	L	8152	10428	10646	10646	10646	10646	10646
5	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0
	L	8152	10428	10646	10646	10646	0	10646
6	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0
	L	8152	10428	10646	10646	10646	10646	10646
7	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0
	L	8152	10428	10646	10646	10646	10646	0
8	V	1748	4023	4023	4023	4023	4023	4023
	T	1508	0	631	0	0	0	0
	L	8152	10428	10646	10646	10646	10646	10646
c.s.		1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2
Viento (km/h)		140	NO	60	NO	NO	NO	NO

4.4 COMPROBACIÓN APOYOS

Como se indica en el siguiente apartado, los apoyos de este proyecto se han calculado por ordenador, utilizando un programa matricial basado en el método de rigideces o desplazamientos.

A continuación se muestra un listado de los apoyos de la línea en el que se puede observar la utilización máxima de cada apoyo en la hipótesis reglamentaria más desfavorable, indicándose ésta mediante un porcentaje sobre su capacidad resistente útil total (capacidad resistente total del apoyo / coeficiente de seguridad).

Como puede comprobarse, el porcentaje de utilización de los apoyos es igual o inferior al 100 %, no superándose por tanto la capacidad resistente útil de ningún apoyo.

Adicionalmente, se muestra para los apoyos con cadenas de suspensión, el porcentaje de desviación de las cadenas sobre la máxima desviación permitida para cada tipo de apoyo, bajo la hipótesis reglamentaria que se establece en el apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (hipótesis de desviación de cadenas bajo la acción de una presión de viento mitad).

Como puede comprobarse, el porcentaje de desviación de las cadenas de suspensión en la hipótesis reglamentaria de desviación de cadenas, es igual o inferior al 100 % del máximo permitido para todos los apoyos de suspensión de la línea.

Nº Apoyo	Tipo de Apoyo	Distancia Origen (m)	Ángulo (º)	Utilización máxima apoyo (%)	Desviación de cadenas (%)
T-1	D2A4-AC	0	0	96.3	0
T-2	D2A4-AD	355.17	41.87	74.9	0
T-3	D2A2-A0	1107.01	0	65	0
T-4	D2A3-AA	1402.82	-18.77	60.5	0
T-5	D2A2-A0	1721.64	-7.17	66.5	0

Nº Apoyo	Tipo de Apoyo	Distancia Origen (m)	Ángulo (º)	Utilización máxima apoyo (%)	Desviación de cadenas (%)
T-6	D2S3-A0	1966.1	0	73.5	56.5
T-7	D2S3-A0	2334.4	0	84.5	87.4
T-8	D2S3-AB	2752.85	0	75.4	76.2
T-9	D2S3-AA	3003.43	0	70.7	79.4
T-10	D2A4-A0	3289.16	-35.57	59.1	0.0
T-11	D2S3-AC	3721.33	0	84.7	68.3
T-12	D2A4-A0	4037.7	0	77.7	0

Por tanto, se confirma la validez de los apoyos de la línea, ya que en ningún caso se supera la capacidad resistente útil de los apoyos ni el ángulo máximo de desviación de cadenas permitido para los apoyos de suspensión.

4.5 MÉTODO DE CÁLCULO

Todos los apoyos han sido calculados por ordenador utilizando un programa matricial basado en el método de las rigideces o desplazamientos.

La estructura se considera articulada en todos sus nudos y todas las fuerzas que se aplican son axiales.

Una vez definidas las coordenadas (X,Y,Z) de cada uno de los nudos de la estructura y las barras de la misma (definidas por los nudos) se plantean las ecuaciones que ligan las cargas o reacciones exteriores en cada uno de los 'n' nudos con los desplazamientos correspondientes.

Tendremos así un sistema general de 3 'n' ecuaciones con 3 'n' incógnitas, siendo incógnitas los desplazamientos y términos independientes las cargas o reacciones en cada nudo.

Una vez calculados los desplazamientos de cada nudo y conocidas las rigideces, se calculan los esfuerzos axiales en cada barra para proceder posteriormente a su dimensionado.

4.6 MATERIALES Y CRITERIOS DE AGOTAMIENTO

Los perfiles utilizados en la construcción de los apoyos son angulares de alas iguales según Norma UNE 36.531 de las siguientes características:

- Acero S355J2G3 de 355 N/mm² de límite elástico para angulares de 70 x 5 y superiores.
- Acero S275JR de 275 N/mm² de límite elástico para angulares de 60 x 5 e inferiores.

Las chapas serán de calidad S355J2G3, los tornillos de calidad 5.6 según Norma UNE-EN ISO 898-1 de 300 N/mm² de límite de fluencia y las tuercas de calidad 5 según Norma UNE-EN 20898-2. Las dimensiones de los tornillos y las tuercas son M16, M20 y M24 según Norma 17115.

El criterio de agotamiento a compresión es el de inestabilidad por pandeo, según curvas de ASCE (Manual 52), que se incluyen, aplicándose las siguientes fórmulas en función de la esbeltez (L/R), de la excentricidad en la aplicación de la carga y de la restricción de giro de los extremos:

Curva 1: $0 < \frac{L}{R} < 120$	$K \cdot \frac{L}{R} = \frac{L}{R}$	Curva 4: $120 < \frac{L}{R} < 200$	$K \cdot \frac{L}{R} = \frac{L}{R}$
Curva 2: $0 < \frac{L}{R} < 120$	$K \cdot \frac{L}{R} = 30 + 0,75 \cdot \frac{L}{R}$	Curva 5: $120 < \frac{L}{R} < 225$	$K \cdot \frac{L}{R} = 28,6 + 0,762 \cdot \frac{L}{R}$
Curva 3: $0 < \frac{L}{R} < 120$	$K \cdot \frac{L}{R} = 60 + 0,5 \cdot \frac{L}{R}$	Curva 6: $120 < \frac{L}{R} < 250$	$K \cdot \frac{L}{R} = 46,2 + 0,615 \cdot \frac{L}{R}$

Las limitaciones de esbeltez son las siguientes:

- Montantes: 150
- Resto de barras trabajando: 200
- Rellenos: 250

Las barras a tracción se han dimensionado para el fallo al límite de fluencia considerando la sección neta correspondiente con taladros de diámetro 1,5 mm superiores a los de los tornillos.

En el caso de barras unidas por una sola ala (tirantes de las crucetas) la sección neta se ha reducido al 80% de la calculada según lo anteriormente citado.

Para el fallo de las uniones se han considerado los tornillos a cortadura o los elementos unidos a aplastamiento.

- Para cortadura los valores de fallo son el 80% de la sección del núcleo del tornillo.

$$R_c = 0,8 \times 30 \times \pi d^2 / 4 \text{ (daN)}$$

- Para aplastamiento los valores de fallo son el doble del límite de fluencia de los elementos unidos por la sección diametral:

$$R_a = 2 \times 27,5 \times d \times e \text{ (Acero S275JR) (daN)}$$

$$R_a = 2 \times 35,5 \times d \times e \text{ (Acero S355J2G3) (daN)}$$

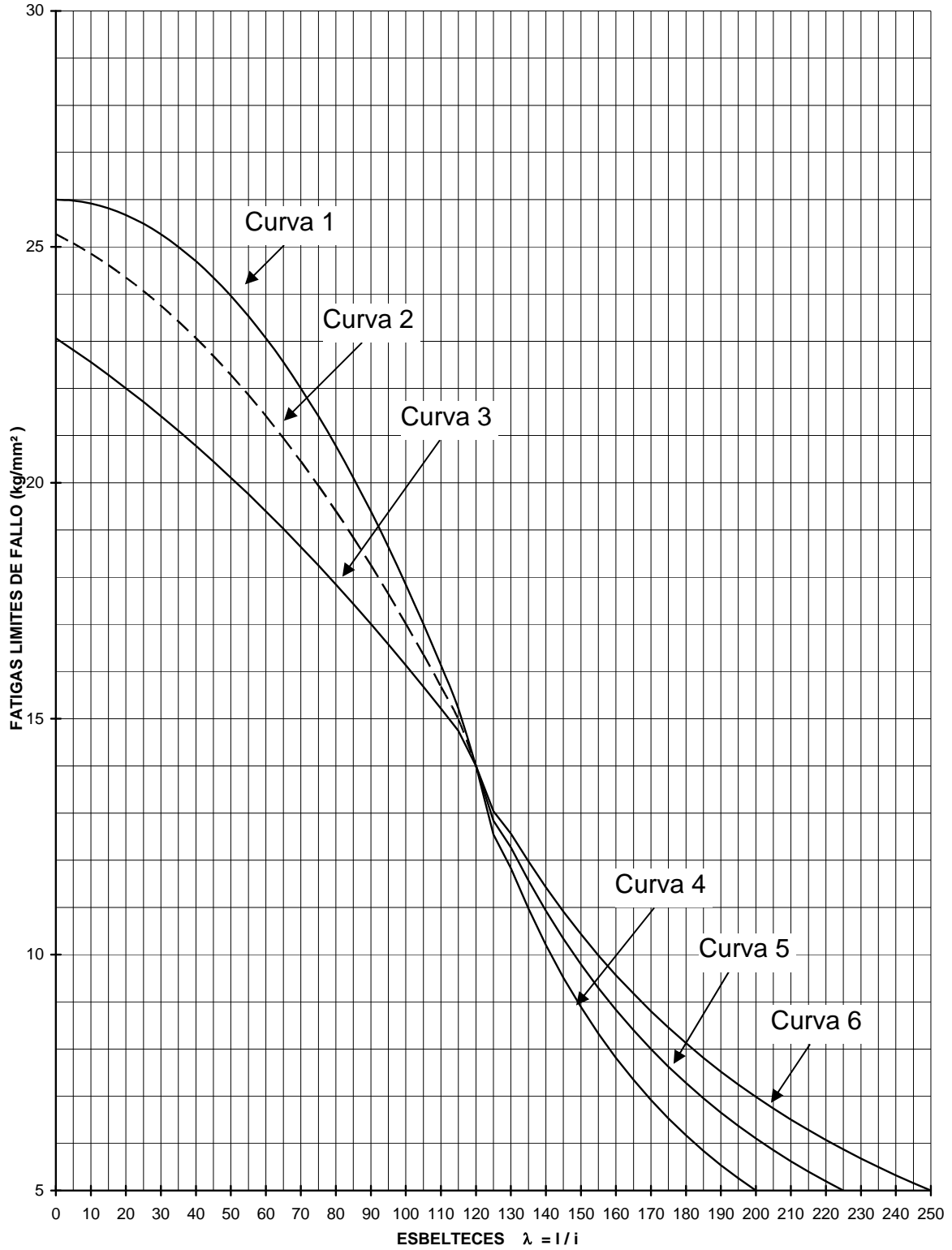
siendo,

- d = diámetro tornillo.
- e = menor suma de espesores cosidos.

$$\sigma = \sigma_e [1 - 1/(2C^2) * (KL/R)^2] \quad \text{para } KL/R < C$$

$$\sigma = 2 * 10^7 / (KL/R)^2 \quad \text{para } KL/R > C$$

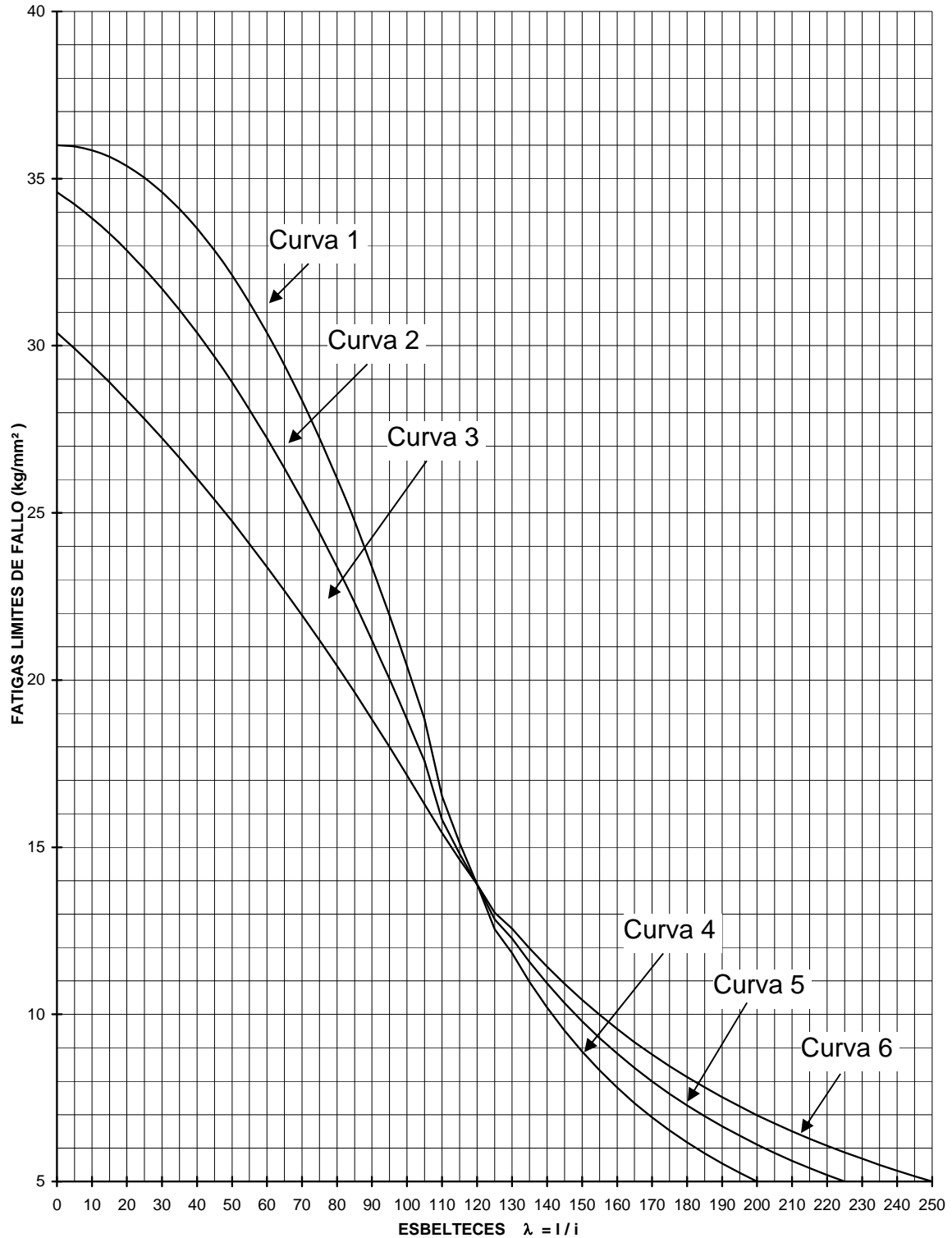
$$C = \pi \sqrt{4.2 * 10^6 / (\sigma_e)} = 126.26$$



$$\sigma = \sigma_e \left[1 - \frac{1}{(2C)^2} (KL/R)^2 \right] \quad \text{para } KL/R < C$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 10^7}{(KL/R)^2} \quad \text{para } KL/R > C$$

$$C = \pi \sqrt{4.2 \cdot 10^6 / (\sigma_e)} = 107.5$$



4.7 CÁLCULO DE VANOS DE PESO DE LOS APOYOS

A continuación se dan los vanos de peso de cada uno de los apoyos de la línea para los diferentes estados contemplados en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión..

Vanos de Peso

Conductor						
Conductor	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/m)	Carga Rotura (kg)	Módulo elasticidad (kg/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CONDUCTOR AL/AW CONDOR	454,5	27,72	1,43	12.897	6.728	0,0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (kg)	Tracción (%)	Tracción (kg)
19	2.450,43	40	5.158,8

Zona
B

Condiciones iniciales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (Kg/m)	Resultante (Kg/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (kg/m ³)	Peso hielo (kg/m)	Presión del viento (Kg/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (kg/m)		
EDS	15	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43

Condiciones finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (Kg/m)	Resultante (Kg/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (kg/m ³)	Peso hielo (kg/m)	Presión del viento (Kg/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (kg/m)		
Flecha máxima temperatura	85	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Tracción máxima viento	-10	0	750	0	68,056	27,72	1,887	1,43	2,368
Flecha mínima	-15	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Tracción máxima hielo	-15	10,52	750	0,948	0	48,76	0	1,43	2,378
Tracción máxima hielo+viento	-15	10,52	750	0,948	12,5	48,76	0,61	1,43	2,455

Nº de apoyo	Tipo torre	Tipo altura	Tipo Cadena	Vano Regulador (m)	L	N	Flecha máxima temperatura			Flecha mínima			Tracción máxima viento			Condición inicial
							Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	
T-1	APOYO D2A4	AC	A	355,17	177,58 5	0,017	1.887	1,43	200,025	2.857	1,43	211,551	4.041	2,368	206,60 4	EDS
T-2	APOYO D2A4	AD	A	752,67	553,92	0,096	2.267	1,43	706,08	2.543	1,43	724,608	4.053	2,368	718,27 2	EDS
T-3	APOYO D2A2	A0	A	294,98	523,82 5	-0,248	1.750	1,43	220,273	3.018	1,43	0,545	4.036	2,368	101,23 3	EDS
T-4	APOYO D2A3	AA	A	318,82	306,9	0,2	1.809	1,43	559,9	2.945	1,43	718,7	4.038	2,368	647,9	EDS
T-5	APOYO D2A2	A0	A	335,89	281,72	-0,124	1.847	1,43	121,512	2.901	1,43	30,124	4.039	2,368	70,176	EDS
T-6	APOYO D2S3	A0	S	335,89	305,55	0,049	1.847	1,43	368,858	2.901	1,43	404,971	4.039	2,368	389,14 4	EDS
T-7	APOYO D2S3	A0	S	335,89	392,99	-0,03	1.847	1,43	354,23	2.901	1,43	332,12	4.039	2,368	341,81	EDS
T-8	APOYO D2S3	AB	S	335,89	335,38	-0,007	1.847	1,43	326,336	2.901	1,43	321,177	4.039	2,368	323,43 8	EDS
T-9	APOYO D2S3	AA	S	335,89	268,46	-0,001	1.847	1,43	267,168	2.901	1,43	266,431	4.039	2,368	266,75 4	EDS
T-10	APOYO D2A4	A0	A	387,53	358,97 5	-0,023	1.946	1,43	327,672	2.795	1,43	314,01	4.043	2,368	319,71 4	EDS
T-11	APOYO D2S3	AC	S	387,53	374,27	0,038	1.946	1,43	425,988	2.795	1,43	448,56	4.043	2,368	439,13 6	EDS

Vanos de Peso

Conductor						
Conductor	Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/m)	Carga Rotura (kg)	Módulo elasticidad (kg/mm ²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CONDUCTOR AL/AW CONDOR	454,5	27,72	1,43	12.897	6.728	0,0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (kg)	Tracción (%)	Tracción (kg)
3	386,91	40	5.158,8

Zona
B

Condiciones iniciales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (Kg/m)	Resultante (Kg/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (kg/m ³)	Peso hielo (kg/m)	Presión del viento (Kg/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (kg/m)		
EDS	15	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43

Condiciones finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (Kg/m)	Resultante (Kg/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (kg/m ³)	Peso hielo (kg/m)	Presión del viento (Kg/m ²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (kg/m)		
Flecha máxima temperatura	85	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Tracción máxima viento	-10	0	750	0	68,056	27,72	1,887	1,43	2,368
Flecha mínima	-15	0	750	0	0	27,72	0	1,43	1,43
Tracción máxima hielo	-15	10,52	750	0,948	0	48,76	0	1,43	2,378
Tracción máxima hielo+viento	-15	10,52	750	0,948	12,5	48,76	0,61	1,43	2,455

Nº de apoyo	Tipo torre	Tipo altura	Tipo Cadena	Vano Regulador (m)	L	N	Flecha máxima temperatura			Flecha mínima			Tracción máxima viento			Condición inicial
							Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	Tracción (kg)	Resultante (kg/m)	Vano de peso (m)	
T-12	APOYO D2A4	A0	A	50,03	183,14	0,138	276	1,43	209,774	499	1,43	231,302	750	2,368	226,886	EDS

CAPÍTULO 5

CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

5.1 CARGAS TRANSMITIDAS AL SUELO	2
5.2 CIMENTACIONES PATA DE ELEFANTE	4
5.3 CIMENTACIONES MIXTAS.....	6

5.1 CARGAS TRANSMITIDAS AL SUELO

Para los apoyos de esta línea aérea de transporte de energía eléctrica a 220 kV de doble circuito E/S SALERES L 220 KV GABIAS - ORGIVA se han diseñado 2 tipos de cimentaciones: MIX y PEN. Las cimentaciones tipo pata de elefante se han calculado para dos tipos de suelo: normal y flojo.

Cargas transmitidas al suelo

Las cargas que transmiten al suelo los apoyos con cimentaciones independientes son, para la hipótesis más desfavorable y la altura máxima, las siguientes:

<u>APOYO</u>	<u>ARRANQUE</u>	<u>COMPRESIÓN</u>	<u>HIPÓTESIS</u>
APOYO D2A4	173462	205.800	2
APOYO D2A2	71393	94.281	2
APOYO D2A3	141073	166.494	2
APOYO D2S3	38975	49.633	1

Estos valores son nominales, es decir, cargas de trabajo sin mayorar, y están expresados en kilogramos.

Los coeficientes de seguridad que deben cumplir las cimentaciones son de 1,5 si la hipótesis más desfavorable es normal o de 1,2 si es excepcional, según lo estipulado en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Como las cimentaciones de cada tipo de apoyo se diseñan para las condiciones más desfavorables, es decir para las reacciones máximas en el suelo correspondiente a las cargas de diseño de los apoyos y a su altura máxima, no es necesario verificar el cumplimiento de la seguridad reforzada de la cimentación cuando proceda, ya que si el apoyo cumple dicho criterio de seguridad reforzada, la cimentación correspondiente también lo cumplirá de forma implícita.

Finalmente se comprueba la adherencia entre el anclaje de la torre y la zapata de la siguiente forma:

De la carga mayor que transmite el anclaje a la zapata, normalmente la de compresión, se considera que la mitad de esta carga la absorbe la adherencia entre el anclaje y el macizo. (Adherencia acero galvanizado-hormigón = 7 daN/cm²) y la otra mitad los casquillos de anclaje por la cortadura de los tornillos de unión casquillos-anclaje. Los coeficientes de seguridad de ambas cargas opositoras a que el anclaje deslice de la zapata deben ser mayor de 1,5 en las hipótesis normales y mayor de 1,2 en el caso de hipótesis excepcionales.

5.2 CIMENTACIONES PATA DE ELEFANTE

Estas cimentaciones están formadas por un macizo de hormigón en masa en forma de pata de elefante (véase figura).

La zapata se comprueba al arranque, calculándose las fuerzas que se oponen al tiro de la torre y que son:

- Peso propio de la zapata (peso específico hormigón = 2.300 daN/m^3).
- Peso del cono de tierra que arrastraría el macizo de hormigón caso de ser arrancado (peso específico tierras = 1.700 daN/m^3).

Se han considerado dos ángulos de arranque: 30° para terreno normal y 20° para terreno flojo.

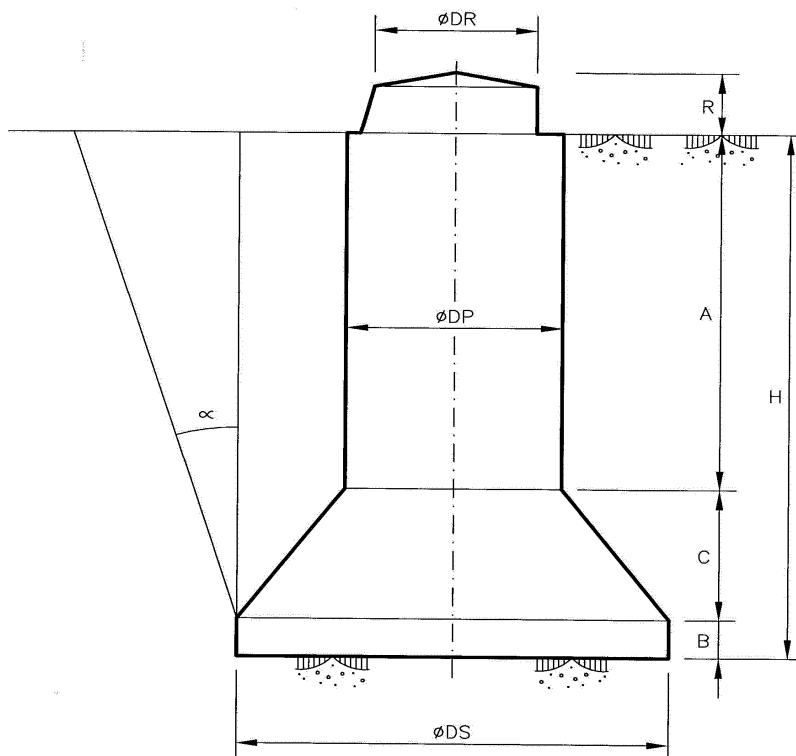
El coeficiente de estabilidad de la zapata, peso opuesto al arranque dividido por la carga nominal de arranque, tiene que ser mayor de 1,5 en las hipótesis normales y mayor de 1,2 en el caso de hipótesis excepcionales.

La comprobación a compresión de la zapata se realiza calculando todas las cargas que actúan sobre la base de la zapata y que son:

- Peso propio de la zapata.
- Peso de tierras que actúan sobre la solera.
- Carga de compresión ejercida por la torre.

El total de estas cargas, dividido por la superficie de la solera no debe sobrepasar la sigma admisible del terreno (3 daN/cm² para terreno normal y 2 daN/cm² para terreno flojo).

CIMENTACION PATA ELEFANTE ESQUEMA GENERAL



DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S3

Cimentación Pata de Elefante. Terreno NORMAL

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	3
Ángulo Arranque	30
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

Carga Admisible (kg/cm ²)	66,7
Resistencia característica (kg/cm ²)	200
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	48465	Esf. Cortante	6211
Arranque	37161	Esf. Cortante	4958
Coeficiente de seguridad			1,5

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	1,80
Altura Solera (m)	0,10
Altura Total (m)	3,3
Diámetro Pilar (m)	1,3
Altura Pilar (m)	2,8
Altura Cono (m)	0,4
Diametro Realce (m)	0,8
Altura Realce (m)	0,4
Inclinación del Realce (m/m)	0,25
Volumen de excavación (m ³)	4,73
Volumen de hormigón (m ³)	4,94

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S3

Cimentación Pata de Elefante. Terreno NORMAL

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m ³)	31,82
Peso de Tierras arrancadas (kg)	54093
Peso del Hormigón (kg)	11354
Peso total opuesto al arranque (kg)	65447
Coefficiente de estabilidad	1,76

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m ³)	3,67
Peso de Tierras (kg)	6231
Peso del Hormigón (kg)	11354
Carga total a Compresión (kg)	66050
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	2,60

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	120
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm ²)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	107520
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	6
Diámetro Tornillos (mm)	20
Número de Zapatas en el anclaje	3
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	1928
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	2524
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	36349
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	41342
Solicitud a flexión (kg/cm ²)	1720
Limite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	4,44
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,71

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S3

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	2
Ángulo Arranque	20
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

Carga Admisible (kg/cm ²)	66,7
Resistencia característica (kg/cm ²)	200
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	48465	Esf. Cortante	6211
Arranque	37161	Esf. Cortante	4958
Coeficiente de seguridad			1,5

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	2,40
Altura Solera (m)	0,10
Altura Total (m)	3,3
Diámetro Pilar (m)	1,3
Altura Pilar (m)	2,3
Altura Cono (m)	0,9
Diametro Realce (m)	0,8
Altura Realce (m)	0,4
Inclinación del Realce (m/m)	0,25
Volumen de excavación (m ³)	6,00
Volumen de hormigón (m ³)	6,20

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S3

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m ³)	27,53
Peso de Tierras arrancadas (kg)	46800
Peso del Hormigón (kg)	14260
Peso total opuesto al arranque (kg)	61060
Coefficiente de estabilidad	1,64

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m ³)	8,93
Peso de Tierras (kg)	15186
Peso del Hormigón (kg)	14260
Carga total a Compresión (kg)	77911
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	1,72

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	120
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm ²)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	107520
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	6
Diámetro Tornillos (mm)	20
Número de Zapatas en el anclaje	3
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	1928
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	2524
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	36349
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	41342
Solicitud a flexión (kg/cm ²)	1720
Limite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	4,44
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,71

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S4

Cimentación Pata de Elefante. Terreno NORMAL

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	3
Ángulo Arranque	30
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

Carga Admisible (kg/cm ²)	66,7
Resistencia característica (kg/cm ²)	200
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	65982	Esf. Cortante	8253
Arranque	50985	Esf. Cortante	6605
Coeficiente de seguridad			1,5

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	2,00
Altura Solera (m)	0,10
Altura Total (m)	3,6
Diámetro Pilar (m)	1,3
Altura Pilar (m)	2,8
Altura Cono (m)	0,7
Diametro Realce (m)	0,8
Altura Realce (m)	0,4
Inclinación del Realce (m/m)	0,25
Volumen de excavación (m ³)	5,55
Volumen de hormigón (m ³)	5,75

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S4

Cimentación Pata de Elefante. Terreno NORMAL

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m ³)	42,95
Peso de Tierras arrancadas (kg)	73007
Peso del Hormigón (kg)	13235
Peso total opuesto al arranque (kg)	86241
Coefficiente de estabilidad	1,69

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m ³)	5,76
Peso de Tierras (kg)	9792
Peso del Hormigón (kg)	13235
Carga total a Compresión (kg)	89008
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	2,83

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	150
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm ²)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	147000
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	8
Diámetro Tornillos (mm)	20
Número de Zapatas en el anclaje	4
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	1969
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	2577
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	49487
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	73173
Solicitud a flexión (kg/cm ²)	1578
Limite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	4,46
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,83

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S4

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	2
Ángulo Arranque	20
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

Carga Admisible (kg/cm ²)	66,7
Resistencia característica (kg/cm ²)	200
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	65982	Esf. Cortante	8253
Arranque	50985	Esf. Cortante	6605
Coeficiente de seguridad			1,5

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	2,70
Altura Solera (m)	0,10
Altura Total (m)	3,6
Diámetro Pilar (m)	1,3
Altura Pilar (m)	2,3
Altura Cono (m)	1,2
Diametro Realce (m)	0,8
Altura Realce (m)	0,4
Inclinación del Realce (m/m)	0,25
Volumen de excavación (m ³)	7,55
Volumen de hormigón (m ³)	7,75

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S4

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m ³)	37,92
Peso de Tierras arrancadas (kg)	64465
Peso del Hormigón (kg)	17833
Peso total opuesto al arranque (kg)	82298
Coefficiente de estabilidad	1,61

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m ³)	13,06
Peso de Tierras (kg)	22207
Peso del Hormigón (kg)	17833
Carga total a Compresión (kg)	106022
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	1,85

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	150
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm ²)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	147000
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	8
Diámetro Tornillos (mm)	20
Número de Zapatas en el anclaje	4
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	1969
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	2577
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	49487
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	73173
Solicitud a flexión (kg/cm ²)	1578
Limite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	4,46
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,83

DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A2

Cimentación Pata de Elefante. Terreno NORMAL

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	3
Ángulo Arranque	30
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

Carga Admisible (kg/cm ²)	66,7
Resistencia característica (kg/cm ²)	200
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	97797	Esf. Cortante	14163
Arranque	72572	Esf. Cortante	10279
Coeficiente de seguridad			1,2

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	2,40
Altura Solera (m)	0,10
Altura Total (m)	3,8
Diámetro Pilar (m)	1,3
Altura Pilar (m)	2,9
Altura Cono (m)	0,8
Diametro Realce (m)	0,8
Altura Realce (m)	0,4
Inclinación del Realce (m/m)	0,25
Volumen de excavación (m ³)	6,52
Volumen de hormigón (m ³)	6,72

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A2

Cimentación Pata de Elefante. Terreno NORMAL

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m3)	58,15
Peso de Tierras arrancadas (kg)	98861
Peso del Hormigón (kg)	15455
Peso total opuesto al arranque (kg)	114317
Coefficiente de estabilidad	1,58

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m3)	10,68
Peso de Tierras (kg)	18148
Peso del Hormigón (kg)	15455
Carga total a Compresión (kg)	131400
Carga de trabajo del terreno (kg/cm2)	2,90

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	150
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm2)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	155400
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	10
Diámetro Tornillos (mm)	20
Número de Zapatas en el anclaje	5
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	1868
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	1834
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	58678
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	112387
Solicitud a flexión (kg/cm2)	1780
Limite elástico zapata (kg/cm2)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	3,18
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,54

DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A2

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	2
Ángulo Arranque	20
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

Carga Admisible (kg/cm ²)	66,7
Resistencia característica (kg/cm ²)	200
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	97797	Esf. Cortante	14163
Arranque	72572	Esf. Cortante	10279
Coeficiente de seguridad			1,2

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	3,20
Altura Solera (m)	0,10
Altura Total (m)	3,8
Diámetro Pilar (m)	1,3
Altura Pilar (m)	2,2
Altura Cono (m)	1,5
Diametro Realce (m)	0,8
Altura Realce (m)	0,4
Inclinación del Realce (m/m)	0,25
Volumen de excavación (m ³)	10,04
Volumen de hormigón (m ³)	10,25

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A2

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m3)	52,59
Peso de Tierras arrancadas (kg)	89406
Peso del Hormigón (kg)	23568
Peso total opuesto al arranque (kg)	112974
Coefficiente de estabilidad	1,56

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m3)	20,52
Peso de Tierras (kg)	34881
Peso del Hormigón (kg)	23568
Carga total a Compresión (kg)	156247
Carga de trabajo del terreno (kg/cm2)	1,94

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	150
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm2)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	155400
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	10
Diámetro Tornillos (mm)	20
Número de Zapatas en el anclaje	5
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	1868
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	1834
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	58678
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	112387
Solicitud a flexión (kg/cm2)	1780
Limite elástico zapata (kg/cm2)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	3,18
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,54

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A3

 Cimentación Pata de Elefante. Terreno **NORMAL**

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	3
Ángulo Arranque	30
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

Carga Admisible (kg/cm ²)	66,7
Resistencia característica (kg/cm ²)	200
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	171558	Esf. Cortante	24829
Arranque	143349	Esf. Cortante	20465
Coeficiente de seguridad			1,2

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	3,20
Altura Solera (m)	0,10
Altura Total (m)	4,4
Diámetro Pilar (m)	1,4
Altura Pilar (m)	3
Altura Cono (m)	1,3
Diametro Realce (m)	0,8
Altura Realce (m)	0,4
Inclinación del Realce (m/m)	0,25
Volumen de excavación (m ³)	11,10
Volumen de hormigón (m ³)	11,30

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A3

Cimentación Pata de Elefante. Terreno NORMAL

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m3)	105,70
Peso de Tierras arrancadas (kg)	179690
Peso del Hormigón (kg)	25998
Peso total opuesto al arranque (kg)	205689
Coefficiente de estabilidad	1,43

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m3)	24,29
Peso de Tierras (kg)	41289
Peso del Hormigón (kg)	25998
Carga total a Compresión (kg)	238845
Carga de trabajo del terreno (kg/cm2)	2,97

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	200
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm2)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	240800
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	10
Diámetro Tornillos (mm)	24
Número de Zapatas en el anclaje	5
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	2275
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	2383
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	102935
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	168773
Solicitud a flexión (kg/cm2)	1776
Limite elástico zapata (kg/cm2)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	2,81
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,27

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A3

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	2
Ángulo Arranque	20
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

Carga Admisible (kg/cm ²)	66,7
Resistencia característica (kg/cm ²)	200
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	171558	Esf. Cortante	24829
Arranque	143349	Esf. Cortante	20465
Coeficiente de seguridad			1,2

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	4,40
Altura Solera (m)	0,10
Altura Total (m)	4,4
Diámetro Pilar (m)	2
Altura Pilar (m)	2,6
Altura Cono (m)	1,7
Diametro Realce (m)	0,8
Altura Realce (m)	0,4
Inclinación del Realce (m/m)	0,25
Volumen de excavación (m ³)	24,00
Volumen de hormigón (m ³)	24,21

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A3

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m3)	100,44
Peso de Tierras arrancadas (kg)	170756
Peso del Hormigón (kg)	55674
Peso total opuesto al arranque (kg)	226429
Coefficiente de estabilidad	1,58

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m3)	42,90
Peso de Tierras (kg)	72933
Peso del Hormigón (kg)	55674
Carga total a Compresión (kg)	300165
Carga de trabajo del terreno (kg/cm2)	1,97

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	200
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm2)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	240800
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	10
Diámetro Tornillos (mm)	24
Número de Zapatas en el anclaje	5
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	2275
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	2383
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	102935
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	168773
Solicitud a flexión (kg/cm2)	1776
Limite elástico zapata (kg/cm2)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	2,81
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,27

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A4

 Cimentación Pata de Elefante. Terreno **NORMAL**

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	3
Ángulo Arranque	30
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

Carga Admisible (kg/cm ²)	66,7
Resistencia característica (kg/cm ²)	200
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	201877	Esf. Cortante	30535
Arranque	165435	Esf. Cortante	24693
Coeficiente de seguridad			1,2

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	3,60
Altura Solera (m)	0,10
Altura Total (m)	4,7
Diámetro Pilar (m)	2
Altura Pilar (m)	3,3
Altura Cono (m)	1,3
Diametro Realce (m)	1
Altura Realce (m)	0,4
Inclinación del Realce (m/m)	0,25
Volumen de excavación (m ³)	19,61
Volumen de hormigón (m ³)	19,92

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A4

Cimentación Pata de Elefante. Terreno NORMAL

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m3)	131,29
Peso de Tierras arrancadas (kg)	223198
Peso del Hormigón (kg)	45817
Peso total opuesto al arranque (kg)	269015
Coefficiente de estabilidad	1,63

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m3)	28,23
Peso de Tierras (kg)	47995
Peso del Hormigón (kg)	45817
Carga total a Compresión (kg)	295689
Carga de trabajo del terreno (kg/cm2)	2,90

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	200
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm2)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	257600
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	14
Diámetro Tornillos (mm)	24
Número de Zapatas en el anclaje	7
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	1912
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	1502
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	121126
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	295477
Solicitud a flexión (kg/cm2)	1986
Limite elástico zapata (kg/cm2)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	2,55
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,51

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A4

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	2
Ángulo Arranque	20
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

Carga Admisible (kg/cm ²)	66,7
Resistencia característica (kg/cm ²)	200
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	201877	Esf. Cortante	30535
Arranque	165435	Esf. Cortante	24693
Coeficiente de seguridad			1,2

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	4,90
Altura Solera (m)	0,10
Altura Total (m)	4,7
Diámetro Pilar (m)	2,1
Altura Pilar (m)	2,9
Altura Cono (m)	1,7
Diametro Realce (m)	1
Altura Realce (m)	0,4
Inclinación del Realce (m/m)	0,25
Volumen de excavación (m ³)	29,16
Volumen de hormigón (m ³)	29,47

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A4

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m3)	132,25
Peso de Tierras arrancadas (kg)	224830
Peso del Hormigón (kg)	67784
Peso total opuesto al arranque (kg)	292614
Coefficiente de estabilidad	1,77

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m3)	59,47
Peso de Tierras (kg)	101101
Peso del Hormigón (kg)	67784
Carga total a Compresión (kg)	370762
Carga de trabajo del terreno (kg/cm2)	1,97

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	200
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm2)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	257600
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	14
Diámetro Tornillos (mm)	24
Número de Zapatas en el anclaje	7
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	1912
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm2)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	1502
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm2)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	121126
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	295477
Solicitud a flexión (kg/cm2)	1986
Limite elástico zapata (kg/cm2)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	2,55
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,51

5.3 CIMENTACIONES MIXTAS

Estas cimentaciones están formadas por un cilindro de hormigón en masa cosido mediante pernos a la roca (véase figura)

La zapata se comprueba al arranque, calculándose las fuerzas que se oponen al tiro de la torre y que son:

- Peso propio de la zapata (peso específico del hormigón = 2.300 daN/m^3)
- Peso del cono de tierra que arrastraría el macizo de hormigón en caso de ser arrancado (peso específico de tierras = 1.700 daN/m^3)

Como la altura del macizo de hormigón es variable ya que depende de la profundidad a la que se encuentre la roca, se toma para el cálculo del peso opuesto al arranque la altura mínima del macizo.

- Carga resistente de los pernos (Adherencia mortero – roca = 4 daN/cm^2)

El coeficiente de estabilidad de la zapata, peso opuesto al arranque dividido por la carga nominal de arranque, tiene que ser mayor que 1,5 en las hipótesis normales y mayor que 1,2 en el caso de hipótesis excepcionales.

La comprobación a compresión de la zapata se realiza calculando todas las cargas que actúan sobre la base de la zapata y que son:

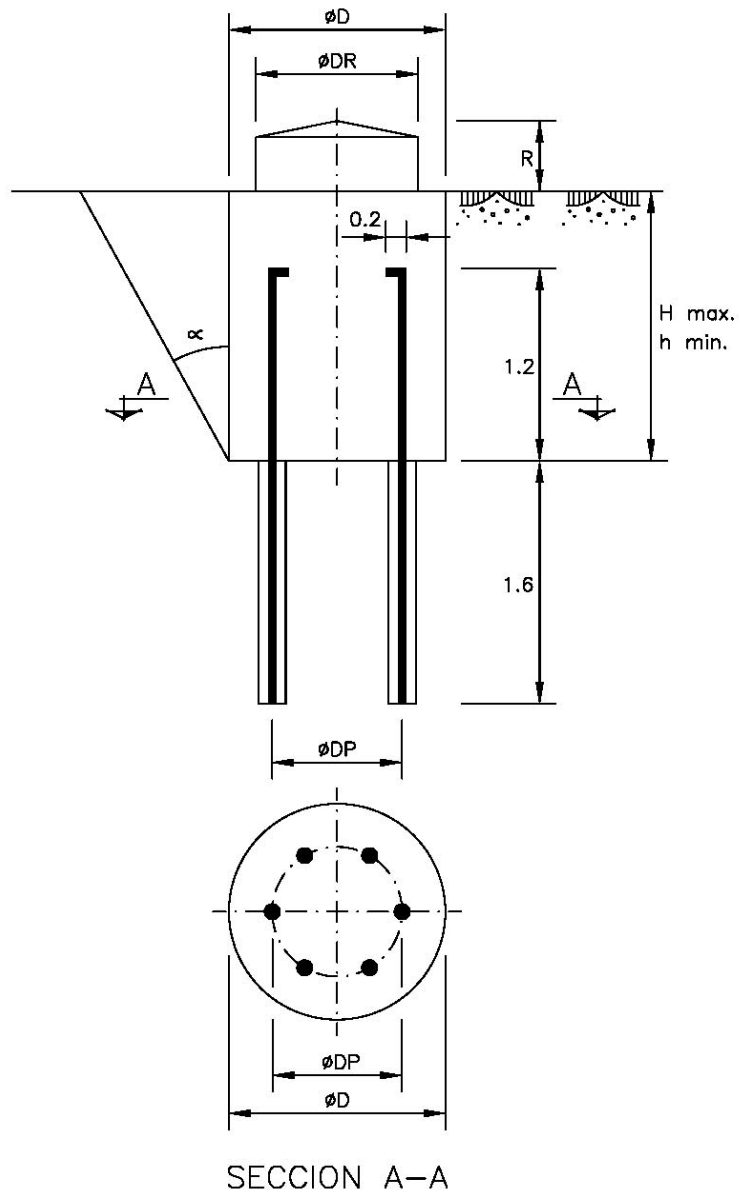
- Peso propio de la zapata (se considera como altura del macizo de hormigón máxima)
- Carga de compresión ejercida por la torre.

El total de estas cargas, dividido por la superficie de la solera no debe sobrepasar la sigma admisible de la roca (10 kg/cm^2).

Finalmente se comprueba la adherencia entre el anclaje de la torre y el macizo de hormigón de forma análoga a las cimentaciones pata de elefante.

CIMENTACION MIXTA

ESQUEMA GENERAL



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 201603400. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/verificacion>. Cód.Ver: 64570162.
 Nº Colegiado: 5302. Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S3 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	10
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN Y MORTERO

Resistencia característica hormigón (kg/cm ²)	200
Resistencia característica mortero (kg/cm ²)	300
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	48465	Esf. Cortante	6211
Arranque	37161	Esf. Cortante	4958
Coeficiente de seguridad			1,5

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Macizo (m)	1,30		
Altura Máxima del Macizo (m)	3,1		
Altura Mínima del Macizo (m)	1,3		
Diámetro Realce (m)	0,8		
Altura Realce (m)	0,4		
Inclinación del Realce (m/m)	0,25		
Volumen de excavación (m ³)	(máx.) 4,11	(mín.)	1,73
Volumen de hormigón (m ³)	(máx.) 4,32	(mín.)	1,93

TIPO DE PERNOS

Número	6
Dimensiones	20mm x 2.8 m AEH 400 N
Diámetro del Taladro (mm)	40
Diámetro del eje de Taladros (m)	0,8
Distancia entre pernos (m)	0,2
Longitud empotramiento Pernos roca (m)	1,6
Longitud empotramiento Pernos cimentación (m)	1,2

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S3 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Perímetro resistente mortero-roca (cm)	75,40
Carga de trabajo real mortero-roca (kg/cm ²)	3,08
Carga de trabajo máxima mortero-roca (kg/cm ²)	4,62
Perímetro resistente perno-mortero (cm)	37,70
Carga de trabajo real perno-mortero (kg/cm ²)	6,16
Carga de trabajo máxima perno-mortero (kg/cm ²)	22,29
Coefficiente de estabilidad al arranque	2,25

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Peso del Hormigón (kg)	9934
Carga total a Compresión (kg)	58399
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	4,40

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	120
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm ²)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	40320
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	6
Diámetro Tornillos (mm)	20
Número de Zapatas en el anclaje	3
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	1928
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	2524
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	36349
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	41342
Solicitud a flexión (kg/cm ²)	1720
Limite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	1,66
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,71

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S4 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	10
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN Y MORTERO

Resistencia característica hormigón (kg/cm ²)	200
Resistencia característica mortero (kg/cm ²)	300
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	72400	Esf. Cortante	2223
Arranque	55300	Esf. Cortante	2223
Coeficiente de seguridad			1.5

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Macizo (m)	1.30		
Altura Máxima del Macizo (m)	3.4		
Altura Mínima del Macizo (m)	1.5		
Diámetro Realce (m)	0.8		
Altura Realce (m)	0.4		
Inclinación del Realce (m/m)	0.25		
Volumen de excavación (m ³)	(máx.) 4.51	(mín.)	1.99
Volumen de hormigón (m ³)	(máx.) 4.72	(mín.)	2.20

TIPO DE PERNOS

Número	8
Dimensiones	20mm x 2.8 m AEH 400 N
Diámetro del Taladro (mm)	40
Diámetro del eje de Taladros (m)	0.8
Distancia entre pernos (m)	0.2
Longitud empotramiento Pernos roca (m)	1.6
Longitud empotramiento Pernos cimentación (m)	1.2

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2S4 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Perímetro resistente mortero-roca (cm)	100.53
Carga de trabajo real mortero-roca (kg/cm ²)	3.44
Carga de trabajo máxima mortero-roca (kg/cm ²)	4.62
Perímetro resistente perno-mortero (cm)	50.27
Carga de trabajo real perno-mortero (kg/cm ²)	6.88
Carga de trabajo máxima perno-mortero (kg/cm ²)	22.29
Coefficiente de estabilidad al arranque	2.02

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Peso del Hormigón (kg)	10849
Carga total a Compresión (kg)	83249
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	6.27

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	150
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm ²)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	58800
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	8
Diámetro Tornillos (mm)	20
Número de Zapatas en el anclaje	4
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2161
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	2828
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	54300
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	73173
Solicitud a flexión (kg/cm ²)	1578
Limite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	1.62
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1.67

DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A2 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	10
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN Y MORTERO

Resistencia característica hormigón (kg/cm ²)	200
Resistencia característica mortero (kg/cm ²)	300
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	97797	Esf. Cortante	14163
Arranque	72572	Esf. Cortante	10279
Coeficiente de seguridad			1,2

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Macizo (m)	1,3		
Altura Máxima del Macizo (m)	3,60		
Altura Mínima del Macizo (m)	1,60		
Diámetro Realce (m)	0,8		
Altura Realce (m)	0,4		
Inclinación del Realce (m/m)	0,25		
Volumen de excavación (m ³)	(máx.) 4,78	(mín.)	2,12
Volumen de hormigón (m ³)	(máx.) 4,98	(mín.)	2,33

TIPO DE PERNOS

Número	9
Dimensiones	20mm x 2.8 m AEH 400 N
Diámetro del Taladro (mm)	40
Diámetro del eje de Taladros (m)	0,8
Distancia entre pernos (m)	0,2
Longitud empotramiento Pernos roca (m)	1,6
Longitud empotramiento Pernos cimentación (m)	1,2

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A2 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Perímetro resistente mortero-roca (cm)	113,10
Carga de trabajo real mortero-roca (kg/cm ²)	4,01
Carga de trabajo máxima mortero-roca (kg/cm ²)	5,77
Perímetro resistente perno-mortero (cm)	56,55
Carga de trabajo real perno-mortero (kg/cm ²)	8,02
Carga de trabajo máxima perno-mortero (kg/cm ²)	27,86
Coefficiente de estabilidad al arranque	1,73

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Peso del Hormigón (kg)	11460
Carga total a Compresión (kg)	109257
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	8,23

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	150
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm ²)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	63000
Nº total Tornillos en las Zapatillas del Anclaje	10
Diámetro Tornillos (mm)	20
Número de Zapatillas en el anclaje	5
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	1868
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	1834
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	58678
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	112387
Solicitación a flexión (kg/cm ²)	1780
Límite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	1,29
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,54

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A3 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	10
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN Y MORTERO

Resistencia característica hormigón (kg/cm ²)	200
Resistencia característica mortero (kg/cm ²)	300
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	171558	Esf. Cortante	24829
Arranque	143349	Esf. Cortante	20465
Coeficiente de seguridad			1,2

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Macizo (m)		1,6	
Altura Máxima del Macizo (m)		4,20	
Altura Mínima del Macizo (m)		2,30	
Diámetro Realce (m)		0,8	
Altura Realce (m)		0,4	
Inclinación del Realce (m/m)		0,25	
Volumen de excavación (m ³)	(máx.)	8,44	(mín.) 4,62
Volumen de hormigón (m ³)	(máx.)	8,65	(mín.) 4,83

TIPO DE PERNOS

Número		16
Dimensiones	20mm x 2.8 m AEH 400 N	
Diámetro del Taladro (mm)		40
Diámetro del eje de Taladros (m)		1,1
Distancia entre pernos (m)		0,2
Longitud empotramiento Pernos roca (m)		1,6
Longitud empotramiento Pernos cimentación (m)		1,2

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A3 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Perímetro resistente mortero-roca (cm)	201,06
Carga de trabajo real mortero-roca (kg/cm ²)	4,46
Carga de trabajo máxima mortero-roca (kg/cm ²)	5,77
Perímetro resistente perno-mortero (cm)	100,53
Carga de trabajo real perno-mortero (kg/cm ²)	8,91
Carga de trabajo máxima perno-mortero (kg/cm ²)	27,86
Coefficiente de estabilidad al arranque	1,55

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Peso del Hormigón (kg)	19892
Carga total a Compresión (kg)	191450
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	9,52

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	200
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm ²)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	123200
Nº total Tornillos en las Zapatillas del Anclaje	10
Diámetro Tornillos (mm)	24
Número de Zapatillas en el anclaje	5
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2275
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	2383
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	102935
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	168773
Solicitación a flexión (kg/cm ²)	1776
Límite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	1,44
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,27

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A4 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Carga Admisible (kg/cm ²)	10
Peso específico (kg/m ³)	1700

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN Y MORTERO

Resistencia característica hormigón (kg/cm ²)	200
Resistencia característica mortero (kg/cm ²)	300
Peso específico (kg/m ³)	2300

CARGAS DE LA TORRE (Valores Nominales en kg)

Compresión	201877	Esf. Cortante	30535
Arranque	165435	Esf. Cortante	24693
Coeficiente de seguridad			1,2

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Macizo (m)	2		
Altura Máxima del Macizo (m)	4,50		
Altura Mínima del Macizo (m)	2,80		
Diametro Realce (m)	0,8		
Altura Realce (m)	0,4		
Inclinación del Realce (m/m)	0,25		
Volumen de excavación (m ³)	(máx.) 14,14	(mín.) 8,80	
Volumen de hormigón (m ³)	(máx.) 14,34	(mín.) 9,00	

TIPO DE PERNOS

Número	23
Dimensiones	20mm x 2.8 m AEH 400 N
Diámetro del Taladro (mm)	40
Diámetro del eje de Taladros (m)	1,5
Distancia entre pernos (m)	0,2
Longitud empotramiento Pernos roca (m)	1,6
Longitud empotramiento Pernos cimentación (m)	1,2

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo D2A4 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

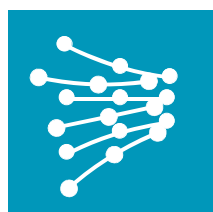
Perímetro resistente mortero-roca (cm)	289,03
Carga de trabajo real mortero-roca (kg/cm ²)	3,58
Carga de trabajo máxima mortero-roca (kg/cm ²)	5,77
Perímetro resistente perno-mortero (cm)	144,51
Carga de trabajo real perno-mortero (kg/cm ²)	7,15
Carga de trabajo máxima perno-mortero (kg/cm ²)	27,86
Coefficiente de estabilidad al arranque	1,94

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Peso del Hormigón (kg)	32985
Carga total a Compresión (kg)	234862
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	7,48

COMPROBACIÓN TORNILLERÍA Y ADHERENCIA ANCLAJE

Ala del Perfil de Anclaje (mm)	200
Número de Angulares por Anclaje	1
Adherencia Acero-Hormigón (kg/cm ²)	7
Carga Última Anclaje por Adherencia (kg)	151200
Nº total Tornillos en las Zapatillas del Anclaje	14
Diámetro Tornillos (mm)	24
Número de Zapatillas en el anclaje	7
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	1912
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	1502
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	121126
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	295477
Solicitación a flexión (kg/cm ²)	1986
Límite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coefficiente de seguridad anclaje	1,50
Coefficiente de seguridad tornillos y zapatas	1,51



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A 220 kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L 220 kV GABIAS - ORGIVA

DOCUMENTO 3
PLANOS

DOCUMENTO Nº 3 PLANOS

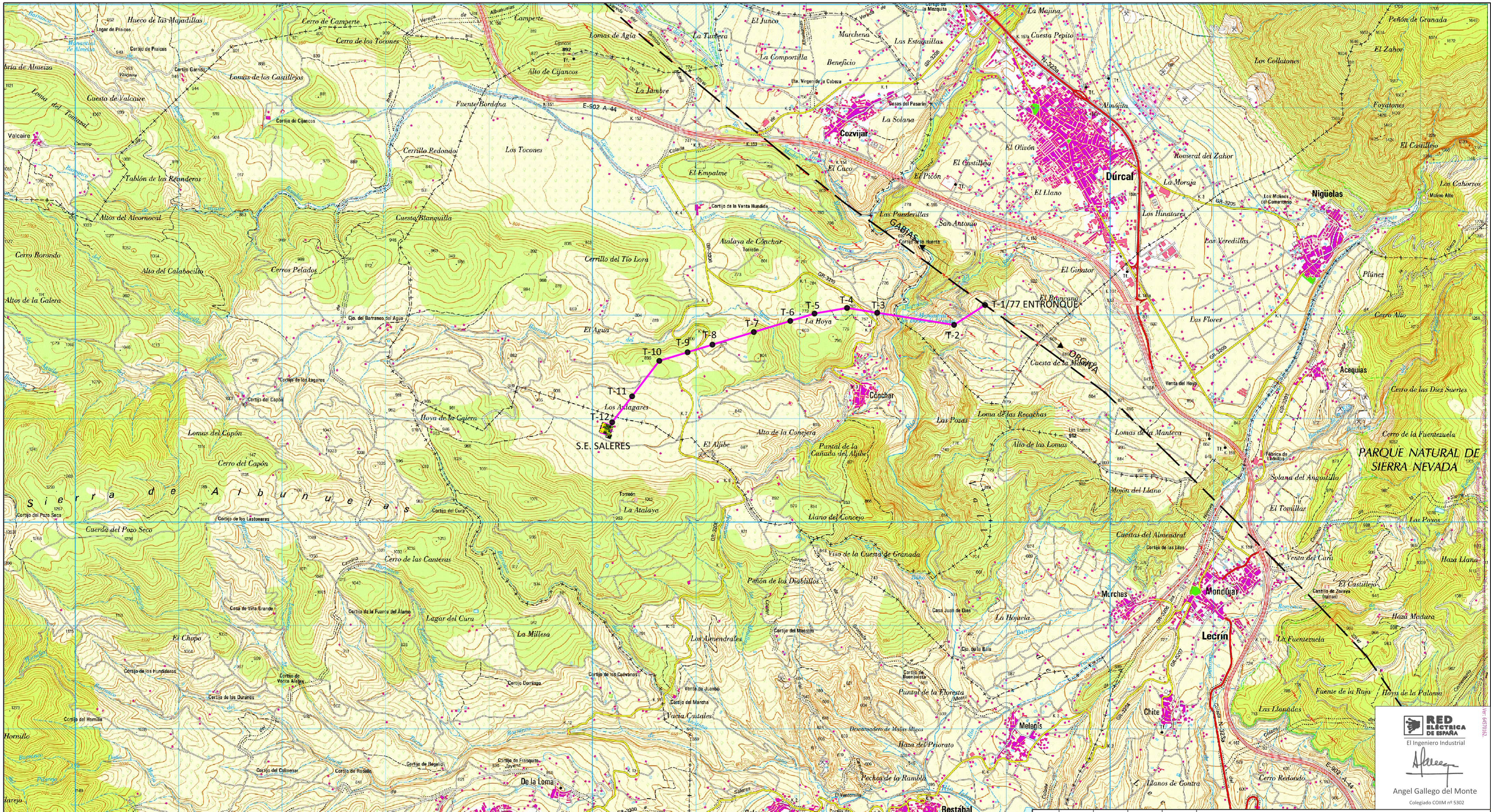
Este documento consta de 17 páginas con los planos indicados:

	<u>Nº DE PLANO</u>	<u>EDICIÓN</u>	<u>FECHA</u>
1. <u>PLANTA GENERAL</u>	7163L001		Ago-2013
2. <u>PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA (4Hojas)</u>	7163L002		Sep-2016
3. <u>APOYOS</u>			
D2S3 (2C.T.)	104P002	0	jun-09
D2S4 (2C.T.)	105P002	0	jun-09
D2A2	106P001	5	feb-16
D2A3	107P001	2	feb-16
D2A4	108P001	3	feb-16
4. <u>CADENAS</u>			
CADENA DE SUSPENSIÓN SENCILLA-DUPLEX	SF2H1203	C	may-10
CADENA DE AMARRE DOBLE-DUPLEX	SF2H2226	C	may-10
CADENA DE AMARRE DOBLE-DUPLEX VANO FINAL PORTICO	SF2H2227	B	ene-12
CADENA DE SUSPENSIÓN DOBLE-DÚPLEX	SF2H2203	A	may-10
CADENA DE AMARRE DOBLE-DUPLEX INVERTIDO VANO FINAL PORTICO	SF2H2228	A	ene-12

Aprobados planos referenciados con sello.

Madrid, septiembre de 2016



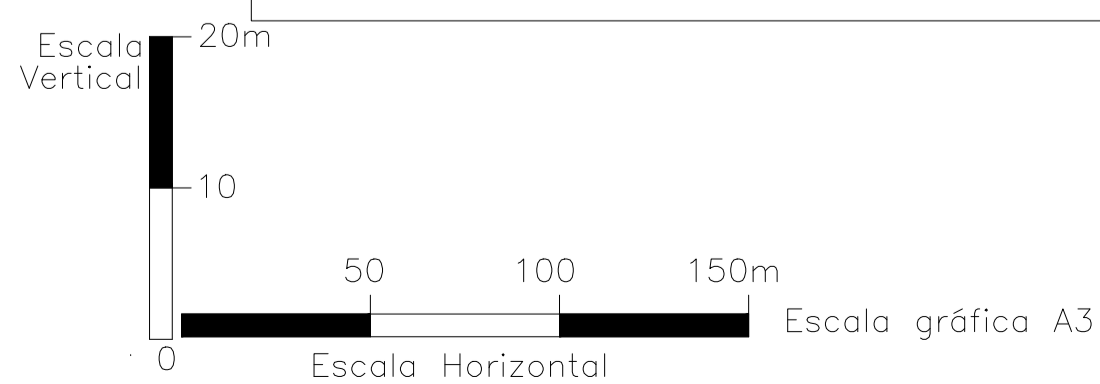
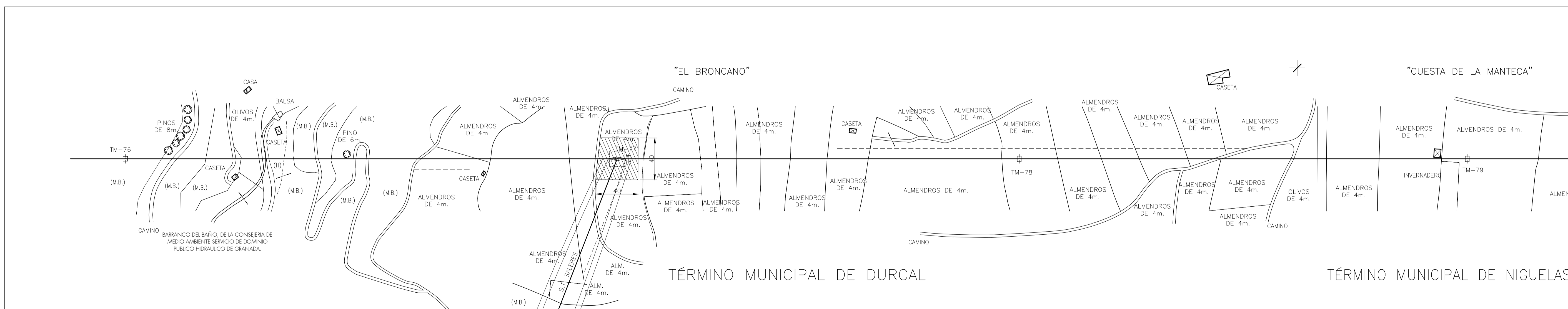
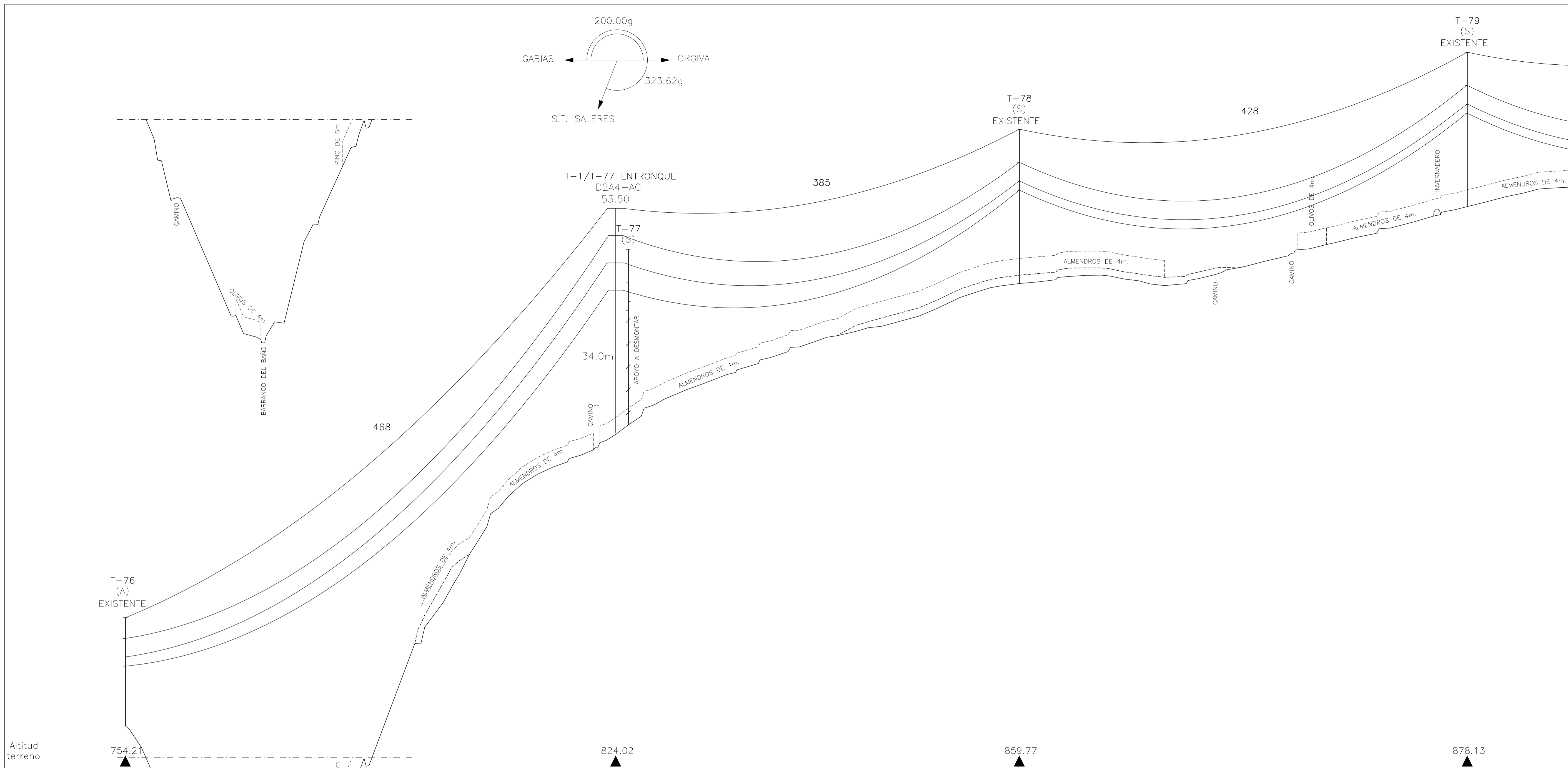


RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
El Ingeniero Industrial

Allegre

Angel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION																
<p>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS</p>					<p>SUSTITUYE A:</p> <p>SUSTITUIDO POR:</p>																
<p>INSTALACION</p> <p>LÍNEA 220kV DOBLE CIRCUITO E/S SALERES L/GABIAS-ORGIVA</p>					<table border="1"> <thead> <tr> <th>REALIZADO</th> <th>FECHA</th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>06-13</td> <td>M.M.G.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>06-13</td> <td>I.E.H.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>06-13</td> <td>A.G.M.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA		06-13	M.M.G.			06-13	I.E.H.			06-13	A.G.M.	
REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA																		
	06-13	M.M.G.																			
	06-13	I.E.H.																			
	06-13	A.G.M.																			
<p>TITULO</p> <p>PLANTA GENERAL</p>					<p>ESCALA Formato A2 1:25.000</p> <p>Nº 7163L001</p> <p>HOJA 1 DE 1</p>																



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
El Ingeniero Industrial
Angel Gallego del Monte
Angel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302

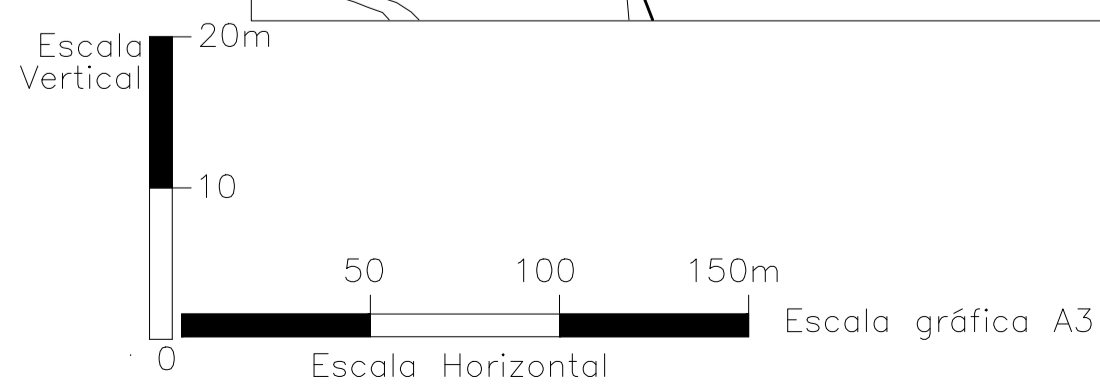
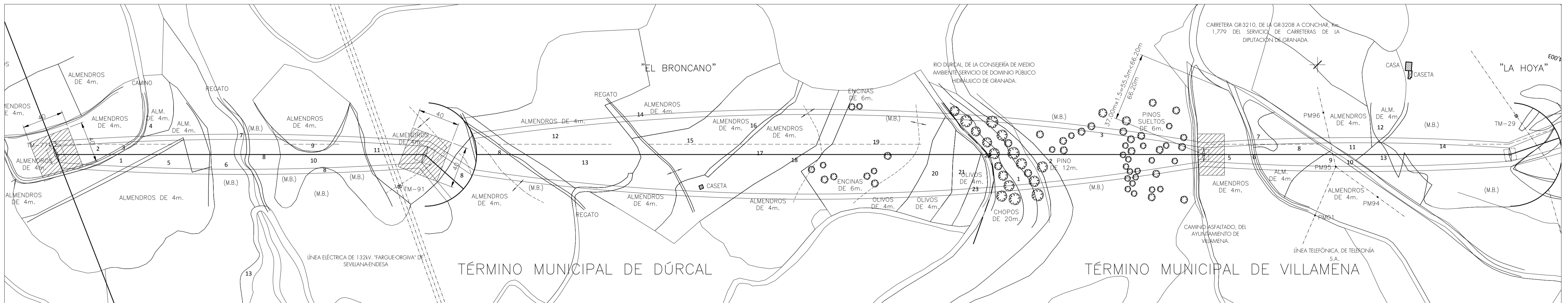
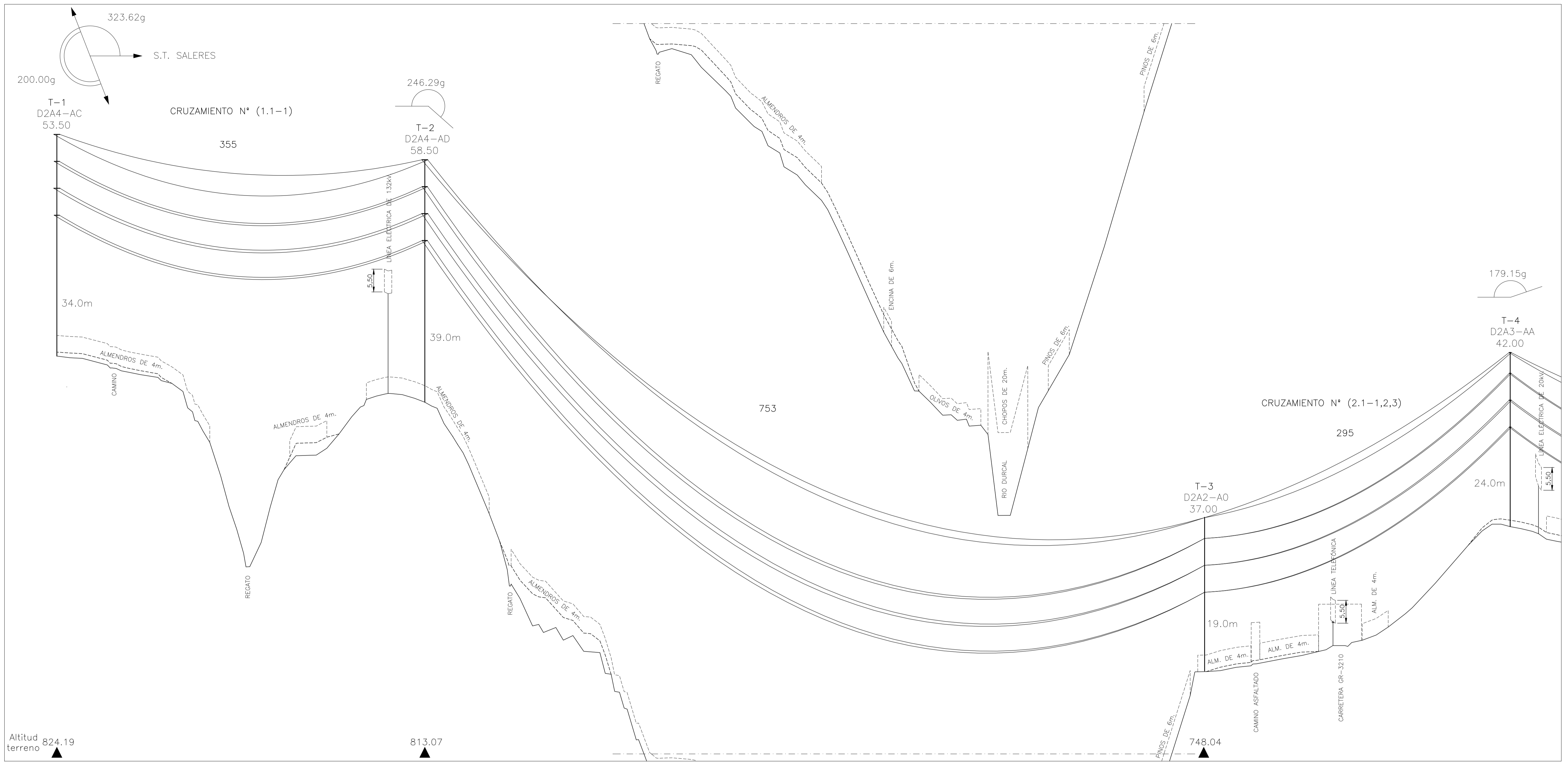
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION

FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO 09-16	R.A.T.	<i>[Firma]</i>
VERIFICADO 09-16	I.E.H.	<i>[Firma]</i>
APROBADO 09-16	A.G.M.	<i>[Firma]</i>

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS
LÍNEA 220kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L/GABIAS-ORGIVA
PLANO DE PERFIL Y PLANTA

SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:
Nº 7163L002
Hoja 1 de 4

LÍNEA DE 220KV DOBLE CIRCUITO E/S SALERES L/GABIAS-ORGIVA. PLANO DE PERFIL Y PLANTA. INGENIERÍA DE LINEAS. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA.



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
El Ingeniero Industrial
Angel Gallego del Monte
Angel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302

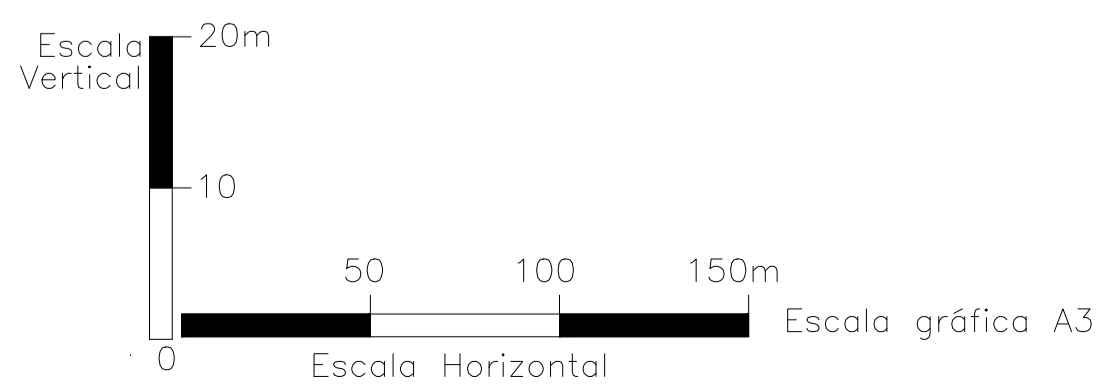
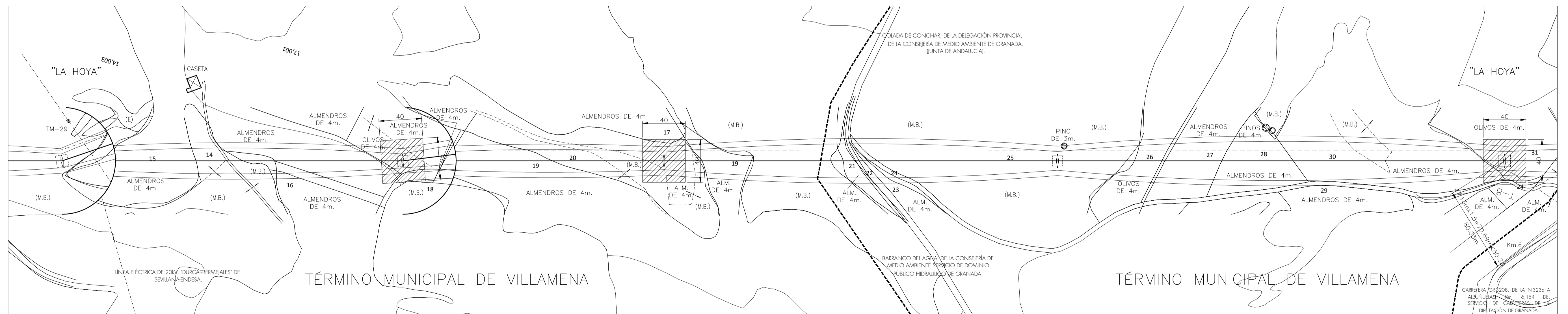
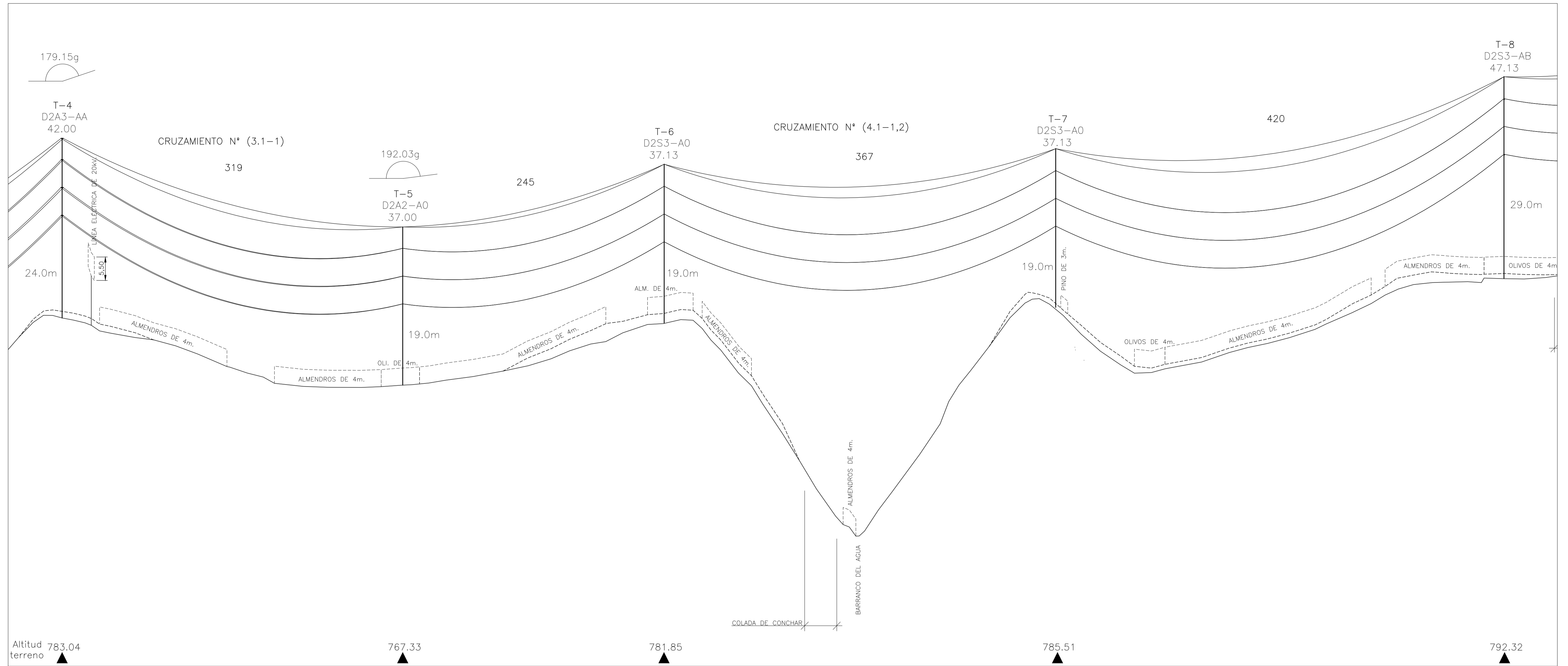
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION

FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO 09-16	R.A.T.	<i>[Signature]</i>
VERIFICADO 09-16	I.E.H.	<i>[Signature]</i>
APROBADO 09-16	A.G.M.	<i>[Signature]</i>

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS
**LÍNEA 220kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L/GABIAS-ORGIVA**
PLANO DE PERFIL Y PLANTA

SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:
N° 7163L002
Hoja 2 de 4

LÍNEA 220kV DOBLE CIRCUITO E/S SALERES L/GABIAS-ORGIVA
 DISEÑO: ANGEL GALLEGO DEL MONTE, INGENIERO INDUSTRIAL, COIIM Nº 5302
 VERIFICACIÓN: I.E.H., INGENIERO INDUSTRIAL, COIIM Nº 5302
 APROBACIÓN: A.G.M., INGENIERO INDUSTRIAL, COIIM Nº 5302



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
El Ingeniero Industrial
Angel Gallego del Monte
Angel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N

FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO 09-16	R.A.T.	<i>[Signature]</i>
VERIFICADO 09-16	I.E.H.	<i>[Signature]</i>
APROBADO 09-16	A.G.M.	<i>[Signature]</i>

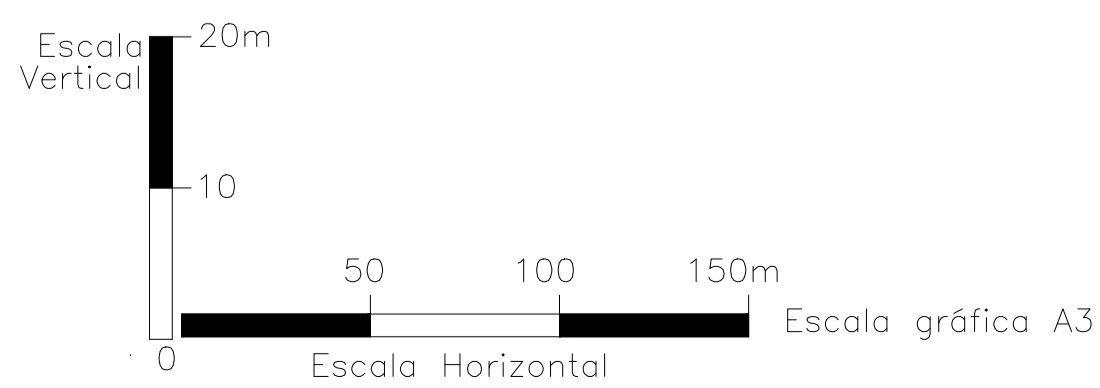
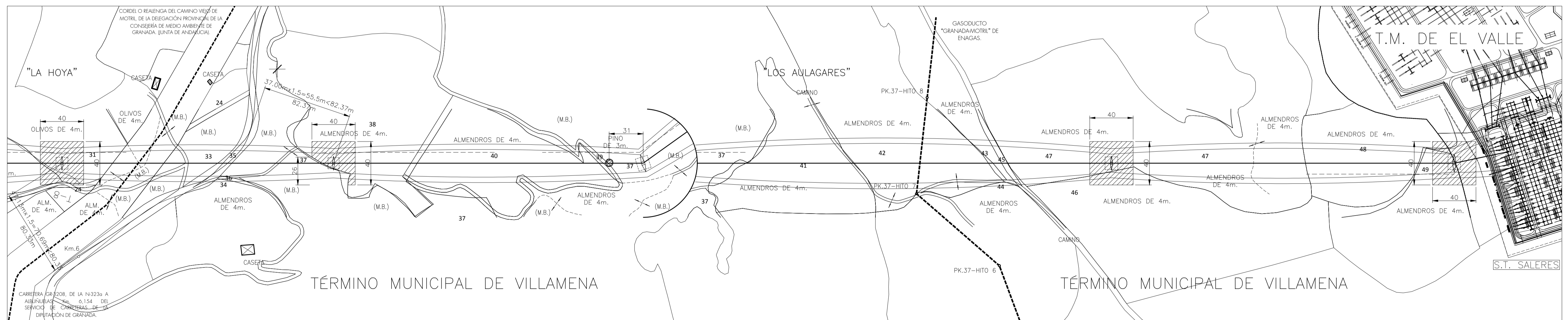
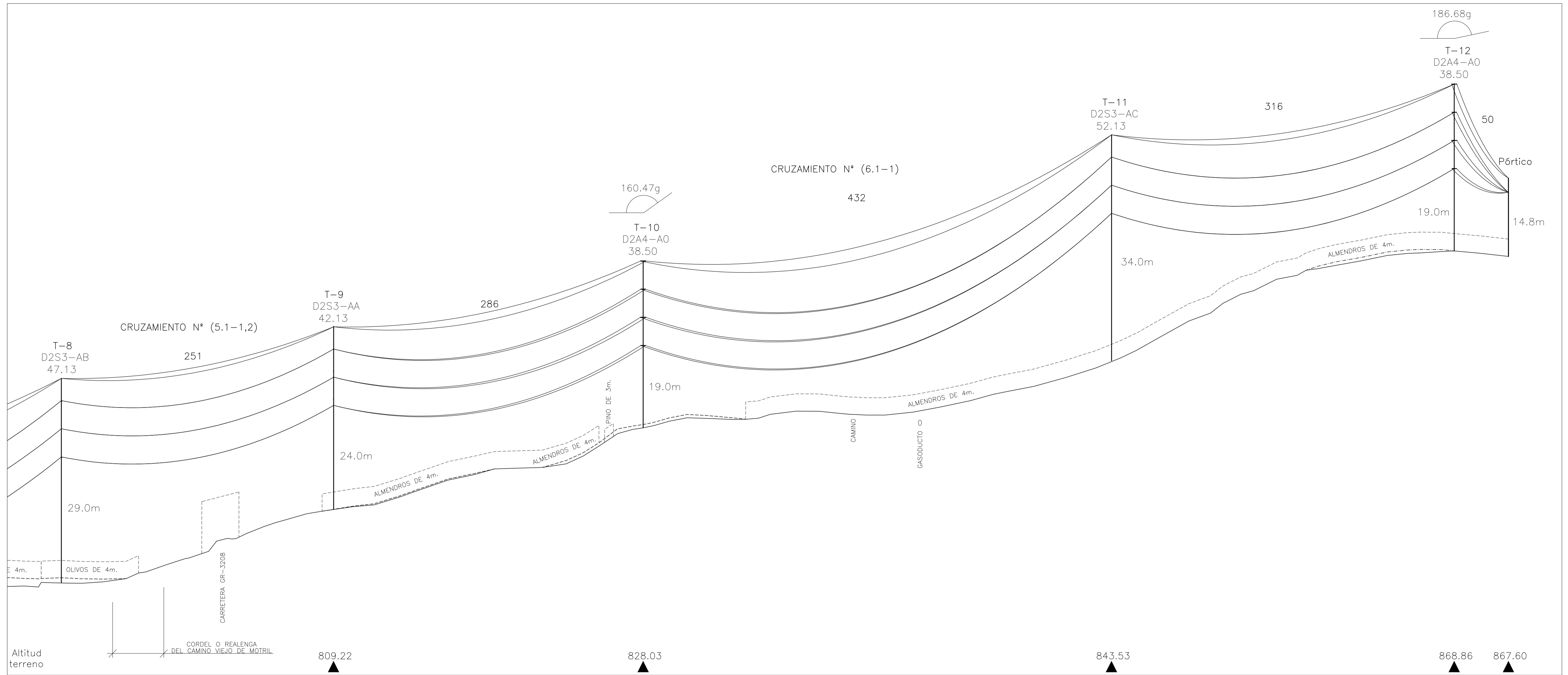
ESCALA ORIGINAL A1: V = 1:500
H = 1:2000
Cotas en metros

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS

LÍNEA 220kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L/GABIAS-ORGIVA
PLANO DE PERFIL Y PLANTA

SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:
N° 7163L002
Hoja 3 de 4

LÍNEA 220kV DOBLE CIRCUITO E/S SALERES L/GABIAS-ORGIVA
 DISEÑO: J. GARCÍA / VERIFICACIÓN: J. GARCÍA / APROBACIÓN: J. GARCÍA
 ESCALA: A1: V=1:500, H=1:2000. COTAS EN METROS.



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
El Ingeniero Industrial
Angel Gallego del Monte
Angel Gallego del Monte
Colegiado COLIM nº 5302

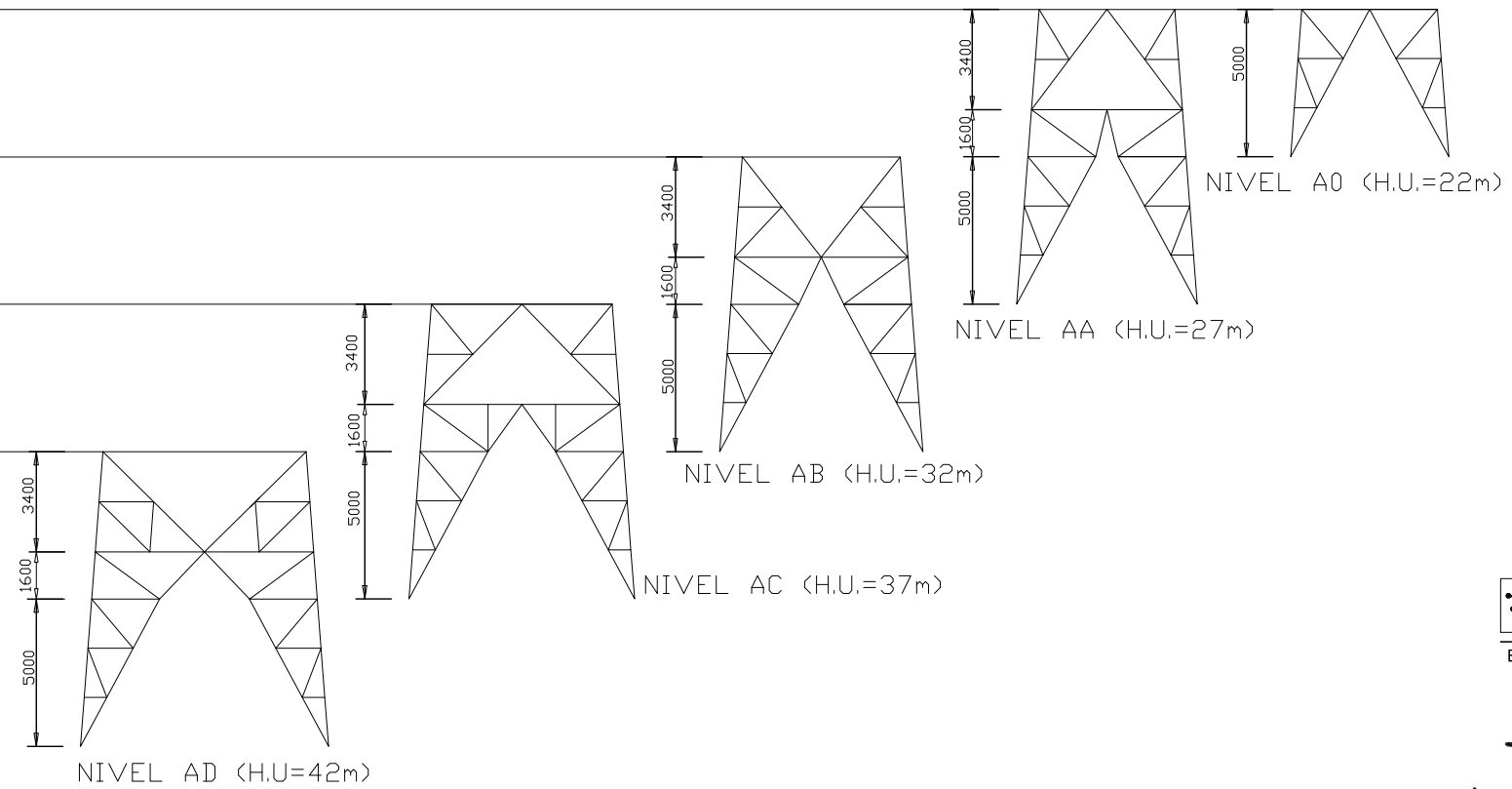
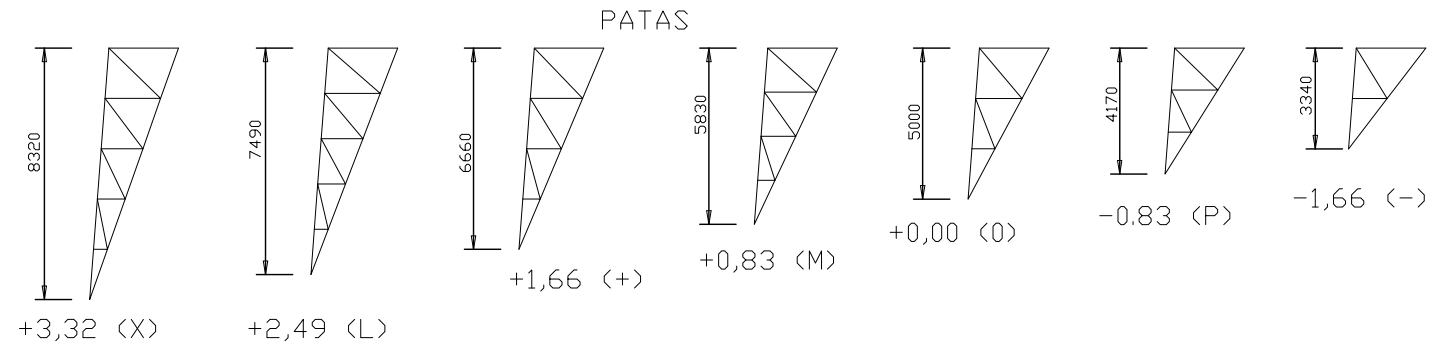
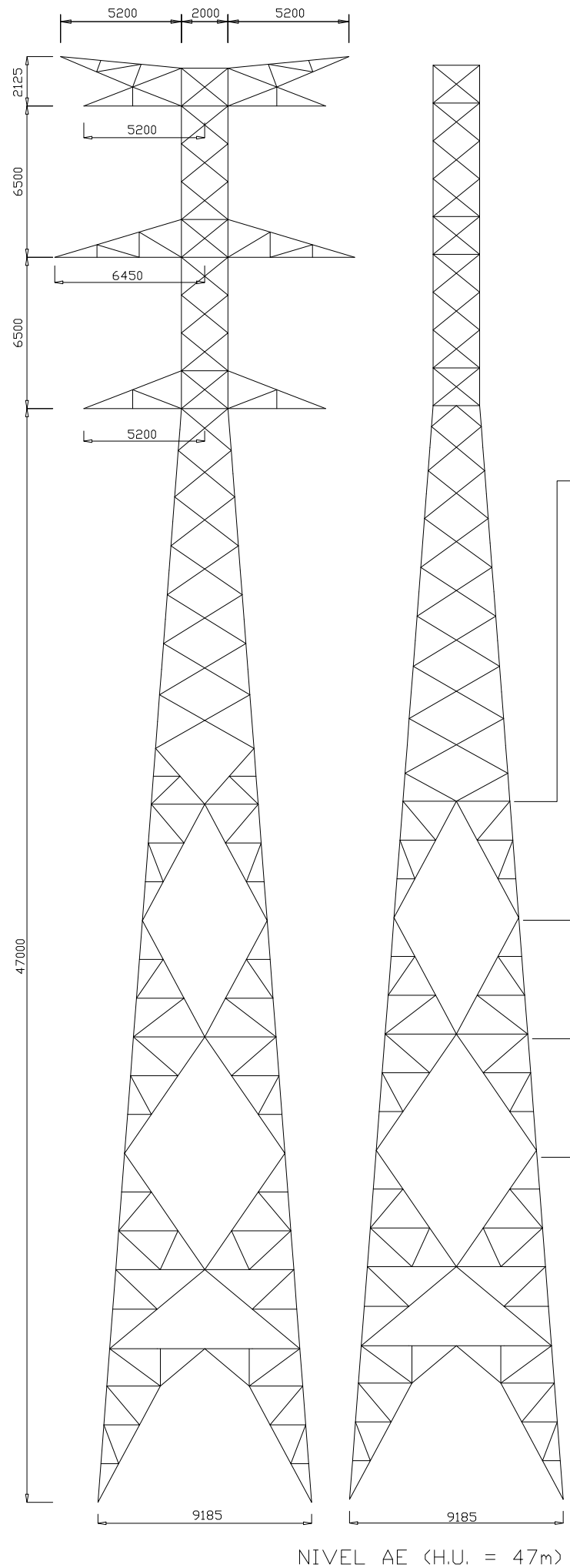
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION

FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO 09-16	R.A.T.	<i>[Signature]</i>
VERIFICADO 09-16	I.E.H.	<i>[Signature]</i>
APROBADO 09-16	A.G.M.	<i>[Signature]</i>

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS
LÍNEA 220kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L/GABIAS-ORGIVA
PLANO DE PERFIL Y PLANTA

SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:
Nº 7163L002
Hoja 4 de 4

LÍNEA 220kV DOBLE CIRCUITO E/S SALERES L/GABIAS-ORGIVA
 PLAN DE PERFIL Y PLANTA
 DISEÑO: J. GARCÍA / VERIFICACIÓN: J. GARCÍA / APROBACIÓN: J. GARCÍA
 ESCALA: 1:2000



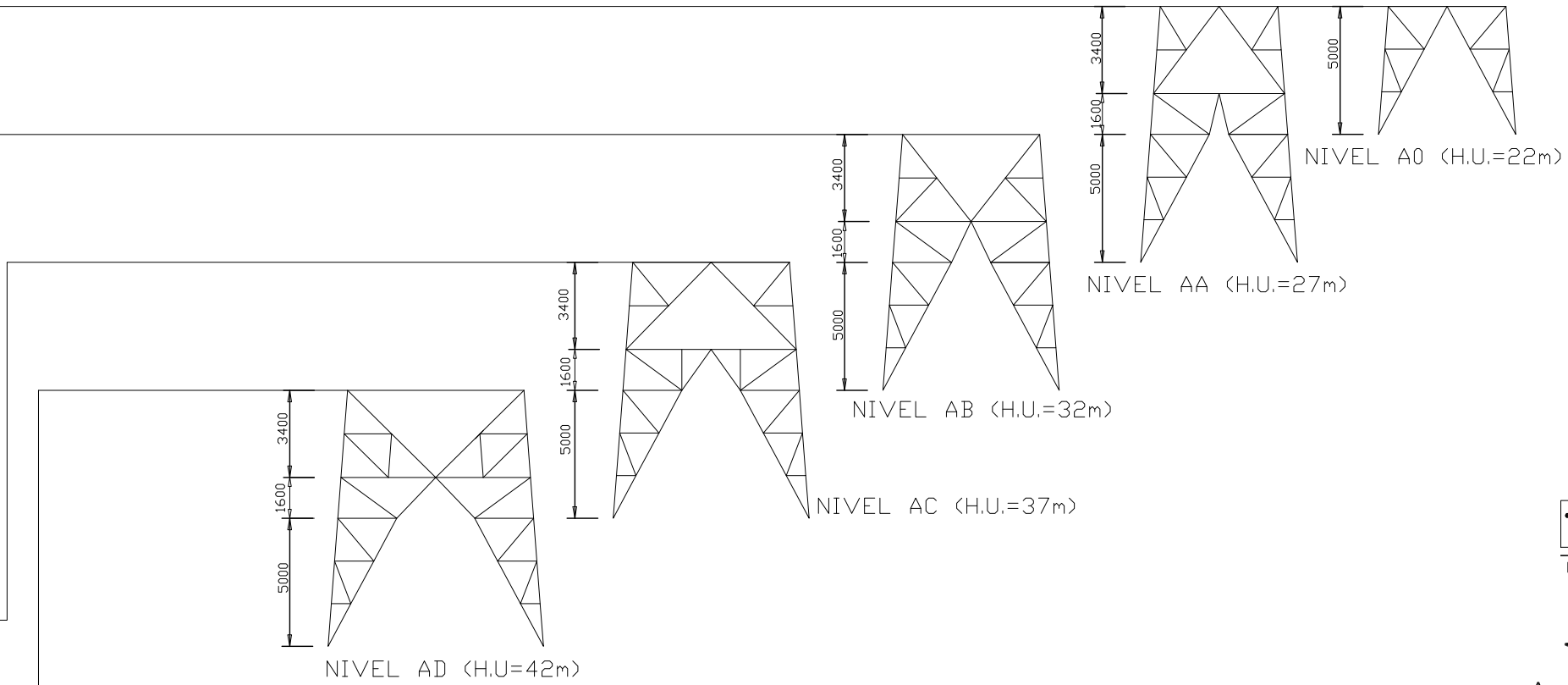
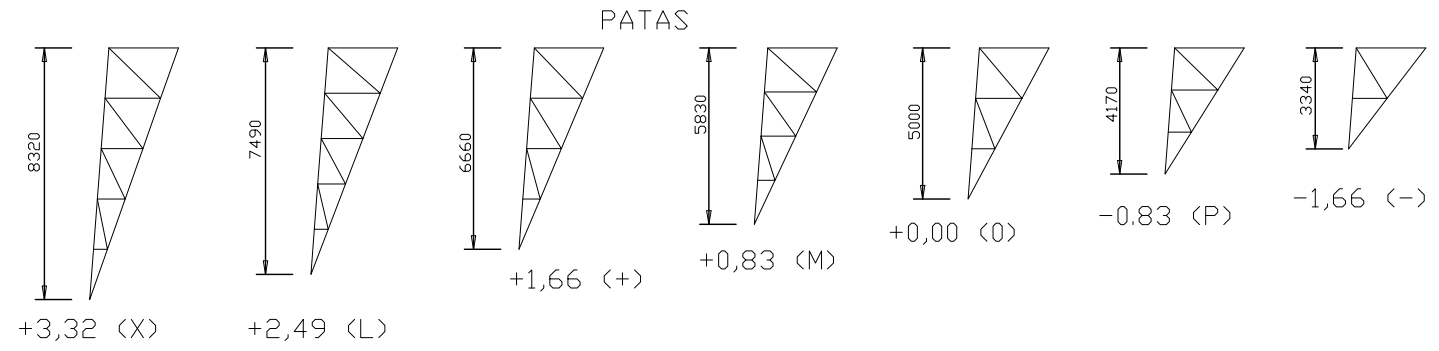
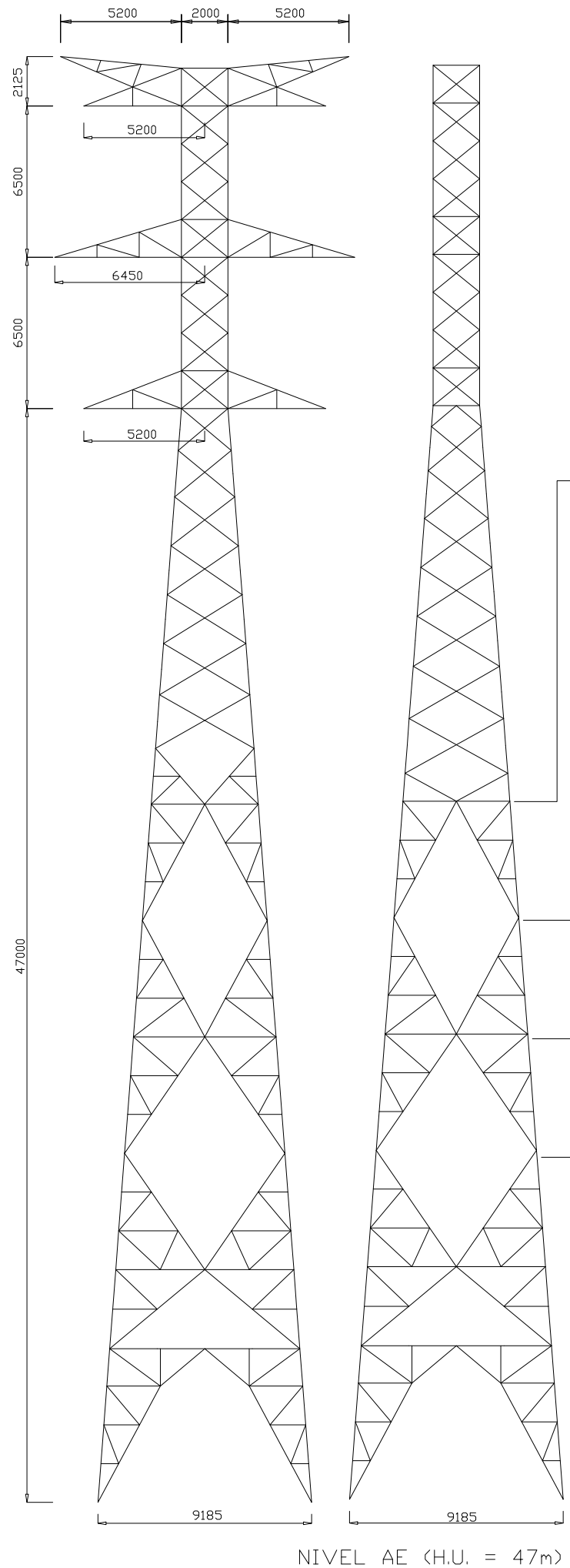
El Ingeniero Industrial

Angel Gallego del Monte

Angel Gallego del Monte

Colegiado COIIM nº 5302

0					1ª Edición.					
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION					
					DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					
INSTALACION					SUSTITUYE A:					
L/ 220 KV D.C.					SUSTITUIDO POR:					
					REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA		
					06-09	A.L.A.		<i>A</i>		
					VERIFICADO	06-09	J.C.P.		<i>J</i>	
					APROBADO	06-09	A.G.M.		<i>M</i>	
TITULO					ESCALA					
APOYO TIPO D2S3 (2 C.T.)					1/250					
ESQUEMA					Nº					
					104P002					
					HOJA					
					DE					



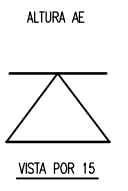
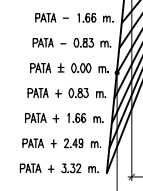
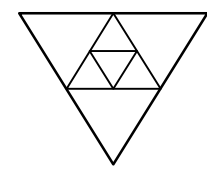
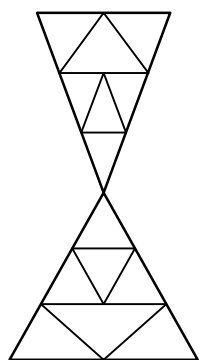
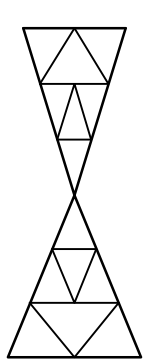
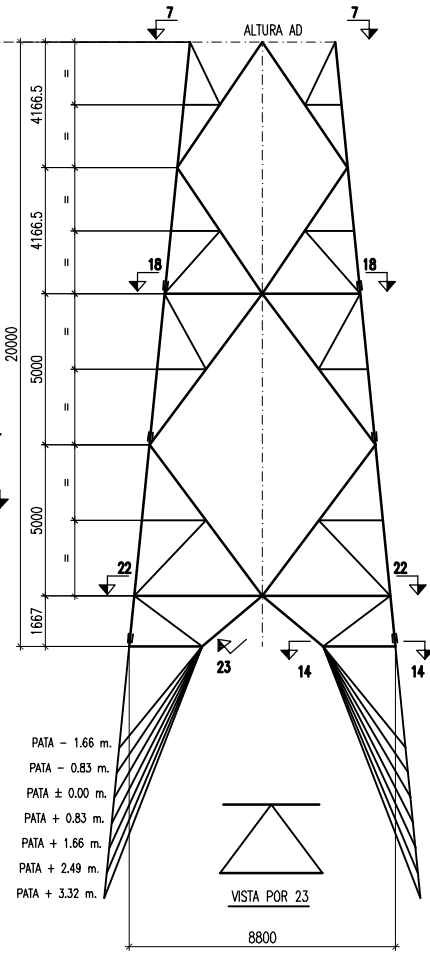
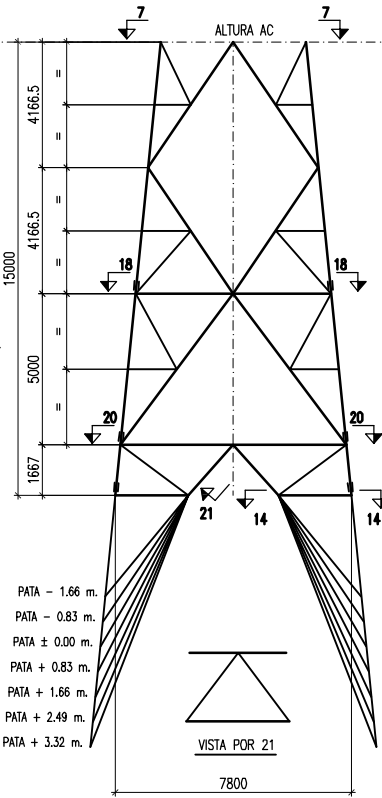
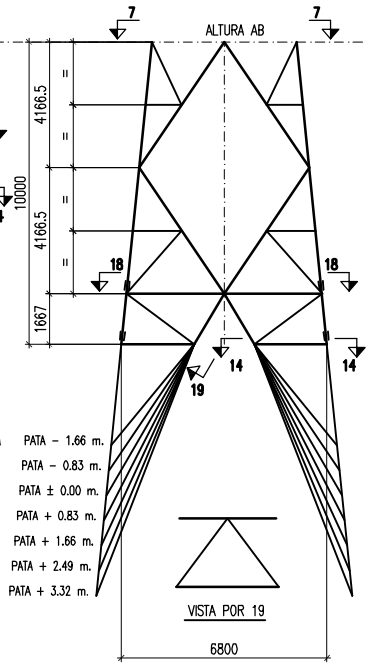
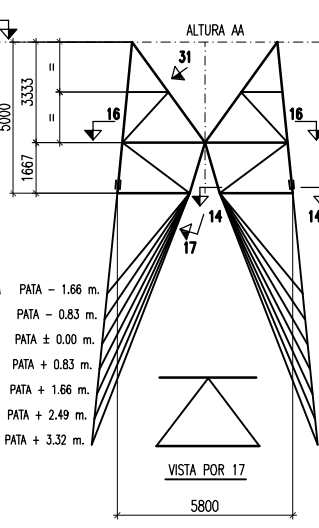
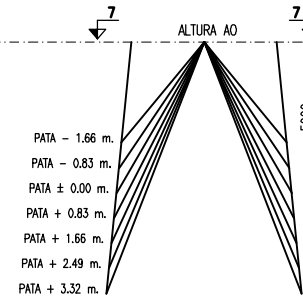
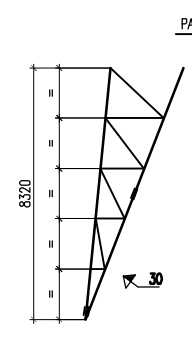
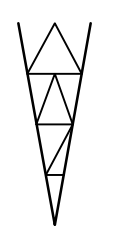
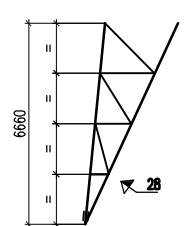
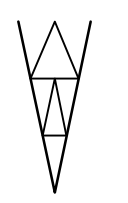
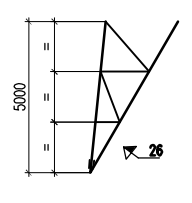
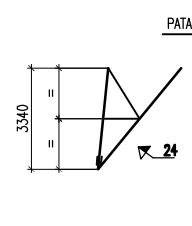
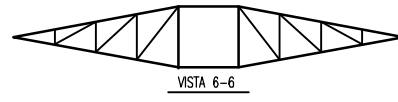
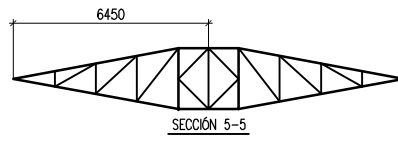
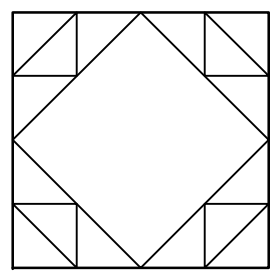
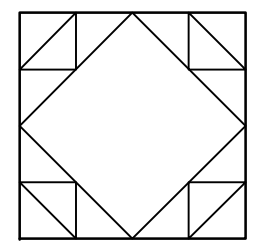
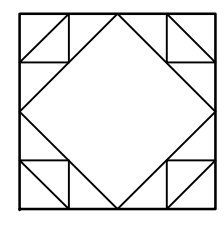
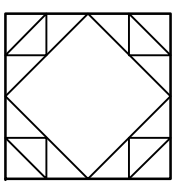
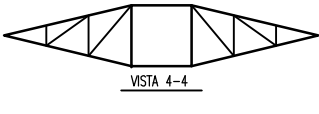
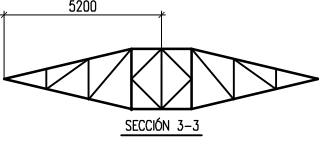
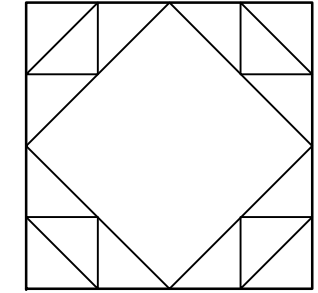
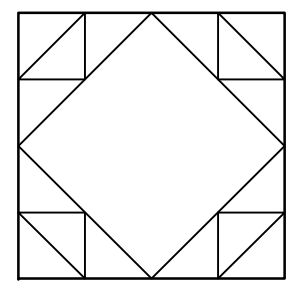
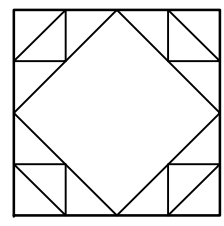
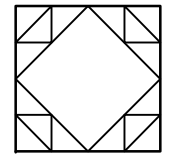
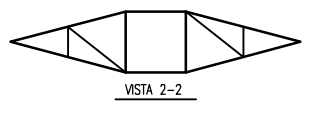
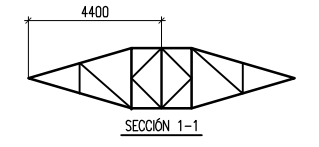
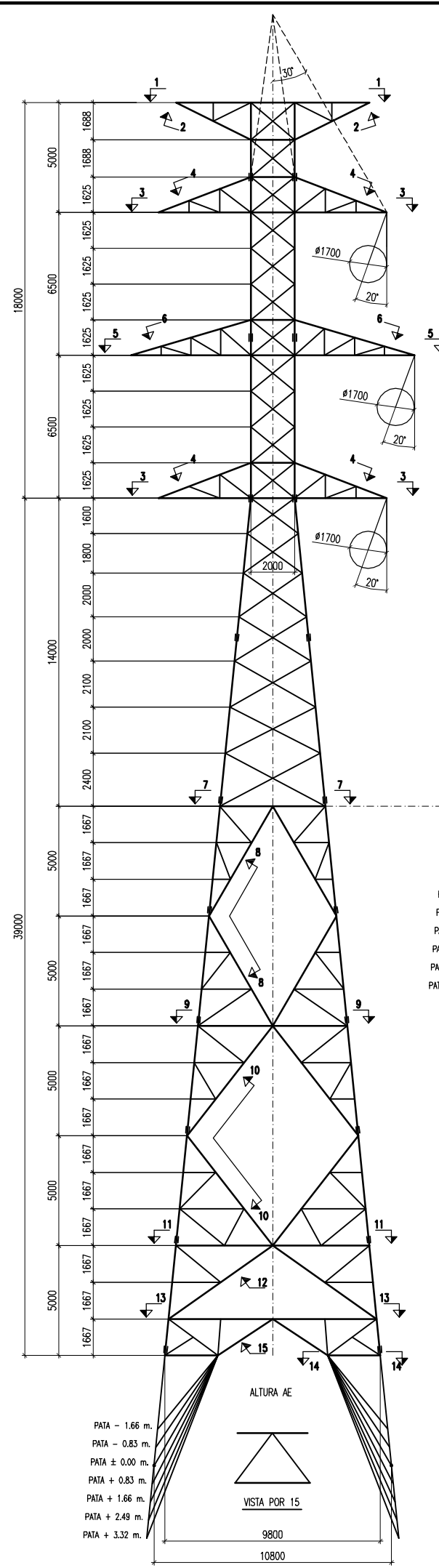
El Ingeniero Industrial

Angel Gallego del Monte

Angel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302

0					1ª Edición.					
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION					
					DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					
INSTALACION					SUSTITUYE A:					
L/ 220 KV D.C.					SUSTITUIDO POR:					
					REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA		
					06-09	A.L.A.		<i>A</i>		
					VERIFICADO	06-09	J.C.P.		<i>J</i>	
					APROBADO	06-09	A.G.M.		<i>M</i>	
TITULO					ESCALA					
APOYO TIPO D2S4(2 C.T.)					1/250					
ESQUEMA					Nº					
					105P002					
					HOJA					
					DE					

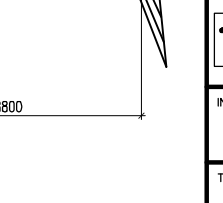
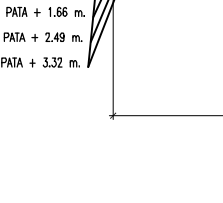
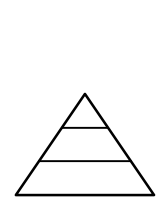
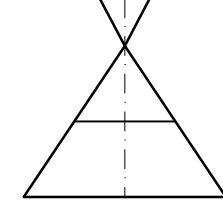
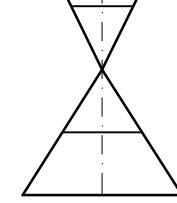
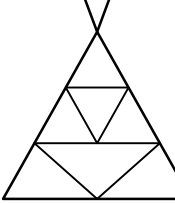
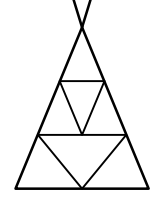
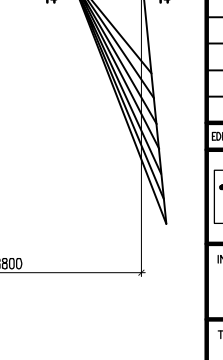
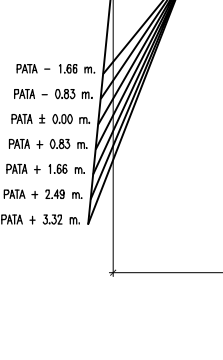
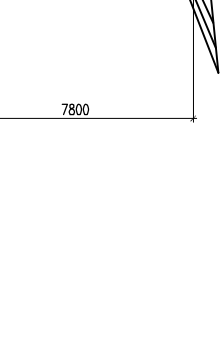
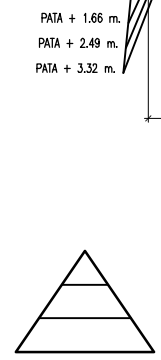
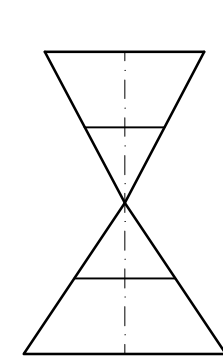
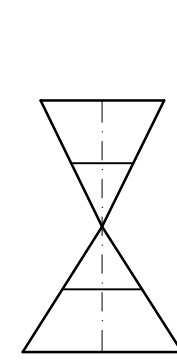
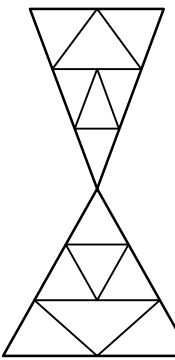
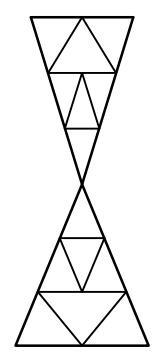
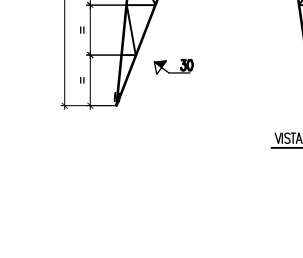
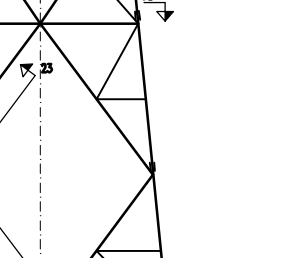
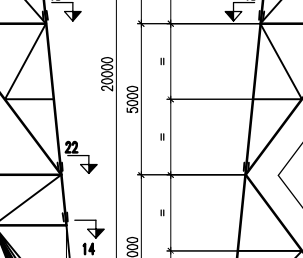
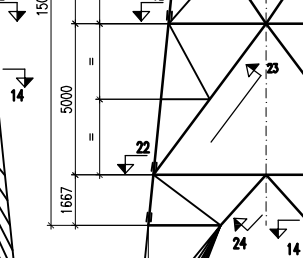
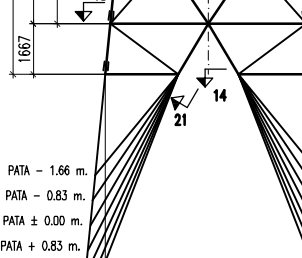
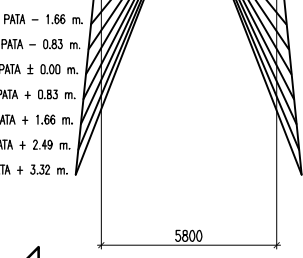
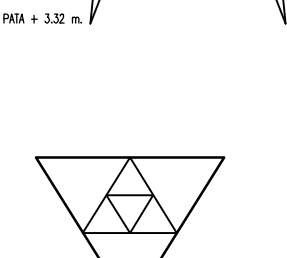
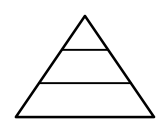
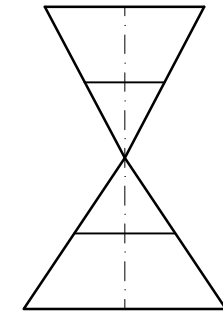
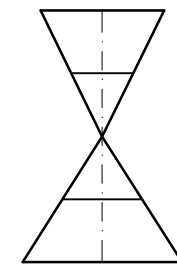
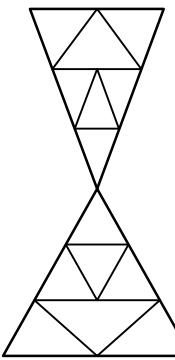
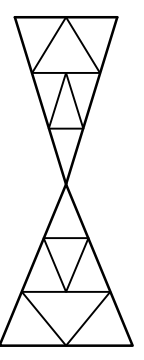
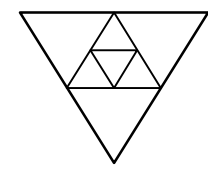
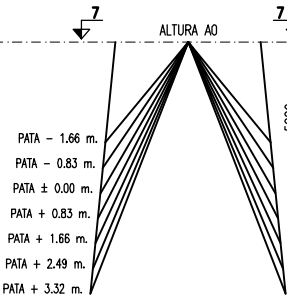
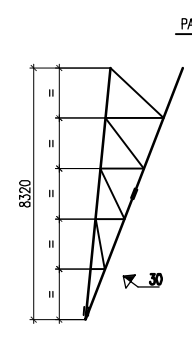
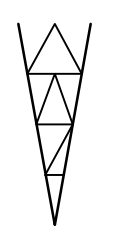
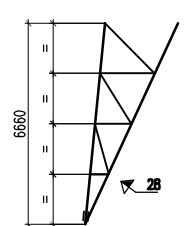
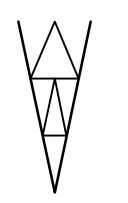
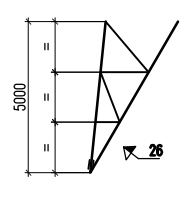
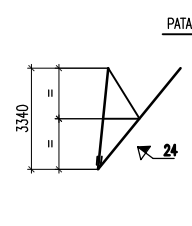
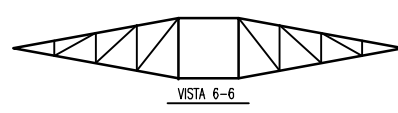
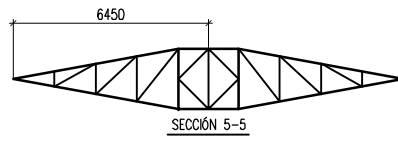
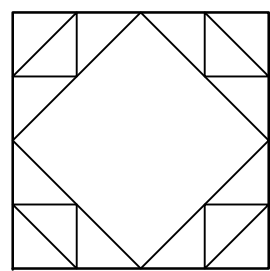
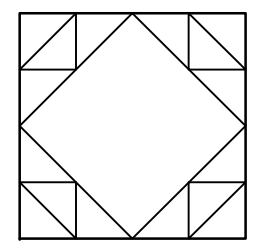
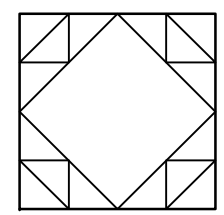
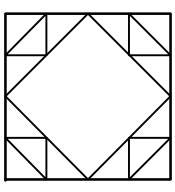
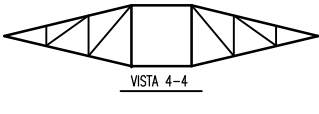
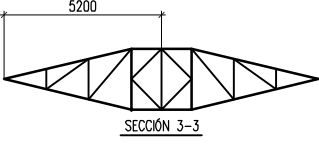
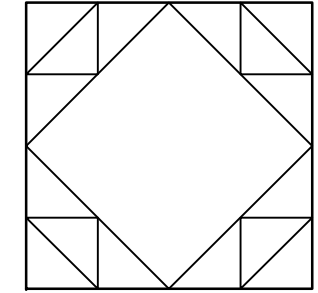
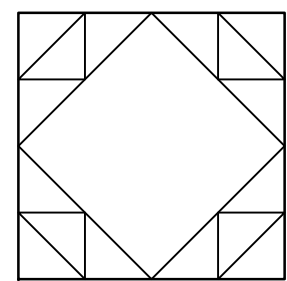
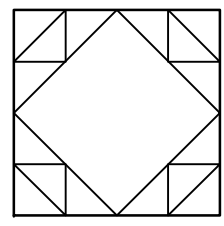
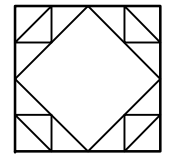
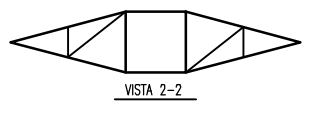
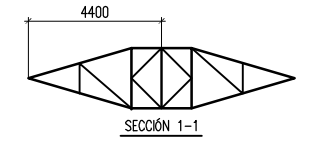
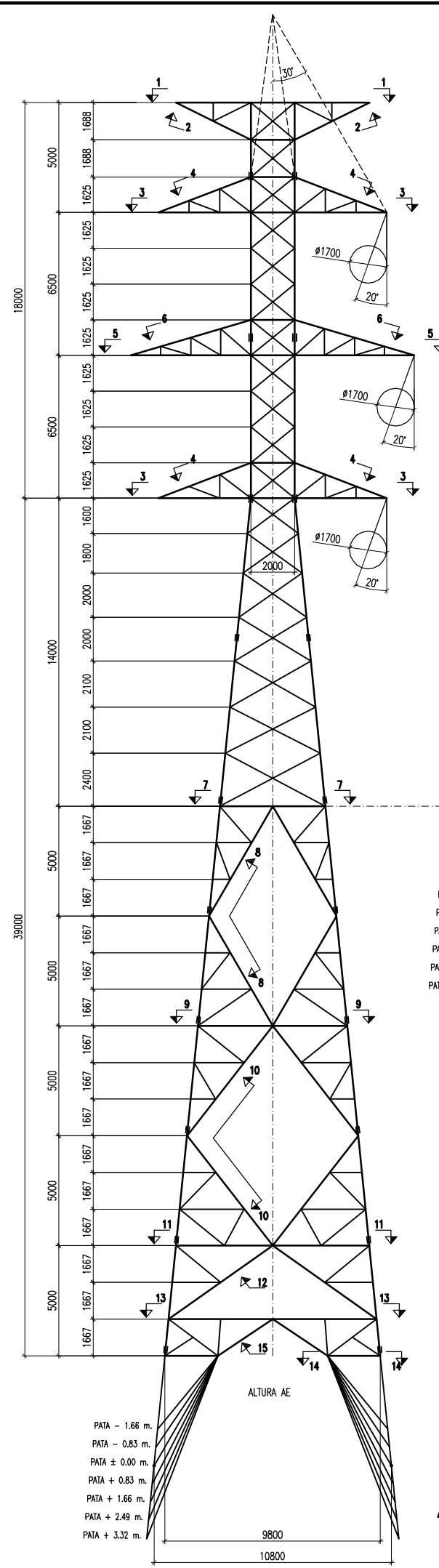
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado, Nº 201603400, Fecha Visado: 26/10/2016, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Para comprobar su validez: http://www.coiim.es/verificacion/ Cod.Ver: 6570162
 Nº Colegiado: 5302, Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE



5	FEB-16	A.L.A.	C.G.B.	A.G.M.	SE MODIFICA LA LONGITUD DE LOS DOS CABLES DE TIERRA
4	JUL-15	F.L.D.	A.G.V.	M.C.O.	SE AÑADE ENCUADRAMIENTO (31) EN LA ALTURA AA.
3	NOV-10	J.L.B.	A.G.V.	M.C.O.	SE CAMBIA EXT.+0,+5,+10,+15,+20,+25, PDR AA,AB,AC,AD,AE,AF
2	ENE-10	J.L.B.	A.G.V.	M.C.O.	SE COMPRUEBA CON PROTOTIPO
1	OCT-09	J.L.B.	A.G.V.	M.C.O.	SE AÑADEN DIMENSIONES DE PATAS
0	JUN-06	J.L.B.	A.G.V.	M.C.O.	PARA APROBACION

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
					DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE LINEAS		
INSTALACION					N°		
TITULO					ESCALA		
LÍNEA DE 2 CIRCUITOS, 220 kV. Apoyo Tipo D2A2 ESQUEMA DE DIMENSIONES GENERALES					N° 106P001		
FECHA REALIZADO					FECHA VERIFICADO		
NOMBRE REALIZADO					NOMBRE VERIFICADO		
FIRMA REALIZADO					FIRMA VERIFICADO		
APROBADO					APROBADO		
HOJA					DE		

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 201603400. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: http://www.ccoim.es/verificacion. Cad Ver: 6457016
 Nº Colegiado: 5502. Colegiado: MIGUEL GALLEGO DEL MONTE



PATA - 1.66 m.
PATA - 0.83 m.
PATA ± 0.00 m.
PATA + 0.83 m.
PATA + 1.66 m.
PATA + 2.49 m.
PATA + 3.32 m.

PATA - 1.66 m.
PATA - 0.83 m.
PATA ± 0.00 m.
PATA + 0.83 m.
PATA + 1.66 m.
PATA + 2.49 m.
PATA + 3.32 m.

PATA - 1.66 m.
PATA - 0.83 m.
PATA ± 0.00 m.
PATA + 0.83 m.
PATA + 1.66 m.
PATA + 2.49 m.
PATA + 3.32 m.

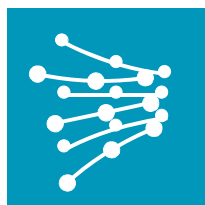
PATA - 1.66 m.
PATA - 0.83 m.
PATA ± 0.00 m.
PATA + 0.83 m.
PATA + 1.66 m.
PATA + 2.49 m.
PATA + 3.32 m.

PATA - 1.66 m.
PATA - 0.83 m.
PATA ± 0.00 m.
PATA + 0.83 m.
PATA + 1.66 m.
PATA + 2.49 m.
PATA + 3.32 m.

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
2	FEB-16	A.L.A.	C.G.B.	A.G.M.	SE MODIFICA LA LONGITUD DE LOS DDS CABLES DE TIERRA
1	MAR-10	F.M.V.	J.L.B.	A.G.V.	COMPROBADO CON PROTOTIPO MADE
0	OCT-09	J.L.B.	A.G.V.	M.C.O.	PARA APROBACION

		DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE LINEAS	
INSTALACION TITULO	LÍNEA DE 2 CIRCUITOS, 220 kV. Apoyo Tipo D2A3 ESQUEMA DE DIMENSIONES GENERALES	ESCALA N°	1/125 107P001
REALIZADO VERIFICADO APROBADO	FECHA OCT-09 OCT-09	NOMBRE J.L.B. A.G.V.	FIRMA
HOJA		DE	

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado, Nº 201603400, Fecha Visado: 26/10/2016, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.colim.es/verificacion>, Cad. Ver.: 64570162.



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A 220 kV DOBLE CIRCUITO
E/S EN SALERES DE L/220 kV GABIAS - ORGIVA

DOCUMENTO 4
PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 4

PRESUPUESTO

1	PRESUPUESTO DETALLADO	3
2	RESUMEN GENERAL	9

1 PRESUPUESTO DETALLADO

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
1 INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE				
Estudios de trazado y estudio de las medidas correctoras	4.09	km	3981.4	16,284
TOTAL INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE				16,284
2 INGENIERÍA DE PROYECTO				
Estudio topográfico, distribución de apoyos, cálculos, elaboración de planos y del Proyecto de Ejecución de línea aérea	4.09	km	4287.3	17,535
TOTAL INGENIERÍA DE PROYECTO				17,535
3 GESTIÓN Y TRAMITACIONES				
Incluye: Visado del Proyecto de Ejecución, tramitación de expedientes, obtención de los permisos de los propietarios afectados y la realización de todas las gestiones necesarias para la autorización y la legalización del Proyecto por parte de la Administración	4.09	km	8555.8	34,993
TOTAL GESTIÓN Y TRAMITACIONES				34,993
4 PERMISOS Y DAÑOS				
Pago a los propietarios afectados por los derechos de servidumbre de paso, construcción de accesos, pago de daños a propietarios...	4.09	km	11951.0	48,880
TOTAL PERMISOS Y DAÑOS				48,880

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado, Nº 201603400, Fecha Visado: 26/10/2016, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/verificacion>, Cod.Ver: 64570162, Nº Colegiado: 5302, Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

5 MATERIALES

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
APOYOS Y ANCLAJES				
Apoyo tipo D2S3 con dos Cables de Tierra	44209	kg.	1.76	77807.8
Apoyo tipo D2A2 con dos Cables de Tierra	21280	kg.	1.76	37452.8
Apoyo tipo D2A3 con dos Cables de Tierra	16268	kg.	1.76	28631.7
Apoyo tipo D2A4 con dos Cables de Tierra	110747	kg.	1.76	194914.7
Anclaje para torre tipo D2S3 con uno o dos Cables de Tierra	2120	kg.	1.76	3731.2
Anclaje para torre tipo D2A2 con uno o dos Cables de Tierra	1728	kg.	1.76	3041.3
Anclaje para torre tipo D2A3 con uno o dos Cables de Tierra	1372	kg.	1.76	2414.7
Anclaje para torre tipo D2A4 con uno o dos Cables de Tierra	8432	kg.	1.76	14840.3
CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA				
Conductor Al/Aw Condor	73614	kg	2.54	187283.4
Cable de Tierra Compuesto FO. Tipo I	4	km	3950.00	17143.0
Cable Alumoweld 7n7	4231	m	1.35	5716.2
 AISLAMIENTO				
Aislador Compuesto N20 Tipo 10	242	ud.	127.00	30733.7
ACCESORIOS DE TENDIDO				
Amortiguador Stockbridge (21.50-30.00)	317	ud.	20.52	6504.7
Amortiguador Stockbridge FO (21.5-30)	32	ud.	13.15	420.8

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
Amortiguador Stockbridge (8.00-13.00)	31	ud.	10.80	334.8
Baliza Completa Naranja Intern. (600mm)	2	ud.	83.88	167.8
Baliza Completa (1/2naranja-1/2blanca) (600mm)	2	ud.	82.94	165.9
Cadena Amarre Doble-Duplex	99	ud.	181.71	17989.3
Cadena Suspensión Doble Duplex	13	ud.	155.77	2025.0
Cadena Suspensión Sencilla Duplex	19	ud.	83.52	1586.9
Conjunto Suspensión Cable T/O (15.10-15.74)	6	ud.	37.98	227.9
Conjunto Amarre Cable T/O (15.1-16.99)	9	ud.	137.31	1235.8
Conjunto Amarre Cable Tierra (11)	9	ud.	65.78	592.0
Conjunto Suspensión Cable Tierra (11)	6	ud.	39.17	235.0
Contrapeso Conductor 10kg (26.10-32.00)	198	ud.	21.59	4275.0
Grapa Compresión Horquilla Condor	198	ud.	44.90	8891.0
Grapa Suspensión Arm/Ae Condor	62	ud.	44.20	2740.7
Grasa Drill para Conector Eléctrico.	20	kg	8.31	166.2
Juego Aros(2) para Aislador Compuesto	242	ud.	30.83	7460.6
Mang. Conjunto Empalme Compresión Condor	9	ud.	23.29	209.6
Mang. Conjunto Empalme Compresión (Ac 11)	2	ud.	15.10	30.2
Mang. Conjunto Repara Compresión (27.00 31.50)	9	ud.	12.31	110.8
Mang. Repara Preformado (27.04 27.90)	9	ud.	9.59	86.3
Peldaño de Seguridad Corto para Crucetas	446	ud.	5.27	2350.4
Peldaño Seguridad M20x200 Tipo 3	458	ud.	5.39	2470.6
Placa Riesgo Eléctrico Ce29 Castellano Plástico	27	ud.	3.00	81.0

Soporte Baliza	3	ud.	9.52	28.6
Tapón Terminal Aleación Aluminio (12.5mmx25)	21	ud.	1.36	28.6
Separador Duplex Condor/Crow/Gull 400	693	ud.	12.55	8697.2
Varilla segundo amortiguador C/FO (15.1-16.8)	3	ud.	2.10	6.3
TOTAL MATERIALES				672,830

6 OBRA CIVIL

Apertura/ Acondicionamiento Accesos	12	ud	3000.0	36,000
Cimentación del Apoyo D2S3 . Incluye el transporte y acopio del material , la excavación de los hoyos, nivelación de las testas, hormigonado de las patas utilizando el metodo más apropiado para cada caso, y ensayos del hormigón (Cono Abrams y probetas de ensayo), suministro y colocación de armaduras, extendido y retirada de tierras y demás actividades necesarias para la realización de la cimentación.	5	ud	11,352	56,760
Cimentación del Apoyo D2A2 . Incluye el transporte y acopio del material , la excavación de los hoyos, nivelación de las testas, hormigonado de las patas utilizando el metodo más apropiado para cada caso, y ensayos del hormigón (Cono Abrams y probetas de ensayo), suministro y colocación de armaduras, extendido y retirada de tierras y demás actividades necesarias para la realización de la cimentación.	2	ud	15,648	31,296
Cimentación del Apoyo D2A3 . Incluye el transporte y acopio del material , la excavación de los hoyos, nivelación de las testas, hormigonado de las patas utilizando el metodo más apropiado para cada caso, y ensayos del hormigón (Cono Abrams y probetas de ensayo), suministro y colocación de armaduras, extendido y retirada de tierras y demás actividades necesarias para la realización de la cimentación.	1	ud	26,640	26,640
Cimentación del Apoyo D2A4 . Incluye el transporte y acopio del material , la excavación de los hoyos, nivelación de las testas, hormigonado de las patas utilizando el metodo más apropiado para cada caso, y ensayos del hormigón (Cono Abrams y probetas de ensayo), suministro y colocación de armaduras, extendido y retirada de tierras y demás actividades necesarias para la realización de la cimentación.	4	ud	47,064	188,256
Instalación de PaT de 12 apoyos	1800	m	25.0	45,000

TOTAL OBRA CIVIL 383,952

ARMADO E IZADO DE APOYOS

Armado e izado de 12 apoyos.	192504	kg	1.1	215,989
Conexionado de la PAT al Apoyo	12	ud	60.0	720

TOTAL ARMADO E IZADO DE APOYOS 216,709

7 TENDIDO

Tendido aéreo de 4.09 km de doble circuito de una línea aérea de 2 conductores por fase y una tensión de 220 kV .	4	km	55678.0	227,723
---	---	----	---------	---------

Cruzamiento línea alta tensión 132 kV	1	ud.	22639.5	22,640
---------------------------------------	---	-----	---------	--------

Cruzamientos con Protecciones Madera: Colocación de las protecciones de madera adecuadas para el cruzamiento de caminos, líneas telefónicas, líneas de cable aislado, explotaciones agrícolas y demás puntos a proteger.	5	ud.	224.0	1,120
--	---	-----	-------	-------

Cruzamientos con Protecciones Metálicas: Colocación de protecciones adecuadas para el cruzamiento de todo camino asfaltado, se incluye la autovía, autopista, carreteras y ferrocarriles	2	ud.	5725.0	11,450
--	---	-----	--------	--------

Cruzamiento de Ríos y embalses	1	ud.	951.0	951
--------------------------------	---	-----	-------	-----

Colocación de placas de Riesgo eléctrico	27	ud.	50.2	1,355
--	----	-----	------	-------

Coloc.Balizas	4	ud.	130.0	520
---------------	---	-----	-------	-----

TOTAL TENDIDO AÉREO 265,758

6 ENSAYOS FINALES

Ensayos cable FO	1	ud.	1500.0	1,500
------------------	---	-----	--------	-------

TOTAL ENSAYOS FINALES 1,500

TOTAL TENDIDO 267,258

8 DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA

Dirección técnica, supervisión y vigilancia de las actividades de construcción.	1 P.A.	45441.1	45,441
---	--------	---------	--------

TOTAL DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA			45,441
--	--	--	---------------

9 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Presupuesto de seguridad Línea Aérea	1 P.A.	2626.1	2,626
--------------------------------------	--------	--------	-------

Presupuesto de seguridad Armado e Izado de Apoyos	1 P.A.	5720.0	5,720
---	--------	--------	-------

Presupuesto de seguridad Tendido Línea Aérea	1 P.A.	6220.3	6,220
--	--------	--------	-------

TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD			14,566
---------------------------------------	--	--	---------------

10 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Presupuesto de gestión de residuos	1 P.A.	4197.9	4,198
------------------------------------	--------	--------	-------

TOTAL PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS			4,198
---	--	--	--------------

2 RESUMEN GENERAL

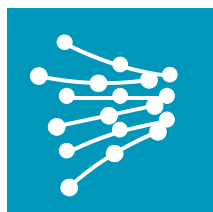
RESUMEN

1 INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE	16,284 €
2 INGENIERÍA DE PROYECTO	17,535 €
3 GESTIÓN Y TRAMITACIONES	34,993 €
4 PERMISOS Y DAÑOS	48,880 €
5 MATERIALES	672,830 €
6 OBRA CIVIL	383,952 €
7 ARMADO E IZADO DE APOYOS	216,709 €
7 TENDIDO	267,258 €
8 DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA	45,441 €
9 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	14,566 €
10 PRESUPUESTO DE ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	4,198 €
TOTAL	1,722,647 €

Importa el presente Presupuesto la cantidad de **UN MILLÓN SETECIENTOS VEINTIDÓS MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS**

Madrid, septiembre de 2016
El Ingeniero Industrial

Ángel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN

DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE
DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 220 kV DOBLE CIRCUITO

E/S EN SALERES DE L/220 kV GABIAS - ORGIVA

DOCUMENTO 5
ESTUDIO DE SEGURIDAD

DOCUMENTO Nº 5

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD	3
2	MEMORIA	4
2.1	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	4
2.2.	PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	6
2.3.	CONTROL DE ACCESOS	6
2.4.	TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.	6
2.5.	UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA	7
2.6.1.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.....	11
2.6.2.	ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD.....	11
2.6.3.	PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA OBRA.....	11
2.6.4.	FORMACIÓN	12
2.6.5.	MEDICINA PREVENTIVA.....	13
2.6.6.	MEDIOS DE PROTECCIÓN	13
2.7.	INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR)	14
2.8.	DISPOSICIONES DE EMERGENCIA.....	14
2.8.1.	VÍAS DE EVACUACIÓN	14
2.8.2.	ILUMINACIÓN.....	14
2.8.3.	INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y REPARTO DE ENERGÍA	14
2.8.4.	VENTILACIÓN:	14
2.8.5.	AMBIENTES NOCIVOS Y FACTORES ATMOSFÉRICOS:	15
2.8.6.	DETECCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS:	15
2.8.7.	PRIMEROS AUXILIOS	15
2.9.	CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD	15
3	PLIEGO DE CONDICIONES.....	16
3.1.	NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN	16
3.2	NORMATIVA INTERNA DE REE.....	17
4	CROQUIS	18
4.1	ESQUEMA UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA SEGURIDAD.....	24
4.2	SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA.....	27
4.3	SEÑALES GESTUALES	28
4.4	PROTECCIÓN SOBRE INFRA ESTRUCTURAS	29
5	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	31

1 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD

Este Estudio establece las medidas de Seguridad que deben adoptarse en los trabajos de construcción a realizar en la línea “Entrada y salida en la subestación de Saleres de la línea a 220 kV Gabias-Órgiva”.

Servirá para dar las directrices básicas de las Normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra, facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales Normas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene carácter obligatorio y contractual para todas las empresas que participan en el desarrollo de la obra.

La Empresa Contratista quedará obligada a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este Estudio.

RED ELÉCTRICA se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de Seguridad que se apruebe.

2 MEMORIA

2.1 Situación y descripción de la obra

La obra consiste en la construcción de una línea de doble circuito a 220 kV, con una longitud aproximada de 4,09 kilómetros, que conectará el apoyo de entronque en la LE 220 kV Gabias - Orgiva situado en el término municipal de Durcal (provincia de Granada)

Resumidamente, la obra consistirá básicamente en realizar las siguientes actividades:

- Cimentaciones para los nuevos apoyos.
- Armado e izado de los apoyos
- Tendido conductores.

La línea objeto del siguiente Proyecto de Ejecución consta de 12 apoyos, siendo su longitud de 4,09 km.

Apoyos	de celosía, doble circuito, normalización REE Serie D2
Conductores	Núm. circuitos = 2. Tres fases Dx tipo CONDOR AW
Cable de tierra	1OPGW TIPO 1 – 1 7N7.
Cadenas	Aislamiento compuesto
Cimentaciones	De zapatas individuales

La totalidad de los apoyos, cimentaciones y pesos se distribuye según la tabla siguiente.

Nº Apoyo	Tipología	Tipo de Apoyo	Altura	Peso Apoyo (Kg)	Cubicación (m ³)	Excavación (m ³)
1	A	APOYO D2A4	AC	32493	19.92	19.61
2	A	APOYO D2A4	AD	35516	19.92	19.61
3	A	APOYO D2A2	A0	10640	6.72	6.52
4	A	APOYO D2A3	AA	16268	11.3	11.1
5	A	APOYO D2A2	A0	10640	6.72	6.52
6	S	APOYO D2S3	A0	7097	4.94	4.73
7	S	APOYO D2S3	A0	7097	4.94	4.73
8	S	APOYO D2S3	AB	9852	4.94	4.73
9	S	APOYO D2S3	AA	8690	4.94	4.73
10	A	APOYO D2A4	A0	21369	19.92	19.61
11	S	APOYO D2S3	AC	11473	4.94	4.73
12	A	APOYO D2A4	A0	21369	19.92	19.61

La altura de los apoyos varía entre 38.5 y 58.5 metros, en función del recorcido se tiene la tabla siguiente:

SERIE D2

En la serie D2 la altura total de los apoyos varía entre 38,5 y 58,5 metros en los apoyos de amarre, en función de la base se tiene la tabla siguiente:

Bases	Altura a la cruceta inferior desde el suelo	Altura total
A0	19	38,5
AA	24	43,5
AB	29	48,5
AC	34	53,5
AD	39	58,5

La longitud de los vanos a tender varía entre un mínimo de 50 metros y un máximo de 751.84 metros.

RECuento DISTRIBUCIÓN DE LONGITUDES DE VANO ADELANTE			
a < 200 m.	200 ≤ a < 400 m.	400 ≤ a < 600 m.	a ≥ 600 m.
1	8	2	1

2.2. Presupuesto, Plazo de Ejecución y Mano de Obra

En función de datos estadísticos de obras similares y según consta en el Proyecto para esta obra se considera que los trabajos requerirán las siguientes capitulos

Actividad	Presupuesto (K€)	Jornadas - hombre Previstas	Plazo ejecución (meses)
Obra Civil	384	352	2
Armado e Izado	217	528	2
Tendido	267	1,100	2
Presupuesto adjudicado	868	Kilo€uros	
Volumen mano de obra	1980	Jornadas - hombre	
Punta de trabajadores	45	Trabajadores	

En virtud de estos valores y conforme a lo establecido en el art. 4 del R.D. 1627/1997 para obras de Construcción o Ingeniería Civil, donde se expone que hay obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad en los casos en que se superen alguna de las de las circunstancias siguientes:

- Cuando el presupuesto total adjudicado de obra supere 450 kiloeuros
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores
- Cuando el volumen de mano de obra supere 500 jornadas – hombre

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.

2.3. Control de accesos

Dado que la situación de la línea, está alejada de núcleos urbanos o zonas de paso, la presencia de personal ajeno a la obra es improbable. A pesar de ello, se realizará señalización de las zonas de trabajo para evitar interferencias de personal ajeno a la obra.

2.4. Trabajos previos, interferencias y servicios afectados

Los trabajos se realizarán bajo la dirección técnica del técnico competente integrado en la dirección Facultativa.

Los trabajos de Obra Civil de las cimentaciones, Armado e Izado de las torres y Tendido de los conductores no estarán interferidos entre sí al ser cada uno tarea siguiente de la anterior.

Los trabajos mencionados aunque se realicen por varias Empresas, no se interferirán entre sí por ejecutarse en lugares geográficamente distintos, sin compartir siquiera las vías de accesos.

Los trabajos de Obra Civil y Armado e Izado de las torres, se realizarán sin que resulten afectados por otras instalaciones eléctricas existentes en la zona.

Los trabajos de Tendido de conductores quedaran afectados por la existencia de Líneas Eléctricas y otras infraestructuras existentes en la zona. La actuación en prevención se realizará conforme a las normas indicadas en este documento en los apartados que les afecten.

La relación de cruzamientos previstos es:

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ANDALUCÍA

PROVINCIA DE GRANADA.

Id. de cruzamiento	Apoyo Inicio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento / Organismo propietario	Nº de alineación	Comunidad Autónoma
1.1-1	T1	Línea Eléctrica de 132kV	Sevillana-Endesa	1	Andalucía
2.1-1	T2	Rio Durcal	Consejería de Medio Ambiente Servicio de Dominio Público Hidráulico de Granada	2	Andalucía
2.1-2	T-3	Línea Telefónica	Telefónica, S.A.	2	Andalucía
2.1-3	T-3	Carretera GR-3210, Km.1,779	Servicios de Carreteras de la Diputación de Granada	2	Andalucía
3.1-1	T-4	Línea Eléctrica de 20kV	Sevillana-Endesa	3	Andalucía
4.1-1	T-6	Colada de Conchar	Delegación Provincial de la Consejería de M. Ambiente de Granada. (Junta Andalucía).	4	Andalucía
4.1-2	T-6	Barranco del Agua	Consejería de Medio Ambiente Servicio de Dominio Publico Hidráulico de Granada	4	Andalucía
5.1-1	T-8	Cordel o Realenga del camino viejo de Motril	Delegación Provincial de la Consejería de M. Ambiente de Granada. (Junta Andalucía).	4	Andalucía
5.1-2	T-8	Carretera GR-3208, P.Km.6,154	Servicios de Carreteras de la Diputación de Granada	4	Andalucía
6.1-1	T-10	Gasoducto	Gasoducto "Granada-Motril" Enagas	5	Andalucía

2.5. Unidades constructivas que componen la obra

Obra Civil

Consiste en la realización de cimentaciones para la estructura de los apoyos.

La explanación del terreno donde se ubicarán las patas de las torres se realizará preferentemente con maquinaria frontal.

La excavación se realizará por medios mecánicos, manuales o combinados.

Acopio

Los materiales a instalar, provenientes de los suministradores se descargarán con medios mecánicos.

Se almacenarán en la campa que cada Adjudicatario determine, en ubicación estable y de allí serán reenviados a cada punto de trabajo.

Armado e Izado

En esta fase se realiza la unión de las piezas (barras y cartelas) mediante tornillos formando paneles o módulos que luego serán izados y ensamblados en alturas o bien se armará toda la torre en el suelo para luego ser izada toda ella.

Tendido

En esta fase se tenderán los conductores colgando de sus cadenas de aislamiento. Posteriormente se procederá al regulado y engrapado y por último a la colocación de componentes en los conductores.

Puesta en Servicio

En esta fase se procede a conectar eléctricamente la nueva línea "Entrada y salida en la subestación de Saleres de la línea a 220 kV Gabias-Órgiva".

2.6. Identificación de Riesgos

Las Empresas Contratistas adjudicatarias de los trabajos han de considerar que la evaluación de riesgos concerniente a cada una de las actividades de construcción de líneas supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, las máquinas y equipos que se manejen, las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y ordenación del trabajo, que influyen en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

La valoración de riesgos en cada momento se conocerá tras realizar inspecciones de los trabajos. Para ello se establecen criterios en el apartado “Seguimiento y Control de los Trabajos”

No obstante se prevé que los riesgos que se pueden presentar en la actividad de Construcción de Subestaciones están reflejados en la siguiente tabla:

Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos cimentaciones o torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos Hundimiento de hoyos cimentaciones
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, vuelco de vehículos, Caída de cargas Choques y golpes entre vehículos o contra elementos fijos.
Atrapamientos por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, mecanismos en movimiento o por objetos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones. Radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos, por el uso de herramientas, movimientos bruscos o al levantar o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición. Proyecciones de chispas o de partículas calientes (soldadura)
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo Vuelco de vehículos por accidente de tráfico. Fallos mecánicos de vehículos.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros Agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación infrarroja o a radiación visible o luminosa.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo) Carga dinámica (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento.

Situaciones pormenorizadas de riesgo

2.6.1. Medidas de Prevención de Riesgos

De forma general, las medidas de prevención y de protección para cada uno de los riesgos se detallan en la Normativa indicada en el Pliego de Condiciones, ya sean las de carácter legal o la normativa interna de Red Eléctrica.

Asimismo deben estar recogidas en el Manual de Seguridad de las Empresas Contratistas.

Las Empresa adjudicatarias asumirán estas normas como obligado cumplimiento. Si se adoptaran otras medidas específicas o su exposición más detallada, deben ser concretadas y desarrolladas en el Plan de Seguridad que las Empresas Adjudicatarias deben elaborar.

2.6.2. Organización de la Seguridad

Coordinador en Materia de Seguridad y Salud

Las tareas de Obra Civil, Armado e Izado y Tendido estarán programadas en periodos distintos y en espacios no interferidos, no obstante sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627, si se dieran alguna de las condiciones por las que se precisase nombrar un Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, RED ELÉCTRICA en su calidad de Promotor procederá a tal nombramiento.

Jefe de Trabajo de la Empresa Contratista

Las personas que ejerzan in situ las funciones Jefes dirigiendo y planificando las actividades de los operarios garantizarán que los trabajadores conocen los principios de acción preventiva y velarán por su aplicación.

La persona que ejerza las funciones de Jefe de Obra de la Empresa Contratista garantizará que los trabajadores conocen y aplican los principios de acción preventiva expuestos en este documento.

Vigilante de Seguridad de la Empresa Contratista

La empresa Contratista está obligada a reflejar en el Plan de Seguridad que elabore el nombre de una persona de su organización que actuará como su Vigilante de Seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, actuando como apoyo del Jefe de Obra en las tareas preventivas.

2.6.3. Principios Generales aplicables durante la obra

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.

Dar las debidas instrucciones a los empleados.

El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo, almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

La recogida de los materiales peligrosos utilizados.

La eliminación o evacuación diaria de residuos y escombros.

La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

La cooperación entre RED ELÉCTRICA y el Contratista.

Las interacciones e incompatibilidades con los trabajos de mantenimiento que se realicen en la Subestación.

2.6.4. Formación

El personal de la Empresa Contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en Seguridad. No obstante en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar.

La empresa Contratista garantizará que el personal de sus Empresas Subcontratadas será informado del contenido del Plan de Seguridad, antes de incorporarse al trabajo, explicándoseles los riesgos que se presentan y la forma de asistencia a lesionados.

Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de “personal autorizado” o “personal cualificado” para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001. Esta clasificación vendrá reflejada en el listado de personal para la obra.

2.6.5. Medicina Preventiva

Reconocimientos médicos

La Empresa Contratista queda obligada a practicar a los trabajadores que desee contratar para la ejecución de los trabajos, un reconocimiento médico previo a su ingreso, respetando la clasificación de puesto de trabajo que dictamine el resultado del reconocimiento médico.

Los trabajadores propios pasarán un reconocimiento periódico al menos una vez al año. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la Empresa Contratista queda obligada a realizarlo. En cualquier momento RED ELÉCTRICA podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

2.6.6. Medios de Protección

Antes del inicio de los trabajos todo el material de seguridad estará disponible en la obra, tanto el de asignación personal como el de utilización colectiva.

Así mismo, todos los equipos de protección individual se ajustarán a lo indicado en el R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, haciéndose especial hincapié a los artículos 4,5,6 y 7, referentes a: Criterio para el empleo de los EPI; Condiciones que deben reunir los EPI; Elección de los EPI y Utilización; Mantenimiento de los EPI, respectivamente.

2.7. Instalaciones provisionales (Locales de Higiene y bienestar)

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo y analizando el Anexo V, se considera que en una obra de evolución continua a realizar a lo largo de la línea y en campo abierto, no es posible la instalación de casetas de obra.

En localidades próximas se habilitará Almacén o Dependencias para descanso y aseo de los trabajadores el Contratista dispondrá de una caseta de obra para ser usada como lugar de descanso.

2.8. Disposiciones de emergencia

2.8.1. Vías de evacuación

Dadas las características de la obra, línea aérea no es necesario la definición de vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.

2.8.2. Iluminación

Al tratarse de trabajos que se realizarán a la intemperie y en horario diurno, no será necesaria la instalación de alumbrado.

2.8.3. Instalaciones de suministro y reparto de energía

Se empleará un grupo electrógeno pequeño para el suministro puntual de la energía eléctrica que requiere algún equipo de trabajo.

El suministro de energía en la obra se utilizará de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Por tratarse de equipos de intemperie, el grado de protección será IP45 para los envolventes y las tomas de corriente.

Cuando se trate de otras instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

2.8.4. Ventilación:

No se prevé la necesidad de realizar controles de ventilación dado el tipo de obra.

2.8.5. Ambientes nocivos y factores atmosféricos:

Dado que se trata de un trabajo a la intemperie, la planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificarán para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

A criterio del responsable de los trabajos, las actividades de su personal serán suspendidas cuando las condiciones meteorológicas incidan negativamente en la seguridad de los trabajadores.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo,...), sin la protección adecuada.

2.8.6. Detección y lucha contra incendios:

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitarlos se mantendrán adecuadas condiciones de orden y limpieza. Los restos de obra serán apilados en lugar apartado.

La obra dispondrá de extintores en la cantidad indicada en el apartado presupuesto. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso.

2.8.7. Primeros auxilios

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el 112. La Administración dispondrá ayuda técnica o sanitaria que se solicite en dicho número.

La Empresa Contratista deberá disponer un botiquín de obra para prestar primeros auxilios. Asimismo siempre deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El Contratista expondrá, de forma bien visible, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección del Centro de Asistencia a posibles accidentados

2.9. Contenido del Plan de Seguridad

El Plan de Seguridad que elabore la Empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos.

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en obra, para lo cual debe permanecer en poder del Jefe de Trabajo y del Coordinador de Seguridad.

3 PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. Normativa Legal de Aplicación

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención De Riesgos Laborales
- Ley 54/03 de 12 de Diciembre de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/97 de 24 de Octubre sobre Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud En Las Obras De Construcción
- RD 171/04 de 30 Enero, por el que desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 614/2001 de 8 de Junio sobre Disposiciones Mínimas Para La Protección De La Salud Y Seguridad De Los Trabajadores Frente Al Riesgo Eléctrico
- R.D. 1215/97 de 18 de Julio sobre Equipos De Trabajo
- R.D. R.D. 1644/ 2008, de 10 de Octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- R.D. 486/97 de 14 de Abril sobre Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud En Los Lugares De Trabajo
- R.D. 487/97 de 14 de Abril sobre Manipulación Manual De Cargas
- R.D. 773/97 de 30 de Mayo sobre Utilización Por Los Trabajadores De Equipos De Protección Individual

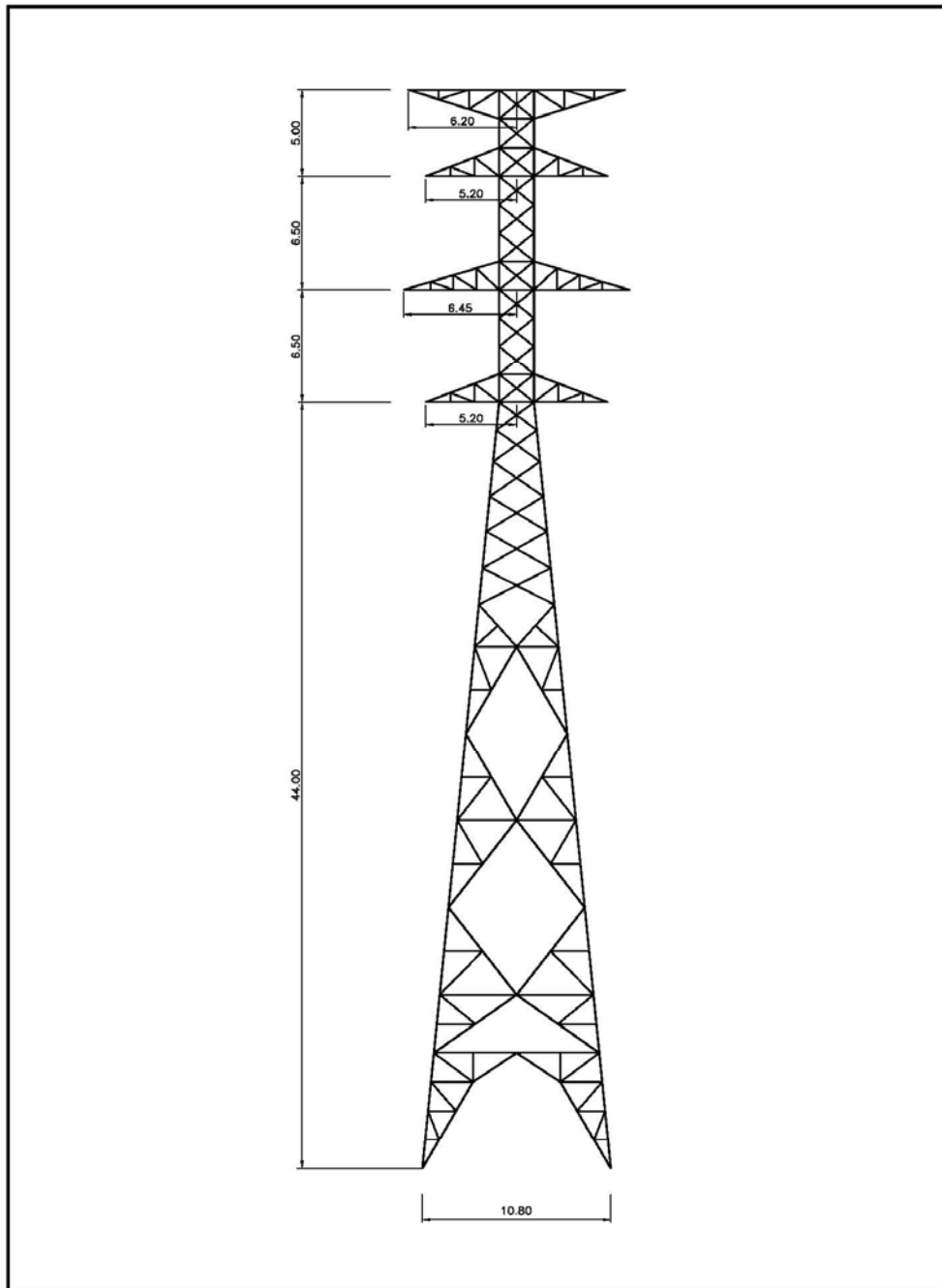
3.2 Normativa interna de REE

La ejecución de la obra queda igualmente condicionada por la normativa de RED ELÉCTRICA que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la obra.

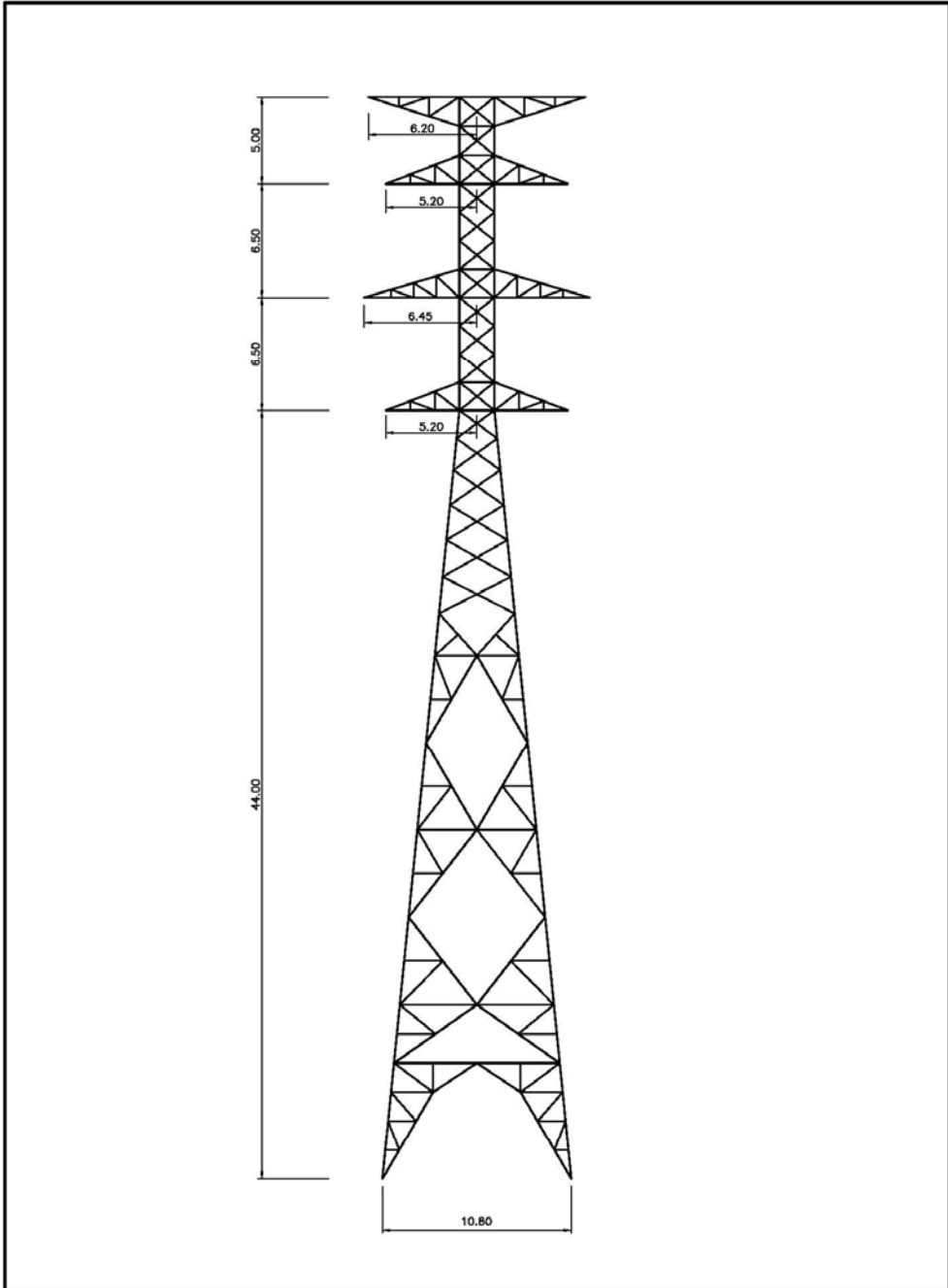
- TM001. Organización de los Trabajos en instalaciones eléctricas de A.T.
- IM001. Medidas de seguridad en instalaciones de AT para trabajos en tensión
- IM002. Medidas de Seguridad en instalaciones de A.T. para trabajos sin tensión.
- IM016. Seguridad en los trabajos de apertura de pistas y explanación de terrenos
- IM017. Seguridad en trabajos en cimentaciones de apoyos en líneas.
- IM018. Seguridad en los trabajos de armado e izado de apoyos en líneas.
- IM019. Seguridad en trabajos en conductores de líneas de A.T.
- IM021. Seguridad en trabajos de tala, poda y desbroces en líneas de A.T.
- AM004. Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas
- AM005. Trabajos de manutención manual y mecánica.
- IC003. Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros

4 CROQUIS

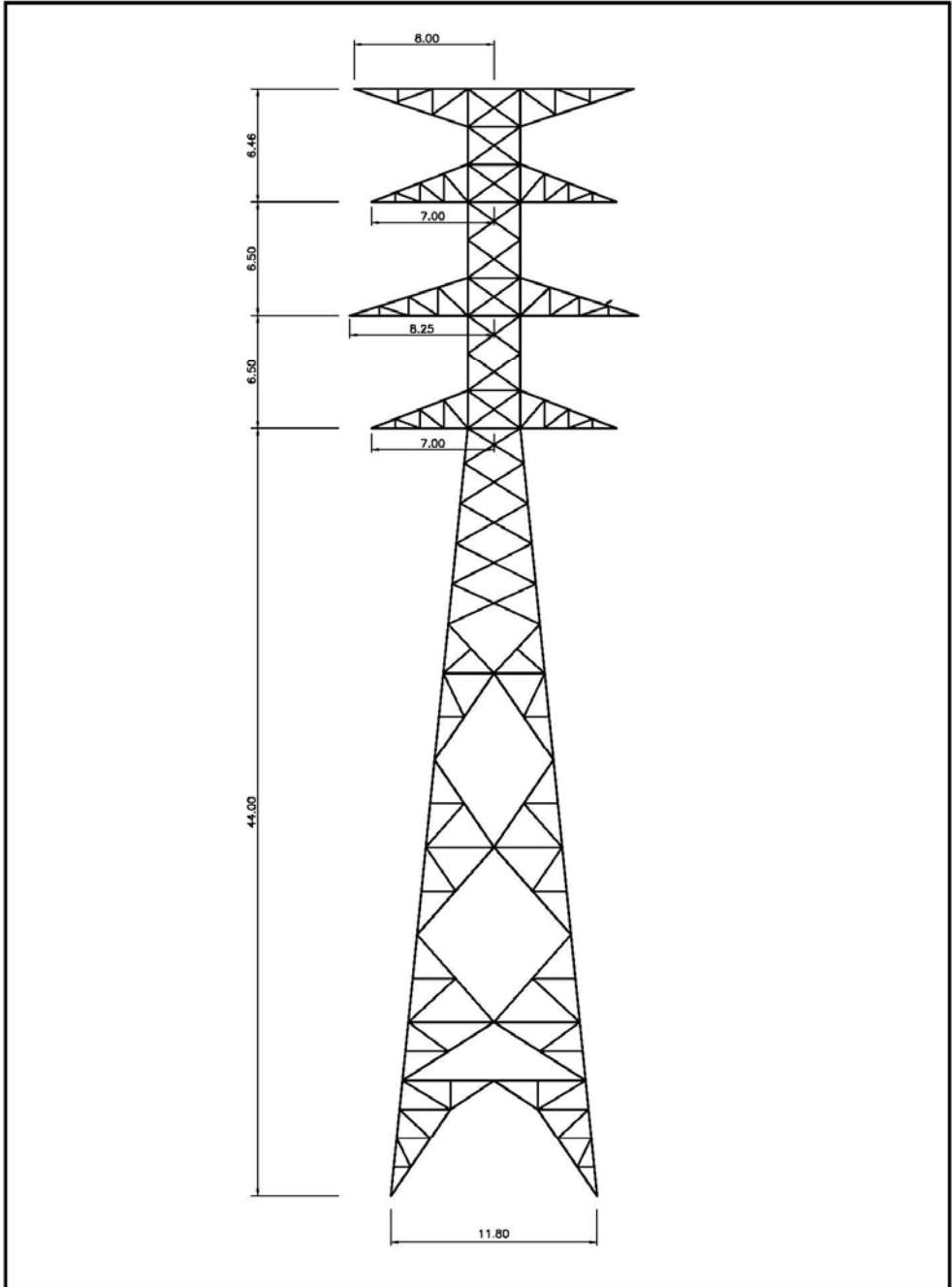
El esquema de los apoyos a utilizar en la línea aérea de transporte eléctrico objeto del presente proyecto son los siguientes:



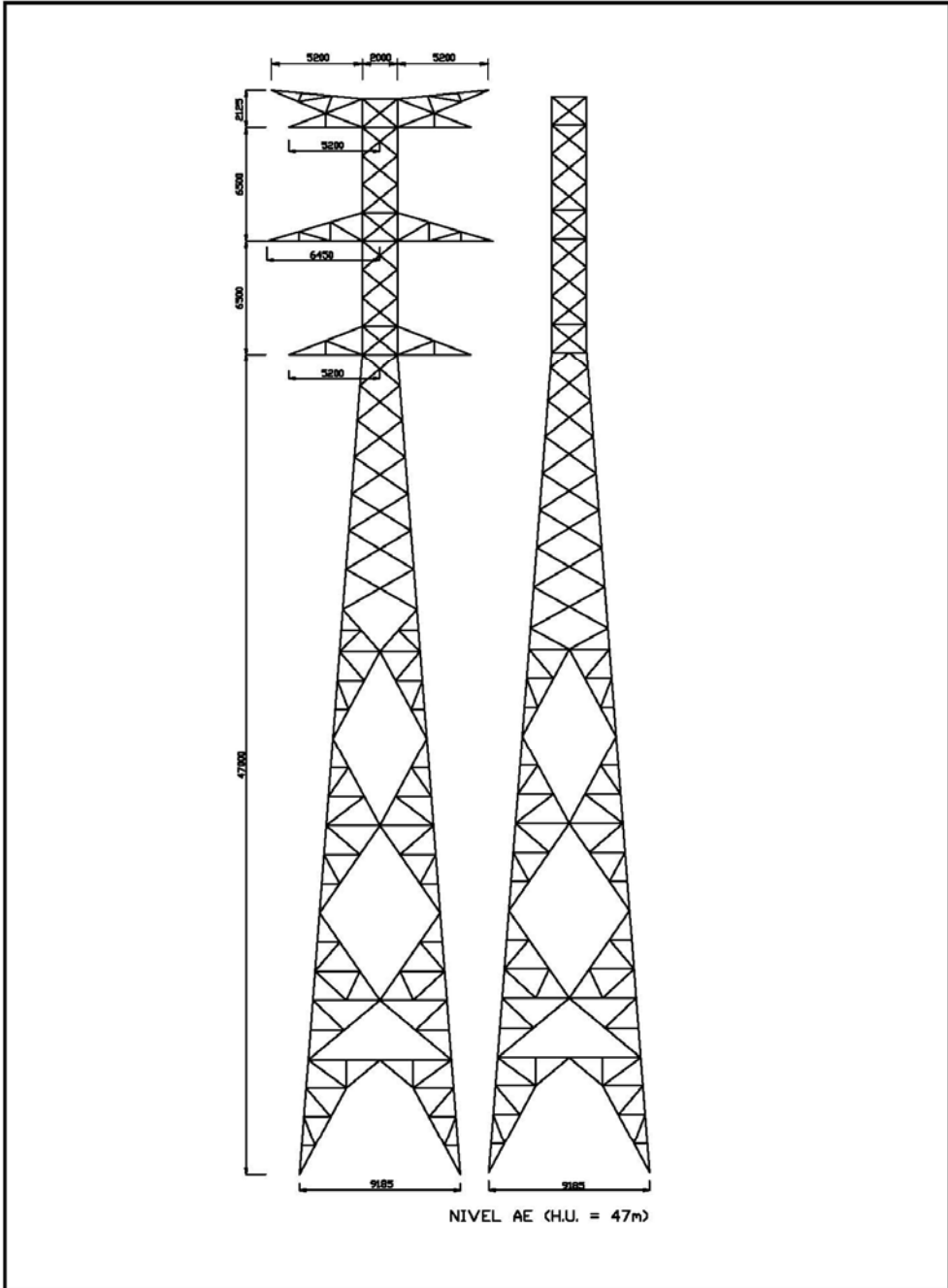
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
					 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
REALIZADO	04-10	A.L.A.	<i>[Firma]</i>			SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	04-10	J.C.P.	<i>[Firma]</i>			Nº	106P004
APROBADO	04-10	A.G.M.	<i>[Firma]</i>			HOJA	DE
ESCALA		1:300			APOYO TIPO D2A2 (2 C.T.) ESQUEMA GENERAL		



EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
					 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
REALIZADO	04-10	A.L.A.	<i>[Signature]</i>			SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	04-10	J.C.P.	<i>[Signature]</i>			Nº	107P004
APROBADO	04-10	A.G.M.	<i>[Signature]</i>			HOJA	DE
ESCALA					1:300	APOYO TIPO D2A3 (2 C.T.) ESQUEMA GENERAL	

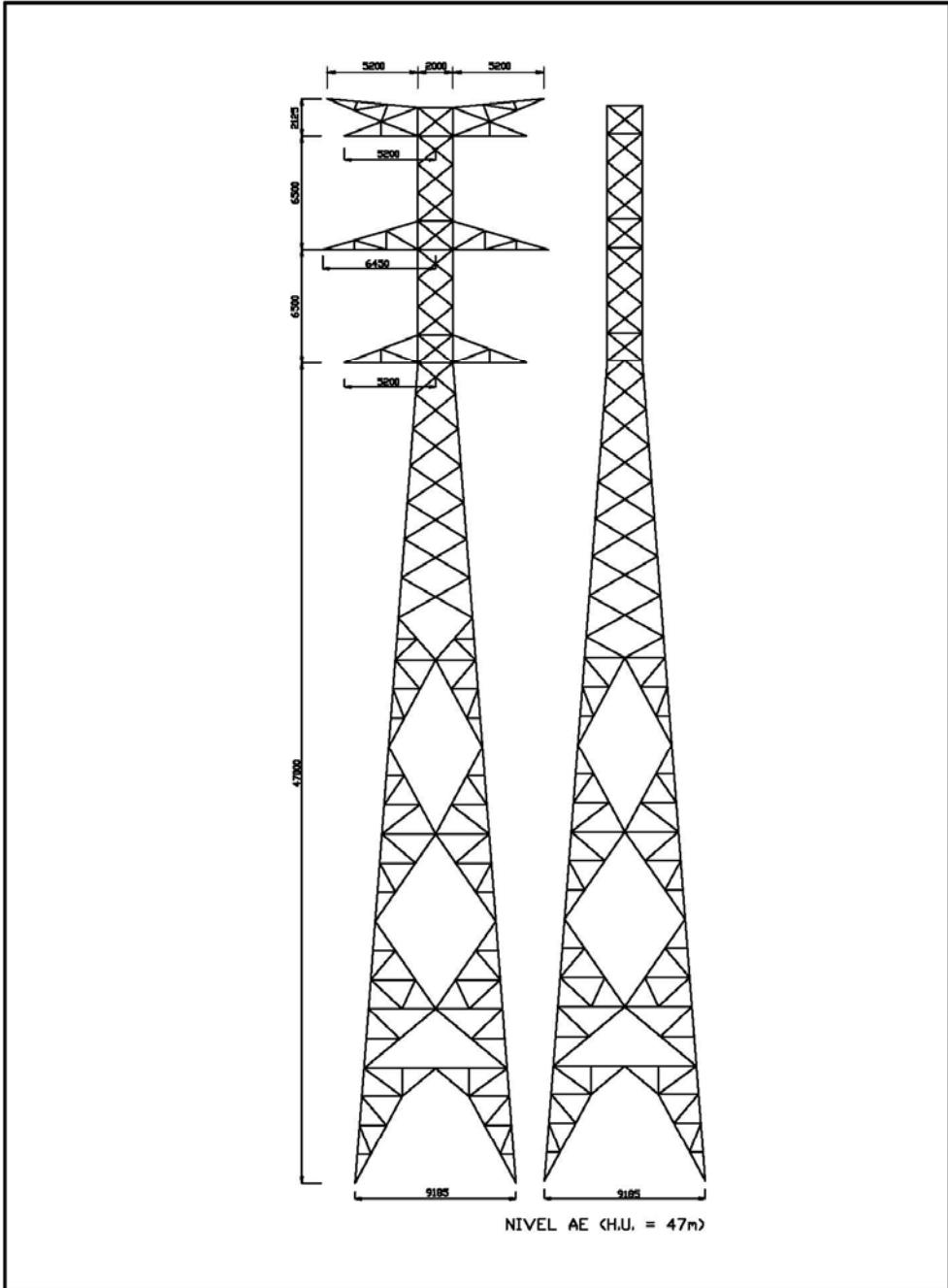


EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION	
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
REALIZADO	04-10	A.L.A.	<i>[Signature]</i>		SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	04-10	J.C.P.	<i>[Signature]</i>		Nº	108P004
APROBADO	04-10	A.G.M.	<i>[Signature]</i>		HOJA	DE
ESCALA				1:300	APOYO TIPO D2A4 (2 C.T.) ESQUEMA GENERAL	



NIVEL AE (H.U. = 47m)

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
					 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
REALIZADO	04-10	A.L.A.	<i>[Signature]</i>			SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	04-10	J.C.P.	<i>[Signature]</i>			Nº	104P004
APROBADO	04-10	A.G.M.	<i>[Signature]</i>			HOJA	DE
ESCALA	1:300				APOYO TIPO D2S3 (2 C.T.) ESQUEMA GENERAL		



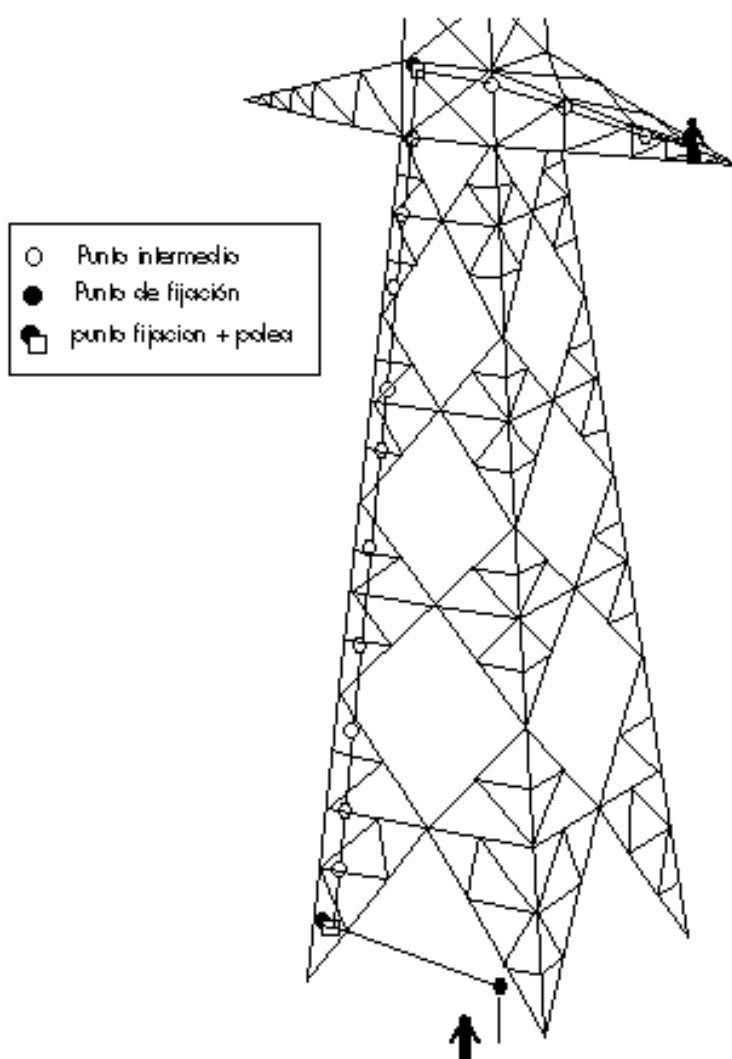
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
					 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
REALIZADO	04-10	A.L.A.	<i>[Signature]</i>			SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	04-10	J.C.P.	<i>[Signature]</i>			Nº	105P004
APROBADO	04-10	A.G.M.	<i>[Signature]</i>			HOJA	DE
ESCALA					1:300	APOYO TIPO D2S4 (2 C.T.) ESQUEMA GENERAL	

4.1 Esquema utilización de la línea Seguridad

Línea de Seguridad Simple.

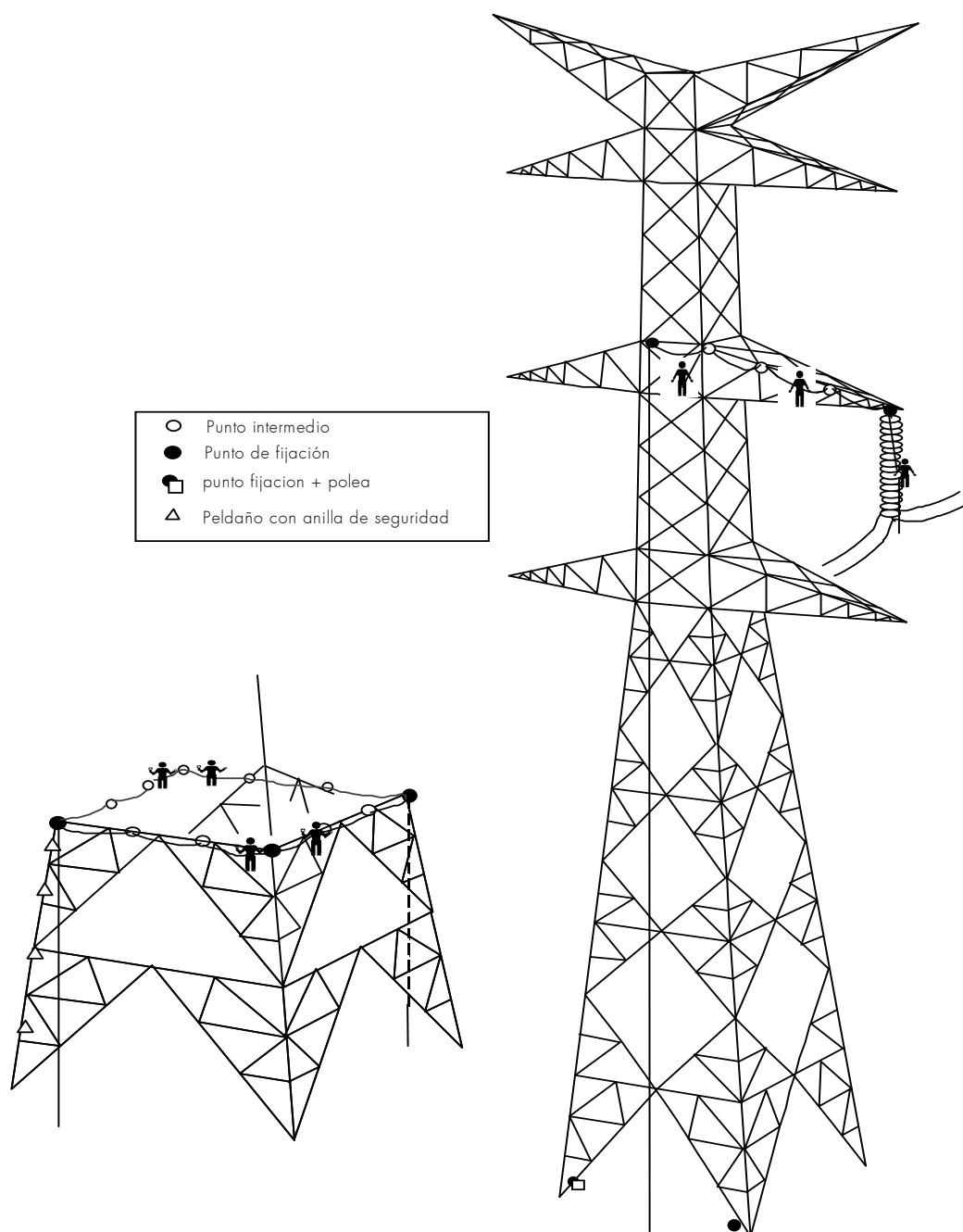
Se utiliza cuando la intervención en el apoyo, la realiza una sola persona. El operario progresa por la estructura, permanentemente asegurado por un segundo operario situado en la base del apoyo. Este tipo de Línea de Seguridad no requiere fijar la cuerda (fig. 1)

Fig. 1 Línea de Seguridad simple

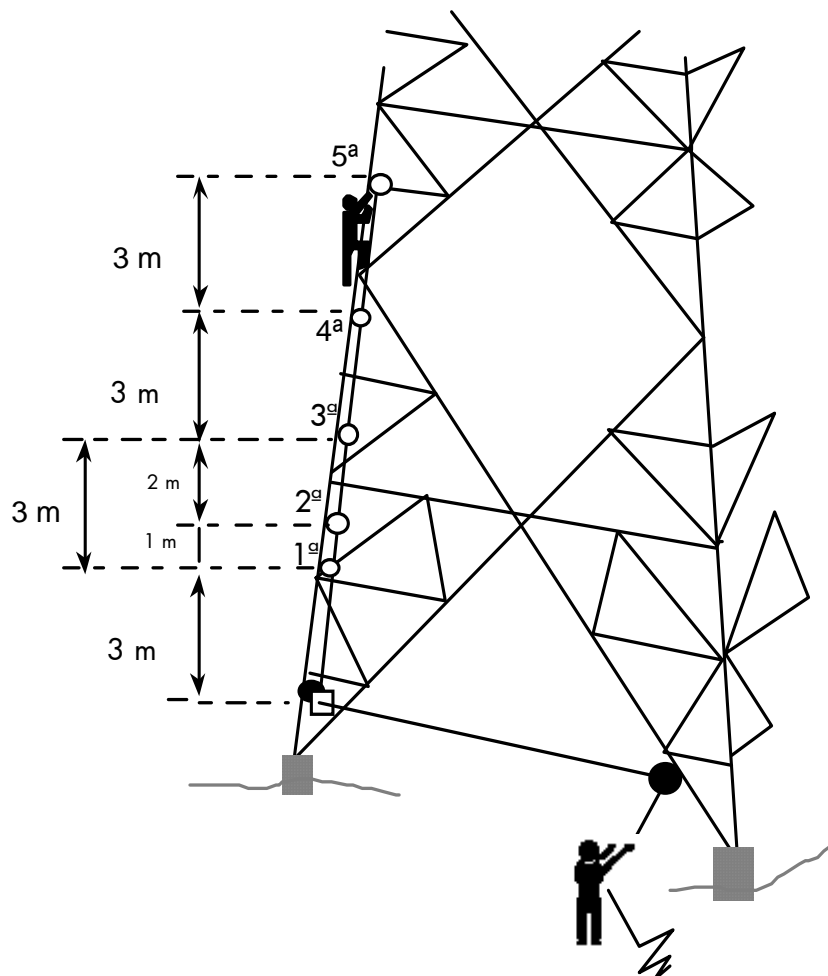
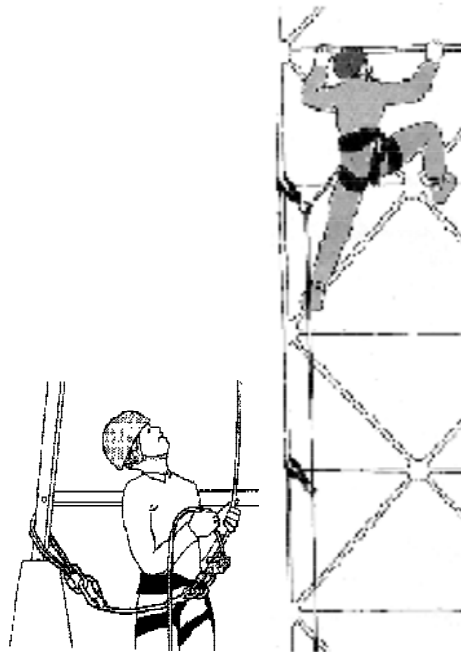


Línea de Seguridad Clásica

Se utiliza cuando la intervención en el apoyo, requiere de varios operarios para trabajar en la misma actividad. Esta instalación, una vez fijada, permite a todos los operarios acceder, desplazarse, efectuar su trabajo y descender del lugar de intervención permanentemente asegurados



Instalación de la Línea de Seguridad



4.2 Señales de riesgo que se emplearán en obra

Este tipo de señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.



SEÑALES DE OBLIGACIÓN




Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).









4.3 Señales Gestuales

Este tipo de señales está establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI

- Gestos Generales
- Movimiento Verticales
- Movimientos horizontales
- Peligro

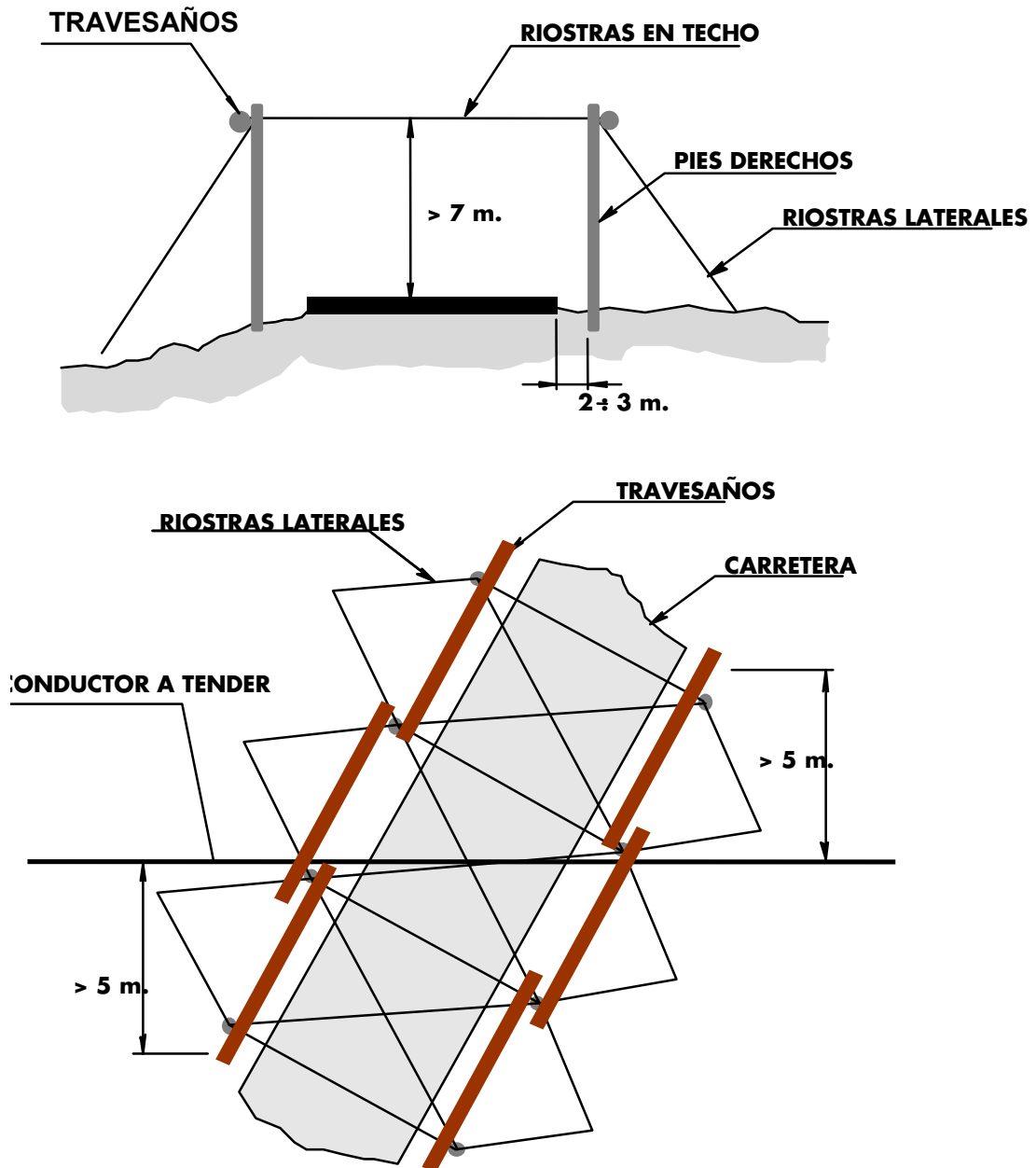
GESTOS GENERALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto: Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia delante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

MOVIMIENTOS HORIZONTALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder:	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia.	

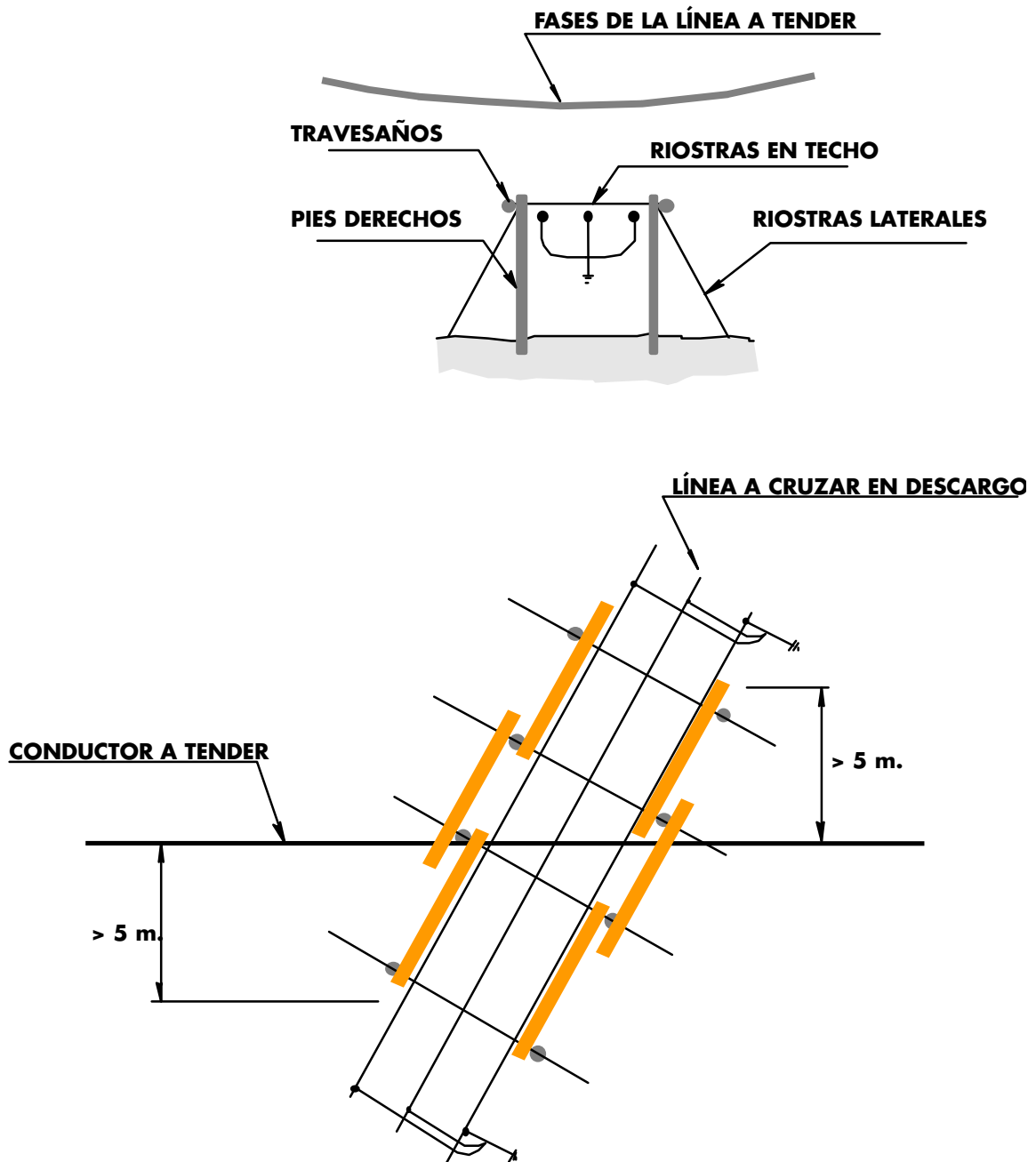
PELIGRO		
Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente	

4.4 Protección sobre infra estructuras

Protecciones de madera sobre carreteras, autopistas y ff.cc. sin electrificar



Protecciones sobre líneas de A.T en descargo



5 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Fase de trabajo:

Obra Civil Línea Aérea

Duración del trabajo: (meses)

2

Operarios previstos:

5

Operarios nuevos previstos:

3

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco de protección	1	2	5.1	10.2
2	Gafas antiimpactos.	2	3	4.8	14.3
3	Mascarilla autofiltrante desechable.	24	21	0.1	2.3
4	Protectores auditivos.	0.1	1	13.1	13.1
5	Guantes de trabajo.	12	11	4.4	48.2
6	Botas de seguridad Clase III	1.3	2	46.6	93.2
7	Botas de agua.	1	2	38.4	76.9
8	Ropa de trabajo	2	3	69.2	207.7
9	Trajes impermeables.	1	2	28.3	56.7
				Coste Parcial	522.6

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)	
1	Cinta de señalización para hoyos	100	0.1	10.0	
2	Capuchones protección ferralla	100	0.3	30.1	
3	Botiquín primeros auxilios	2	18.0	36.1	
4	Tablero o camilla evacuación accidentados	0.2	253.8	50.8	
5	Extintor de 6 kg polvo polivalente	6	30.8	184.8	
				Coste Parcial	311.7

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)	
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	10	34.0	340.0	
2	Reconocimientos médicos	3	30.6	91.8	
				Coste Parcial	431.8

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades (horas)	Precio Udad (€)	Coste total (€)	
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	40	34.0	1,360.0	
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34.0	-	
				Coste Parcial	1,360.0

Cotes Total Excavación y Hormigonado 2,626.1

Fase de trabajo:

Duración del trabajo (meses):

Total operarios previstos:

Armado e izado

2

12

Material de asignación personal		Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Ud (€)	Coste total (€)
Nº de orden	Concepto				
1	Casco de protección con barboquejo	2	4	42.3	169
2	Gafas de protección antiimpactos	3	6	4.8	29.0
3	Arnés de seguridad homologado	0.5	1	146.1	146.0
4	Dispositivo anticaída deslizante	0.5	1	90.3	90.0
5	Guantes de montador	12	24	4.4	105.0
6	Botas de seguridad	2	4	46.6	186.0
7	Ropa de trabajo	1.25	3	69.2	208.0
8	Trajes impermeables	1	2	28.3	57.0
				Coste Parcial	990.0

Material de asignación colectiva		Dotación anual	Total unidades equivalentes	Precio Ud (€)	Coste total (€)
Nº de orden	Concepto				
1	Cuerdas dispositivo anticaída	3250	543	1.08	586
2	Botiquín primeros auxilios	5	2	18.0	33.0
3	Camilla evacuación accidentados	5	2	253.8	465.0
4	Extintores	5	2	30.8	56.0
				Coste Parcial	1,140.0

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud (€)	Coste total (€)	
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	24	34.0	816.0	
2	Reconocimientos médicos	24	30.6	734.0	
				Coste Parcial	1,550.0

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud (€)	Coste total (€)	
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	60	34.0	2,040.0	
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34.0	-	
				Coste Parcial	2,040.0

Coste Total Armado e Izado (€) 5,720.0

Fase de trabajo:

Duración del trabajo: (meses)

Total Operarios previstos:

Operarios nuevos previstos:

Tendido y Engrapado

2

22

3

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	7	42.3	296.1
2	Arnés de seguridad homologado	0.5	2	146.1	292.2
3	Dispositivo anticaída deslizante y compl.	0.5	2	90.3	180.6
5	Guantes de montador	12	44	4.4	192.7
6	Botas de seguridad	2	7	46.6	326.1
7	Ropa de trabajo	1.25	5	69.2	346.2
8	Traje impermeable	2	7	28.3	198.3
Coste Parcial					1,832.2

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	275	46	1.1	49.8
2	Complementos para Línea de Seg.	11	2	28.8	57.5
3	Verificador de tensión	0.5	1	450.8	450.8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	2.75	1	93.2	93.2
5	Camilla evacuación accidentados	2	1	60.2	60.2
6	Botiquín primeros auxilios	5	1	18.0	18.0
7	Extintores	2	1	30.8	30.8
Coste Parcial					760.3

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	44	34.0	1,496.0
2	Reconocimientos médicos	3	30.6	91.8
Coste Parcial				1,587.8

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	60	34.0	2,040.0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34.0	-
Coste Parcial				2,040.0

Coste Total Tendido 6,220.3

Resumen Presupuestos (€)

Nº Kms. Traza

4.090

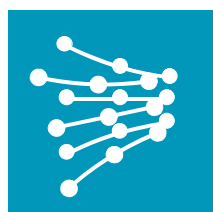
	Obra Civil	Armado e	Tendido y
	Aéreo	lizado	Engrapado
Material de asignación personal	523	990	1,832
Material de asignación colectiva	312	1,140	760
Formación + Medicina preventiva	432	1,550	1,588
Control de la Seguridad	1,360	2,040	2,040
Total	2,626	5,720	6,220
Cantidad Total Presupuestada		14,566 €	
Coste por unidad	642 €	1,399 €	1,521 €

Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de CATORCE MIL QUINIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS --

Madrid, septiembre de 2016
El Ingeniero Industrial



Ángel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A 220 kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L 220 kV GABIAS - ORGIVA

DOCUMENTO 6
RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

DOCUMENTO Nº 6

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

1 AFECCIONES A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN FORZOSA.....3

1.1 JUSTIFICACIÓN.....3

1.2 AFECCIONES.....4

1.3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS5

ANEXO: PLANOS PARCELARIOS.....7

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 201603400. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/Verificacion>. Cód.Ver: 64570162.
Nº Colegiado: 5302. Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

1 AFECCIONES A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN FORZOSA

RED ELECTRICA DE ESPAÑA S.A.U. en adelante RED ELÉCTRICA, de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Por ello, en cumplimiento de lo prescrito en las citadas leyes, se integra en este Proyecto de Ejecución, el presente anexo de afecciones a los mencionados efectos de urgente ocupación de la Ley de Expropiación Forzosa, en lo relativo a los bienes y derechos afectados por el procedimiento de expropiación forzosa del pleno dominio o para la imposición de servidumbre de paso de energía eléctrica y servicios complementarios, en su caso, tales como caminos de acceso u otras instalaciones auxiliares.

Asimismo, a los efectos del artículo 56.2 de la citada Ley 24/2013, en la citada relación de bienes y derechos, se mencionan los terrenos de dominio, uso o servicio público, o patrimoniales del Estado, o de las Comunidades Autónomas, o de uso público propios o comunales de la provincia o municipio, obras y servicios de los mismos, así como otros bienes o derechos pertenecientes a organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectadas.

En el correspondiente expediente administrativo RED ELÉCTRICA asumirá la condición de entidad beneficiaria.

1.1 JUSTIFICACIÓN

RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de las anteriores funciones, ha proyectado construir una línea aérea de transporte de energía eléctrica, de doble circuito a 220 kV, con una longitud aproximada de 4,088 kilómetros, que conectará el apoyo de entronque N°1 en la LE 220 KV GABIAS - ORGIVA, situada en el término municipal de DÚRCAL (provincia de Granada), con la subestación de SALERES sita en el término municipal de EL VALLE (provincia de Granada), objeto de este Proyecto.

La citada línea eléctrica está incluida en el documento denominado “Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020”, aprobado por el Consejo de Ministros de 16 de octubre de 2015.

1.2 AFECCIONES

El establecimiento de la línea aérea a 220 kV denominada “E/S SALERES L 220 kV GABIAS - ORGIVA”, requiere la expropiación de los bienes y derechos necesarios para la imposición de servidumbre de paso de energía eléctrica, con el alcance y efectos establecidos en el art. 56 y siguientes de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico (LSE) y en el artículo 149.1 del 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, así como con las limitaciones que se derivan de lo dispuesto en el citado Real Decreto 1955/2000 y en el 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.

En virtud de lo dispuesto en el art. 57 de la Ley 24/2013 (LSE) y en lo que resulte de aplicación del artículo 158 del Real Decreto 1955/2000, la servidumbre de paso aéreo de energía eléctrica tendrá la consideración de servidumbre legal y comprenderá las siguientes afecciones:

- a) **El vuelo sobre el predio sirviente:** consistente en el paso aéreo de los cables conductores sobre los terrenos afectados, definiéndose la misma como la proyección sobre el terreno de los conductores extremos en las condiciones más desfavorables, habiéndose tomado esas condiciones como viento de 120 km/h a 15 °C de temperatura.
- b) **El establecimiento de postes, torres o apoyos fijos para la sustentación de cables conductores de energía:** consistente en la ocupación de la superficie de terreno por los apoyos de sustentación de la línea y su correspondiente anillo circular subterráneo de puesta a tierra.
- c) **El derecho de paso o acceso para atender al establecimiento, vigilancia, conservación, reparación de la línea eléctrica y corte de arbolado, si fuera necesario,** esto es, la concreción del derecho de paso de personas y vehículos sobre aquellas fincas cuya afección resulta necesaria al objeto de posibilitar el acceso a los apoyos, tanto para la construcción, como para la vigilancia, conservación y reparación de la instalación eléctrica proyectada.
- d) **La ocupación temporal** de los terrenos u otros bienes, en su caso, necesarios para la construcción, vigilancia, conservación y reparación de las instalaciones.

- e) **Zona de seguridad** es la zona de protección de la línea, definida a partir del límite de la zona de servidumbre de vuelo descrita en el apartado a), a ambos lados de cada proyección, con la distancia de seguridad establecida en el 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.

1.3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

La construcción de la línea eléctrica a 220 kV, DOBLE CIRCUITO, de la Línea "E/S SALERES L 220 kV GABIAS - ORGIVA" supone la afección, en los términos legalmente previstos, de las parcelas que se indican en la relación que figura en el cuadro adjunto y que a su vez quedan reflejadas en los planos de proyecto y en los planos parcelarios anexos a este documento.

Asimismo se incluyen los datos de las afecciones debidas a los accesos de la línea.

Madrid, septiembre de 2016
El Ingeniero Industrial



Ángel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302

L/AÉREA 200 KV DC E-S SALERES DE GABIAS-ÓRGIVA
 Los Organismos Oficiales se incluyen con carácter informativo
RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS DE LÍNEA AÉREA Y ACCESOS

T.M. Dúrcal (Tramo Aéreo)

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Vuelo (m ²)	Zona de seguridad (m ²)	Apoyos	Sup. Apoyos y anillo de tierra (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso al Apoyo	Servidumbre de paso (m ²)	Naturaleza del Terreno
1	PUERTA MELGUIZO ANTONIA	18073A01000222	10	222	1.419	1.915	-	-	-	-	-	-	Almendro seco, arbolado
2	PUERTA MELGUIZO ROSA	18073A01000223	10	223	952	1.432	T_1	214	1.470	1.476	T-1	349	Almendro seco, arbolado
3	DESCUENTOS	18073A01009009	10	9009	214	309	-	-	68	121	-	-	Improductivo arbolado
5	PUERTA FERNANDEZ ANTONIA	18073A01000221	10	221	929	1.346	-	-	-	-	-	-	Almendro seco
6	AYUNTAMIENTO DE DURCAL	18073A01000389	10	389	715	1.012	-	-	-	-	-	-	Matorral
7	DESCUENTOS	18073A01009006	10	9006	177	240	-	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
8	AYUNTAMIENTO DE DURCAL	18073A01000388	10	388	3.561	4.726	-	-	-	-	-	-	Almendro seco, Matorral
9	MORALES CASTILLO MANUEL	18073A01000287	10	287	367	652	-	-	-	-	-	-	Almendro seco
10	HARO PUERTA CARMEN DE	18073A01000369	10	369	1.792	2.272	-	-	-	-	-	-	Matorral
11	MORENO PUERTAS JOSE MARIA Y	18073A01000368	10	368	1.620	2.443	T_2	244	1.600	1.600	T-2	423	Almendro seco, Matorral, arbolado

T.M. Villamena (Tramo Aéreo)

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Vuelo (m ²)	Zona de seguridad (m ²)	Apoyos	Sup. Apoyos y anillo de tierra (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso al Apoyo	Servidumbre de paso (m ²)	Naturaleza del Terreno
1	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00409048	4	9048	2.704	3.145	-	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
2	JUNTA DE ANDALUCIA	18053A00409008	4	9008	725	874	-	-	-	-	-	-	Hidrografía natural (río, arroyo.), laguna
3	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00400131	4	131	5.496	7.058	-	-	-	428	-	-	Matorral
4	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00409043	4	9043	57	94	-	-	-	149	-	-	Vía de comunicación de dominio público, arbolado
5	GUZMAN LOZANO JOSE	18053A00400069	4	69	789	1.308	T_3	99	1.016	1.024	T-3	21	Almendo seco, arbolado
6	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00409006	4	9006	76	118	-	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
7	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00400168	4	168	83	191	-	-	-	-	-	-	Matorral
8	ALMENDROS ALFAMBRA MANUEL	18053A00400167	4	167	1.238	1.655	-	-	-	-	-	-	Almendo seco
9	GARCIA ALFAMBRA BERNARDO	18053A00400192	4	192	372	637	-	-	-	-	-	-	Almendo seco, Labor o Labradío seco, Pastos
10	EN INVESTIGACION, ARTICULO 47 DE LA LEY 33/2003	18053A00409052	4	9052	209	297	-	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, España. Fecha: 26/10/2016. Firmado por el COIIM para el proyecto de la línea de transporte de energía eléctrica de 220 kV entre Saleres y Orgiva. Expediente: 5372. Colección: GEL. GABIAS DEL MONTE. 64570162.

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Vuelo (m²)	Zona de seguridad (m²)	Apoyos	Sup. Apoyos y anillo de tierra (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso al Apoyo	Servidumbre de paso (m²)	Naturaleza del Terreno
22	JUNTA DE ANDALUCIA	18053A00509001	5	9001	241	311	-	-	-	-	-	-	Hidrografía construida (embalse, canal...)
23	MOLINA PEREZ JOSE	18053A00500026	5	26	232	340	-	-	-	-	-	-	Almendro seco
24	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00509004	5	9004	220	464	-	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público, arbolado
25	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00500027	5	27	5.938	8.194	T_7	91	28	1.600	T-7	377	Espartizar o atochar, Matorral, Pastos, arbolado
25-1	SANCHEZ AVILES ANTONIO JESUS	18053A00500010	5	10	-	-	-	-	-	-	T-7	73	Olivos seco
25-3	RUIZ ALMENDROS JOSE	18053A00500035	5	35	-	-	-	-	-	-	T-7	27	Almendro seco
25-4	EN INVESTIGACION, ARTICULO 47 DE LA LEY 33/2003	18053A00500034	5	34	-	-	-	-	-	-	T-7	272	Labor o Labradío seco, Matorral
25-5	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00500438	5	438	-	-	-	-	-	-	T-7	93	Almendro seco, Olivos seco, Viña seco
25-6	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00500013	5	13	-	-	-	-	-	-	T-7	202	Espartizar o atochar, Matorral, Pastos
26	LOPEZ MORALES ROQUE PALOMINO RUIZ MARIA ISABEL	18053A00500016	5	16	983	1.332	-	-	-	-	T-7	581	Olivos seco

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Inscripción 2111/400, fecha inscripción: 26/10/2013, Firmado digitalmente por el Colegio de Ingenieros Industriales de Madrid, Colección: EL GALLEGO DEL MATE, Fecha de firma: 2013.10.26 11:45:12, Documento firmado digitalmente.

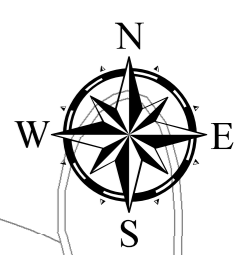
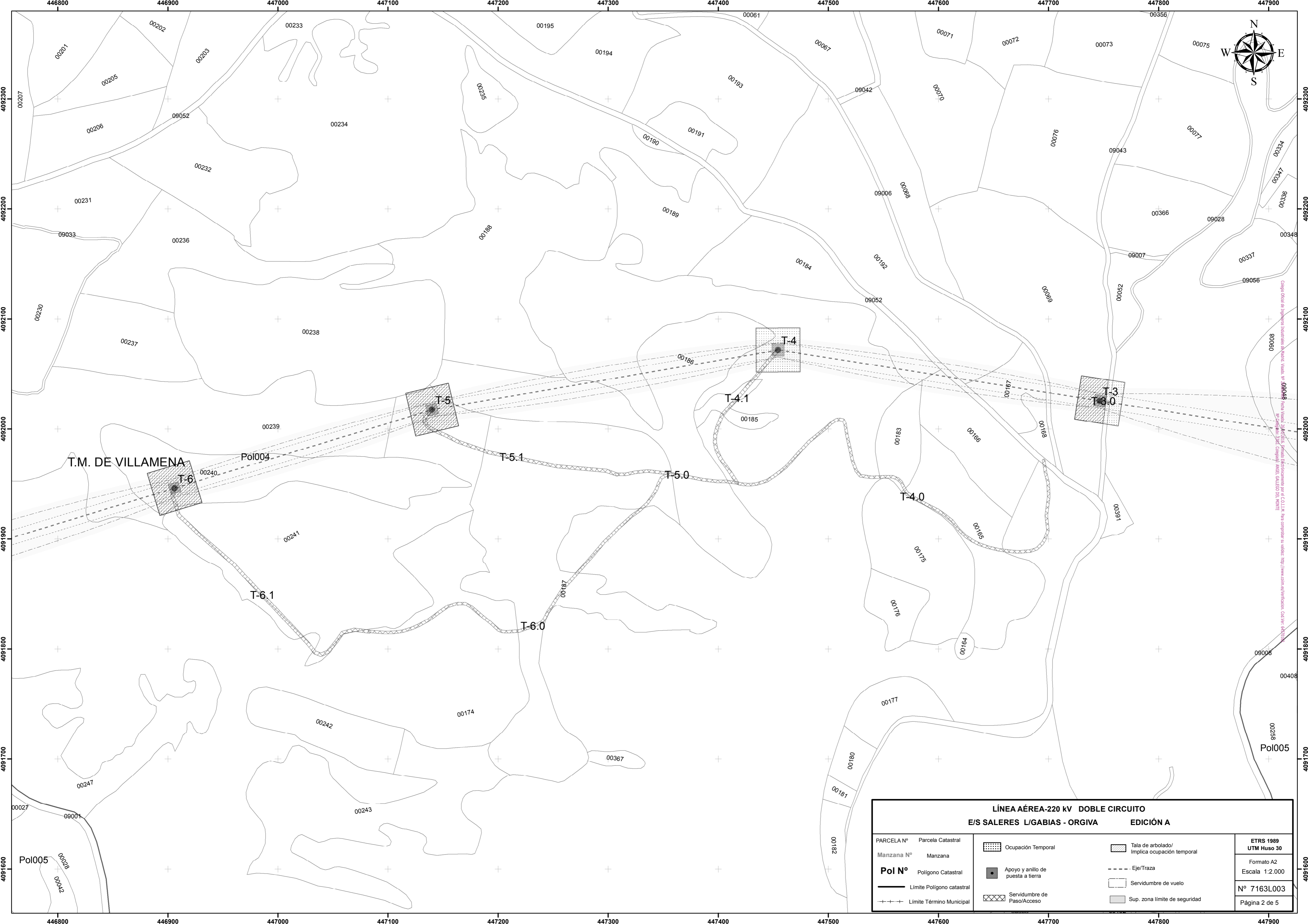
Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Vuelo (m ²)	Zona de seguridad (m ²)	Apoyos	Sup. Apoyos y anillo de tierra (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso al Apoyo	Servidumbre de paso (m ²)	Naturaleza del Terreno
27	SANCHEZ AVILES MANUEL	18053A00500015	5	15	1.891	2.460	-	-	-	-	T-7	76	Almendo seco
28	RUIZ ALMENDROS ANTONIO	18053A00500014	5	14	2.413	3.030	-	-	-	-	-	-	Almendo seco
30	MORALES ALMENDROS ANGUSTIAS	18053A00500012	5	12	5.565	7.255	-	-	389	399	T-7	220	Almendo seco, Matorral, arbolado
31	LOPEZ FREIRE ANTONIO	18053A00500011	5	11	1.233	1.854	T_8	121	1.154	1.154	T-7; T-8	160	Almendo seco, Olivos secos, arbolado
32	JUNTA DE ANDALUCIA	18053A90009601	900	9601	1.071	1.543	-	-	-	-	T-7; T-8	124	Vía de comunicación de dominio público
33	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00500007	5	7	1.305	1.840	-	-	-	-	T-7; T-8	197	Matorral
35	DIPUTACION DE GRANADA	18053A00509003	5	9003	196	285	-	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
36	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00309016	3	9016	-	61	-	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
37	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00300069	3	69	4.381	6.342	T_10; T_9	138	28	2.094	T-9; T-10	986	Espartizar o atochar, Matorral, Pastos, arbolado
38	LOPEZ FREIRE M CARIDAD	18053A00300074	3	74	1.697	2.558	T_9	103	1.016	1.134	T-9	127	Labor o Labrado seco, arbolado
39	AYUNTAMIENTO DE VILLAMENA	18053A00309014	3	9014	111	262	-	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público, arbolado

T.M. Valle (El) (Tramo Aereo)

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Vuelo (m ²)	Zona de seguridad (m ²)	Apoyos	Sup. Apoyos y anillo de tierra (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso al Apoyo	Servidumbre de paso (m ²)	Naturaleza del Terreno
0-2	RUIZ ALMENDROS PIEDAD	18132A00100026	1	26	-	-	-	-	-	-	T-12	536	Almendo seco, Matorral
1	RUIZ ALMENDROS ALFREDO	18132A00100029	1	29	1232	1736	Pórtico; T_12	191	787	787	T-12	258	Labor o Labrado seco, arbolado

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Inscripción No 2525. Fecha de inscripción: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el COLIIM. Para comprobar su validez: <http://www.colim.es/verificacion>. Cod.Ver: 64570162. No Colegiado: 5302. Colegiado: ANGEL GALLEGO DEL MONTE

ANEXO: PLANOS PARCELARIOS



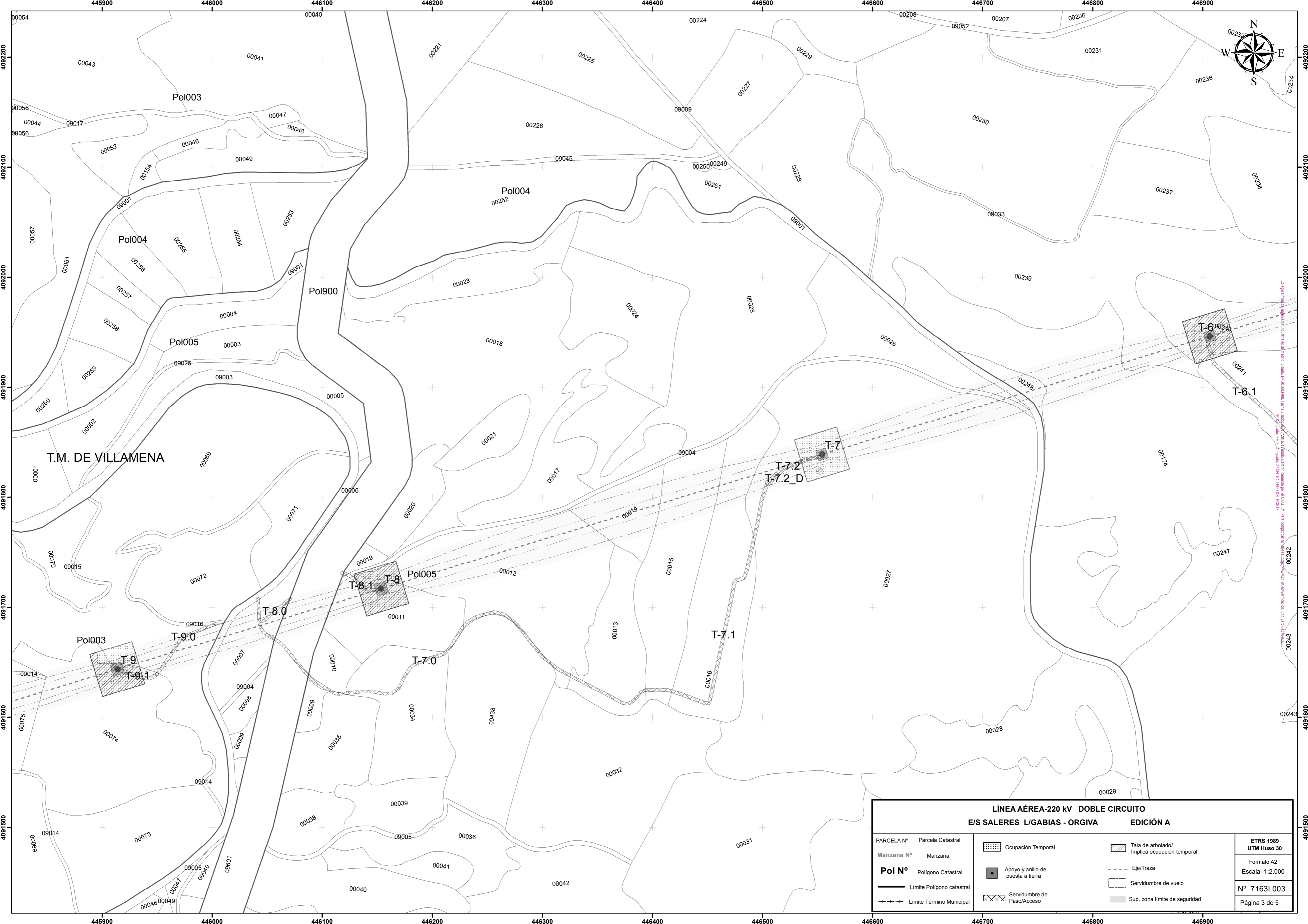
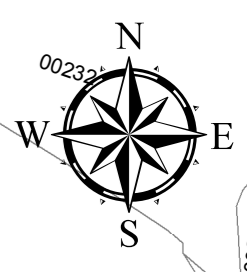
T.M. DE VILLAMENA

Pol004

Copia Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, No. 09048
 Fecha Realiz. 24/07/2015. Firma Electrónica por el C.O.I.I.M. Para consultar su validez: <http://www.com.de/verificacion>.
 C.O. Ingenieros Industriales de Madrid, Colección ANGE CALERO DE MONTE

LÍNEA AÉREA-220 kV DOBLE CIRCUITO			
E/S SALERES L/GABIAS - ORGIVA		EDICIÓN A	
PARCELA Nº	Parcela Catastral		Ocupación Temporal
Manzana Nº	Manzana		Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal
Pol Nº	Polígono Catastral		Apoyo y anillo de puesta a tierra
	Límite Polígono catastral		Eje/Traza
	Límite Término Municipal		Servidumbre de vuelo
			Servidumbre de Paso/ Acceso
			Sup. zona límite de seguridad

ETRS 1989
 UTM Huso 30
 Formato A2
 Escala 1:2.000
 Nº 7163L003
 Página 2 de 5

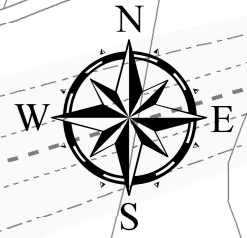
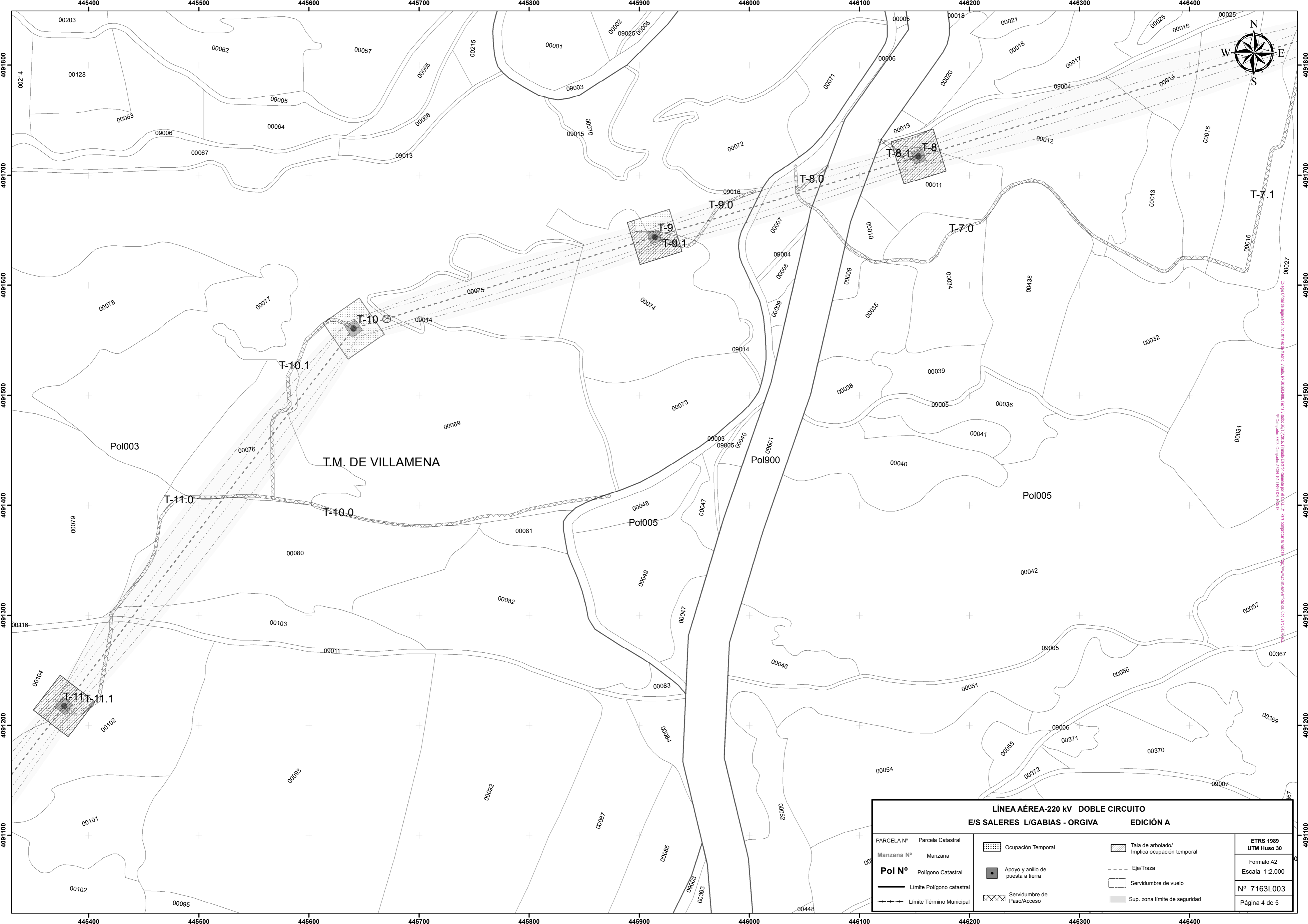


T.M. DE VILLAMENA

LÍNEA AÉREA-220 kV DOBLE CIRCUITO			
E/S SALERES L/GABIAS - ORGIVA		EDICIÓN A	
PARCELA N°	Parcela Catastral	Ocupación Temporal	Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal
Manzana N°	Manzana	Apoyo y anillo de puesta a tierra	Eje/Traza
Pol N°	Polígono Catastral	Servidumbre de Paso/Acceso	Servidumbre de vuelo
	Límite Polígono catastral		Sup. zona límite de seguridad
	Límite Término Municipal		

ETRS 1989 UTM Huso 30
Formato A2 Escala 1:2.000
N° 7163L003
Página 3 de 5

Compania Oficial de Ingenieria y Arquitectura de Madrid, S.A. No. 2010101000. Fecha: 20/01/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.T.I.M. Para consultar su validez: <http://www.comisariadocondominios.com/verificacion/CadVer/6478742>
No. Expediente: 5352. Dirigido: ANGE CALLESO DEL MONTE

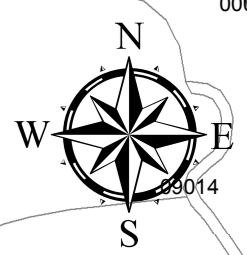
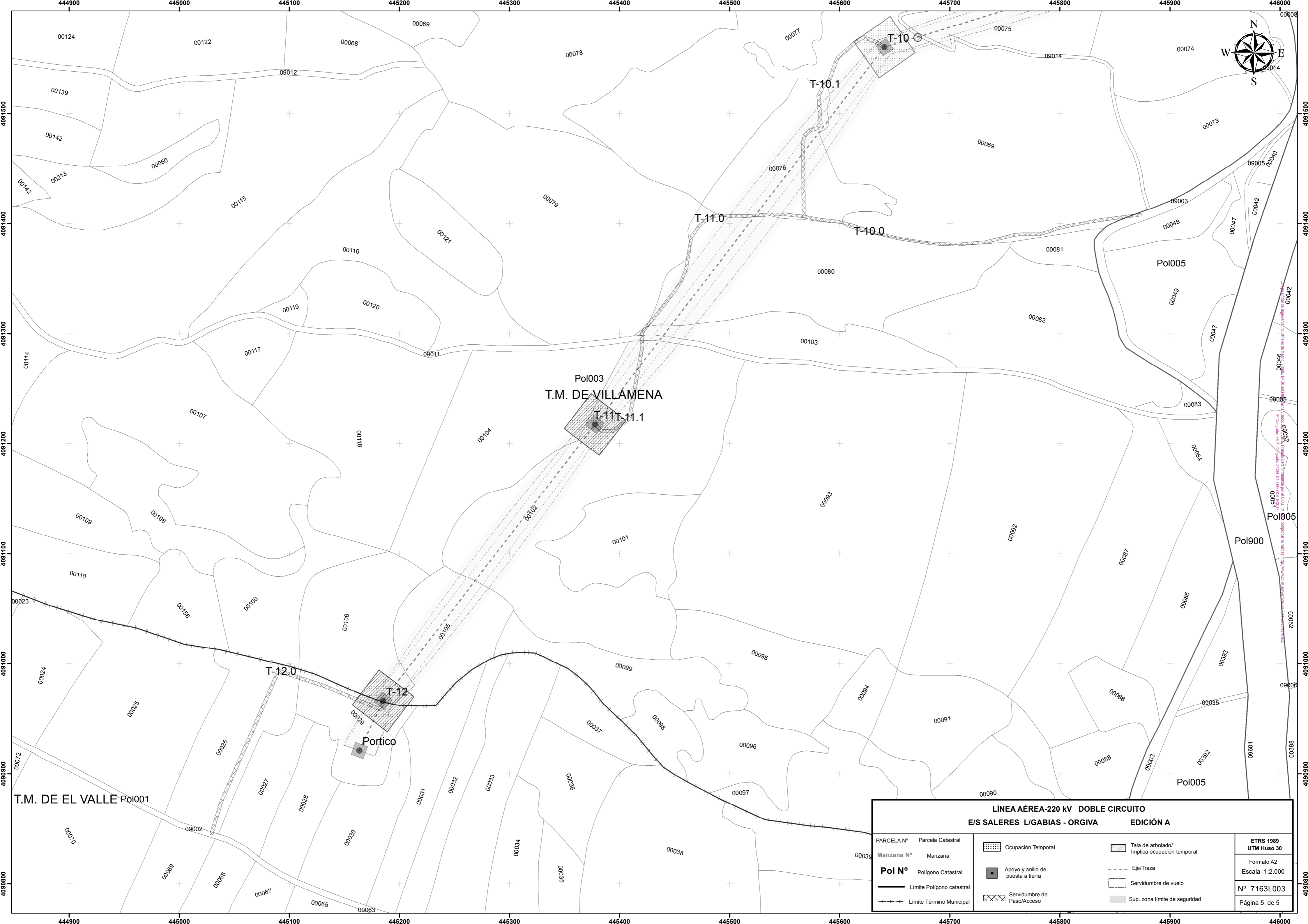


T.M. DE VILLAMENA

LÍNEA AÉREA-220 kV DOBLE CIRCUITO			
E/S SALERES L/GABIAS - ORGIVA		EDICIÓN A	
PARCELA Nº	Parcela Catastral		Ocupación Temporal
Manzana Nº	Manzana		Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal
Pol Nº	Polígono Catastral		Apoyo y anillo de puesta a tierra
	Límite Polígono catastral		Eje/Traza
	Límite Término Municipal		Servidumbre de vuelo
			Servidumbre de Paso/ Acceso
			Sup. zona límite de seguridad

ETRS 1989
UTM Huso 30
Formato A2
Escala 1:2.000
Nº 7163L003
Página 4 de 5

Copyright Oficial de Ingeniería Industrial de Madrid, España. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.



LÍNEA AÉREA-220 kV DOBLE CIRCUITO E/S SALERES L/GABIAS - ORGIVA EDICIÓN A			
PARCELA Nº	Parcela Catastral		Ocupación Temporal
Manzana Nº	Manzana		Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal
Pol Nº	Polígono Catastral		Apoyo y anillo de puesta a tierra
	Límite Polígono catastral		Eje/Traza
	Límite Término Municipal		Servidumbre de vuelo
			Servidumbre de Paso/Acceso
			Sup. zona límite de seguridad

ETRS 1989
UTM Huso 30
Formato A2
Escala 1:2.000
Nº 7163L003
Página 5 de 5



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A 220 kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L 220 kV GABIAS - ORGIVA

DOCUMENTO 7
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO Nº 7

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1 DOCUMENTACIÓN GENERAL	3
2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS.....	4

*LOS ANEXOS DEL PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS SE RECOGEN EN LAS COPIAS DIGITALES DEL PROYECTO QUE SE ADJUNTAN.

1 DOCUMENTACIÓN GENERAL

La documentación a aplicar en la ejecución del presente proyecto es la siguiente:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09
- Especificaciones Técnicas de normativa interna detalladas en los puntos siguientes, con sus ediciones actuales.

2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS

a) Suministro de materiales

- ET001 – Suministro de apoyos y estructuras metálicas.
- ET002 – Suministro de aisladores de vidrio.
- ET003 – Suministro de conductores y cables de tierra.
- ET004 – Suministro de herrajes y accesorios de conductores.
- ET005 – Suministro de aisladores compuestos de goma de silicona.
- ET032 – Cable compuesto tierra/óptico de corriente de cortocircuito <17 kA para líneas de 440//220/132/66 kV.
- ET033 – Cable compuesto tierra óptico de corriente de cortocircuito <25 kA para líneas de 440//220/132/66 kV.
- ET112 – Suministro de amortiguadores.
- ET113 – Suministro de separadores y separadores-amortiguadores.
- ET120 – Suministro de salvapájaros helicoidales de doble empotramiento.
- ET148 – Cajas de empalme para cables de fibra óptica.

b) Ejecución de trabajos

- ET037 – Protección contra la corrosión mediante el revestimiento por galvanizado en caliente.
- ET040 – Instalación de salvapájaros en líneas eléctricas.
- ET047 – Instalación de balizas en líneas eléctricas.
- ET048 – Mejora de resistencias de puestas a tierra en apoyos de líneas eléctricas.
- ET073 – Medida de la resistencia de puesta a tierra de apoyos de líneas eléctricas.
- ET099 – Inspección de instalaciones de puesta a tierra, de apoyos de líneas eléctricas.
- ET108 – Ejecución de los trabajos de topografía de líneas eléctricas aéreas.
- ET109 – Ejecución de las tomas de tierra de líneas eléctricas aéreas de transporte en actividades de construcción.

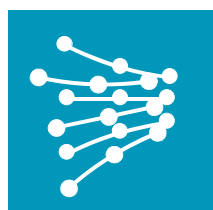
- ET110 – Armado e izado de apoyos metálicos de líneas eléctricas aéreas de transporte en actividades de construcción.
- ET111 – Tendido, tensado, regulado y engrapado de conductores y cables de tierra de líneas aéreas de transporte en actividades de construcción.
- ET123 – Obra civil de apoyos metálicos de líneas aéreas de transporte en actividades de construcción.

*LOS ANEXOS DEL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS SE RECOGEN EN LAS COPIAS DIGITALES DEL PROYECTO QUE SE ADJUNTAN.

Madrid, septiembre de 2016
El Ingeniero Industrial



Ángel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A 220 kV DOBLE CIRCUITO
E/S SALERES L 220 kV GABIAS – ORGIVA

DOCUMENTO 8
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº 8

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1 ANTECEDENTES	3
1.1 OBJETO	3
1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	3
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS	3
2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR	5
3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS	7
3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN	7
3.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO/DEMOLICIÓN	8
4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA	10
4.1 SEGREGACIÓN	10
4.2 ALMACENAMIENTO.....	11
5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....	13
5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS	13
5.2 RESIDUOS PELIGROSOS.....	14
6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN	16

1 ANTECEDENTES

1.1 OBJETO

El presente Estudio de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo la cantidad de residuos generados, segregarlos y almacenarlos correctamente y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho Real Decreto.

1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el Documento 1: Memoria del presente Proyecto de Ejecución.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- ✓ Apertura/acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- ✓ Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones (Zanja en el caso de líneas subterráneas)
- ✓ Acopio de material necesario en las campas, armado e izado de los apoyos.
- ✓ Apertura de la calle de tendido. Apertura de calle de seguridad (talas y podas).
- ✓ Tendido de conductores y cables de tierra
- ✓ Limpieza y restauración de las zonas de obra

2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista europea de residuos):

TIPO RESIDUO	CÓDIGO LER
RESIDUOS NO PELIGROSOS	
Excedentes de excavación	170504
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402
Restos asimilables a urbanos	200301
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106
Residuos vegetales (podas y talas)	200201
RESIDUOS PELIGROSOS	
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*

Nota: La gestión de los equipos derivados del desmantelamiento de equipos pertenecientes a REE será llevada a cabo directamente por REE

Es necesario aclarar que, en el Plan de gestión residuos (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Asimismo la estimación de cantidades, que se incluye en el punto 6 del presente documento, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- Tierras de excavación:
 - ✓ Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.
 - ✓ Minimizar, desde la elección del trazado de la línea, la definición del tamaño de las campas y de accesos, los movimientos de tierras a llevar a cabo.
 - ✓ Utilizar las tierras sobrantes de excavación en la propia obra en la medida de lo posible.
- Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:
 - ✓ Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado
 - ✓ No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales
 - ✓ Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.
 - ✓ Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible
- Residuos metálicos:
 - ✓ Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado
- Aceites y grasas:

- ✓ Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
- ✓ Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
- Tierras contaminadas:
 - ✓ Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:
 - Mantener cerrados todos los recipientes que contengan sustancias peligrosas para el medio ambiente (desencofrante, aceites etc.)
 - Si fuera necesario el almacenamiento de combustibles, disponer de bandeja metálica. .
 - Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
 - Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Disponer de absorbentes hidrófobos para la retención de goteos y pequeñas fugas.
- Residuos vegetales:
 - ✓ Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto
 - ✓ Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios
 - ✓ En los casos en los que sea posible (por su tamaño o después de haber sido triturados) los restos vegetales se incorporarán al terreno.

4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

4.1 SEGREGACIÓN

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

Se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

4.2 ALMACENAMIENTO

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, los residuos peligrosos y no peligrosos se almacenarán de forma separada.

Según el tipo de residuos, se podrán almacenar en la propia obra y cuando no sea viable se podrán almacenar en una instalación propia del contratista (siempre y cuando cuente con todos los permisos necesarios) o contratar los servicios de almacenamiento a un gestor autorizado.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 833/1988 y Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales. (Normalmente no estarán ubicadas en obra)
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas..), papeles (sacos de mortero..) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Por las características de las actividades a llevar a cabo, lo habitual será almacenar pequeñas cantidades de residuos en las campas de trabajo siendo estos trasladados a un almacén propiedad del contratista. No procede por tanto, la inclusión de un plano con las zonas destinadas al almacenamiento de los residuos. En los correspondientes Planes de Gestión de residuos de construcción y demolición que proporcionen los contratistas se deberá incluir la localización de los almacenes utilizados. En dichos planes también se incluirá la descripción de los contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.

5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

- RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.
- Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios.

Según el caso y si el tamaño lo permite (si es necesario se procederá a su trituración) los restos se incorporarán al suelo.

Si ninguna de las opciones anteriores es posible, se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

- Excedentes de excavación, como ya se ha comentado tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente y de Permisos de RED ELÉCTRICA), podrán gestionarse

mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.

- Escombros, y excedentes de hormigón: Gestión en vertedero autorizado. Si es factible, los restos de hormigón se llevarán a una trituradora de áridos para su reutilización.
- Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones. **(La chatarra resultante del desmantelamiento de instalaciones será gestionada directamente por RED ELÉCTRICA)**

5.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Los residuos peligrosos asociados a equipos desmantelados propiedad de REE, serán gestionados directamente por REE.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el **Plan de gestión de residuos de construcción** se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho Plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos)
- Autorizaciones de vertederos y depósitos
- Documentos de Aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos)

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de “Gestión de residuos generados en las obras de construcción” que incluirá las cantidades de residuos generadas según su tipo, destino y fecha de gestión.

Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de Control y Seguimiento (Residuos peligrosos)
- Notificaciones de traslado (Residuos peligrosos)
- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación

6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

En el cuadro que se muestra a continuación se incluye una estimación de las cantidades previstas de residuos a generar y los costes asociados a su gestión. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y además las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Unidades	Costes estimados de gestión (€)
Excedentes de excavación	170504	590.17	m ³	2360.69
Restos de hormigón	170101	2.65	m ³	23.83
Escombros	170107	0.00	m ³	0.00
Mezcla bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	170301/170302/17030	0.00	m ³	0.00
Papel y cartón	200101	8.18	kg	0.07
Maderas	170201	81.80	kg	1.23
Plásticos (envases y embalajes)	170203	143.15	kg	2.29
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	409.00	kg	1.23
Restos asimilables a urbanos	200301	116.69	kg	0.18
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos(Si segregan)	150102/150104/150105/150106	175.03	kg	0.26
Trapos impregnados	150202*	0.20	kg	0.22
Tierras contaminadas	170503*	120.00	m ³	1800.00
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	6.14	kg	7.36
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	39.62	kg	0.59
Total			€	4197.95

Madrid, septiembre de 2016
El Ingeniero Industrial

Ángel Gallego del Monte
Colegiado COIIM nº 5302

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 201603400. Fecha Visado: 26/10/2016. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/verificacion>. Cód.Ver: 64570162. Nº Colegiado: 5302. Colegiado: ANGE GALLEGO DEL MONTE