

RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ANTEPROYECTO DE EJECUCIÓN PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 400 kV SIMPLE CIRCUITO

GATICA - AZPEITIA

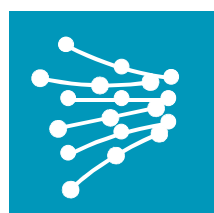
Provincia afectada

Bizkaia

Madrid, marzo de 2021

La Ingeniera Industrial: María Soler Soneira





RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ANTEPROYECTO DE EJECUCIÓN
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE
TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 400 kV
SIMPLE CIRCUITO
GATICA-AZPEITIA

ÍNDICE

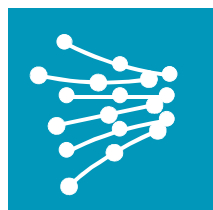
	<u>Nº Páginas</u>
DOCUMENTO 1.....	MEMORIA 28
DOCUMENTO 2.....	CÁLCULOS 78
DOCUMENTO 3.....	PLANOS 15
DOCUMENTO 4.....	PRESUPUESTO 12
DOCUMENTO 5.....	ESTUDIO DE SEGURIDAD 43
DOCUMENTO 6.....	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS 5
DOCUMENTO 7.....	GESTIÓN DE RESIDUOS 15

Madrid, marzo de 2021

La Ingeniera Industrial

María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123/3353





RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ANTEPROYECTO DE EJECUCIÓN
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE
TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 400 kV
SIMPLE CIRCUITO

GATICA-AZPEITIA

DOCUMENTO 1

MEMORIA



DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA

1	ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN	3
2	OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA.....	5
3	TITULAR DE LA INSTALACIÓN	7
4	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA.....	8
5	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA.....	10
	5.1 ALINEACIONES	10
	5.2 RELACIÓN DE APOYOS.....	12
6	CRUZAMIENTOS	13
	6.1 NORMAS GENERALES SOBRE CRUZAMIENTOS	13
	6.2 RELACIÓN CORRELATIVA DE CRUZAMIENTOS	22
7	ACCESOS	23
	7.1 NORMAS GENERALES SOBRE ACCESOS	23
	7.2 CRITERIO Y SELECCIÓN DE ACCESOS	23
8	RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS, MINISTERIOS, CONSEJERÍAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO Y PRIVADO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA.	24



1 ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

RED ELÉCTRICA 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 (en adelante Ley 24/2013), en calidad de 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 es propietaria de la Línea aérea de transporte de energía eléctrica a 400 kV simple circuito, denominada Gatica – Azpeitia, la cual tiene su origen en la subestación de Gatica, territorio histórico de Bizkaia y el final en la subestación de Azpeitia, territorio histórico de Gipuzkoa, con una longitud de 56,192 kilómetros.

RED ELÉCTRICA ha proyectado la construcción de la Interconexión España-Francia por el Golfo de Bizkaia, dicha instalación requiere de la construcción de una Estación Conversora y para posibilitar la implantación de esta infraestructura, es necesario proceder a la modificación de la Línea a 400 kV simple circuito Gatica – Azpeitia. La modificación a realizar en la línea, solo afecta al tramo comprendido entre la subestación de Gatica y el apoyo 3 de la misma, dentro de los términos municipales de Gatica y Mungia, territorio histórico de Bizkaia, implicando una variación en la traza actual.

El nuevo trazado de línea comprendido entre el pódico de Gatica y el nuevo apoyo 2Bis tendrá una longitud de 650 metros. El tramo de la línea actual que se sustituye en la presente modificación de la línea, comprendido entre el pódico de Gatica y la nueva ubicación del apoyo 2Bis por el trazado existente tiene una longitud total de 566 metros, e incluye el desmontaje de los actuales apoyos 1 y 2.

La modificación de la Línea a 400 kV simple circuito Gatica – Azpeitia se encuentra asociada al proyecto Interconexión España-Francia por el Golfo de Bizkaia, incluido en el documento “Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020”, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 16 de octubre de 2015. La 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 Ley 24/2013 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 (en adelante RD



1955/2000).

A continuación se incluye un esquema de las actuaciones requeridas para la modificación de la línea a 400 kV simple circuito Gatica-Azpeitia:

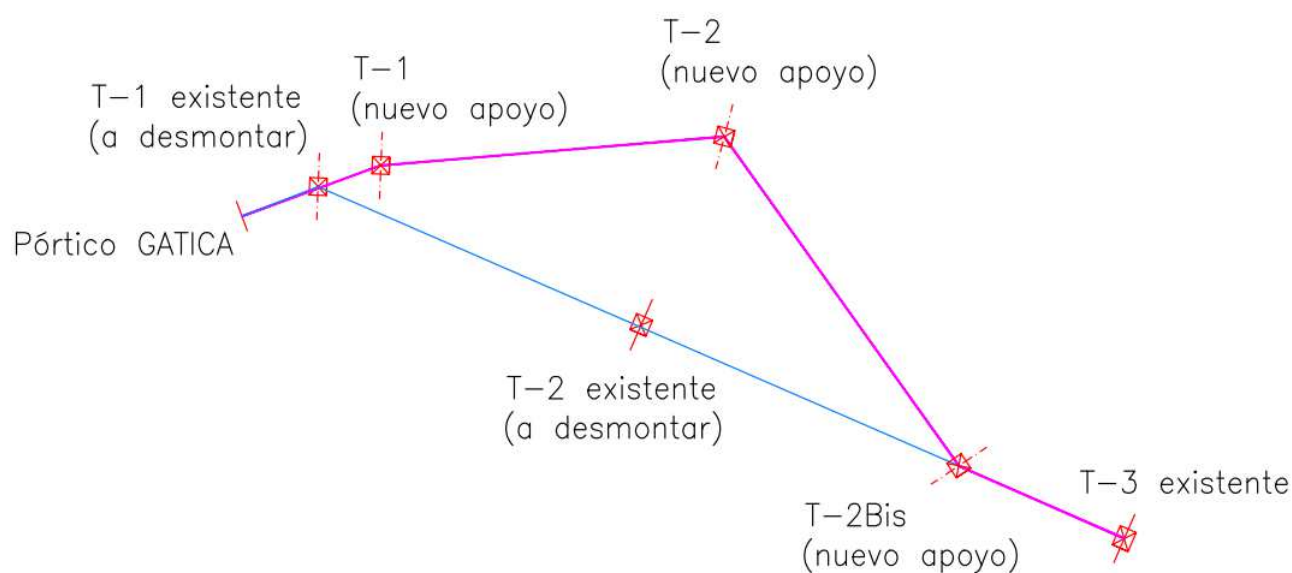


Figura 1. Esquema de actuaciones

2 OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

A los efectos previstos en la referida Ley 24/2013 y en el Real Decreto 1955/2000, constituye el objeto de este Anteproyecto de Ejecución, a efectos administrativos, la aportación de los datos precisos para la obtención de la correspondiente resolución relativa a:

- Autorización Administrativa Previa

Conforme a lo establecido en la Ley 24/2013, resulta órgano sustantivo, para la obtención de las referidas autorizaciones, la Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. La tramitación del expediente administrativo compete a la Dependencia de Industria y Energía de la Subdelegación del Gobierno en Bizkaia.

Como ya hemos expuesto, la modificación de la Línea a 400 kV simple circuito Gatica – Azpeitia, se encuentra asociada al proyecto Interconexión España-Francia por el Golfo de Bizkaia, por lo tanto y de acuerdo con lo previsto en La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental y la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. La interconexión debe someterse al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental ordinaria para la formulación de la Declaración de Impacto Ambiental. A estos efectos, se ha elaborado el Estudio de Impacto Ambiental conjunto que contempla las siguientes instalaciones:

- Ampliación de la Subestación de GATICA 400/220 kV
- Línea subterránea-submarina en corriente continua a ± 400 kV GATIKA-FRONTIERA FRANCESA
- Estación Conversora alterna/continua de GATIKA 400 kV
- Modificación de la Línea aérea a 400 kV GATICA-AZPEITIA

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, formulara la Declaración de Impacto Ambiental conjunta, de las referidas instalaciones.

Al tratarse esta instalación de una red de transporte de energía eléctrica, se hace constar que, a su vez, este proyecto a los efectos de lo establecido en las disposiciones adicionales duodécima, segunda y tercera de la Ley 13/2003 de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas (BOE de 24-05-2003), deberá tramitarse ante las Administraciones con competencia urbanística y de ordenación del territorio, que emitirán los correspondientes requerimientos de informes y condicionados.

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 (en adelante Real Decreto 223/2008) 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.

Paseo del Conde de los Gaitanes, 177

28.109 – Alcobendas (Madrid)



4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

La modificación de la línea objeto del presente anteproyecto tiene como principales características las siguientes:

-Sistema.....	Corriente alterna trifásica
-Frecuencia.....	50 Hz
-Tensión nominal.....	400 kV
-Tensión más elevada de la red	420 kV
-Origen de la línea de alta tensión.....	SE Gatica
-Final de la línea de alta tensión	Nuevo apoyo T-2Bis
-Temperatura máxima de servicio del conductor	85 °C
-Capacidad térmica de transporte por circuito:	
.....	Verano: 1.621 MVA/circuito
.....	Invierno: 1.798 MVA/circuito
-Nº de circuitos.....	1
-Nº de conductores por fase.....	2
-Tipo de conductor	AL/AW CARDINAL
-Nº de cables compuesto tierra-óptico.....	1
-Tipo de cable compuesto tierra-óptico	OPGW-TIPO1-17kA-15.3
-Nº de cables de tierra convencional.....	1
-Tipo de cable de tierra convencional.....	7N7 AWG
-Aislamiento	Vidrio
-Apoyos.....	Torres metálicas de celosía
-Cimentaciones	Zapatillas individuales
-Puestas a tierra.....	Anillos cerrados de acero descaburado.
-Longitud.....	650 m
-Territorio Histórico afectado:	Bizkaia
-Términos municipales afectados:.....	Gatika, Mungia



El tramo de línea a desmontar tiene como principales características las siguientes:

- Sistema..... Corriente alterna trifásica
- Frecuencia..... 50 Hz
- Tensión nominal..... 400 kV
- Tensión más elevada de la red.....420 kV
- Primer apoyo a dismantelarApoyo 1
- Último apoyo a dismantelarApoyo 2
- Nº de circuitos..... 1 dispuesto en capa
- Nº de conductores por fase.....2
- Tipo de conductorAL/AC CARDINAL
- Nº de cables compuesto tierra-óptico..... 1
- Tipo de cable compuesto tierra-ópticoOPGW 48 fibras
- Nº de cables de tierra convencional..... 1
- Tipo de cable de tierra convencional.....AC 83
- Aislamientovidrio templado, tipo caperuza y vástago
- Apoyos..... Torres metálicas de celosía
- Cimentaciones Zapatas individuales de hormigón en masa
- Puestas a tierra..... Anillos cerrados de acero descaburado.
- Longitud tramo a dismantelar566 m
- Territorio Histórico afectado Bizkaia
- Términos municipales afectados Gatika



5 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

5.1 ALINEACIONES

La modificación de la línea aérea de transporte de energía eléctrica a 400 kV simple circuito, Gatica – Azpeitia, tiene una longitud de 650 m, está formada por 3 alineaciones desde el pórtico de la SE de Gatica hasta el nuevo apoyo T2Bis a ubicar baja traza del actual vano 2-3. Discurre por los términos municipales de Gatica y Mungia, íntegramente por el territorio histórico de Bizkaia.

El tramo de línea existente a desmantelar está ubicado en el término municipal de Gatica.

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	Pórtico Gatica	88,29	-	Gatika	Bizkaia	1.1-1
2	T-1	268,53	215,82	Gatika	Bizkaia	2.1-1
3	T-2	292,91	267,13	Gatika	Bizkaia	
Existente	T-2Bis	130,99	165,79	Gatika, Mungia	Bizkaia	3.1-1, 3.1-2

Tabla 1. Relación de alineaciones

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Visado n.º: 0125/21. Fecha: 28/03/2021. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: 2P416167535. URL: https://www.ica.es/verificacion-df-documento

COORDENADAS
UTM ETRS 89

Nº de cruzamiento	Apoyo inicio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento / Organismo Propietario	p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada	Nº de alineación	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
1.1-1	Pórtico GATICA	Camino	Camino del Ayuntamiento de Gatica	-	1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GATIKA	509806	4799785
2.1-1	1	Camino	Camino del Ayuntamiento de Gatica	-	2	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GATIKA	510099	4799838
3.1-1	2Bis	Río. Cruzamiento existente en actual vano 2-3	Río Atxurri de la Agencia Vasca del Agua URA	-	Existente	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MUNGIA	510352	4799558
3.1-2	2Bis	Línea Eléctrica. Cruzamiento existente en actual vano 2-3	Línea Eléctrica a 30 kV D/C de Iberdrola Distribución	TM.57 y TM.56	Existente	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MUNGIA	510359	4799555

Tabla 2. Relación de cruzamientos

5.2 RELACIÓN DE APOYOS

Nº	Vano (m)	Distancia origen (m)	Ángulo (º)	Cota Terreno (m)	Tipo apoyo	Código Altura	Altura Total (m)
T-Port Gatica	88,29	0	0	112,40	Pórtico existente	19,4	26,5
T-1	268,53	88,29	14,24	117,05	41A4F	AC	37,80
T-2	292,91	356,82	60,42	120,08	41A4A	AD	42,80
T-2Bis	130,99	649,73	-30,78	69,14	41A4A	AC	37,80
T-3	Apoyo existente			65,05	380A – Apoyo existente	36	43,50

Tabla 3. Relación de apoyos

En la tabla siguiente se identifican los apoyos del tramo de línea a desmontar, sus coordenadas aproximadas, término municipal donde se ubican y pesos aproximados:

Nº apoyo	Tipo de apoyo	Observaciones	Vano adelante (m)	Distancia origen (m)	Coordenadas ETRS89 Huso 30		Término municipal	Provincia	Peso aprox. apoyo a desmontar (kg)
					X	Y			
T-Port Gatica	Pórtico existente	Apoyo existente que no se desmonta	59,24	0.00	509764	4799769	Gatika	Bizkaia	N/A
1	380K	Apoyo a desmontar	254,71	59,24	509819	4799791	Gatika	Bizkaia	18.806
2	380B	Apoyo a desmontar	251,76	313,95	510053	4799690	Gatika	Bizkaia	10.438

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 4 en función de la tensión más elevada de la red, siendo D_{el} para líneas de 400 kV igual a 2,8 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 4 en función de la tensión más elevada de la línea, por tanto, la distancia mínima será de 8,1 m para líneas de 400 kV.

Distancias a líneas eléctricas aéreas o 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 la de 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 4 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 7,2 m para líneas de 400 kV.



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 4,3 m para líneas de 400 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 4 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima según la ITC-LAT de 10,3 m para líneas de 400 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, telefónicas y telegráficas 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 4 en función de la tensión más elevada de la red, siendo por tanto la distancia mínima de 6,3 m para líneas de 400 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 4 en función de la tensión más elevada de la línea.

Para líneas de 400 kV de tensión nominal y con gálibo no definido, la distancia mínima según el Reglamento debe ser de 11 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 4 en función de la tensión más elevada de la línea.

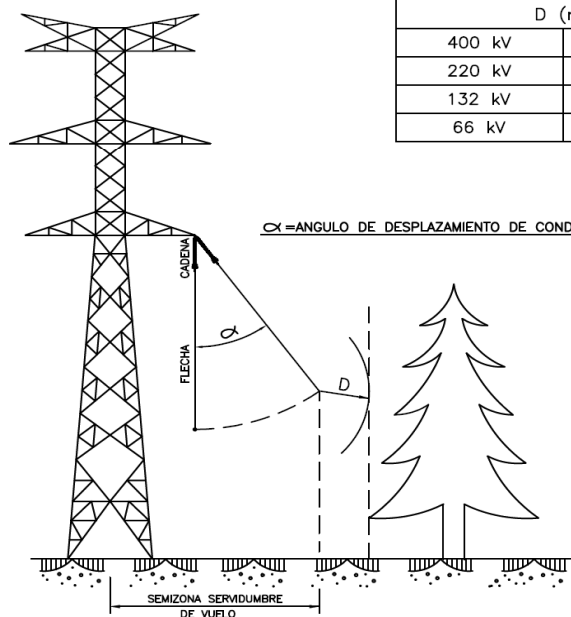
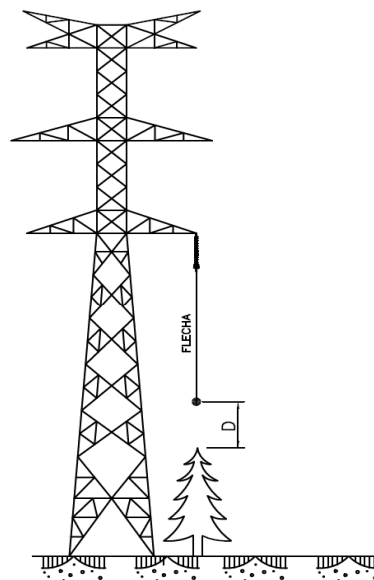
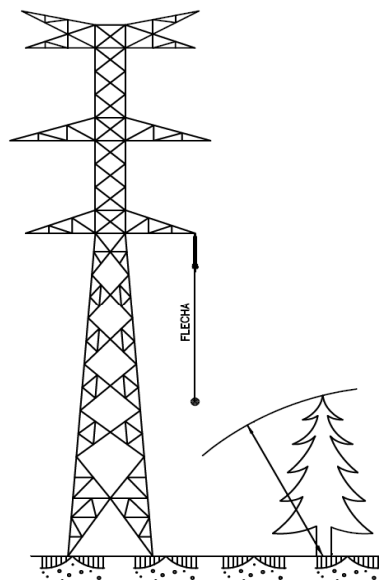
Por tanto, la zona de corta de arbolado se extenderá a las distancias explosivas que se indican a continuación de forma que los árboles queden siempre a esta distancia mínima del conductor de 4,3 m para líneas de 400 kV.

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. En 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 DISTANCIA EXPLOSIVA

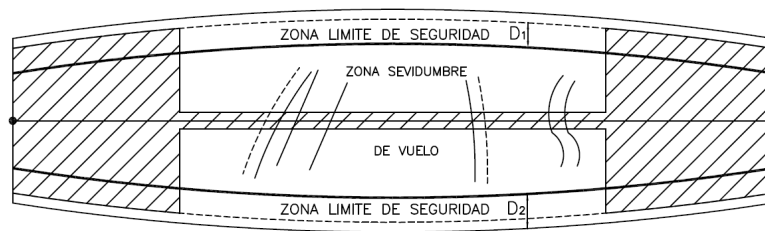
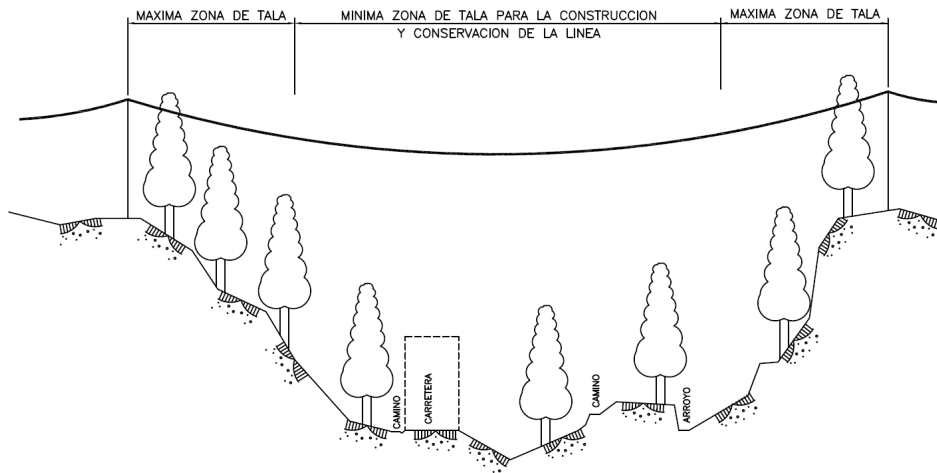


DISTANCIA AL ARBOLADO D (m)	
400 kV	4,30
220 kV	3,20
132 kV	2,70
66 kV	2,20

α = ANGULO DE DESPLAZAMIENTO DE CONDUCTORES



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



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

COORDENADAS UTM ETRS 89										
Nº de cruzamiento	Apoyo inicio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento / Organismo Propietario	p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada	Nº de alineación	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
1.1-1	Pórtico GATICA	Camino	Camino del Ayuntamiento de Gatika	-	1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GATIKA	509806	4799785
2.1-1	1	Camino	Camino del Ayuntamiento de Gatika	-	2	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GATIKA	510099	4799838
3.1-1	2Bis	Río. Cruzamiento existente en actual vano 2-3	Río Atxurri de la Agencia Vasca del Agua URA	-	Existente	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MUNGIA	510352	4799558
3.1-2	2Bis	Línea Eléctrica. Cruzamiento existente en actual vano 2-3	Línea Eléctrica a 30 kV DC de Iberdrola Distribución	TM.57 y TM.56	Existente	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MUNGIA	510359	4799555

Tabla 6. Relación 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, aun 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 AYUNTAMIENTOS, MINISTERIOS, CONSEJERÍAS, ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO Y PRIVADO AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA.

- AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA (AESA)
- AGENCIA VASCA DEL AGUA (URA)
- AYUNTAMIENTO DE GATIKA
- AYUNTAMIENTO DE MUNGIA
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO
- DELEGACIÓN DEL GOBIERNO EN EL PAÍS VASCO
- DEMARCACIÓN DE COSTAS DEL PAÍS VASCO
- DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL DE LA VICECONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DE LA VICECONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y POLÍTICA ALIMENTARIA DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE CULTURA DEL DEPARTAMENTO DE EUSKERA Y CULTURA. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- DIRECCIÓN DE DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA VICECONSEJERÍA DE INDUSTRIA DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE DESARROLLO RURAL Y LITORAL Y POLÍTICAS EUROPEAS DE LA VICECONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y POLÍTICA ALIMENTARIA DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE ENERGÍA, MINAS Y ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL DE LA VICECONSEJERÍA DE INDUSTRIA DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y DESARROLLO TERRITORIAL DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO Y TERRITORIAL. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- DIRECCIÓN DE PATRIMONIO CULTURAL DE LA VICECONSEJERÍA DE CULTURA DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE PATRIMONIO NATURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA VICECONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE PESCA Y ACUICULTURA DE LA VICECONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y POLÍTICA ALIMENTARIA DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, URBANISMO Y REGENERACIÓN URBANA DE LA VICECONSEJERÍA DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE PUERTOS Y ASUNTOS MARÍTIMOS DE LA VICECONSEJERÍA DE INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTES DEL GOBIERNO VASCO



- DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA Y ESTRATEGIA DE LA VICECONSEJERÍA DE TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN GENERAL DE PROMOCIÓN EMPRESARIAL Y DESARROLLO ECONÓMICO DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO Y TERRITORIAL. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- E.V.E (ENTE VASCO DE LA ENERGÍA)
- ENAGAS
- IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA S.A.U.
- SECCIÓN DE ORDENACIÓN TERRITORIAL DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y COHESIÓN DEL TERRITORIO. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SECRETARIA DE ESTADO DE DEFENSA
- SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA
- SERVICIO DE PLANEAMIENTO URBANÍSTICO DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y COHESIÓN DEL TERRITORIO. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA.
- SUBDELEGACIÓN DEL GOBIERNO EN BIZKAIA
- SUBDELEGACIÓN DEL GOBIERNO EN GIPUZKOA
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE FOMENTO DEL DESARROLLO RURAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL Y POLÍTICA FORESTAL
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRADA DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS Y TECNOLOGÍA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA
- SUBSECRETARÍA DE FOMENTO
- VICECONSEJERÍA DE TRANSPORTES DEL GOBIERNO VASCO
- SERVICIO DE MONTES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SERVICIO DE PATRIMONIO NATURAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL Y MEDIO NATURAL.
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO NATURAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL Y MEDIO NATURAL
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA FORESTAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL Y POLÍTICA FORESTAL

OTROS ORGANISMOS / ASOCIACIONES

- AYUNTAMIENTO DE LEMOIZ
- AYUNTAMIENTO DE MARURI – JATABE
- AYUNTAMIENTO DE BAKIO (inicialmente no afectado por la Interconexión)
- AYUNTAMIENTO DE LAUKIZ (inicialmente no afectado por la Interconexión)
- CAPITANÍA MARÍTIMA DE BILBAO
- CAPITANÍA MARÍTIMA DE PASAIA
- DIRECCIÓN GENERAL DE BELLAS ARTES Y PATRIMONIO CULTURAL DEL MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTE
- DIRECCIÓN GENERAL DE LA MARINA MERCANTE
- PUERTOS DEL ESTADO
- AGENCIA VASCA DE TURISMO (BASQUETOURL)
- ALNITAK. MARINE RESERACH CENTRE
- ASOCIACIÓN AGRARIA EHNE BIZKAIA
- ASOCIACIÓN ASTONDOPUNTA
- ASOCIACIÓN CENTAUREA
- ASOCIACIÓN CULTURAL EGUZKIZALEAK
- ASOCIACIÓN DE ARMADORES DE BUQUES DE GIPUZKOA (GARELA)
- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE PESCA DE BACALAO (ARGUIBA-ARBAC)
- ASOCIACIÓN DE MEDIANOS Y PEQUEÑOS PESQUEROS AL FRESCO NORTE Y NOROESTE DE ESPAÑA (NORPESC)
- ASOCIACIÓN DE ORGANIZACIONES DE PRODUCTORES DE PESCA DEL CANTÁBRICO
- ASOCIACIÓN EGUZKI
- ASOCIACIÓN ESPITZU
- ASOCIACIÓN LANIUS
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE ARMADORES DE BUQUES ATUNEROS CONGELADORES (ANABAC)
- ASOCIACIÓN NATURALISTA TXIPIO BAI
- ASOCIACIÓN ORNITOLÓGICA LANIUS
- ASOCIACIÓN TALAIA
- ASOCIACIÓN TXIRPIAL
- ASOCIACIÓN VASCA DE AMIGOS DE LOS DELFINES Y BALLENAS (PAIS VASCO) (EIBE)
- BIZKAIA EUSKAL NEKAZARIEN BATASUNA (ENBA)
- BUTROIK BIZIRIK
- CÁMARA DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE BILBAO
- CENTRO PARA EL AHORRO Y DESARROLLO ENERGÉTICO Y MINERO, S.A. (CADEM)
- CENTRO TECNOLÓGICO EXPERTO EN INNOVACIÓN MARINA Y ALIMENTARIA (A.Z.T.I.)
- CICLO INTERNACIONAL DE CINE SUBMARINO DE SAN SEBASTIÁN

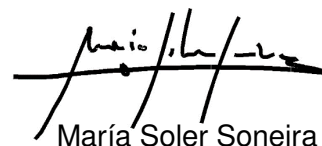


- CÍRCULO DE EMPRESARIOS VASCOS (CEV)
- COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE BIZKAIA
- CONFEBASK - CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL VASCA
- CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL DE BIZKAIA (CEBEK)
- CONSEJO SUPERIOR DE COOPERATIVAS DE EUSKADI
- CONSORCIO DE AGUAS BILBAO
- CULTURA - OCIO - TURISMO (AKTUAL)
- EGUZKI TALDE EKOLOGISTA
- EKOLOGISTAK MARTXAN BIZKAIA
- EKOLOGISTAK MARTXAN GIPUZKOA
- EUDEL (ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS VASCOS)
- FEDERACIÓN COFRADÍAS DE PESCADORES BIZKAIA
- FEDERACIÓN COFRADÍAS DE PESCADORES GIPUZKOA
- FEDERACIÓN DE COOPERATIVAS AGRO-ALIMENTARIAS DE EUSKADI
- FEDERACIÓN NACIONAL DE COFRADÍAS DE PESCADORES
- FUNDACIÓN INSTITUTO DE TRANSPORTE Y COMERCIO
- GREENPEACE
- IHOBE - SOCIEDAD PÚBLICA DE GESTIÓN AMBIENTAL
- INGENIERÍA SIN FRONTERAS DEL PAÍS VASCO
- INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA-IEO
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA - IGME
- INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA MARINA
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA-(IDAE)
- INSTITUTO VASCO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AGRARIO (NEIKER TECNALIA)
- IZATE ASOCIACIÓN MEDIOAMBIENTAL
- NATUR-ASOCIACIÓN EUSKALHERRIA.
- OFICINA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO
- ORGANIZACIÓN DE PRODUCTORES DE PESCA DE ALTURA DEL PUERTO DE ONDARROA (OPPAO)
- ORGANIZACIÓN DE PRODUCTORES DE PESCA DE BAJURA DE GUIPÚZCOA (OPEGUI)
- ORGANIZACIÓN DE PRODUCTORES DE PESCA DE BAJURA DE VIZCAYA (OPESCAYA)
- ORGANIZACIÓN DE PRODUCTORES DE TUNIDOS CONGELADOS (OPTUC)
- ORGANIZACIÓN ECOLOGISTA OCEANA
- SAGARRAK EKOLOGISTA TALDEA
- SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE
- SEO/BIRDLIFE
- SERVICIO DE CALIDAD AMBIENTAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA

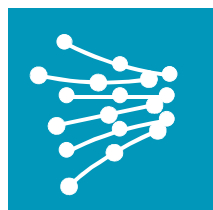
- SERVICIO DE DESARROLLO RURAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SERVICIO DE FAUNA CINEGÉTICA Y PESCA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SERVICIO DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SERVICIO DE HIDROLOGÍA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SOCIEDAD CONSERVACIÓN VERTEBRADOS (SCV)
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CETACEOS (SEC)
- SOCIEDAD PARA EL ESTUDIO Y LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA MARINA (AMBAR ELKARTEA)
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUERDOS Y ORGANIZACIONES REGIONALES DE PESCA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS PESQUEROS
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUICULTURA Y COMERCIALIZACIÓN PESQUERA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE SOSTENIBILIDAD DE LA COSTAS Y DEL MAR
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS PESQUEROS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS PESQUEROS
- SUBDIRECCIÓN GENERAL PARA LA PROTECCIÓN DE LA COSTA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE SOSTENIBILIDAD DE LA COSTAS Y DEL MAR
- SUBDIRECCIÓN GENERAL PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE SOSTENIBILIDAD DE LA COSTAS Y DEL MAR
- UNIÓN DE SILVICULTORES DEL SUR DE EUROPA (USSE)
- WWF/ADENA.

Madrid, marzo de 2021

La Ingeniera Industrial



María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123/3353



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ANTEPROYECTO DE EJECUCIÓN
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE
TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 400 kV
SIMPLE CIRCUITO

GATICA-AZPEITIA

DOCUMENTO 2

CÁLCULOS



DOCUMENTO Nº 2

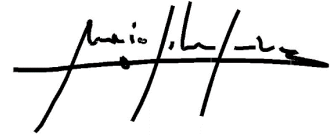
CÁLCULOS

Nº de páginas

CAPÍTULO 1: CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES	22
CAPÍTULO 2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS	18
CAPÍTULO 3: AISLAMIENTO	3
CAPÍTULO 4: CÁLCULO DE LOS APOYOS.....	20
CAPÍTULO 5: CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES.....	13

Madrid, marzo de 2021

La Ingeniera Industrial



María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123/3353

CAPITULO 1

CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES

1.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES	2
1.2 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES DE GUARDA	5
1.2.1 Cálculo mecánico cable compuesto tierra-óptico	5
1.2.2 Cálculo mecánico cable de tierra	7
1.3 VANOS REGULARES. RESUMEN DE SERIES.....	10
1.4 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CONDUCTORES	11
1.5 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CABLES DE GUARDA.....	15
1.5.1 Tablas de tendido del cable compuesto tierra-óptico	15
1.5.2 Tablas de tendido del cable de tierra	19



1.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES

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

Características conductor CARDINAL AW

- Denominación	CARDINAL AW
- Sección total	547,34 mm ²
- Sección Al	484,53 mm ²
- Sección Aw	62,81 mm ²
- Diámetro	30,42 mm
- Peso	1,723 daN/m
- Carga de rotura	15.406 daN
- Módulo de elasticidad	6.728 daN /mm ²
- Coeficiente de dilatación	20,2 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
- Resistencia unitaria a 25°C y 50 Hz	0,05992 ohm/km

El cálculo mecánico se realiza para un viento de 140 km/h, según lo establecido en el apartado 3.1.2 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión para líneas de categoría especial.

Teniendo en cuenta lo establecido en el apartado 3.1.2.1 del Reglamento, se obtiene una presión de viento para una velocidad de 140 km/h:

$$P_v = 50 \cdot \left(\frac{140}{120} \right)^2 = 68,055 \text{ daN/m}^2$$

El trazado de la línea proyectada discurre a una altitud máxima sobre el nivel del mar correspondiente a la zona reglamentaria A (menor de 500 metros sobre el nivel del mar).

En particular, las hipótesis de diseño consideradas para la línea eléctrica son las siguientes:



ZONA A

Hipótesis inicial

EDS (20 %)

$$T = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = P_c = 1,723 \text{ daN/m}$$

$$T_i = 3.081 \text{ daN}$$

Hipótesis finales

1. Tracción máximo con viento 140 km/h ($P_v = 68,05 \text{ daN/m}^2$)

$$T = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = \sqrt{P_c^2 + W_{140}^2} = 2,692 \text{ daN/m}$$

2. 85 °C sin sobrecarga (Flecha máxima en calma)

$$T = 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = P_c = 1,723 \text{ daN/m}$$

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

$$T = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = \sqrt{P_c^2 + W_{120}^2} = 2,298 \text{ daN/m}$$

4. Flecha mínima (Temperatura mínima sin sobrecarga de viento)

$$T = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = P_c = 1,723 \text{ daN/m}$$

5. Desviación de cadenas con viento mitad ($P_{v/2} = 25 \text{ daN/m}^2$)

$$T = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = \sqrt{P_c^2 + W_{v/2}^2} = 1,883 \text{ daN/m}$$

6. Control de vibraciones

$$T = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = P_c = 1,723 \text{ daN/m}$$



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 CARDINAL	547,3	30,4	1,723	15406	6728	0,0000202

Hipótesis inicial					
Vano (m)	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (%)	Tracción (daN)	Zona
293	15	1,723	20	3081,2	Zona A

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	-5	0	750	0	68,056	30,4	2,069	1,723	2,692
EDS	15	0	750	0	0	30,4	0	1,723	1,723
Flecha Máxima Temperatura 1	85	0	750	0	0	30,4	0	1,723	1,723
Flecha Máxima Temperatura 2	50	0	750	0	0	30,4	0	1,723	1,723
Flecha Máxima Viento	15	0	750	0	50	30,4	1,52	1,723	2,298
Flecha mínima	-5	0	750	0	0	30,4	0	1,723	1,723
Desviación de cadenas	-5	0	750	0	25,004	30,4	0,76	1,723	1,883
Control de vibraciones	-5	0	750	0	0	30,4	0	1,723	1,723

Resultados							
Hipótesis	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (daN)	Flecha (m)	Coefficiente seguridad	Parámetro (m)	Parámetro proyectado (m)
Tracción máxima viento	-5	2,692	4725	6,11	3,26	1755	
EDS	15	1,723	3081	6	5	1788	
Flecha Máxima Temperatura 1	85	1,723	2157	8,57	7,14	1252	
Flecha Máxima Temperatura 2	50	1,723	2519	7,34	6,12	1462	
Flecha Máxima Viento	15	2,298	3794	6,5	4,06	1651	2495,655
Flecha mínima	-5	1,723	3551	5,21	4,34	2061	
Desviación de cadenas	-5	1,883	3758	5,38	4,1	1996	
Control de vibraciones	-5	1,723	3551	5,21	4,34	2061	

1.2 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CABLES DE GUARDA

1.2.1 Cálculo mecánico cable compuesto tierra-óptico

Se instalará 1 cable compuesto tierra-óptico, que tienen 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

En particular, las hipótesis de diseño consideradas para la línea eléctrica son las siguientes:

ZONA A

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) $W=81,667 \text{ daN/m}^2$

$$T = -5^{\circ}\text{C} \quad P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,423 \text{ daN/m}$$

2. Flecha máxima temperatura

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

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

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

4. Flecha mínima

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

5. Control de vibraciones

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



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	10000	12000	0,0000141

Hipótesis inicial					
Vano (m)	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (%)	Tracción (daN)	Zona
293	15	0,68	14	1400	Zona A

Hipótesis finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga hielo			Sobrecarga viento			Peso cable de guarda (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	-5	0	750	0	81,667	15,3	1,25	0,68	1,423
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 mínima	-5	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)	Parámetro proyectado (m)
Tracción máxima viento	-5	1,423	2397	6,37	4,17	1684	
EDS	15	0,68	1400	5,21	7,14	2059	
Flecha máxima temperatura	50	0,68	1182	6,17	8,46	1738	
Flecha máxima viento	15	1,142	1949	6,29	5,13	1707	
Flecha mínima	-5	0,68	1564	4,67	6,39	2300	
Control de vibraciones	-5	0,68	1564	4,67	6,39	2300	

1.2.2 Cálculo mecánico cable de tierra

Se instalará 1 cable de tierra convencional 7N7 AWG con las siguientes características:

- Denominación:	7N7 AWG
- Sección:	73,9 mm ²
- Diámetro:	11 mm
- Peso:	0,482 daN/m
- Carga de rotura:	9.256 daN
- Módulo de elasticidad:	16.200 daN /mm ²
- Coeficiente de dilatación:	13,0 10 ⁻⁶ /°C

ZONAA

Para zonas cuya altitud esté comprendida por debajo de los 500 m, las hipótesis consideradas son las siguientes:

Hipótesis inicial

EDS (13%)

$$T = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = P_c = 0,482 \text{ daN/m}$$

$$T_i = 1.203 \text{ daN}$$

Hipótesis finales

1. Tracción máxima con viento 140 km/h ($P_v = 81,67 \text{ daN/m}^2$)

$$T = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = \sqrt{P_c^2 + W_{140}^2} = 1,02 \text{ daN/m}$$

2. Flecha máxima en calma (50 °C sin sobrecarga)

$$T = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = P_c = 0,482 \text{ daN/m}$$

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

$$T = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = \sqrt{P_c^2 + W_{120}^2} = 0,818 \text{ daN/m}$$



4. Flecha mínima (Temperatura mínima sin sobrecarga de viento)

$$T = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = P_c = 0,482\text{ daN/m}$$

5. Control de vibraciones

$$T = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$R = P_c = 0,482\text{ daN/m}$$

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	9256	16200	0,000013

Hipótesis inicial					
Vano (m)	Temperatura (°C)	Resultante (daN/m)	Tracción (%)	Tracción (daN)	Zona
293	15	0,482	13	1203,28	Zona A

Hipótesis finales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga hielo			Sobrecarga viento			Peso cable de guarda (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	-5	0	750	0	81,667	11,01	0,899	0,482	1,02
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 mínima	-5	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)	Parámetro proyectado (m)
Tracción máxima viento	-5	1,02	1972	5,55	4,69	1933	
EDS	15	0,482	1203	4,3	7,69	2496	
Flecha máxima temperatura	50	0,482	989	5,23	9,36	2052	
Flecha máxima viento	15	0,818	1615	5,44	5,73	1974	
Flecha mínima	-5	0,482	1363	3,79	6,79	2828	
Control de vibraciones	-5	0,482	1363	3,79	6,79	2828	

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		
1	T-Port Gatica	PORTICO	T-1	41A4F-AC	88,29	88,29
2	T-1	41A4F-AC	T-2	41A4A-AD	268,53	268,53
3	T-2	41A4A-AD	T-2Bis	41A4A-AC	292,91	292,91
Existente	T-2Bis	41A4A-AC	T-3	Apoyo existente	-	491,44



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 A

EDS: 20% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-5 °C
-Sobrecarga viento:	2,069 daN/m
-Resultante:	2,692 daN/m



Cálculo de parámetros para tablas de tendido del conductor

Departamento de Ingeniería de Líneas
05/12/2018

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 CARDINAL	547.3	30.4	1.723	15406	6728	0.0000202

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (daN)	Tracción (%)	Tracción (daN)
20	3081.2	40	6162.4

Zona
Zona A

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	30.4	0	1.723	1.723

Condiciones finales			
Resultante (daN/m)	1.723	Fluencia (°C)	10

Cálculo de tracciones para tablas de tendido del conductor

Vano reg. (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Hip. inicial	% EDS
	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	4670	0,46	4332	0,5	4001	0,54	3681	0,59	3374	0,64	3081	0,7	2807	0,77	2555	0,84	2327	0,93	2124	1,01	EDS	20
110	4618	0,56	4288	0,61	3967	0,66	3657	0,71	3360	0,78	3081	0,85	2821	0,92	2583	1,01	2368	1,1	2176	1,2	EDS	20
120	4565	0,68	4242	0,73	3931	0,79	3631	0,85	3347	0,93	3081	1,01	2835	1,09	2610	1,19	2407	1,29	2226	1,39	EDS	20
130	4508	0,81	4195	0,87	3894	0,93	3606	1,01	3335	1,09	3081	1,18	2848	1,28	2635	1,38	2444	1,49	2273	1,6	EDS	20
140	4451	0,95	4147	1,02	3857	1,09	3581	1,18	3322	1,27	3081	1,37	2860	1,48	2659	1,59	2478	1,7	2317	1,82	EDS	20
150	4392	1,1	4099	1,18	3820	1,27	3556	1,36	3309	1,46	3081	1,57	2872	1,69	2682	1,81	2511	1,93	2358	2,06	EDS	20
160	4333	1,27	4051	1,36	3783	1,46	3532	1,56	3297	1,67	3081	1,79	2883	1,91	2704	2,04	2542	2,17	2396	2,3	EDS	20
170	4275	1,46	4004	1,55	3748	1,66	3508	1,77	3286	1,89	3081	2,02	2894	2,15	2724	2,28	2571	2,42	2432	2,56	EDS	20
180	4216	1,66	3957	1,76	3713	1,88	3485	2	3275	2,13	3081	2,26	2904	2,4	2743	2,54	2598	2,69	2466	2,83	EDS	20
190	4159	1,87	3911	1,99	3679	2,11	3464	2,24	3264	2,38	3081	2,52	2914	2,67	2761	2,82	2623	2,96	2498	3,11	EDS	20
200	4104	2,1	3868	2,23	3647	2,36	3443	2,5	3254	2,65	3081	2,8	2923	2,95	2778	3,1	2647	3,25	2527	3,41	EDS	20
210	4050	2,35	3826	2,48	3617	2,63	3423	2,77	3245	2,93	3081	3,08	2931	3,24	2794	3,4	2669	3,56	2555	3,72	EDS	20
220	3998	2,61	3785	2,75	3588	2,91	3405	3,06	3236	3,22	3081	3,38	2939	3,55	2809	3,71	2690	3,88	2581	4,04	EDS	20
230	3948	2,89	3747	3,04	3560	3,2	3387	3,36	3228	3,53	3081	3,7	2947	3,87	2823	4,04	2709	4,21	2605	4,37	EDS	20
240	3901	3,18	3711	3,34	3534	3,51	3371	3,68	3220	3,85	3081	4,03	2953	4,2	2836	4,37	2728	4,55	2628	4,72	EDS	20
250	3856	3,49	3676	3,66	3509	3,84	3355	4,01	3213	4,19	3081	4,37	2960	4,55	2848	4,73	2745	4,9	2650	5,08	EDS	20
260	3814	3,82	3644	4	3486	4,18	3341	4,36	3206	4,54	3081	4,73	2966	4,91	2859	5,09	2761	5,27	2670	5,45	EDS	20
270	3774	4,16	3614	4,34	3465	4,53	3327	4,72	3199	4,91	3081	5,1	2972	5,28	2870	5,47	2776	5,66	2689	5,84	EDS	20
280	3737	4,52	3585	4,71	3445	4,9	3314	5,1	3193	5,29	3081	5,48	2977	5,67	2880	5,86	2790	6,05	2707	6,24	EDS	20
290	3701	4,89	3559	5,09	3426	5,29	3302	5,49	3188	5,68	3081	5,88	2982	6,07	2890	6,27	2804	6,46	2723	6,65	EDS	20

Vano reg. (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Hip. inicial	% EDS
	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)		
300	3669	5,28	3534	5,48	3408	5,69	3291	5,89	3182	6,09	3081	6,29	2987	6,49	2898	6,69	2816	6,88	2739	7,08	EDS	20
310	3638	5,69	3510	5,9	3392	6,1	3281	6,31	3178	6,51	3081	6,72	2991	6,92	2907	7,12	2828	7,32	2754	7,52	EDS	20
320	3609	6,11	3488	6,32	3376	6,53	3271	6,74	3173	6,95	3081	7,16	2995	7,36	2915	7,57	2839	7,77	2768	7,97	EDS	20
330	3582	6,55	3468	6,76	3361	6,98	3262	7,19	3169	7,4	3081	7,61	2999	7,82	2922	8,03	2850	8,23	2781	8,43	EDS	20
340	3557	7	3449	7,22	3348	7,44	3253	7,65	3164	7,87	3081	8,08	3003	8,29	2929	8,5	2859	8,71	2794	8,91	EDS	20
350	3533	7,47	3431	7,69	3335	7,91	3245	8,13	3161	8,35	3081	8,56	3006	8,78	2935	8,99	2869	9,2	2805	9,41	EDS	20
360	3511	7,95	3414	8,18	3323	8,4	3238	8,62	3157	8,84	3081	9,06	3009	9,28	2942	9,49	2877	9,7	2817	9,91	EDS	20
370	3490	8,45	3399	8,67	3312	8,9	3231	9,13	3154	9,35	3081	9,57	3012	9,79	2947	10,01	2886	10,22	2827	10,43	EDS	20
380	3471	8,96	3384	9,19	3302	9,42	3224	9,65	3151	9,87	3081	10,09	3015	10,32	2953	10,53	2893	10,75	2837	10,96	EDS	20
390	3453	9,49	3370	9,72	3292	9,95	3218	10,18	3148	10,41	3081	10,63	3018	10,85	2958	11,07	2901	11,29	2846	11,51	EDS	20
400	3436	10,03	3357	10,27	3283	10,5	3212	10,73	3145	10,96	3081	11,18	3020	11,41	2963	11,63	2908	11,85	2855	12,07	EDS	20
410	3420	10,59	3345	10,82	3274	11,06	3207	11,29	3142	11,52	3081	11,75	3023	11,98	2967	12,2	2914	12,42	2864	12,64	EDS	20
420	3405	11,16	3334	11,4	3266	11,63	3201	11,87	3140	12,1	3081	12,33	3025	12,56	2972	12,78	2921	13,01	2872	13,23	EDS	20
430	3392	11,74	3323	11,98	3258	12,22	3196	12,46	3137	12,69	3081	12,93	3027	13,16	2976	13,38	2927	13,61	2879	13,83	EDS	20
440	3378	12,34	3313	12,59	3251	12,83	3192	13,06	3135	13,3	3081	13,53	3029	13,77	2980	13,99	2932	14,22	2887	14,44	EDS	20
450	3366	12,96	3304	13,2	3244	13,44	3187	13,68	3133	13,92	3081	14,16	3031	14,39	2984	14,62	2938	14,84	2894	15,07	EDS	20
460	3354	13,59	3295	13,83	3238	14,07	3183	14,32	3131	14,56	3081	14,79	3033	15,03	2987	15,26	2943	15,49	2900	15,71	EDS	20
470	3343	14,23	3286	14,48	3232	14,72	3179	14,97	3129	15,2	3081	15,44	3035	15,68	2990	15,91	2948	16,14	2906	16,37	EDS	20
480	3333	14,89	3278	15,14	3226	15,38	3176	15,62	3128	15,86	3081	16,11	3036	16,34	2994	16,57	2952	16,81	2912	17,04	EDS	20
490	3323	15,56	3271	15,81	3221	16,05	3172	16,3	3126	16,54	3081	16,78	3038	17,02	2997	17,25	2957	17,49	2918	17,72	EDS	20
500	3314	16,25	3264	16,5	3215	16,75	3169	16,99	3124	17,24	3081	17,48	3040	17,71	2999	17,95	2961	18,18	2923	18,42	EDS	20

1.5 TABLAS DE TENDIDO DE LOS CABLES DE GUARDA

1.5.1 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 A

EDS: 14% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-5 °C
-Sobrecarga viento:	1,25 daN/m
-Resultante:	1,423 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)	Coeficiente 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
A

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 reg. (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Hip. inicial	% EDS
	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	1661	0.51	1572	0.54	1485	0.57	1400	0.61	1317	0.65	1238	0.69	1161	0.73	1089	0.78	1020	0.83	956	0.89	EDS	14
110	1654	0.62	1567	0.66	1482	0.69	1400	0.73	1320	0.78	1244	0.83	1171	0.88	1102	0.93	1036	0.99	976	1.05	EDS	14
120	1646	0.74	1562	0.78	1479	0.83	1400	0.87	1323	0.93	1250	0.98	1180	1.04	1114	1.1	1052	1.16	994	1.23	EDS	14
130	1638	0.88	1556	0.92	1477	0.97	1400	1.03	1326	1.08	1256	1.14	1189	1.21	1126	1.28	1067	1.35	1012	1.42	EDS	14
140	1630	1.02	1551	1.07	1474	1.13	1400	1.19	1329	1.25	1262	1.32	1198	1.39	1138	1.46	1082	1.54	1029	1.62	EDS	14
150	1622	1.18	1545	1.24	1471	1.3	1400	1.37	1332	1.44	1268	1.51	1207	1.58	1150	1.66	1096	1.74	1046	1.83	EDS	14
160	1613	1.35	1539	1.41	1468	1.48	1400	1.55	1335	1.63	1274	1.71	1215	1.79	1161	1.87	1109	1.96	1062	2.05	EDS	14
170	1605	1.53	1534	1.6	1465	1.68	1400	1.75	1338	1.84	1279	1.92	1223	2.01	1171	2.1	1122	2.19	1076	2.28	EDS	14
180	1597	1.72	1528	1.8	1462	1.88	1400	1.97	1340	2.06	1284	2.14	1231	2.24	1181	2.33	1134	2.43	1091	2.52	EDS	14
190	1589	1.93	1523	2.01	1460	2.1	1400	2.19	1343	2.28	1289	2.38	1238	2.48	1191	2.58	1146	2.68	1104	2.78	EDS	14
200	1581	2.15	1518	2.24	1457	2.33	1400	2.43	1346	2.53	1294	2.63	1246	2.73	1200	2.83	1157	2.94	1117	3.04	EDS	14
210	1573	2.38	1513	2.48	1455	2.58	1400	2.68	1348	2.78	1299	2.89	1252	2.99	1209	3.1	1167	3.21	1129	3.32	EDS	14
220	1566	2.63	1508	2.73	1452	2.83	1400	2.94	1350	3.05	1303	3.16	1259	3.27	1217	3.38	1177	3.5	1140	3.61	EDS	14
230	1559	2.88	1503	2.99	1450	3.1	1400	3.21	1352	3.33	1307	3.44	1265	3.55	1225	3.67	1187	3.79	1151	3.91	EDS	14
240	1552	3.15	1499	3.27	1448	3.38	1400	3.5	1355	3.61	1311	3.73	1271	3.85	1232	3.97	1196	4.09	1162	4.21	EDS	14
250	1545	3.44	1494	3.56	1446	3.67	1400	3.79	1356	3.92	1315	4.04	1276	4.16	1239	4.29	1204	4.41	1171	4.54	EDS	14
260	1539	3.73	1490	3.86	1444	3.98	1400	4.1	1358	4.23	1319	4.36	1281	4.49	1246	4.61	1213	4.74	1181	4.87	EDS	14
270	1532	4.04	1486	4.17	1442	4.3	1400	4.43	1360	4.56	1322	4.69	1286	4.82	1252	4.95	1220	5.08	1190	5.21	EDS	14
280	1527	4.36	1482	4.5	1440	4.63	1400	4.76	1362	4.89	1326	5.03	1291	5.16	1258	5.3	1228	5.43	1198	5.56	EDS	14
290	1521	4.7	1479	4.83	1438	4.97	1400	5.11	1363	5.24	1329	5.38	1296	5.52	1264	5.66	1234	5.79	1206	5.93	EDS	14

Vano reg. (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Hip. inicial	% EDS
	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)		
300	1516	5.05	1475	5.19	1437	5.32	1400	5.46	1365	5.6	1332	5.74	1300	5.88	1270	6.02	1241	6.16	1214	6.3	EDS	14
310	1511	5.41	1472	5.55	1435	5.69	1400	5.83	1366	5.98	1334	6.12	1304	6.26	1275	6.41	1247	6.55	1221	6.69	EDS	14
320	1506	5.78	1469	5.93	1434	6.07	1400	6.22	1368	6.36	1337	6.51	1308	6.65	1280	6.8	1253	6.95	1228	7.09	EDS	14
330	1502	6.16	1466	6.31	1432	6.46	1400	6.61	1369	6.76	1340	6.91	1311	7.06	1284	7.21	1259	7.35	1234	7.5	EDS	14
340	1497	6.56	1464	6.71	1431	6.87	1400	7.02	1370	7.17	1342	7.32	1315	7.47	1289	7.62	1264	7.77	1240	7.92	EDS	14
350	1493	6.97	1461	7.13	1430	7.28	1400	7.44	1372	7.59	1344	7.75	1318	7.9	1293	8.05	1269	8.21	1246	8.36	EDS	14
360	1490	7.39	1458	7.56	1428	7.71	1400	7.87	1373	8.02	1346	8.18	1321	8.34	1297	8.49	1274	8.65	1252	8.8	EDS	14
370	1486	7.83	1456	7.99	1427	8.15	1400	8.31	1374	8.47	1348	8.63	1324	8.79	1301	8.94	1279	9.1	1257	9.26	EDS	14
380	1483	8.28	1454	8.44	1426	8.61	1400	8.77	1375	8.93	1350	9.09	1327	9.25	1305	9.41	1283	9.57	1262	9.73	EDS	14
390	1479	8.74	1452	8.9	1425	9.07	1400	9.23	1376	9.4	1352	9.56	1330	9.72	1308	9.88	1287	10.05	1267	10.2	EDS	14
400	1476	9.21	1450	9.38	1424	9.55	1400	9.71	1376	9.88	1354	10.04	1332	10.21	1311	10.37	1291	10.53	1272	10.69	EDS	14
410	1473	9.7	1448	9.87	1423	10.04	1400	10.21	1377	10.38	1356	10.54	1335	10.7	1314	10.87	1295	11.03	1276	11.2	EDS	14
420	1470	10.2	1446	10.37	1422	10.54	1400	10.71	1378	10.88	1357	11.05	1337	11.21	1317	11.38	1299	11.54	1280	11.71	EDS	14
430	1468	10.71	1444	10.88	1422	11.05	1400	11.23	1379	11.4	1359	11.56	1339	11.74	1320	11.91	1302	12.07	1284	12.24	EDS	14
440	1465	11.23	1443	11.4	1421	11.58	1400	11.75	1380	11.92	1360	12.1	1341	12.27	1323	12.44	1305	12.61	1288	12.78	EDS	14
450	1463	11.77	1441	11.94	1420	12.12	1400	12.29	1380	12.47	1361	12.65	1343	12.82	1326	12.98	1308	13.16	1292	13.32	EDS	14
460	1461	12.31	1440	12.49	1419	12.68	1400	12.85	1381	13.02	1363	13.2	1345	13.37	1328	13.54	1311	13.72	1295	13.89	EDS	14
470	1458	12.88	1438	13.06	1419	13.23	1400	13.41	1382	13.59	1364	13.77	1347	13.94	1330	14.12	1314	14.29	1299	14.45	EDS	14
480	1456	13.45	1437	13.63	1418	13.81	1400	13.99	1382	14.17	1365	14.35	1349	14.52	1333	14.69	1317	14.87	1302	15.04	EDS	14
490	1454	14.04	1436	14.21	1418	14.39	1400	14.58	1383	14.76	1366	14.94	1350	15.12	1335	15.29	1320	15.46	1305	15.64	EDS	14
500	1453	14.62	1434	14.82	1417	15	1400	15.18	1383	15.37	1367	15.54	1352	15.72	1337	15.89	1322	16.07	1308	16.25	EDS	14



1.5.2 Tablas de tendido del cable de tierra

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

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

ZONA A

EDS: 13% (Carga rotura del conductor)

Tracción máxima: 40% (Carga rotura del conductor)

Hipótesis de cálculo de tracción máxima

1. Tracción máxima viento

-Temperatura:	-5 °C
-Sobrecarga viento:	0,899 daN/m
-Resultante:	1,02 daN/m

Cálculo de Parámetros para tablas de tendido del cable de guarda

Conductor						
Conductor	Sección (mm²)	Diámetro (mm)	Peso (daN/m)	Carga rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm²)	Coefficiente dilatación (1/°C)
CABLE ALUMOWELD 7n7	73.9	11.01	0.482	9256	16200	0.000013

Tense admisible			
E.D.S. (%)	E.D.S. (daN)	Tracción (%)	Tracción (daN)
13	1203.28	40	3702.4

Zona
Zona A

Condiciones iniciales									
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga hielo			Sobrecarga viento			Peso conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m²)	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 reg. (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Hip. inicial	% EDS
	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	1415	0.43	1343	0.45	1272	0.47	1203	0.5	1135	0.53	1069	0.56	1005	0.6	942	0.64	883	0.68	826	0.73	EDS	13
110	1410	0.52	1340	0.54	1271	0.57	1203	0.61	1137	0.64	1073	0.68	1010	0.72	950	0.77	893	0.82	839	0.87	EDS	13
120	1406	0.62	1337	0.65	1269	0.68	1203	0.72	1139	0.76	1076	0.81	1016	0.85	958	0.91	903	0.96	851	1.02	EDS	13
130	1401	0.73	1334	0.76	1268	0.8	1203	0.85	1141	0.89	1080	0.94	1022	1	966	1.05	913	1.12	864	1.18	EDS	13
140	1396	0.85	1330	0.89	1266	0.93	1203	0.98	1143	1.03	1084	1.09	1028	1.15	974	1.21	924	1.28	876	1.35	EDS	13
150	1391	0.97	1327	1.02	1264	1.07	1203	1.13	1144	1.18	1088	1.25	1034	1.31	982	1.38	933	1.45	887	1.53	EDS	13
160	1386	1.11	1323	1.17	1262	1.22	1203	1.28	1146	1.35	1092	1.41	1039	1.48	990	1.56	943	1.64	899	1.72	EDS	13
170	1381	1.26	1320	1.32	1260	1.38	1203	1.45	1148	1.52	1095	1.59	1045	1.67	997	1.75	952	1.83	910	1.91	EDS	13
180	1376	1.42	1316	1.48	1259	1.55	1203	1.62	1150	1.7	1099	1.78	1051	1.86	1005	1.94	961	2.03	920	2.12	EDS	13
190	1370	1.59	1313	1.66	1257	1.73	1203	1.81	1152	1.89	1103	1.97	1056	2.06	1012	2.15	970	2.24	930	2.34	EDS	13
200	1365	1.77	1309	1.84	1255	1.92	1203	2	1154	2.09	1106	2.18	1061	2.27	1018	2.37	978	2.46	940	2.56	EDS	13
210	1360	1.95	1306	2.03	1253	2.12	1203	2.21	1155	2.3	1110	2.39	1066	2.49	1025	2.59	986	2.69	950	2.8	EDS	13
220	1355	2.15	1302	2.24	1252	2.33	1203	2.42	1157	2.52	1113	2.62	1071	2.72	1032	2.83	994	2.93	959	3.04	EDS	13
230	1350	2.36	1299	2.45	1250	2.55	1203	2.65	1159	2.75	1116	2.86	1076	2.96	1038	3.07	1002	3.18	968	3.29	EDS	13
240	1345	2.58	1295	2.68	1248	2.78	1203	2.88	1160	2.99	1119	3.1	1080	3.21	1044	3.32	1009	3.44	976	3.56	EDS	13
250	1340	2.81	1292	2.91	1247	3.02	1203	3.13	1162	3.24	1122	3.36	1085	3.47	1049	3.59	1016	3.71	984	3.83	EDS	13
260	1335	3.05	1289	3.16	1245	3.27	1203	3.39	1163	3.5	1125	3.62	1089	3.74	1055	3.86	1022	3.99	992	4.11	EDS	13
270	1330	3.3	1286	3.42	1244	3.53	1203	3.65	1165	3.77	1128	3.89	1093	4.02	1060	4.14	1029	4.27	999	4.4	EDS	13
280	1326	3.56	1283	3.68	1242	3.8	1203	3.93	1166	4.05	1131	4.18	1097	4.31	1065	4.44	1035	4.56	1006	4.7	EDS	13
290	1322	3.83	1280	3.96	1241	4.08	1203	4.21	1167	4.34	1133	4.47	1101	4.6	1070	4.74	1041	4.87	1013	5	EDS	13

Vano reg. (m)	0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		Hip. inicial	% EDS
	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)		
300	1317	4.12	1277	4.25	1240	4.37	1203	4.51	1169	4.64	1136	4.77	1104	4.91	1075	5.04	1046	5.18	1019	5.32	EDS	13
310	1313	4.41	1275	4.54	1238	4.68	1203	4.81	1170	4.95	1138	5.09	1108	5.23	1079	5.37	1052	5.5	1026	5.64	EDS	13
320	1309	4.71	1272	4.85	1237	4.99	1203	5.13	1171	5.27	1140	5.41	1111	5.55	1083	5.7	1057	5.84	1032	5.98	EDS	13
330	1305	5.03	1270	5.17	1236	5.31	1203	5.45	1172	5.6	1143	5.74	1114	5.89	1087	6.04	1062	6.18	1037	6.33	EDS	13
340	1302	5.35	1268	5.49	1235	5.64	1203	5.79	1173	5.94	1145	6.08	1117	6.24	1091	6.38	1067	6.53	1043	6.68	EDS	13
350	1298	5.69	1265	5.83	1234	5.98	1203	6.14	1174	6.29	1147	6.43	1120	6.59	1095	6.74	1071	6.89	1048	7.04	EDS	13
360	1295	6.03	1263	6.18	1232	6.34	1203	6.49	1175	6.65	1149	6.8	1123	6.95	1099	7.11	1075	7.26	1053	7.42	EDS	13
370	1292	6.38	1261	6.54	1231	6.7	1203	6.86	1176	7.01	1150	7.17	1126	7.33	1102	7.48	1080	7.64	1058	7.8	EDS	13
380	1289	6.75	1259	6.91	1230	7.07	1203	7.23	1177	7.39	1152	7.55	1128	7.71	1105	7.87	1084	8.03	1063	8.18	EDS	13
390	1286	7.13	1257	7.29	1230	7.45	1203	7.62	1178	7.78	1154	7.94	1131	8.1	1109	8.26	1087	8.43	1067	8.59	EDS	13
400	1283	7.51	1255	7.68	1229	7.84	1203	8.01	1179	8.18	1155	8.35	1133	8.51	1112	8.67	1091	8.84	1071	9	EDS	13
410	1280	7.91	1253	8.08	1228	8.25	1203	8.42	1180	8.58	1157	8.75	1135	8.92	1115	9.08	1095	9.25	1075	9.42	EDS	13
420	1277	8.32	1252	8.49	1227	8.66	1203	8.83	1180	9.01	1159	9.17	1138	9.34	1117	9.51	1098	9.68	1079	9.85	EDS	13
430	1275	8.74	1250	8.91	1226	9.09	1203	9.26	1181	9.43	1160	9.6	1140	9.77	1120	9.95	1101	10.12	1083	10.29	EDS	13
440	1272	9.17	1248	9.35	1225	9.52	1203	9.7	1182	9.87	1161	10.05	1142	10.21	1123	10.39	1104	10.57	1087	10.73	EDS	13
450	1270	9.61	1247	9.78	1225	9.96	1203	10.14	1183	10.31	1163	10.49	1143	10.67	1125	10.84	1107	11.02	1090	11.19	EDS	13
460	1268	10.05	1246	10.23	1224	10.42	1203	10.6	1183	10.78	1164	10.95	1145	11.13	1127	11.31	1110	11.49	1093	11.66	EDS	13
470	1266	10.51	1244	10.7	1223	10.88	1203	11.06	1184	11.24	1165	11.42	1147	11.6	1130	11.78	1113	11.96	1097	12.13	EDS	13
480	1264	10.98	1243	11.17	1223	11.35	1203	11.54	1184	11.72	1166	11.91	1149	12.08	1132	12.26	1115	12.45	1100	12.62	EDS	13
490	1262	11.46	1242	11.65	1222	11.84	1203	12.02	1185	12.21	1167	12.4	1150	12.58	1134	12.76	1118	12.94	1103	13.12	EDS	13
500	1260	11.95	1240	12.15	1222	12.33	1203	12.52	1185	12.71	1168	12.9	1152	13.08	1136	13.26	1120	13.45	1105	13.63	EDS	13

CAPÍTULO 2

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.1 INTRODUCCIÓN	2
2.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA AEREA	3
2.2.1 Capacidad de transporte	3
2.2.2 Parámetros eléctricos	3
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	9
2.3.4 Diseño del sistema de puesta a tierra.....	9
2.3.5 Verificación del diseño del sistema de puesta a tierra.....	10



2.1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene los cálculos eléctricos correspondientes a la modificación de la línea aérea de transporte de energía eléctrica a 400 kV simple circuito Gatica – Azpeitia.

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 modificación de la línea aérea Gatica – Azpeitia 400 kV y las hipótesis de cálculo utilizadas son las siguientes:

- Tipo de apoyo predominante: 41A4A
- Longitud de la parte aérea: 650 m
- Conductor de fase: CONDUCTOR AL/AW CARDINAL
- Conductores de tierra: OPGW-TIPO1-17kA-15.3 y 1 7N7 AWG
- Frecuencia de cálculo: 50 Hz
- Altitud media de la línea sobre el nivel del mar: 135 m
- Cálculos realizados para resistividad del terreno: 100 ohm.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 AEREA

2.2.1 Capacidad de transporte

Se ha calculado la capacidad de transporte de la línea 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.

Temperatura del conductor de 85 ° C:		
T. Invierno: 12 °C	MVA	A
	1.798	1.298
T. Verano: 25 °C	MVA	A
	1.621	1.170

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.

2.2.2 Parámetros eléctricos

IMPEDANCIA Y POTENCIA CARACTERÍSTICA

	Impedancia característica Z_c	
	Módulo $ Z_c $	Valor complejo
Secuencia directa e inversa	317,24 Ω	316,71 – j·18,19 Ω

La potencia característica de la línea para la secuencia directa:

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

Resultando, $S_d = 504,36$ MVA

RESISTENCIA

La resistencia de la línea por unidad de longitud es:

$$R_{total} = 0,03897 \frac{\Omega}{km}$$

REACTANCIA

La reactancia de la línea por unidad de longitud es:

$$X_{total} = 0,33802 \frac{\Omega}{km}$$

SUSCEPTANCIA

La susceptancia de la línea por unidad de longitud es:

$$B_{total} = 3,3809 \cdot 10^{-6} \frac{S}{km}$$

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.

EFEECTO 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:

Ud: tensión crítica disruptiva de línea en valor eficaz.

md: 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

mt: 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)

Ecr: 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 L/400 kV Gatica-Azpeitia, en valor eficaz es de 459 kV, por lo que no se prevén pérdidas por efecto corona.



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:

- a) **Apoyos Frecuentados (F/FSC)**: 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.

Se considerarán apoyos frecuentados todos aquellos apoyos situados en suelos clasificados como urbanos o urbanizables programados en los Planes de Ordenación del Territorio.

Se considera también como frecuentado cualquier apoyo que sea accesible por encontrarse cualquier parte del apoyo a menos de 25 metros de aparcamientos, aceras, áreas de festejos populares, romerías, ermitas y áreas de recreo a las que ocasionalmente puedan acudir numerosas personas ajenas a la instalación eléctrica, o a menos de 5 metros de las áreas siguientes:

- Construcciones en fincas rústicas en las que cualquier persona pueda permanecer un tiempo prolongado.
- Caminos vecinales situados hasta 500 metros del límite de zona urbana registrados en catastro como tales y con superficie manipulada artificialmente (hormigonado, enlosado, asfaltado, 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 metros, 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 metros, 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 metros, 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, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el “REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN” en su instrucción técnica complementaria ITC-RAT13 “Instalaciones de puesta a tierra” aprobado mediante Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo de 2014.

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

- a.1) **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 1.000Ω .

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

Siendo ρ_s la resistividad superficial del terreno.

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

- a.2) **Apoyos frecuentados sin calzado (FSC):** se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . La resistencia adicional del calzado, R_{a1} , 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.

Según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en su apartado 2.4.2 de la ITC-LAT 07 todos los apoyos frecuentados deberán disponer de las medidas oportunas para dificultar su escalamiento hasta una altura mínima de 2,5 metros. Por ello, en todos los apoyos frecuentados del presente proyecto se instalarán dispositivos antiescalos conforme a especificación técnica de REE ET104 "Suministro de dispositivos antiescalo para apoyos de líneas eléctricas" siempre y cuando dicho apoyo no disponga de un vallado exterior alrededor del apoyo.

- b) **Apoyos No Frecuentados (NF):** son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Se considerarán no frecuentados los apoyos que no se puedan incluir como frecuentados según lo indicado anteriormente. En estos casos, si se garantiza

la desconexión inmediata de la línea en caso de falta a tierra, no es necesario el cumplimiento de las tensiones de paso y contacto.

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

2.3.3 Listado de apoyos

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

Nº Apoyo	Tipo apoyo	Clasificación Apoyo	Requerimiento de vallado
T-1	41A4F	NF	NO
T-2	41A4A	NF	NO
T-2Bis	41A4A	NF	NO
Nota:			
NF: No Frecuentada			
F: Frecuentada con calzado			
FSC: Frecuentada sin calzado			

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 los tipos de apoyo objeto de este proyecto:

• APOYOS NO FRECUENTADOS CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS

Para los apoyos no frecuentados con cimentación tipo patas separadas, se realizará para cada pata una puesta a tierra según el plano del sistema de PaT (PAT001)

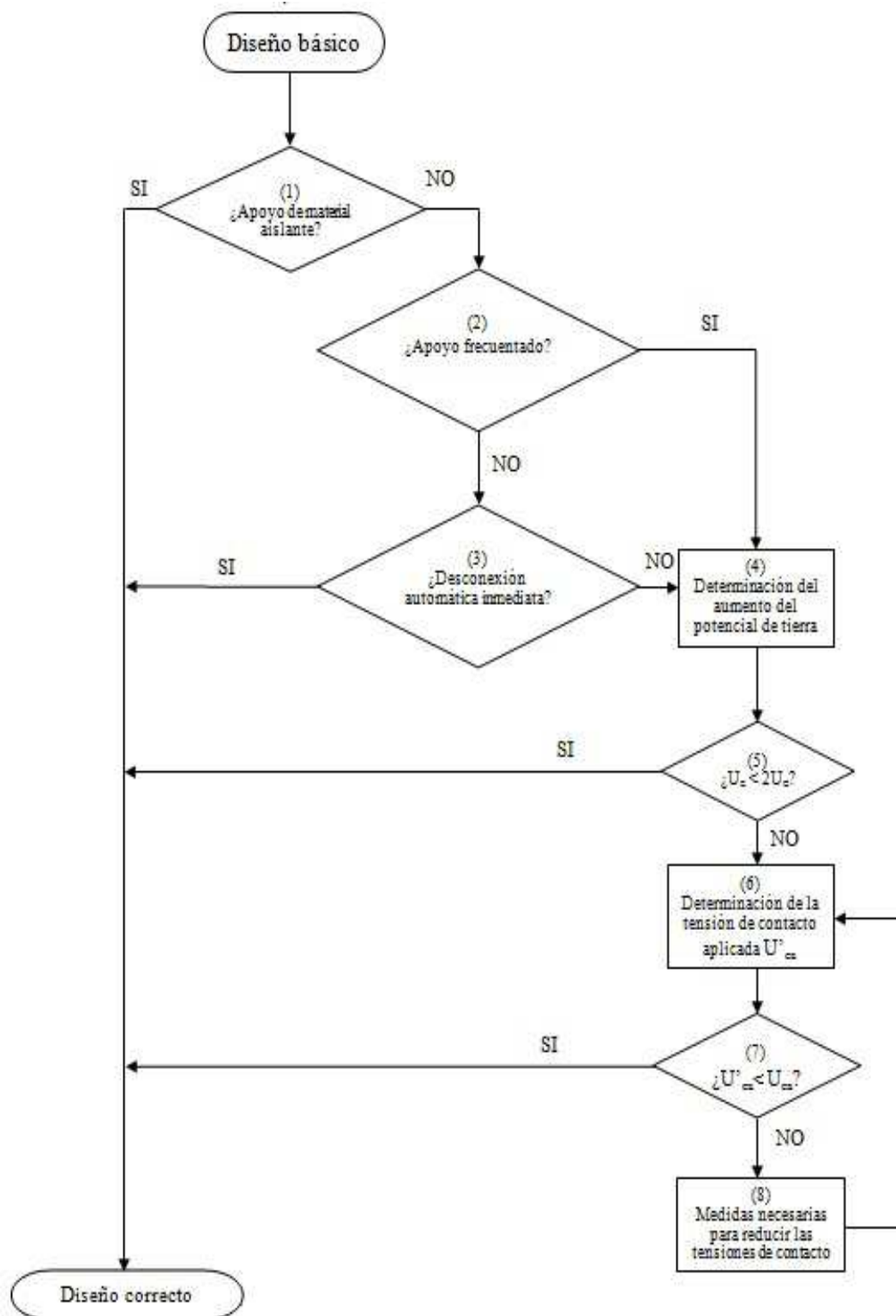
Adicionalmente se realizará una zanja de 0,40 metros de ancho y 0,60 metros de profundidad constituyendo un anillo situado alrededor del apoyo a una distancia de los pilares de la cimentación de un metro, según el plano del sistema de PaT. (PAT002). En el caso de terreno de roca la profundidad será de 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 descaburado de sección $\geq 100 \text{ mm}^2$ (12 mm de diámetro) según apartado 3.4 ITC-RAT13, utilizándose varilla doble separada 0,40 metros.

En el documento plano del presente proyecto se adjuntan los planos conforme a los cuales se ejecutará la puesta a tierra de cada pata y el anillo de puesta a tierra.

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 ITC-LAT 07:



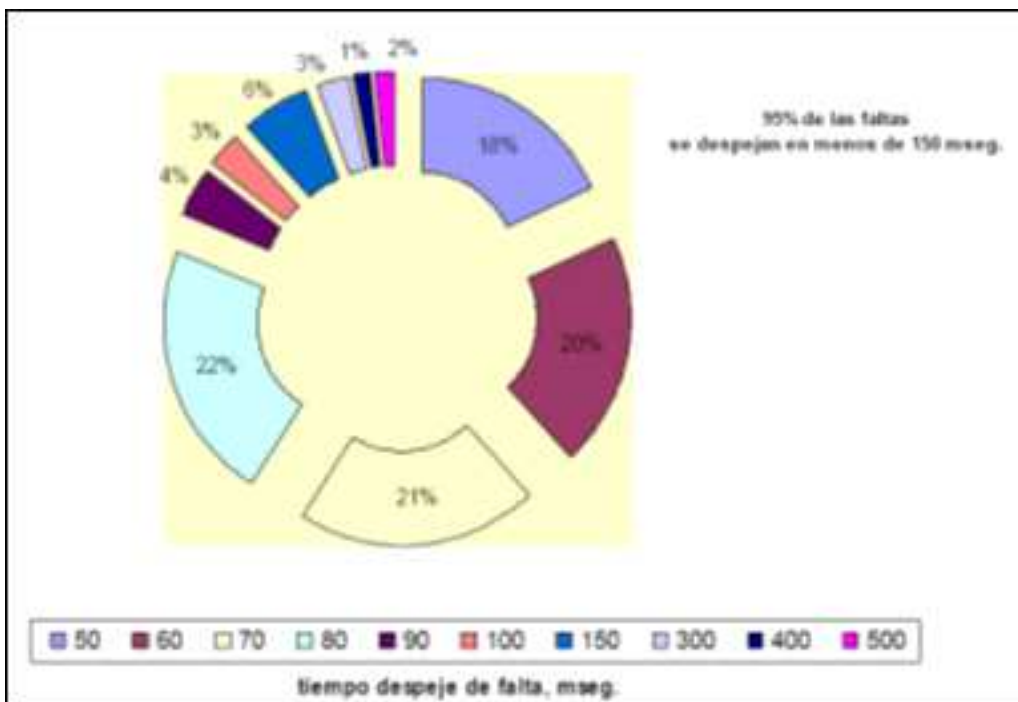
Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

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 ITC-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	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

En las líneas de categoría especial, el tiempo máximo de despeje de falta a tierra garantizado por los sistemas de protección es de 500 ms. Concretamente, en los últimos años el 95% de las faltas registradas tuvieron una duración menor o igual a 150 ms. El gráfico porcentual resultante es:





De acuerdo con esto, para 0,5 s se considerará para las líneas de categoría especial una tensión de contacto aplicada admisible de $U_{Ca} = 204 \text{ V}$.

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

• **Apoyos NO FRECUENTADOS (NF):**

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 ITC-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 deberá ser lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra.

En todos los apoyos de la línea, una vez implementado su sistema de puesta a tierra, REE medirá el valor de la resistencia de puesta a tierra. En el caso de líneas

eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, la resistencia de puesta a tierra de los apoyos debe de ser determinada eliminando el efecto de los cables de tierra.

Con los valores de la resistencia de puesta a tierra obtenidos, REE comprobará el correcto funcionamiento de las protecciones en caso de defecto a tierra en función del sistema de puesta a tierra del neutro según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.6 de la ITC-LAT 07. En el caso de que no se produzca un correcto funcionamiento de las protecciones, REE adoptará medidas adicionales para mejorar los valores de la resistencia de puesta a tierra de los apoyos de la línea.

• **Apoyos FRECUENTADOS (F):**

Del mismo modo que en los apoyos no frecuentados, REE medirá el valor de la resistencia de puesta a tierra en todos los apoyos. En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, la resistencia de puesta a tierra de los apoyos debe de ser determinada eliminando el efecto de los cables de tierra.

Con los valores de la resistencia de puesta a tierra obtenidos, REE comprobará el correcto funcionamiento de las protecciones en caso de defecto a tierra en función del sistema de puesta a tierra del neutro según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.6 de la ITC-LAT 07. En el caso de que no se produzca un correcto funcionamiento de las protecciones, REE adoptará medidas adicionales para mejorar los valores de la resistencia de puesta a tierra de los apoyos de la línea.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, el diseño del sistema de puesta a tierra se podrá considerar correcto si la elevación del potencial de tierra, U_e , 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 se considere y de la resistividad del terreno, no superen, en las condiciones más desfavorables, los valores admisibles $U_{ca} = 204 \text{ V}$.

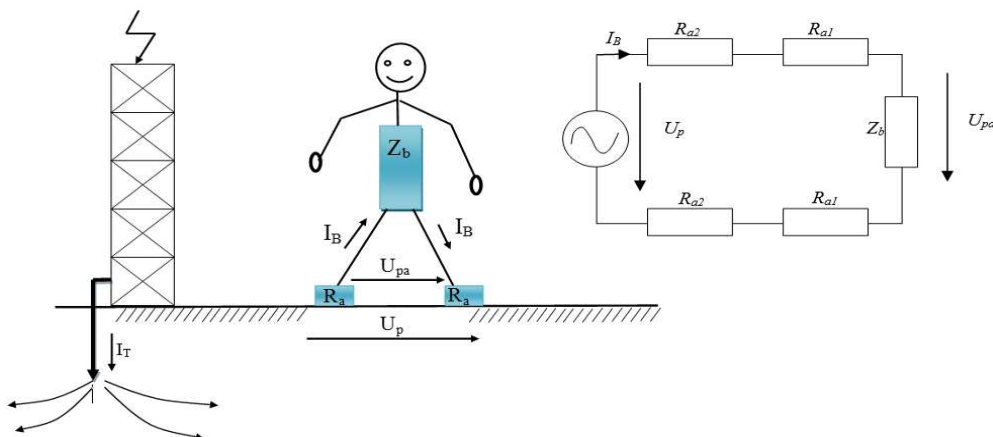
En el caso de que no fuese posible cumplir las condiciones anteriores, el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07 establece que será necesario tomar medidas adicionales para reducir la tensión de contacto aplicada hasta que los requisitos sean cumplidos. Dado que las corrientes de puesta a tierra esperadas en las líneas de Categoría especial son elevadas REE ha normalizado para los apoyos frecuentados un sistema de puesta a tierra constituido por dos anillos y una acera equipotencial en las zonas accesible a los apoyos.

En los apoyos frecuentados (F), una vez implementado su sistema de puesta a tierra, se medirán los valores de tensión de paso y contacto inyectando una corriente en el sistema de puesta a tierra del apoyo y extrapolando para la corriente máxima que pueda haber en el apoyo en caso de defecto a tierra.

En el caso de que dichas medidas en los apoyos frecuentados (F) no cumplieren con los requerimientos de tensiones de paso y contacto establecidos por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 se estudiarán medidas adicionales para cumplir con dichos requerimientos.

Justificación teórica validez puesta a tierra para un caso genérico.

Para calcular la tensión de contacto de un ser humano en función de la instalación, se consideran el siguiente circuito equivalente:

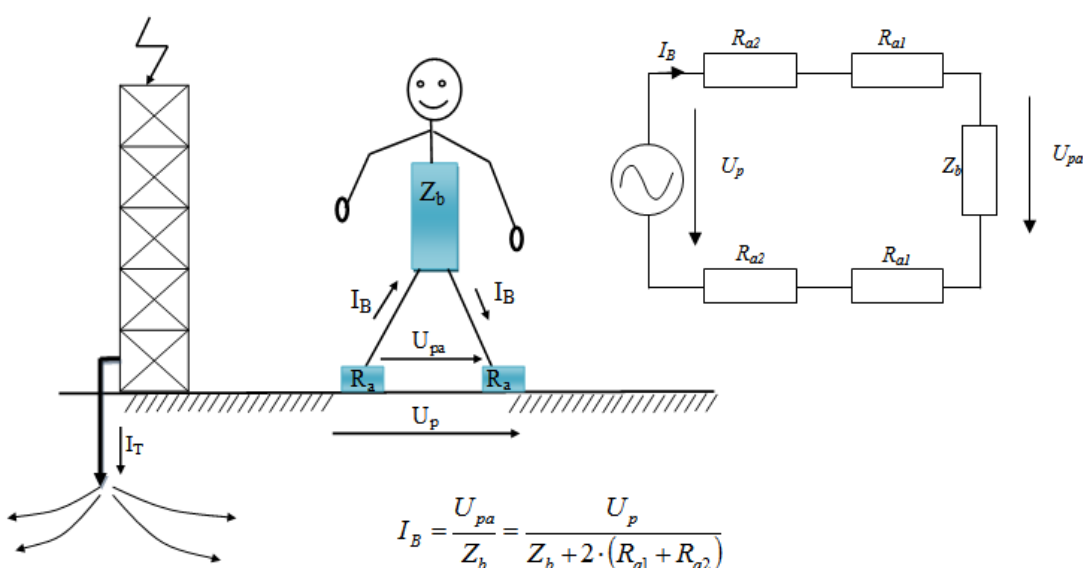


$$I_B = \frac{U_{ca}}{Z_b} = \frac{U_c}{Z_b + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2}}$$

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1} + R_{a2}}{2}}{Z_b} \right] = 204 \cdot \left[1 + \frac{1000 + 1,5 \times \rho_s}{1000} \right]$$

Donde U_c es la tensión de contacto máxima admisible en la instalación, U_{ca} es la tensión de contacto aplicada admisible del cuerpo humano, Z_b es la resistencia del cuerpo humano (1000Ω), R_{a1} es la resistencia del calzado (1000Ω) y R_{a2} es la resistencia a tierra del punto de contacto de un pie con el terreno (1,5 veces la resistividad del terreno ρ_s).

Del mismo modo, para calcular la tensión de paso de un ser humano en función de la instalación, se consideran el siguiente circuito equivalente:



$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_b} \right] = 2040 \cdot \left[1 + \frac{4000 + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

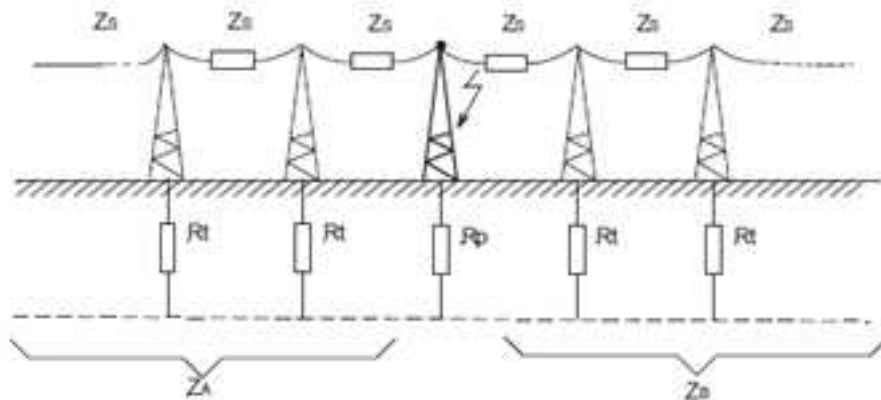
a

La tensión de paso máxima admisible en la instalación, U_{pa} es la tensión de paso aplicada admisible del cuerpo humano ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$), Z_b es la resistencia del cuerpo humano (1000Ω), R_{a1} es la resistencia del calzado (1000Ω) y R_{a2} es la resistencia de contacto pies-terreno (1,5 veces la resistividad del terreno ρ_s).

Para calcular las tensiones de paso y contacto es necesario calcular la corriente de cortocircuito que se inyecta en la puesta a tierra del apoyo y que depende de:

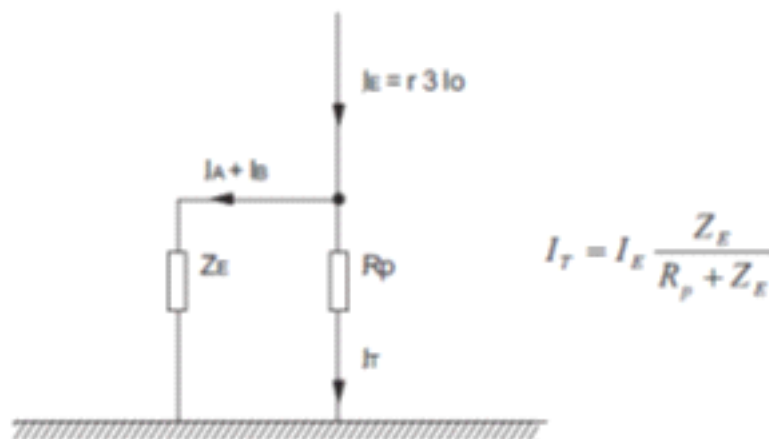
- Intensidad de cortocircuito de la línea en el apoyo en estudio.
- Impedancia de puesta a tierra del apoyo en cuestión y de los apoyos (o subestación) colindantes, lo cual a su vez depende de la puesta a tierra de los apoyos (o subestación) y la resistividad del terreno.
- Impedancia de los cables de tierra de la línea (hacia un lado y otro del apoyo).

En caso de falta en un apoyo, la corriente de cortocircuito en dicho apoyo se reparte entre el propio apoyo de la falta y los apoyos colindantes a ambos lados de la línea. Este reparto se hace conforme a las impedancias hacia un lado y otro del apoyo y la propia resistencia de puesta a tierra del apoyo frecuentado.



En la siguiente figura se muestra el reparto de intensidades entre la impedancia Z_E y la resistencia de puesta a tierra del apoyo R_p . Siendo Z_E el paralelo de las impedancias Z_A y Z_B .

$$Z_E = \frac{Z_A * Z_B}{Z_A + Z_B}$$



Como ejemplo, para una línea con las siguientes características:

- Intensidad de cortocircuito máxima prevista en la línea: 40 kA
- Vano medio: 400 m
- N° cables de tierra: 1 OPGW + 1 7N7 AWG
- Resistencia de puesta a tierra de los apoyos: 10 Ω

La intensidad derivada a la puesta a tierra del apoyo sería de 2 kA.

Esta intensidad que se deriva a la puesta a tierra del apoyo en caso de cortocircuito y que es la responsable de elevar el potencial en la zona del apoyo, depende de las impedancias a un lado y otro, pero el valor anterior puede ser considerado como un valor típico. **En cada caso particular se medirán las tensiones de paso y contacto para verificar que están dentro de los límites admisibles.**

CAPÍTULO 3

AISLAMIENTO

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES	2
3.2 TIPOS DE CADENAS.....	3

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES

El aislador a utilizar en las cadenas de amarre será el U160BS según la denominación CEI-305. Este aislador tiene las siguientes características:

- Clase	U160BS (CEI-305)
- Material	Vidrio templado
- Paso	146 mm
- Diámetro	280 mm
- Línea de fuga	380 mm
- Carga de rotura	160 kN
- Peso	6,3 kg
- Unión normalizada IEC	20
- Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo	1.425 kV
- Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo maniobra Fase-Tierra	1.050 kV

Las cadenas de amarre estarán formadas por 2 filas de 23 aisladores U160BS, lo cual garantiza los siguientes niveles de aislamiento:

- Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo maniobra Fase-Tierra.....985 kV
- Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo.....1.425 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia.....725 kV

Grado de aislamiento

La longitud de la línea de fuga es: $23 \times 380 = 8.740 \text{ mm}$

Para una tensión más elevada de 420 el grado de aislamiento fase-fase es: $8740 / 420 = 20,81 \text{ mm/kV fase-fase}$

Esto corresponde con un grado de contaminación “II Medio”, de acuerdo con la clasificación del grado de contaminación reflejado en la norma UNE EN 6007 1-2.

3.2 TIPOS DE CADENAS

Amarre

Las cadenas horizontales estarán formadas por dos filas de 23 aisladores de 160 kN de carga nominal de rotura, siendo la carga de rotura mínima de la cadena de 320 kN.

Considerando una tracción máxima por subconductor igual a 6.162 daN, correspondiente a la carga admisible (40% C.R.), el coeficiente de seguridad mínimo es de:

$$32.000/(6.162 \times 2) = 2,6 > 2,5$$

A continuación se muestra el listado de cadenas por apoyos:

Nº APOYO	TIPO DE CADENA
T-Port Gatica	AMARRE SENCILLO PORTICO Dx
T-1 lado pórtico	AMARRE SENCILLO TORRE Dx
T-1 lado a T-2	AMARRE DOBLE Dx
T-2	AMARRE DOBLE Dx
T-2Bis	AMARRE DOBLE Dx

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 MASA. ALTURAS. ESQUEMAS A4.....	4
4.3	HIPÓTESIS CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO. ÁRBOLES DE CARGAS	8
4.4	COMPROBACIÓN DE APOYOS Y VALORES LNS	11
4.4.1.	COMPROBACIÓN DE APOYOS	11
4.4.2.	VALORES LNS DE LOS APOYOS DE LA LÍNEA	12
4.5	MÉTODO DE CÁLCULO.....	13
4.6	MATERIALES Y CRITERIOS DE AGOTAMIENTO	14
4.7	CÁLCULO DE LOS VANOS DE PESO.....	18



4.1 TIPOS DE APOYOS Y FUNCIÓN

Los apoyos de esta línea pertenecen a la normalización REE para líneas a 400 kV simple circuito, de la cual se utilizan los siguientes:

<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>FUNCIÓN</u>
41A4	Anclaje, ángulo 65º Dx y Fin de Línea



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 que se adjuntan en este Proyecto, todas las disposiciones geométricas de los apoyos utilizados en este proyecto cumplen con esta recomendación.

Para los apoyos de la serie 41, las fases se disponen en capa a lo largo de los apoyos.

Los apoyos dispondrán de dos cables de tierra a una distancia vertical de 6,8 m en los de cadenas horizontales a la salida de los apoyos.

Con esta disposición se consigue una eficaz protección de la línea contra el rayo.

4.2.2 SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES. DISTANCIAS A MASA. ALTURAS. ESQUEMAS A4

Separación entre conductores

La mínima separación entre fases de un mismo circuito es de 10,8 m en los apoyos de amarre.

Aplicando la expresión dada en el apartado 5.4 de la ITC-LAT-07 del Reglamento tenemos que:

$$D = K\sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

$K = 0.65$ para Cardinal AW.

$L = 0$ para apoyos con cadenas de amarre.

$K' = 0.85$ para líneas de categoría especial.

$D_{pp} = 3,2$ para líneas de tensión más elevada de la red de 420 kV.

$$10,8 = 0,65 \cdot \sqrt{F} + 0,85 \cdot 3,2 \quad \text{Apoyos de amarre}$$

obteniéndose un vano máximo de 1.470 metros. Los vanos de la modificación de la línea no superan en ningún caso con los valores máximos indicados, donde el vano máximo es de 293 metros.

Distancias a masa

La distancia mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior, según el Reglamento (apartado 5.4.2 de la ITC-LAT-07), a D_{el} . Este valor, para líneas de 400 kV, es de 2,8 m.

En los apoyos de cadenas horizontales, la distancia mínima a masa con viento, se mantendrá para una longitud del puente de 3,5 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 de:

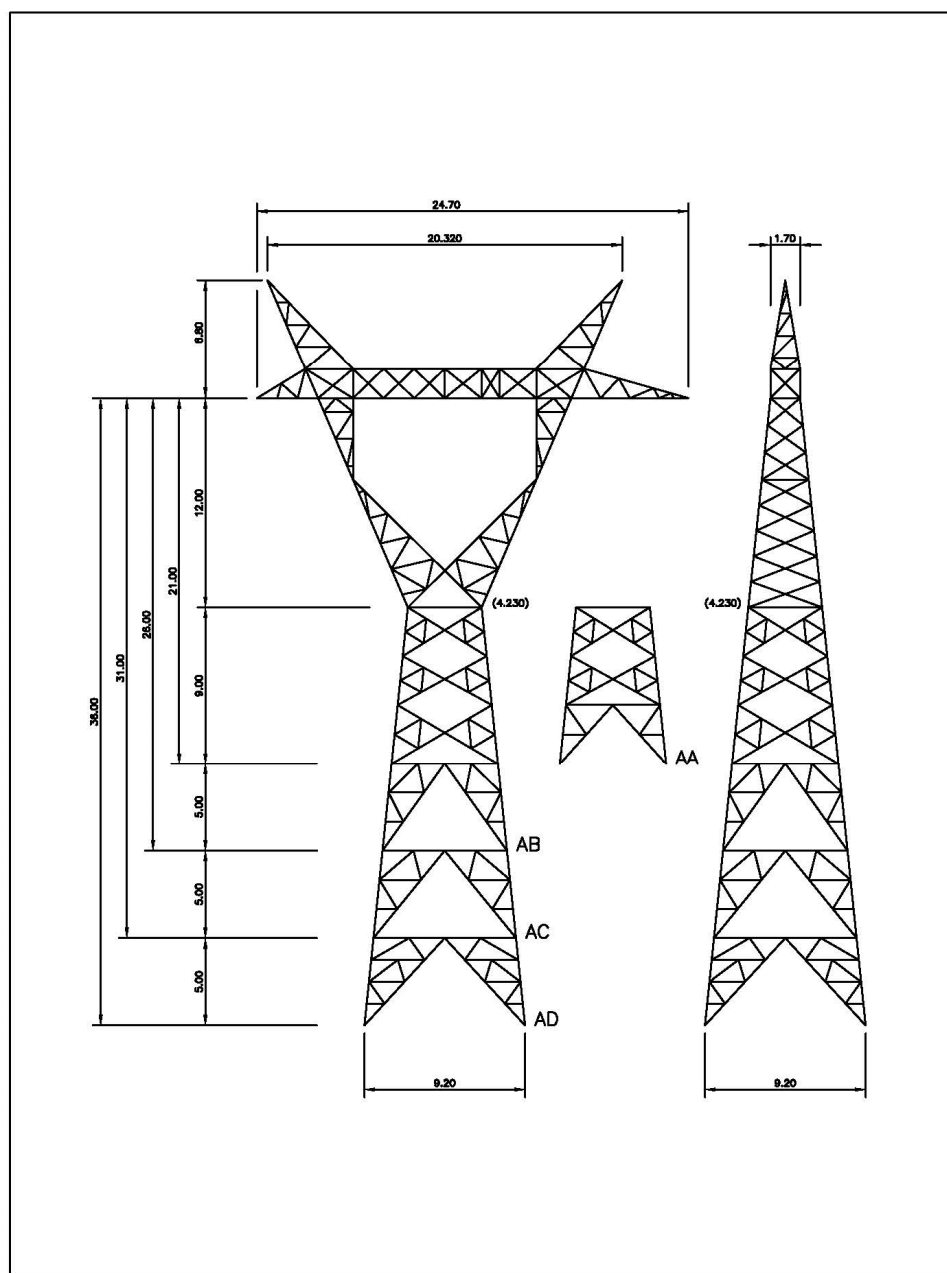
$$5,3 + D_{el} = 5,3 + 2,8 = 8,1 \text{ m}$$

La altura de las fases inferiores se fija en 31 m para el apoyo más bajo previsto en el proyecto, con lo que para una distancia de seguridad de 8,1 m se dispondría de un valor de la flecha, en terreno horizontal de 22,9 m.

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

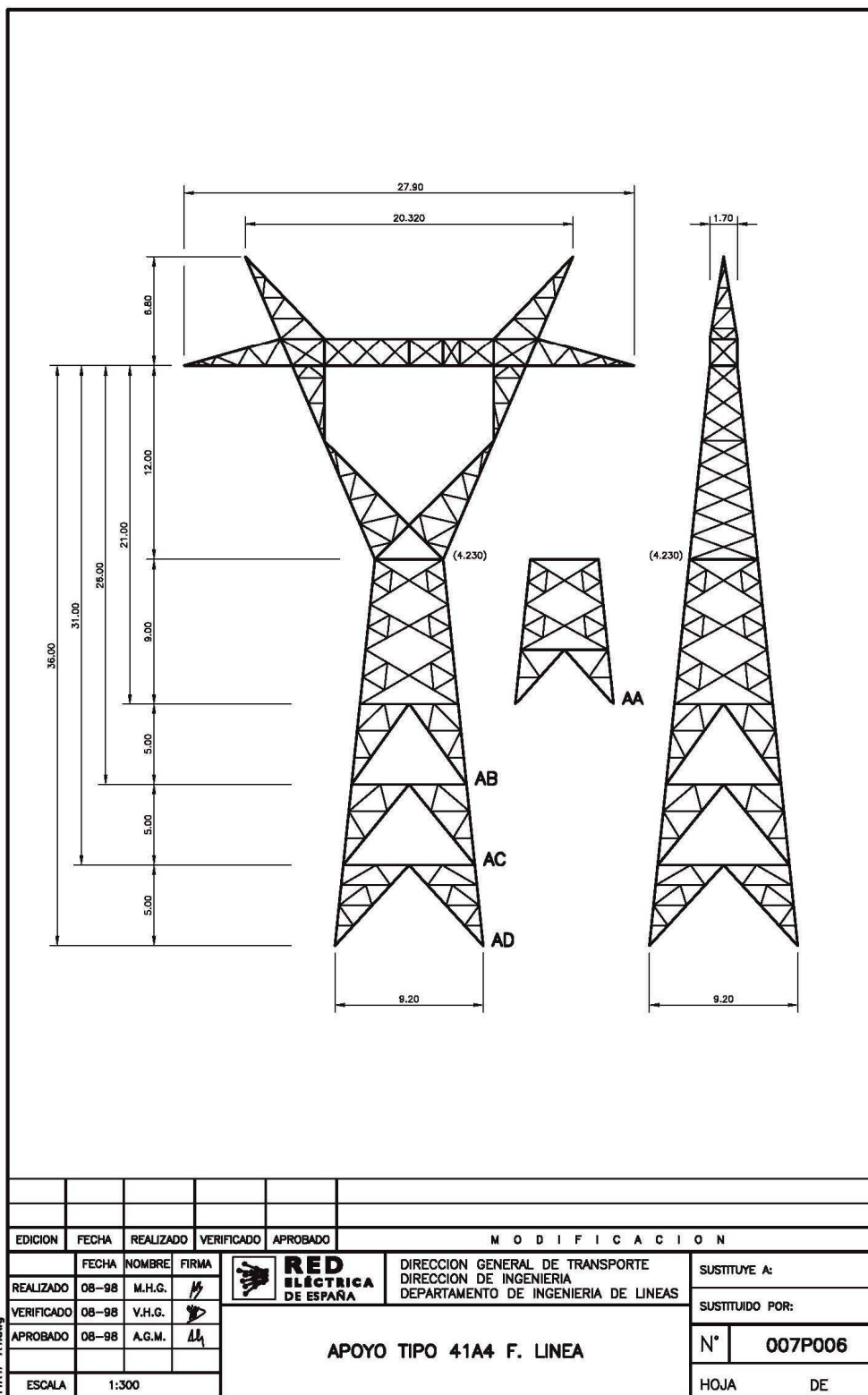
- Apoyos de cadenas horizontales: 21-26-31-36-41-46 m

Asimismo cada base puede disponer de patas desniveladas desde -1,5 a +3 m, con objeto de adaptar los apoyos a la topología del terreno.



																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

APOYO TIPO 41A4 ANGULO



4.3 HIPÓTESIS CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO. ÁRBOLES DE CARGAS

Los coeficientes de seguridad y las hipótesis consideradas en el cálculo son las indicadas en las tablas 5 y 6 del apartado 3.5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, para apoyos situados en zona A:

1. Hipótesis N° 1 Viento: Los esfuerzos transversales se han calculado a partir de las presiones ejercidas sobre los conductores como consecuencia de vientos de 140 km/h y la resultante de ángulo.
2. Hipótesis N° 3 Desequilibrio de tracciones:
 - Apoyos anclaje (identificados en los planos de perfil y planta): se ha considerado un esfuerzo longitudinal equivalente al 50% de las tracciones unilaterales de todos los conductores.
 - Apoyos fin de línea (41A4F): se ha considerado un esfuerzo longitudinal equivalente al 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores.
3. Hipótesis N° 4 Rotura de conductores: En los apoyos de ángulo se ha considerado la resultante de ángulo adicionalmente a la rotura de conductores.

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



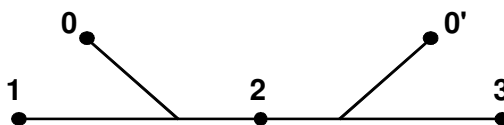


LINEA UN CIRCUITO, 400 kV
APOYO TIPO 41A4 (ANCLAJE-ANGULO)
HIPOTESIS DE CALCULO

EDICIÓN B 31-05-02

ESFUERZOS		VERTICALES (kg.)				TRANSVERSALES (kg.)				LONGITUDINALES (kg.)			
FASES		1	2	3	0 0'	1	2	3	0 0'	1	2	3	0 0'
N O R M A L E S	1	4308	4308	4308	331 331	10290	10290	10290	1552 1552				
	2	8329	8329	8329	1137 1137	12399	12399	12399	2296 2296				
CS=1,5													
E X C E P C I O N A L E S	3a	8329	8329	8329	1137 1137					8100	8100	8100	1500 1500
	3b	8329	8329	8329	1137 1137	10849	10849	10849	2009 2009	4050	4050	4050	750 750
	4a	8329	8329	8329	1137 1137	12399	12399	12399	1148 2296				3000
	4b	8329	8329	8329	1137 1137	12399	12399	12399	2296 2296	8100			
	4c	8329	8329	8329	1137 1137	12399	12399	12399	2296 2296		8100		
	4d	8329	8329	8329	1137 1137	12399	12399	12399	2296 2296			8100	
CS=1,2													

EN LA HIPOTESIS 1ª VIENTO SOBRE EL APOYO. EN TODAS LAS HIPOTESIS PESO PROPIO

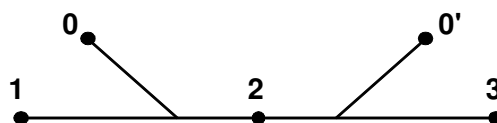


LINEA UN CIRCUITO, 400 kV
APOYO TIPO 41A4 (FIN DE LINEA)
HIPOTESIS DE CALCULO

EDICIÓN B 31-05-02

ESFUERZOS		VERTICALES (kg.)				TRANSVERSALES (kg.)				LONGITUDINALES (kg.)			
FASES		1	2	3	0 0'	1	2	3	0 0'	1	2	3	0 0'
N O R M A L E S	1	2772	2772	2772	331 331	1369	1369	1369	297 297	7000	7000	7000	1640 1640
	2	5452	5452	5452	1137 1137					10800	10800	10800	3000 3000
CS=1,875													
E X C E P C I O N A L E S	4a	5452	5452	5452	1137 1137					10800	10800	10800	3000 3000
	4b	2726	5452	5452	1137 1137						10800	10800	3000 3000
	4c	5452	2726	5452	1137 1137					10800		10800	3000 3000
	4d	5452	5452	2726	1137 1137					10800	10800		3000 3000
CS=1,2													

EN LA HIPOTESIS 1ª VIENTO SOBRE EL APOYO. EN TODAS LAS HIPOTESIS PESO PROPIO



4.4 COMPROBACIÓN DE APOYOS Y VALORES LNS

4.4.1. COMPROBACIÓN DE 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.

Considerando los coeficientes de seguridad y las hipótesis de cálculo indicadas en el apartado 4.3. y los valores LNS de cada uno de los apoyos, se han obtenido las cargas resultantes sobre los mismos. Dichas cargas se han comparado con la resistencia de los apoyos.

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.

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.

Nº Apoyo	Tipo de Apoyo	Distancia Origen (m)	Ángulo (º)	Utilización máxima apoyo (%)	ANCLAJE
T-1	41A4F-AC	88,29	14,24	72,6	FL
T-2	41A4A-AD	356,82	60,42	78,3	SI
T-2Bis	41A4A-AC	649,73	-30,78	57,3	SI

4.4.2. VALORES LNS DE LOS APOYOS DE LA LÍNEA

A continuación se da para cada uno de los apoyos de la línea los parámetros LNS.

Nº Serie	Vano reg. (m)	Nº Apoyo	Tipo torre	Tipo altura	Vano adelante (m)	Ángulo (º)	Cota a grapa (m)	L	N	S
1	88,29	T-Port Gatica	Pórtico	19,4	88,29	0	131,8	44,1	-0,184	0
2	268,53	T-1	41A4F	AC	268,53	14,24	148,05	178,41	0,160	0,248
3	292,91	T-2	41A4A	AD	292,91	60,42	154,48	280,72	0,209	1,006
Existente	491,44	T-2Bis	41A4A	AC	130,99	-30,78	100,14	211,95	-0,192	-0,531



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 ligán 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 8.8 según Norma UNE-EN ISO 898-1 de 64 kg/mm² de límite de fluencia y las tuercas de calidad 8 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.

$$R_c = 0,8 \times 64 \times \pi d^2 / 4 \text{ (daN)}$$

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

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

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

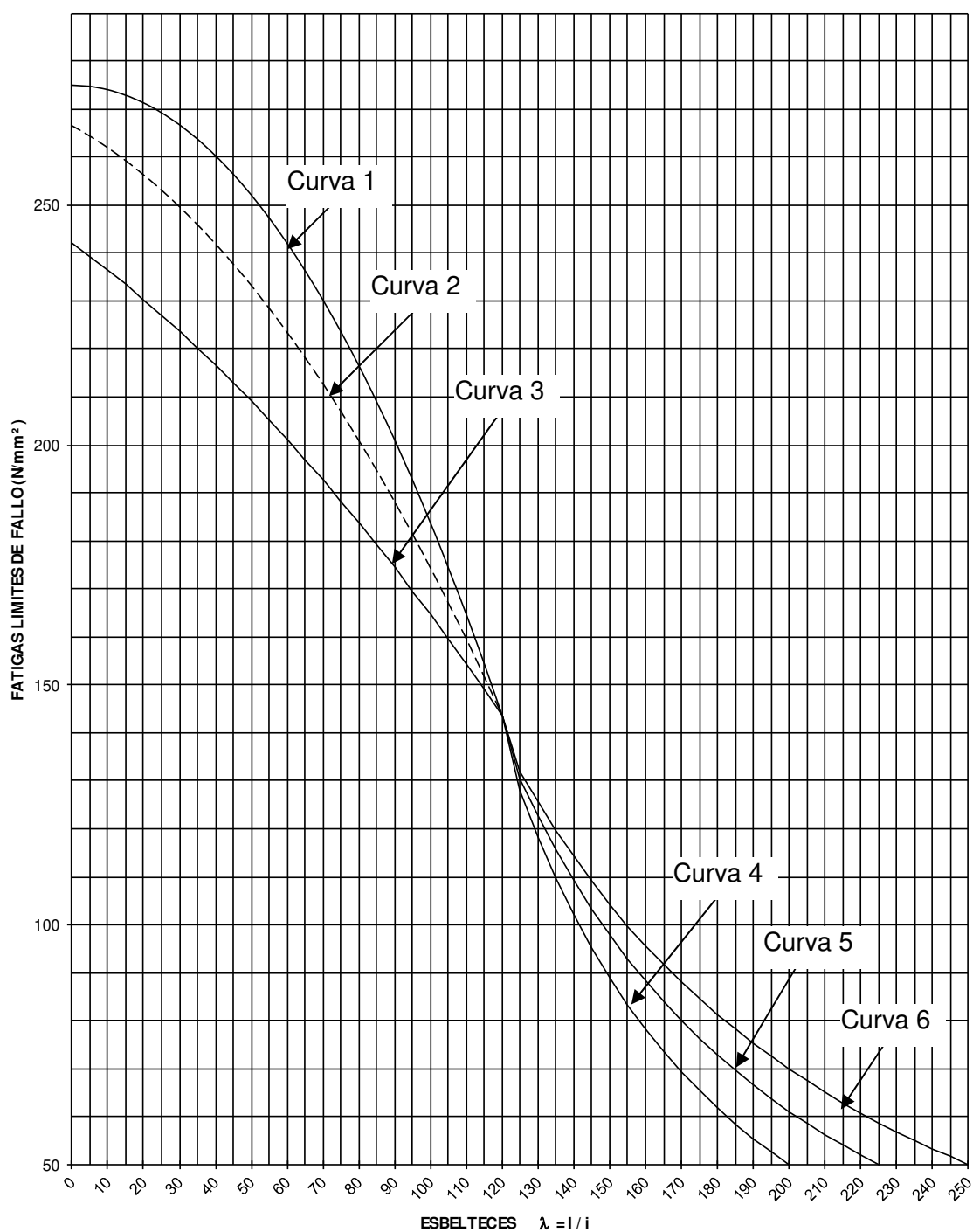
siendo,

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

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

$$C = \pi \sqrt{4.2 \cdot 10^5 / (\sigma_e)}$$

$$\sigma = 2 \cdot 10^6 / (KL/R)^2 \quad \text{para } KL/R > C$$





RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCION DE SERVICIOS PARA EL TRANSPORTE
DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS

DIAGRAMAS DE PANDEO

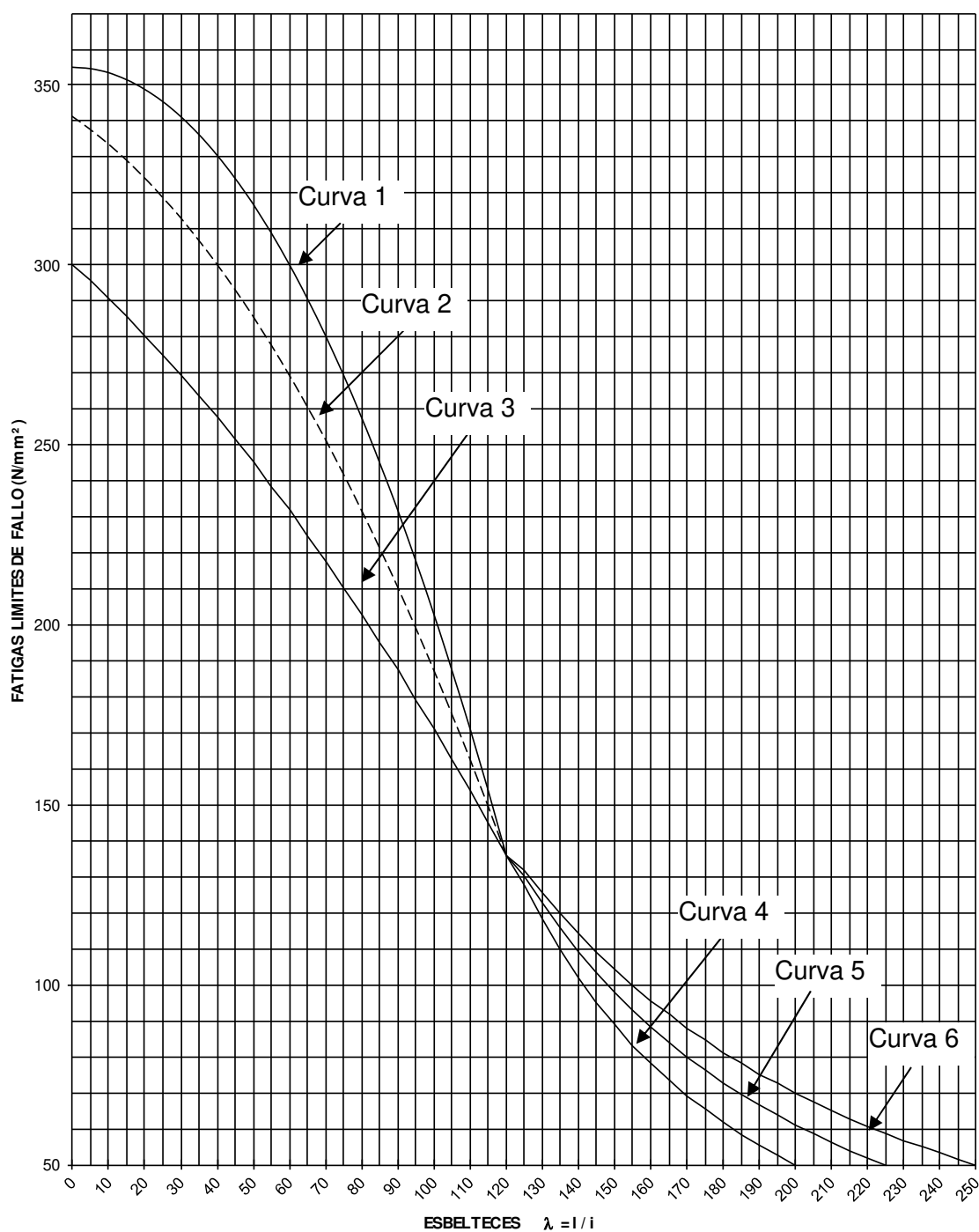
FÓRMULAS ASCE

ACERO S355 ($\sigma_y = 355 \text{ N/mm}^2$)

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

$$C = \pi \sqrt{4.2 \cdot 10^5 / (\sigma_e)}$$

$$\sigma = 2 \cdot 10^6 / \left(\frac{KL}{R} \right)^2 \quad \text{para } KL/R > C$$



4.7 CÁLCULO DE LOS VANOS DE PESO

A continuación se dan los vanos de peso correspondientes a la zona reglamentaria en la que se ha considerado la línea, en este caso zona A.



Vanos de Peso

Conductor							Tense admisible				Zona
Conductor	Sección (mm²)	Diámetro (mm)	Peso (daN/m)	Carga Rotura (daN)	Módulo elasticidad (daN/mm²)	Coefficiente dilatación (1/°C)	E.D.S. (%)	E.D.S. (daN)	Tracción (%)	Tracción (daN)	A
CONDUCTOR AL/AW CARDINAL	547,3	30,4	1,723	15406	6728	0.0000202	20	3081,2	40	6162,4	
Condiciones iniciales											
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)		
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)				
EDS	15	0	750	0	0	30,4	0	1,723	1,723		
Condiciones finales											
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Hielo			Sobrecarga Viento			Peso Conductor (daN/m)	Resultante (daN/m)		
		Espesor manguito (mm)	Densidad hielo (daN/m³)	Peso hielo (daN/m)	Presión del viento (daN/m²)	Diámetro incluido manguito (mm)	Sobrecarga viento (daN/m)				
Flecha máxima temperatura	85	0	750	0	0	30,4	0	1,723	1,723		
Tracción máxima viento	-5	0	750	0	68,056	30,4	2,069	1,723	2,692		
Flecha mínima	-5	0	750	0	0	30,4	0	1,723	1,723		

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-Port	Pórtico	19,4	A	88,29	44,1	-0,184	325	1,723	9	364	1,723	-37	567	2,692	-37	EDS
T-1	41A4F	AC	A	268,53	178,41	0,160	2456	1,723	406	3620	1,723	338	4715	2,692	282	EDS
T-2	41A4A	AD	A	292,91	280,72	0,209	2154	1,723	542	3554	1,723	433	4725	2,692	369	EDS
T-2Bis	41A4A	AC	A	491,44	211,95	-0,192	2596	1,723	-77	3270	1,723	-363	4772	2,692	-339	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.....	10



5.1 CARGAS TRANSMITIDAS AL SUELO

Para los apoyos de esta línea aérea de transporte de energía eléctrica a 400 kV de simple circuito Gatica-Azpeitia 400 KV se han diseñado 2 tipos de cimentaciones: Pata de elefante y mixta. 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>
41A4	81,17	98,49	Normal

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 kg/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 oppositoras 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 kg/m^3).
- Peso del cono de tierra que arrastraría el macizo de hormigón caso de ser arrancado (peso específico tierras = 1.700 kg/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.

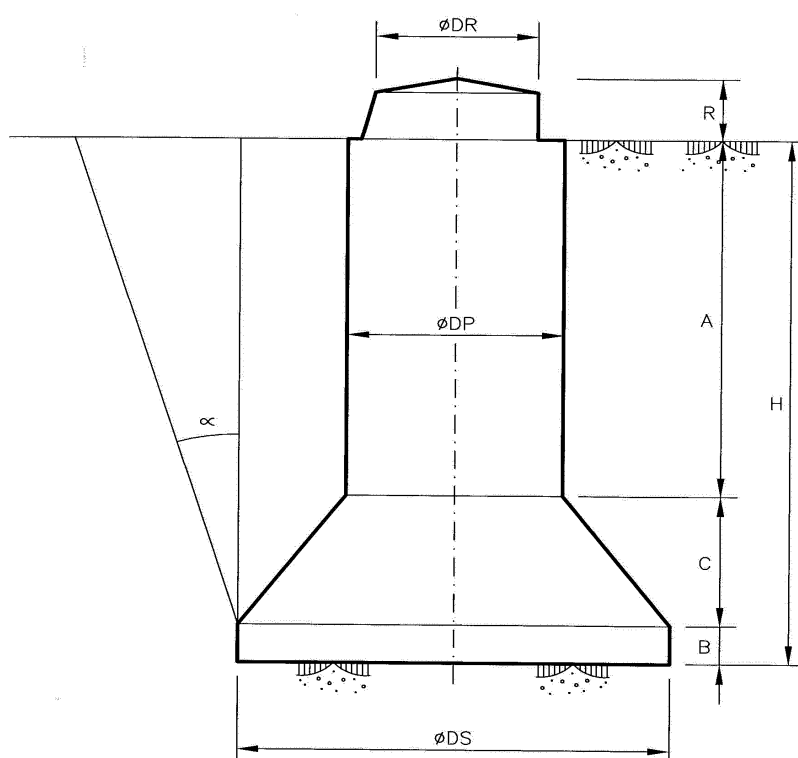
La comprobación a compresión de la zapata se realiza calculando todas las cargas que actúan sobre la base de la zapata y que son:

- 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 kg/cm^2 para terreno normal y 2 kg/cm^2 para terreno flojo).

CIMENTACION PATA ELEFANTE

ESQUEMA GENERAL



CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo 41A4

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	98490	Esf. Cortante	9800
Arranque	81170	Esf. Cortante	8117
Coeficiente de seguridad			1.5

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	3.00
Altura Solera (m)	0.10
Altura Total (m)	3.9
Diámetro Pilar (m)	1.8
Altura Pilar (m)	2.6
Altura Cono (m)	1.2
Diametro Realce (m)	1
Altura Realce (m)	0.4
Inclinación del Realce (m/m)	0.25
Volumen de excavación (m^3)	12.86
Volumen de hormigón (m^3)	13.18

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo 41A4

Cimentación Pata de Elefante. Terreno NORMAL

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m ³)	73.14
Peso de Tierras arrancadas (kg)	124344
Peso del Hormigón (kg)	30308
Peso total opuesto al arranque (kg)	154652
Coeficiente de estabilidad	1.91

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m ³)	14.70
Peso de Tierras (kg)	24995
Peso del Hormigón (kg)	30308
Carga total a Compresión (kg)	153793
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	2.18

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)	212800
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	12
Diámetro Tornillos (mm)	24
Número de Zapatas en el anclaje	6
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	1361
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	1603
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	73868
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	185458
Solicitud a flexión (kg/cm ²)	1696
Limite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coeficiente de seguridad anclaje	4.32
Coeficiente de seguridad tornillos y zapatas	2.65

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo 41A4

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	98490	Esf. Cortante	9800
Arranque	81170	Esf. Cortante	8117
Coeficiente de seguridad			1.5

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Solera (m)	3.50
Altura Solera (m)	0.10
Altura Total (m)	4.3
Diámetro Pilar (m)	2.2
Altura Pilar (m)	2.9
Altura Cono (m)	1.3
Diámetro Realce (m)	1
Altura Realce (m)	0.4
Inclinación del Realce (m/m)	0.25
Volumen de excavación (m^3)	20.42
Volumen de hormigón (m^3)	20.74

CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo 41A4

Cimentación Pata de Elefante. Terreno FLOJO

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Volumen de Tierras Arrancadas (m ³)	66.52
Peso de Tierras arrancadas (kg)	113091
Peso del Hormigón (kg)	47692
Peso total opuesto al arranque (kg)	160783
Coeficiente de estabilidad	1.98

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Volumen de Tierras sobre la Solera (m ³)	20.95
Peso de Tierras (kg)	35611
Peso del Hormigón (kg)	47692
Carga total a Compresión (kg)	181794
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	1.89

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)	235200
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	12
Diámetro Tornillos (mm)	24
Número de Zapatas en el anclaje	6
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	1361
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	1603
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	73868
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	185458
Solicitud a flexión (kg/cm ²)	1696
Limite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coeficiente de seguridad anclaje	4.78
Coeficiente de seguridad tornillos y zapatas	2.65

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 kg/m^3).
- Peso del cono de tierra que arrastraría el macizo de hormigón en caso de ser arrancado (peso específico de tierras = 1.700 kg/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 kg/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:

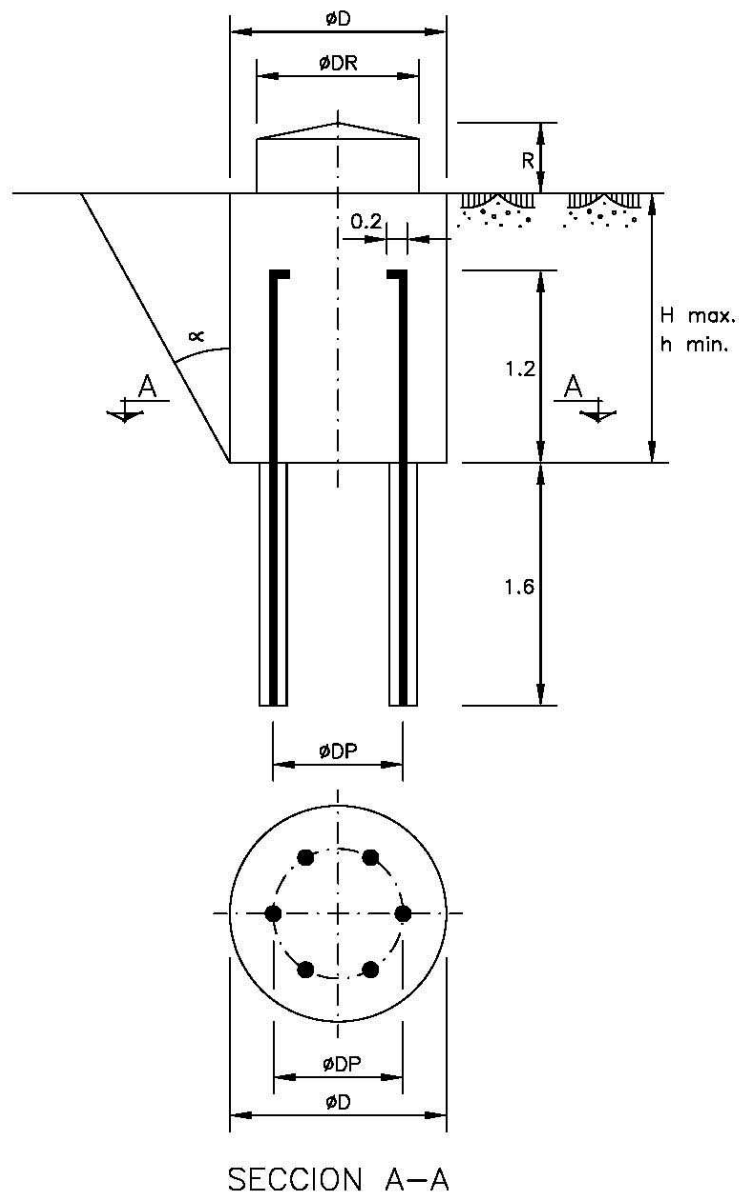
- Peso propio de la zapata (se considera como altura del macizo de hormigón máxima)
- Carga de compresión ejercida por la torre.

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



CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Torre Tipo 41A4 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	98490	Esf. Cortante	9800
Arranque	81170	Esf. Cortante	8117
Coeficiente de seguridad			1.5

DIMENSIONES DEL MACIZO DE HORMIGÓN

Diámetro Macizo (m)	1.80		
Altura Máxima del Macizo (m)	3.8		
Altura Mínima del Macizo (m)	2		
Diámetro Realce (m)	1		
Altura Realce (m)	0.4		
Inclinación del Realce (m/m)	0.25		
Volumen de excavación (m^3)	(máx.) 9.67	(mín.)	5.09
Volumen de hormigón (m^3)	(máx.) 9.98	(mín.)	5.40

TIPO DE PERNOS

Número	22
Dimensiones	20mm x 2.8 m AEH 400 N
Diámetro del Taladro (mm)	40
Diámetro del eje de Taladros (m)	1.3
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 41A4 Cimentación Mixta. Terreno Mixto.

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

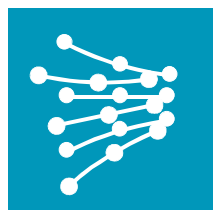
Perímetro resistente mortero-roca (cm)	276.46
Carga de trabajo real mortero-roca (kg/cm ²)	1.84
Carga de trabajo máxima mortero-roca (kg/cm ²)	4.62
Perímetro resistente perno-mortero (cm)	138.23
Carga de trabajo real perno-mortero (kg/cm ²)	3.67
Carga de trabajo máxima perno-mortero (kg/cm ²)	22.29
Coeficiente de estabilidad al arranque	3.78

COMPROBACIÓN A LA COMPRESIÓN

Peso del Hormigón (kg)	22960
Carga total a Compresión (kg)	121450
Carga de trabajo del terreno (kg/cm ²)	4.77

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)	106400
Nº total Tornillos en las Zapatas del Anclaje	12
Diámetro Tornillos (mm)	24
Número de Zapatas en el anclaje	6
Carga mayorada de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	1361
Carga máxima de los Tornillos a cortadura (kg/cm ²)	2400
Carga mayorada de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	1603
Carga máx. de los Tornillos por aplastamiento (kg/cm ²)	6000
Carga mayorada sobre zapatas del anclaje (kg)	73868
Carga máxima soportable por zapatas del anclaje (kg)	185458
Solicitud a flexión (kg/cm ²)	1696
Limite elástico zapata (kg/cm ²)	3600
Coeficiente de seguridad anclaje	2.16
Coeficiente de seguridad tornillos y zapatas	2.65



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ANTEPROYECTO DE EJECUCIÓN
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE
TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 400 kV
SIMPLE CIRCUITO

GATICA - AZPEITIA

DOCUMENTO 3

PLANOS



DOCUMENTO Nº 3 PLANOS

Este documento consta de 15 páginas con los planos indicados:

	<u>Nº DE PLANO</u>	<u>EDICIÓN</u>	<u>FECHA</u>
1. <u>PLANTA GENERAL</u>	J3426-L7983-L001		03-21
2. <u>PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA</u>	J3426-L7983-L002		03-21
3. <u>APOYOS</u>			
41A4 ÁNGULO	007P001	D	04-00
41A4 FIN DE LÍNEA	007P002	D	04-00
4. <u>CADENAS Y HERRAJES</u>			
CONJUNTO DE AMARRE CABLE COMPUESTO (TIERRA – ÓPTICO) TIPO I	SF4H127	E	11-12
CONJUNTO DE AMARRE CABLE TIERRA CONVENCIONAL	SF4H013	C	06-10
CADENA DE AMARRE 400 kV DOBLE - DUPLEX	SF4H2221	C	01-10
CADENA DE AMARRE 400 kV SENCILLA – DUPLEX. VANO FINAL PÓRTICO	SF4H1221	A	11-07
CADENA DE AMARRE 400 kV SENCILLA – DUPLEX. VANO FINAL TORRE	SF4H1222	A	11-07
AISLADORES DE VIDRIO	A001	F	09-19
GRAPA DE AMARRE	G001	E	06-17
5. <u>SISTEMA PUESTA A TIERRA</u>			
PUESTA A TIERRA DE APOYOS PATAS SEPARADAS	PAT001		09-13
ANILLO PAT EN APOYOS NO FRECUENTADOS PATAS SEPARADAS	PAT002	D	08-14

Aprobados planos referenciados con sello

Madrid, marzo de 2021
La Ingeniera Industrial



María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123/3353



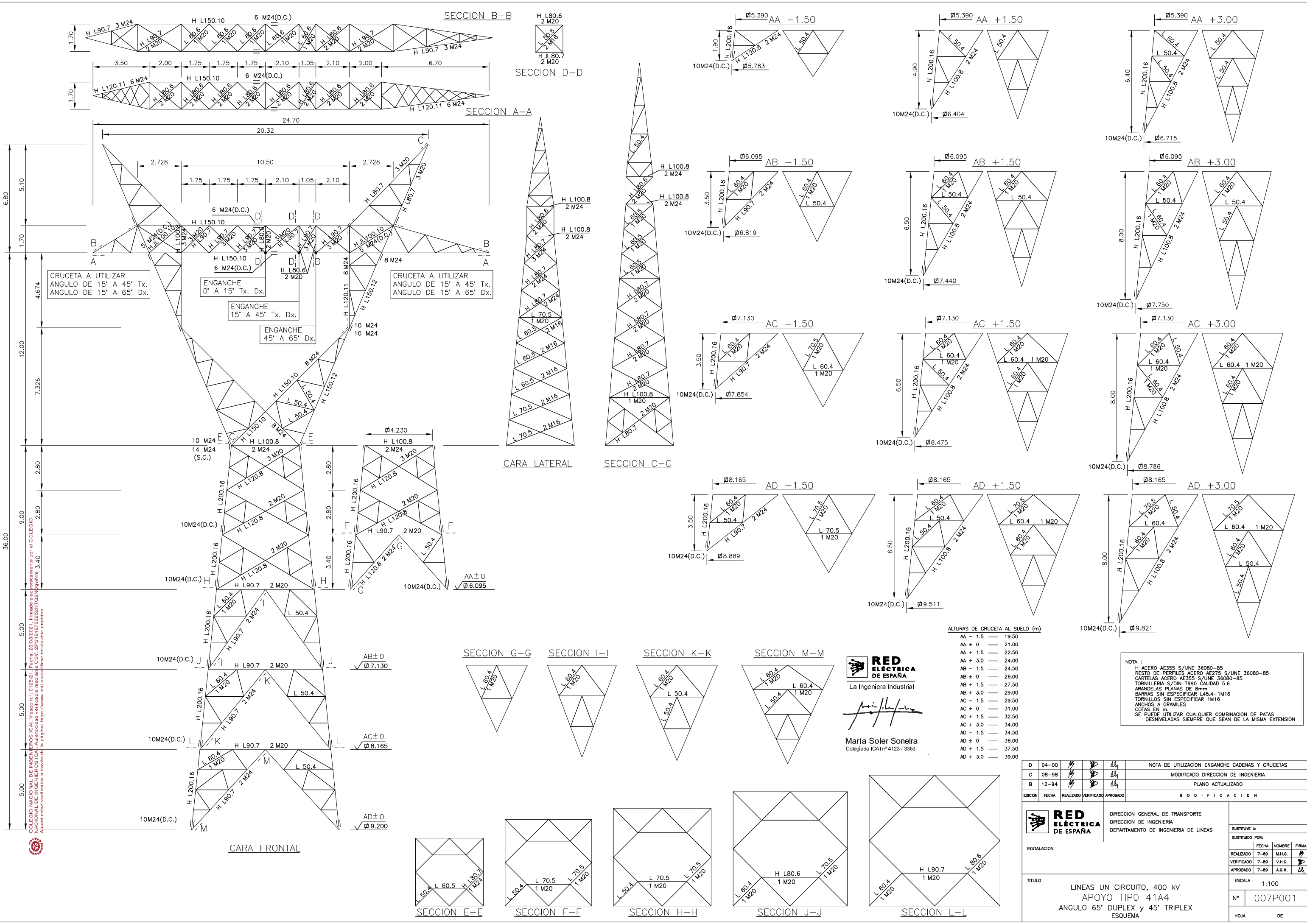
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., de la que se han otorgado todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Toda la información contenida en este documento es propiedad de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. y no puede ser reproducida ni utilizada sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. Toda la información contenida en este documento es propiedad de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. y no puede ser reproducida ni utilizada sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Plano de emplazamiento
Escala 1/2000

Plano de situación
Escala 1/25000

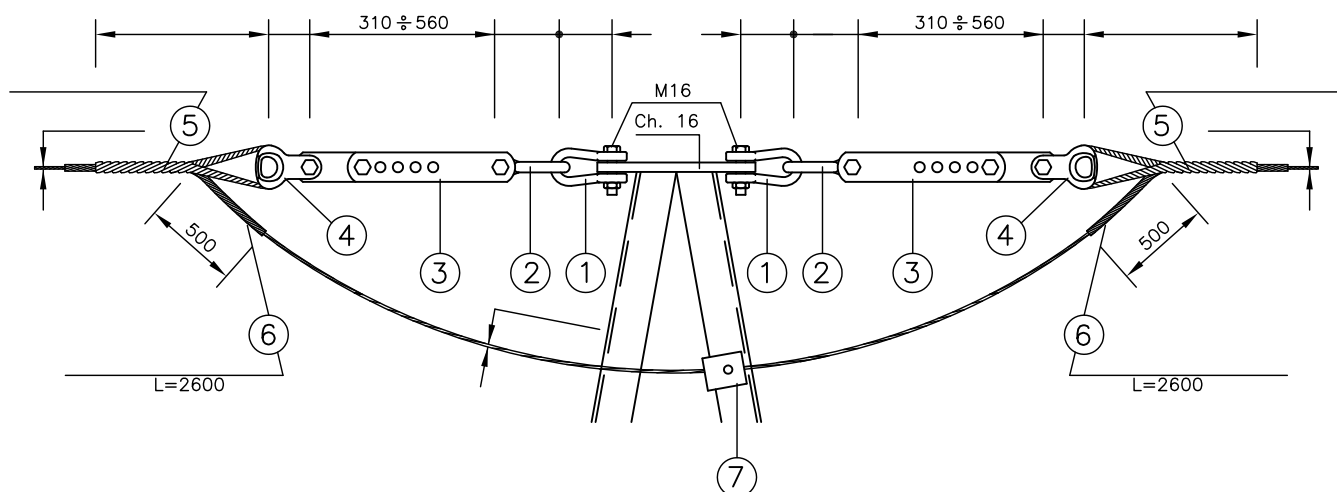
A	mar.-21	R.T.R.	C.G.B.	ACTUALIZACIÓN Y MODIFICACIÓN DE CAJETÍN DE PROYECTO			
0	dic.-18	D.H.C.	C.G.B.	CREACIÓN DE PLANO			
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN			
			INSTALACIÓN		ESTADO		
			LÍNEA AÉREA A 400 kV SC		COORD. ETRS89		
			ANTEPROYECTO DE MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSPORTE ELÉCTRICO GATICA-AZPEITIA		HUSO 30		
			TÍTULO		CODIGO J3426-L7983		
			PLANTA GENERAL		A2	1:25000	
					Nº	L001	
					HOJA 1 DE 1		





D	04-00				NOTA DE UTILIZACION ENGANCHE CADENAS Y CRUCETAS
C	08-98				MODIFICADO DIRECCION DE INGENIERIA
B	12-94				PLANO ACTUALIZADO
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
					DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE LINEAS
INSTALACION					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
					FECHA NOMBRE FIRMA
					REALIZADO 7-89 M.H.G.
					VERIFICADO 7-89 V.H.G.
					APROBADO 7-89 A.G.M.
TITULO					ESCALA 1:100
LINEAS UN CIRCUITO, 400 kV APOYO TIPO 41A4 ANGULO 65° DUPLEX Y 45° TRIPLEX ESQUEMA					N° 007P001
					HOJA DE





RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
La Ingeniería Industrial

Maria Soler Soneira

María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3353

NOTAS CONSTRUCCIÓN:

- 1.- Para montaje en portico utilizar medio conjunto.
- 2.- Cuando el conjunto se utiliza para bajada de cables no se montara la posicion 7.

POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA DE ROTURA
1	GRILLETE RECTO	2	ACERO			
2	ESLABON REVIRADO	2	"			
3	ALARGADERA REGULABLE	2	"			
4	HORQUILLA GUARDACABO	2	"			
5	RETENCION PREFORMADA	2	AC.REC.AL/C.SILICE			
6	VARILLAS PROTECCION	2	"			
7	CONEXION BAJADA	1	ALEAC.ALUMINIO			

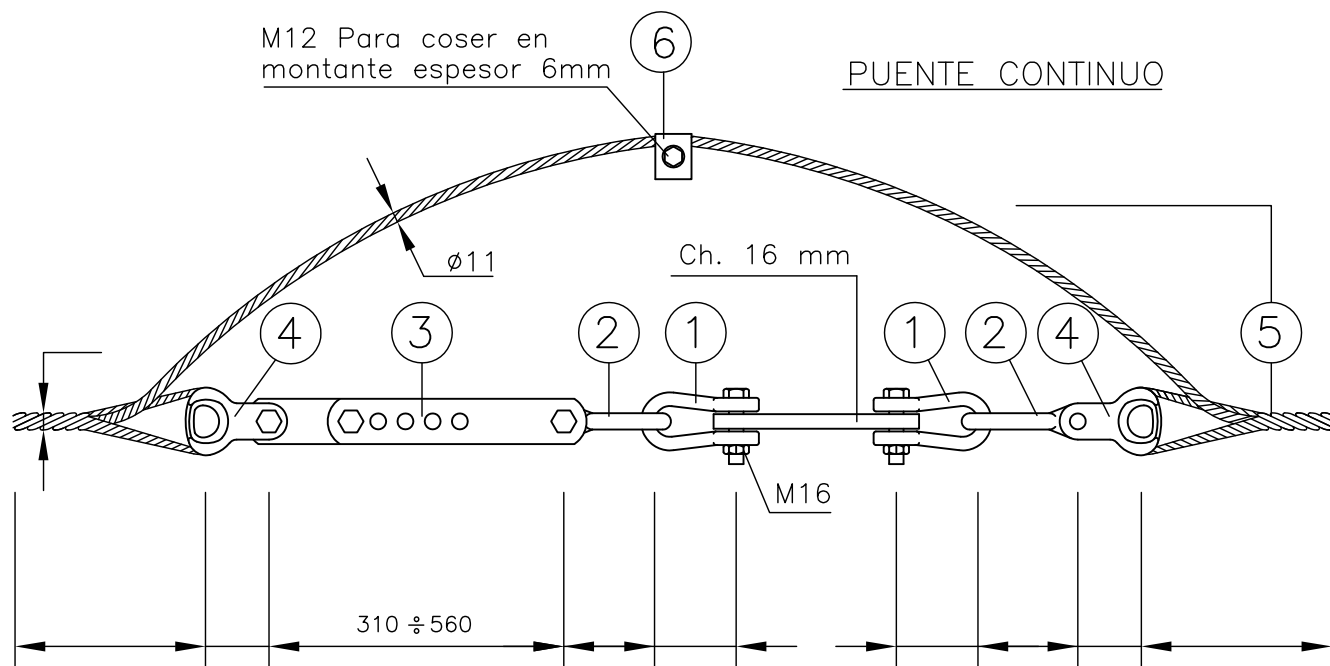
NOTAS:

CARGA DE ROTURA MINIMA DE LOS HERRAJES 120 kN
CARGA DE LA ROTURA MINIMA DE LA RETENCION 120 kN
TODAS LAS PIEZAS DE ACERO,GALVANIZADAS
COTAS EN mm

GAMA de ø	CODIGO MATERIAL
ø15,10÷ø16,99 mm	3103126
ø13,70÷ø15,09 mm	3106263

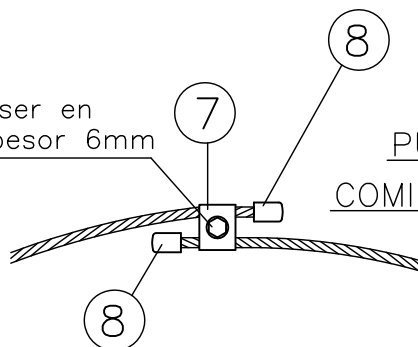
E	11-12	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>dy</i>	SE MODIFICAN VALORES ALARGADERA
D	08-09	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>dy</i>	SE MODIFICAN GAMAS
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS CONJUNTO DE AMARRE CABLE COMPUESTO (TIERRA-ÓPTICO)	
REALIZADO	1-01	A.L.A.	<i>A</i>		
VERIFICADO	1-01	A.L.A.	<i>A</i>		
APROBADO	1-01	A.G.M.	<i>dy</i>		
ESCALA					
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
					Nº SF4H127
					HOJA DE





Maria Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3353

M12 Para coser en montante espesor 6mm



PUENTE PARTIDO PARA
COMIENZO Y FINAL DE BOBINA

POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA DE ROTURA
1	GRILLETE RECTO	2	ACERO			
2	ESLABON REVIRADO	2	"			
3	ALARGADERA REGULABLE	1	"			
4	HORQUILLA GUARDACABO	2	"			
5	RETENCION PREFORMADA	2	ACERO REC.AL.			
6	CONEXION SENCILLA	1	ALEAC. ALUM.			
7	GRAPA PARALELA SIMETRICA	1	"			
8	TAPON TERMINAL	2	"			

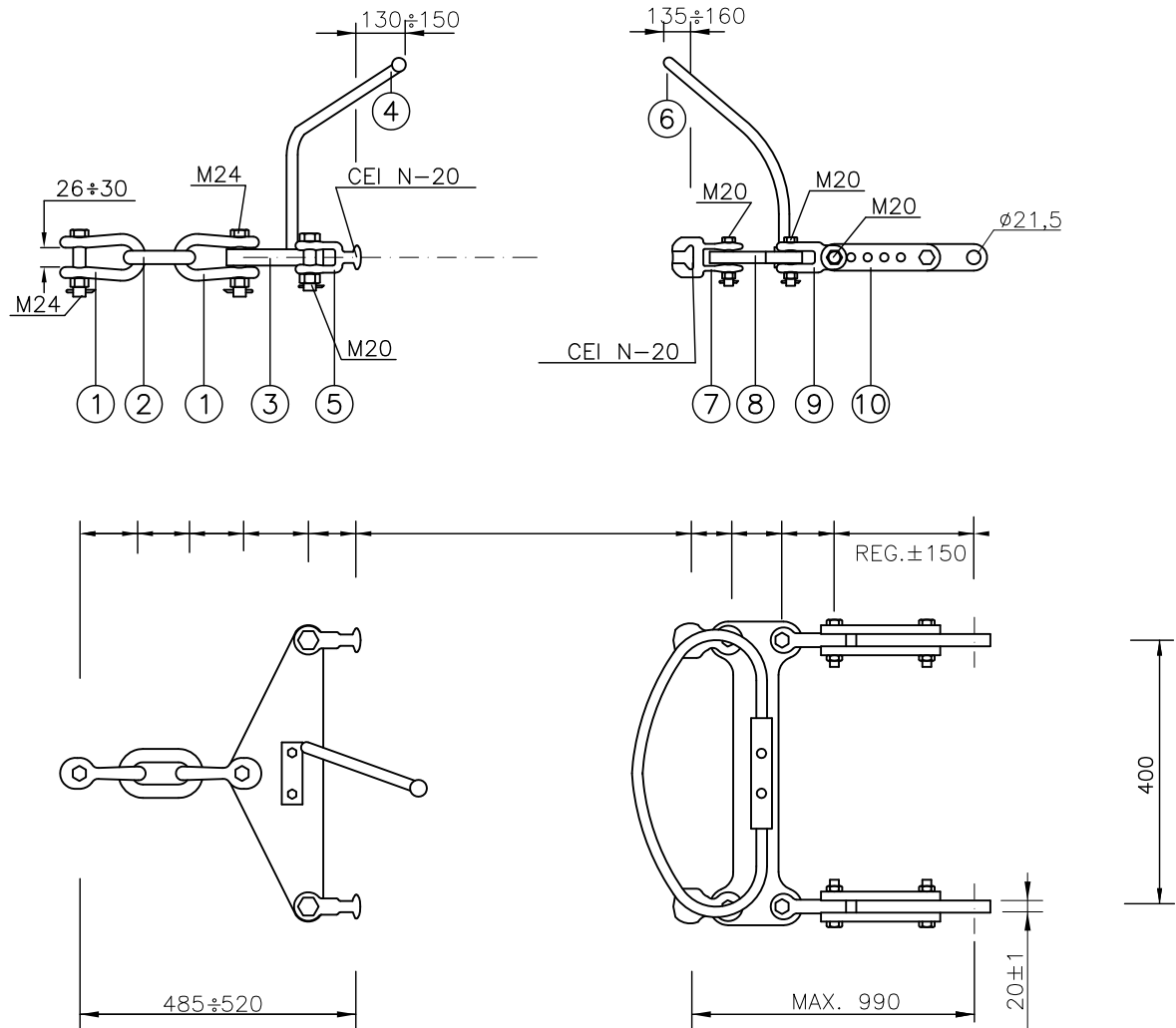
NOTAS:

CABLE — ACERO RECUBIERTO ALUMINIO Ø 11 mm
CARGA DE ROTURA MINIMA DE LOS HERRAJES 120 kN
CARGA DE ROTURA MINIMA DE LA RETENCION 95 kN
TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS
COTAS EN mm

CODIGO MATERIAL
3061199

C	06-10				SE MODIFICA ALARGADERA REGULABLE Y CARGA DE ROTURA DE LA RETENCION
B	05-09				SE MODIFICA LONGITUD DE LA RETENCION
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DPTO. DE INGENIERÍA Y CONST. DE LÍNEAS	
REALIZADO	4-98	A.L.A.			
VERIFICADO	4-98	A.L.A.			
APROBADO	4-98	A.G.M.			
ESCALA					CONJUNTO AMARRE CABLE DE TIERRA CONVENCIONAL
					SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR: Nº SF4H013 HOJA DE





POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	CODIGO SAP	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA MIN. DE ROTURA
1	GRILLETE RECTO	2	ACERO				320 kN
2	ESLABON	1	"				320 kN
3	YUGO SENCILLO DUPLEX	1	"				330 kN
4	DESCARGADOR SUPER.REVI.	1	"				
5	HORQUILLA BOLA	2	"				160 kN
6	DESCARGADOR INFER.	1	"				
7	ROTULA HORQUILLA	2	"				160 kN
8	YUGO DOBLE DUPLEX	1	"				330 kN
9	HORQUILLA PASTI. REVI.	2	"				160 kN
10	ALARGADERA REGULABLE	2	"				160 kN

NOTAS:

CARGA DE RUTURA MÍNIMA DE LA CADENA 320 kN (5.7.9.10)
 CUANDO EL ENGANCHE A TORRE SEA PARALELO A LINEA, ELIMINAR EL ESLABON
 TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO, TUERCA Y PASADOR
 TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS
 COTAS EN mm



**RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA**

La Ingeniería Industrial

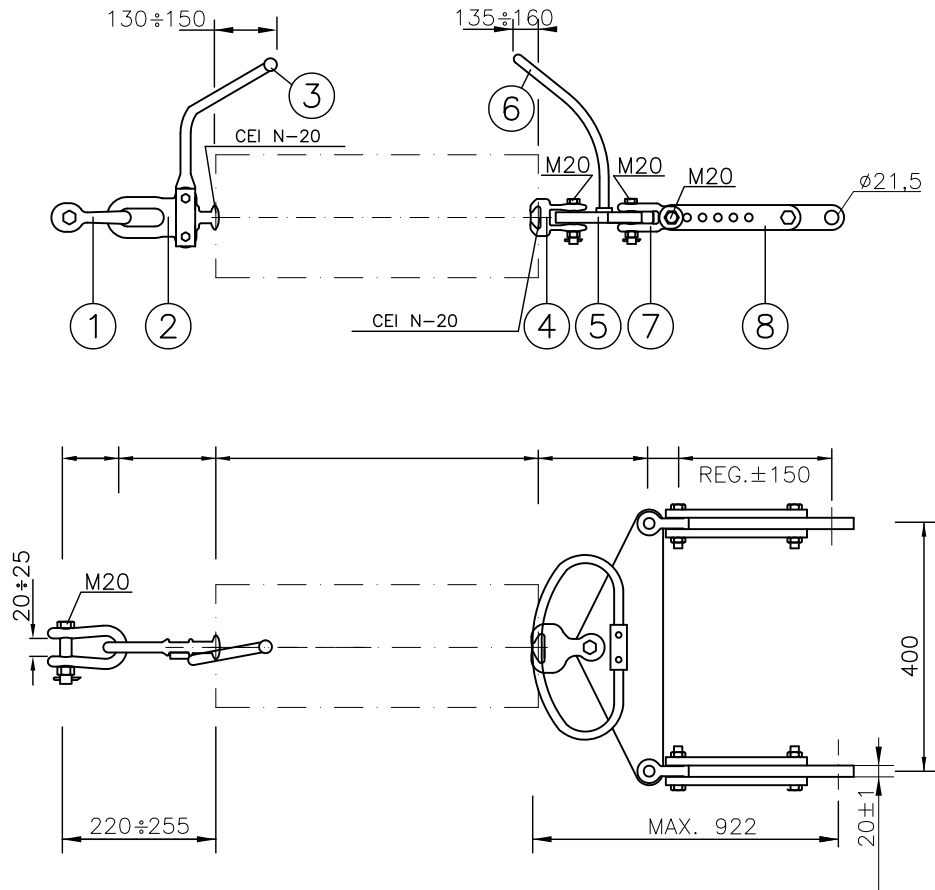
María Soler Soneira

María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3353

CODIGO MATERIAL
3061160

C	01-10	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>dy</i>	SE AÑADE COTA ENTRE CONDUCTORES
B	04-08	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>dy</i>	SE MODIFICA CÓDIGO SAP Y CARGA DE ROTURA DE GRILLETE RECTO
A	11-07	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>dy</i>	SE MODIFICAN CÓDIGOS SAP Y CARGAS DE ROTURA
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	
REALIZADO	11-03	A.L.A.	<i>A</i>		
VERIFICADO	11-03	F.M.R.	<i>dy</i>		
APROBADO	11-03	A.G.M.	<i>dy</i>		
ESCALA					
					CADENA DE AMARRE 400 kV DOBLE - DUPLEX SIMPLE ENGANCHE
					SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR: N° SF4H2221 HOJA DE





POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	CODIGO SAP	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA MIN. DE ROTURA
1	GRILLETE RECTO	1	ACERO				210 kN
2	ANILLA BOLA PROTECCION	1	"				160 kN
3	DESCARGDOR. SUPER.	1	"				
4	ROTULA HORQUILLA	1	"				160 kN
5	YUGO SENCILLO DUPLEX	1	"				160 kN
6	DESCARGADOR INFERIOR	1	"				
7	HORQUI. PASTILLA REV.	2	"				160 kN
8	ALARGADERA REGULABLE	2	"				160 kN

NOTAS:

CARGA DE ROTURA MÍNIMA DE LA CADENA 160 kN (2,4,5,7,8)
 TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO,TUERCA Y PASADOR
 CARGA DE ROTURA MINIMA DE LA CADENA 160 kN
 TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS
 COTAS EN mm



La Ingeniería Industrial

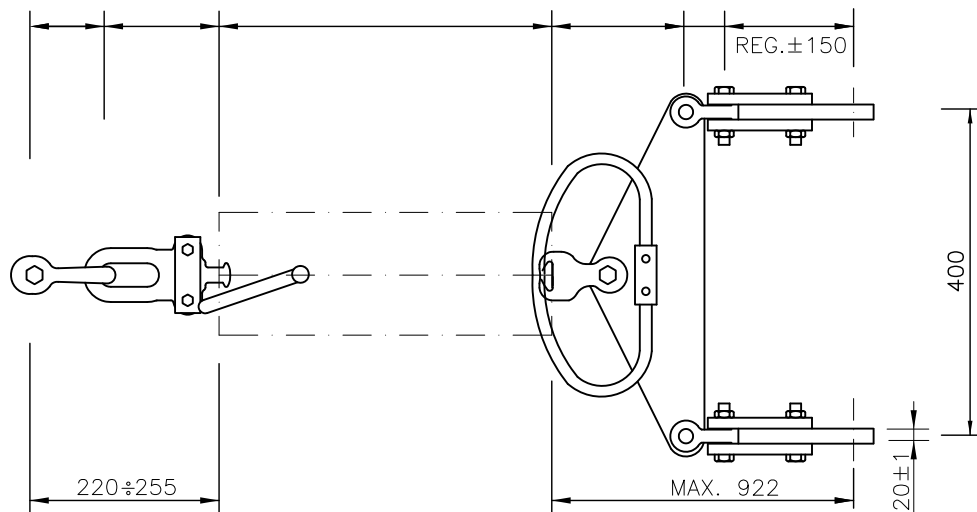
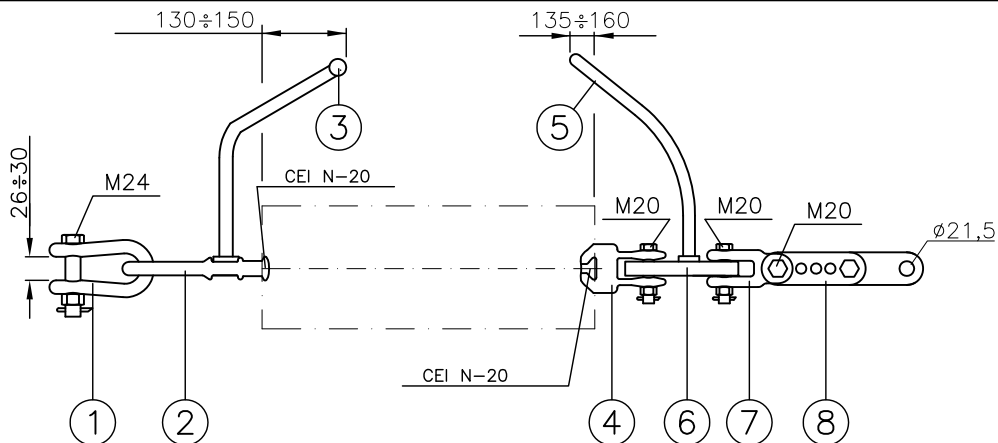
Maria Soler Soneira

María Soler Soneira
 Colegiada ICAI nº 4123 / 3353

CODIGO MATERIAL
 3101330

A	11-07				SE MODIFICAN CÓDIGOS SAP Y CARGAS DE ROTURA		
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N		
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LÍNEAS CADENA DE AMARRE 400 kV SENCILLA – DUPLEX VANO FINAL PORTICO		SUSTITUYE A:	
REALIZADO	11-03	A.L.A.				SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	11-03	F.M.R.					
APROBADO	11-03	A.G.M.					
ESCALA						HOJA	DE





POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	CODIGO SAP	REFERENCIA	PROVEEDOR	CARGA MIN. DE ROTURA
1	GRILLETE RECTO	1	ACERO	3010226			320 kN
2	ANILLA BOLA PROTECCION	1	"	3010038			160 kN
3	DESCARGA. SUPER.REV.	1	"	3010088			
4	ROTULA HORQUILLA	1	"	3010365			160 kN
5	DESCARGADOR INFERIOR	1	"	3010084			
6	YUGO SENCILLO DUPLEX	1	"	3010461			160 kN
7	HORQUI. PASTILLA REV.	2	"	3010264			160 kN
8	ALARGADERA REGULABLE	2	"	3010024			160 kN

NOTAS:

CARGA DE ROTURA MÍNIMA 160 kN (2,4,6,7,8)
 TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO,TUERCA Y PASADOR
 TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS
 COTAS EN mm



[Signature]

María Soler Soneira
 Colegiada ICAI nº 4123 / 3353

CODIGO MATERIAL
 3101328

A	11-07				SE MODIFICAN CÓDIGOS SAP Y CARGAS DE ROTURA		
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N		
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LÍNEAS CADENA DE AMARRE 400 kV SENCILLA – DUPLEX VANO FINAL TORRE TERMINAL		SUSTITUYE A:	
REALIZADO	11-03	A.L.A.				SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	11-03	F.M.R.				N° SF4H1222	
APROBADO	11-03	A.G.M.					
ESCALA						HOJA	DE

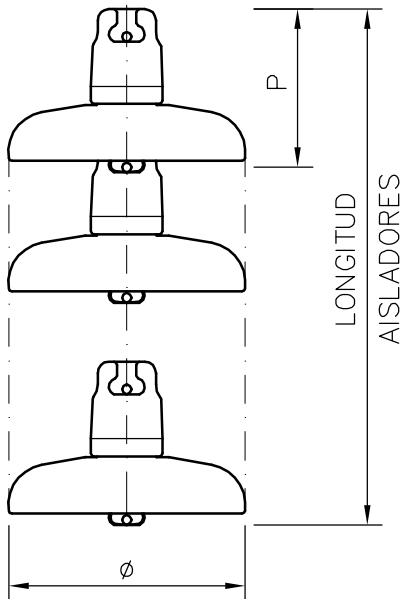


COTAS EN mm.

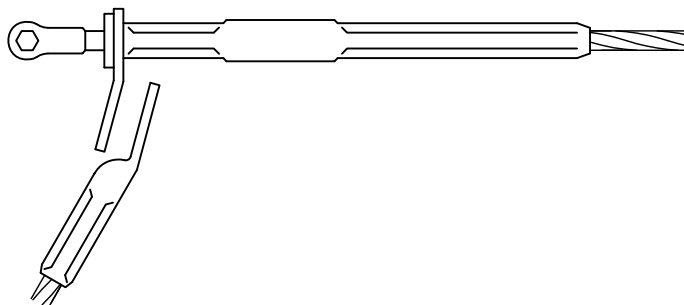
TENSIÓN	APOYO TIPO	DISPOSICIÓN	CONDUCTOR	FUNCIÓN	TIPO AISLADOR	CODIGO SAP				P	LONGITUD AISLADORES	LONGITUD HERRAJE SD	LONGITUD TOTAL	Ø	NIVEL I (16mm/kV)	NIVEL II (20mm/kV)	NIVEL III (25mm/kV)	NIVEL IV (31mm/kV)	ESPECIAL* (61mm/kV)	LINEA DE FUGA	NORMA				
						V	VZ	VS	VSZ																
66 kV	D1	Sx	HAWK	A	U 120 B	3010011	3112350			146	1314	—	—	255				9		320	CIE—N16				
			GULL	S	U 120 BP	3011002	3109750	3109821	3112012	146	1606	—	—	280				11	445						
		Sx	HAWK	A	U 120 BP	3011002	3109750	3109821	3112012	146	1168	603	1771	280				8	445						
			GULL	S	U 120 BPG				3112012	146	1460	603	2063	320				10	545						
132 kV	D1E	Sx	HAWK	A	U 120 BP	3011002	3109750	3109821	3112012	146	1752	—	—	280				12		445		CIE—N16			
			GULL	S	U 120 BPG				3112012	146	2628	—	—	320				18	545						
		Sx	HAWK	A	U 120 BP	3011002	3109750	3109821	3112012	146	1606	603	2209	280				11	445						
			GULL	S	U 120 BPG				3112012	146	2482	603	3085	320				17	545						
220 kV	D2 Y S2	Sx	CONDOR	A	U 120 BPG				3112012	146	2190	—	—	320				15		545			CIE—N16		
			CONDOR	S	U 120 BPG				3112012	146	2044	669	2713	320				14	545						
		Sx	CONDOR RAIL/CARDINAL	A	U 120 B	3010011				146	2482	—	—	255	17	17			320	CIE—N20					
			CONDOR RAIL/CARDINAL	S	U 120 B	3010011				146	2336	669	3005*	255	16	16			320						
		Sx	CONDOR RAIL/CARDINAL	A	U 160 BSP	3110534	3110532	3110132		146	2190	—	—	320				15			545				
			CONDOR RAIL/CARDINAL	S	U 160 BSP	3110534	3110532	3110132		146	2044	669	2713	320				14			545				
		Dx	CONDOR	A	U 160 BS	3010012				146	2336	—	—	280	2x16	2x16					380				
			CONDOR	S	U 160 BS	3010012				146	2190	705	2895	280	15	15					380				
		Dx	CONDOR	A	U 160 BSP	3110534	3110532	3110132		146	2190	—	—	320				2x15			545				
			CONDOR	S	U 160 BSP	3110534	3110532	3110132		146	2044	705	2749	320				14			545				
		400 kV	43	Dx	RAIL	A	U 160 BS	3010012				146	3358	—	—	280	2x23	2x23						380	CIE—N20
					CARDINAL	S	U 160 BS	3010012				146	3212	705	3917	280	22	22						380	
Tx	CONDOR			A	U 210 B	3010013				170	3740	—	—	280	2x22	—					380				
	CONDOR			S	U 210 B	3010013				170	3570	1094	4664	280	21	—					380				
D4 Y C4	Dx		RAIL	A	U 160 BS	3010012				146	3358	—	—	280	2x23	2x24				380					
			CARDINAL	S	U 160 BS	3010012				146	3504	—	—		22	23				380					
	Dx		LAPWING	A	U 210 B	3010013				170	3212	705	3917		2x23	2x24				380					
			LAPWING	S	U 210 B	3010013				170	3358	705	4063		22	23				380					
	Tx		CONDOR	A	U 210 B	3010013				170	3910	—	—		2x23	2x24				380					
			CONDOR	S	U 210 B	3010013				170	4080	—	—		22	23				380					
	Tx		CONDOR	A	U 210 B	3010013				170	3740	705	4445		2x23	2x24				380					
			CONDOR	S	U 210 B	3010013				170	3910	705	4615		22	23				380					
43	Dx		RAIL	A	U 160 BSP	3010534	3110532	3110132		146	3650	—	—	320				2x25		545					
43E			CARDINAL	S	U 160 BSP	3110534	3110532	3110132		146	3504	705	4209					24		545					
D4 Y C4	Tx		CONDOR	A	U 210 BP	3010004				170	4420	—	—	320				2x26		530					
D4E Y C4E			CONDOR	S	U 210 BP	3010004				170	4250	1094	5344					25		530					

APOYOS	LONGITUD (TOTAL)
D1	2230
S2	3000
D2	3000
43	4000
D4	5000
C4	5000

V : VIDRIO SIN ÁNODO SACRIFICIO
VZ : VIDRIO CON ÁNODO SACRIFICIO (Zn)
VS : VIDRIO SILICONADO SIN ÁNODO SACRIFICIO
VSZ : VIDRIO SILICONADO CON ÁNODO SACRIFICIO (Zn)



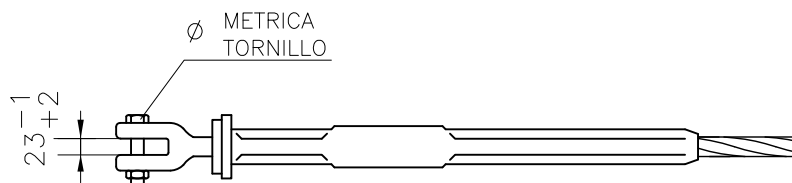
F	09-19				SE MODIFICA CODIGO	
E	10-18				SE MODIFICA CUADRO	
D	08-18				SE AÑADE CODIGO SAP	
C	05-15				REVISIÓN	
B	10-10				SE MODIFICA 400 kV-D4Y C4 TX-CONDOR-LA LONGITUD	
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N	
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LÍNEAS AISLAMIENTO DE VIDRIO	SUSTITUYE A:	
REALIZADO	06-08	A.L.A.			SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	06-08	D.L.A.				
APROBADO	06-08	A.G.M.			Nº	A001
ESCALA					HOJA	DE



La Ingeniería Industrial

[Handwritten signature]

María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123 / 3353



CONDUCTOR	CODIGO DE GRAPA	CONDUCTOR EN mm	CARGA MINIMA DE ROTURA DE GRAPA	Ø
GULL	3010130	Ø25,38	≥ 95% CARGA DE ROTURA DEL CABLE	M20
CONDOR	3010125	Ø27,72	"	M20
RAIL	3010139	Ø29,61	"	M20
CARDINAL	3010124	Ø30,42	"	M20
LAPWING	3010137	Ø38,16	"	M20
HAWK	3010132	Ø21,8	"	M16
GULL	3111614	Ø25,38	"	M16
CURLEW	3111611	Ø31,60	"	M20

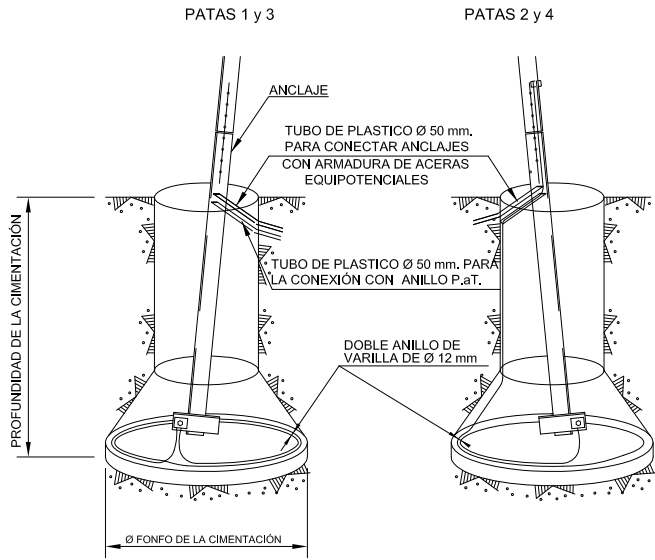
TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO, TUERCA Y PASADOR
TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS
COTAS EN mm

E	06-17	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	SE AÑADE GRAPA CURLEW DE M20
D	01-16	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	SE AÑADE GRAPA GULL DE M16
C	04-12	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	SE MODIFICA CUADRO Y SE AÑADE CONDUCTOR HAWK
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y DE LÍNEAS	
REALIZADO	06-08	A.L.A.	<i>[Signature]</i>		
VERIFICADO	06-08	D.L.A.	<i>[Signature]</i>		
APROBADO	06-08	A.G.M.	<i>[Signature]</i>		
ESCALA					
GRAPA DE AMARRE					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
					Nº G001
					HOJA DE

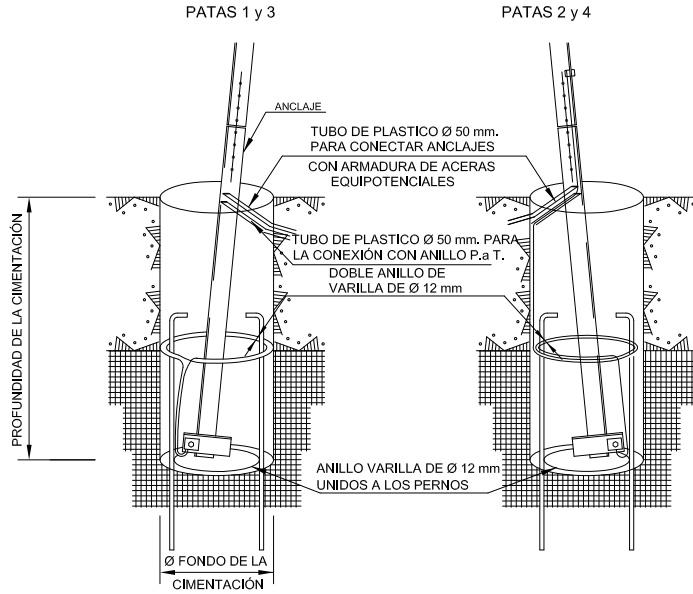




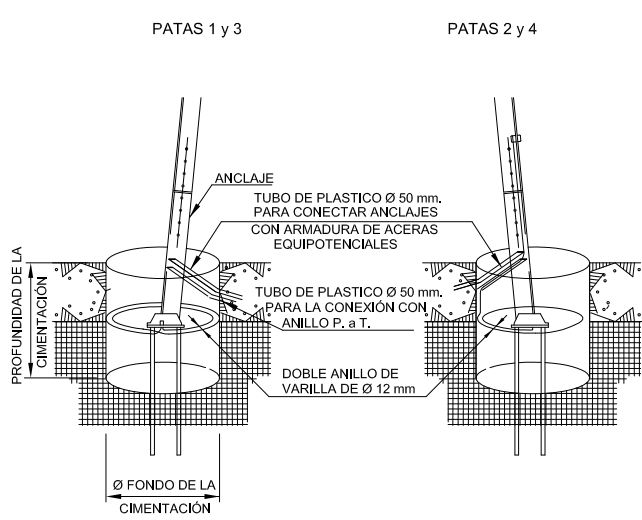
CIMENTACIÓN PATA ELEFANTE



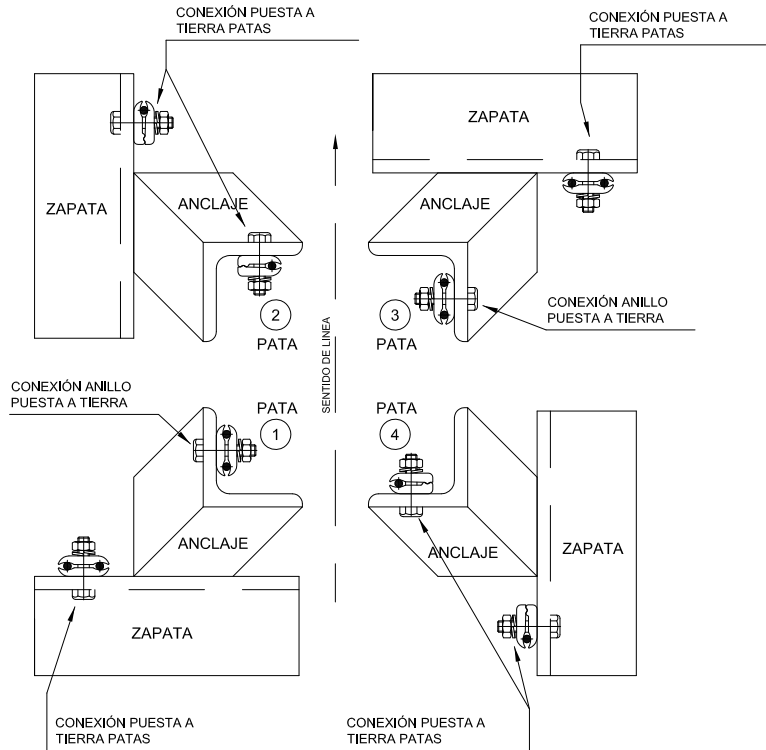
CIMENTACIÓN MIXTA



CIMENTACIÓN EN ROCA

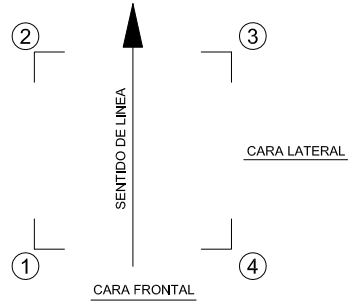


DETALLE CONEXIONES CON ZAPATAS Y ANCLAJE



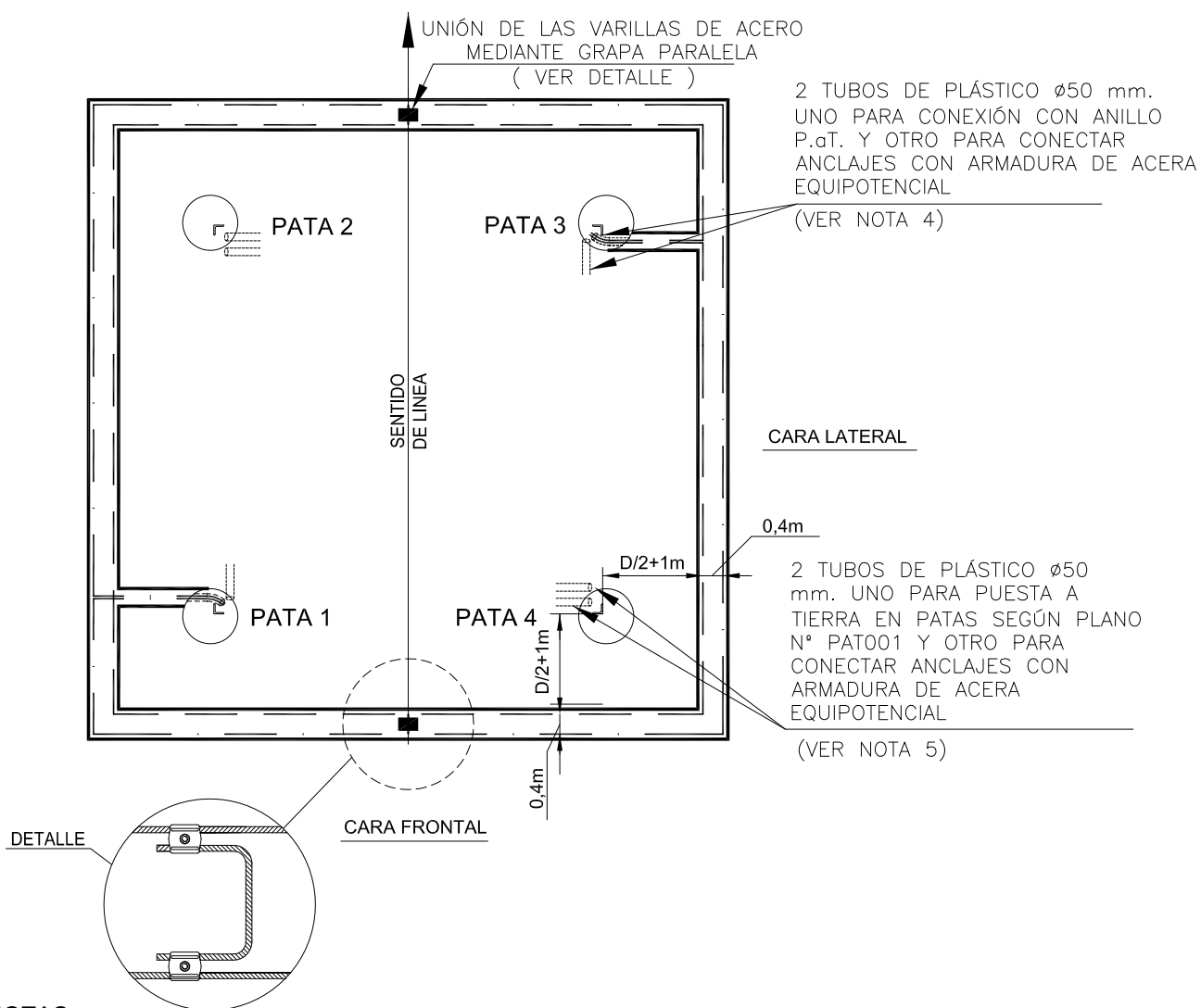
- LA PUESTA A TIERRA DE LAS PATAS SE CONECTARAN A LAS ZAPATAS EN PATAS 1-3 Y A LAS ZAPATAS Y ANCLAJES EN PATAS 2-4.
- LOS ANILLOS DE PUESTA A TIERRA SE CONECTARAN A LA PARTE SUPERIOR DEL ANCLAJE EN PATAS 1-3.

IDENTIFICACIÓN PATAS



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA	DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE LINEAS		SUSTITUYE A:	
REALIZADO	09-13	A.L.A.					SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	09-13	G.D.C.			Nº	PAT001		
APROBADO	09-13	A.G.M.			PUESTAS A TIERRA EN PATAS APOYOS CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS		HOJA 1 DE 1	
ESCALA:								

DISPOSICIÓN DE LAS ZANJAS Y DE LA VARILLA DE ACERO DESCARBURADO Ø 12 mm EN EL ANILLO DE P.a.T.



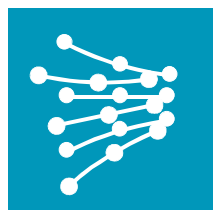
NOTAS :

1. PARA UBICAR EL ANILLO DE PUESTA A TIERRA SE TOMARÁN COMO REFERENCIA DE COTAS LA CABEZA DE LOS ANCLAJES SIENDO "D" = DIÁMETRO DEL CILINDRO DE LA CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS SEGÚN PLANO DE CIMENTACIONES DEL APOYO.
2. PROFUNDIDAD DE ZANJA:
 - 0,40 m EN ROCA.
 - 0,60 m EN TIERRA.
 - 0,80 m EN ZONA AGRÍCOLA.
3. INDEPENDIENTEMENTE DE QUE EL APOYO SEA FRECUENTADO O NO FRECUENTADO, TODAS LAS PATAS TENDRÁN DOS TUBOS DE PLÁSTICO Ø 50 mm.
4. LA PATA 1 Y LA PATA 3 ESTARÁN CONECTADAS CON ANILLO DE PUESTA A TIERRA Y SI EL APOYO ES FRECUENTADO CON LA ACERA EQUIPOTENCIAL.
5. LA PATA 2 Y 4 ESTARÁN CONECTADAS CON LA PUESTA A TIERRA EN PATAS SEGÚN PLANO Nº PAT001 Y SI EL APOYO ES FRECUENTADO CON LA ACERA EQUIPOTENCIAL.



04/2021 ECH 17-4121/1 2021

D	08-14				SE MODIFICAN INDICACIONES DE TUBOS	
C	05-14				SE AÑADE TUBO PARA P.a.T. PATAS	
B	04-14				SE MODIFICA TÍTULO	
A	10-13				SE AÑADE TUBO PARA CONEXIÓN CON ACERA EQUIPOTENCIAL	
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N	
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS		
REALIZADO	09-13	A.L.A.				
VERIFICADO	09-13	G.D.C.				
APROBADO	09-13	A.G.M.				
ESCALA Formato A4				ANILLO DE PUESTA A TIERRA EN APOYO NO FRECUENTADO (NF) CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS		
					SUSTITUYE A:	
					SUSTITUIDO POR:	
					Nº	PAT002



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ANTEPROYECTO DE EJECUCIÓN
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE
TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 400 kV
SIMPLE CIRCUITO

GATICA-AZPEITIA

DOCUMENTO 4

PRESUPUESTO



DOCUMENTO Nº 4

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DETALLADO NUEVA LÍNEA.....	3
PRESUPUESTO DETALLADO DESMONTAJE LÍNEA EXISTENTE	8
RESUMEN GENERAL NUEVA LÍNEA.....	10
RESUMEN DESMONTAJE LÍNEA EXISTENTE	11
RESUMEN GLOBAL POR PROVINCIAS NUEVA LÍNEA Y DESMONTAJE DE EXISTENTE	12

PRESUPUESTO DETALLADO NUEVA LÍNEA

	Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
1 INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE			
Estudios de trazado y estudio de las medidas correctoras	0,65 km	4.692,58	3.050
TOTAL INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE			3.050

2 INGENIERÍA DE PROYECTO

Estudio topográfico, distribución de apoyos, cálculos, elaboración de planos y de documentos técnicos de ejecución de línea aérea	0,65 km	5.053,10	3.285
TOTAL INGENIERÍA DE PROYECTO			3.285

3 GESTIÓN Y TRAMITACIONES

Incluye: Visado de documentos técnicos 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 de documentos técnicos por parte de la Administración	0,65 km	10.084,02	6.555
TOTAL GESTIÓN Y TRAMITACIONES			6.555

4 PERMISOS Y DAÑOS

Pago a los propietarios afectados por los derechos de servidumbre de paso, construcción de accesos, pago de daños a propietarios...	0,65 km	69.250,68	45.013
TOTAL PERMISOS Y DAÑOS			45.013

5 MATERIALES

APOYOS Y ANCLAJES

Apoyo tipo 41A4A	52.115 kg.	1,76	91.722
------------------	------------	------	--------



		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
Apoyo tipo 41A4F	24.553	kg.	1,76	43.213
Anclaje para torre tipo 41A4	3.780	kg.	1,76	6.653
Alargadera de Anclaje para torre tipo 41A4	972	kg.	1,76	1.711
CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA				
Conductor Al/Aw Cardinal	7342	kg	2,51	18.428
Cable de Tierra Compuesto FO. Tipo I	0,69	km	3.950	2.724
Cable Alumoweld 7n7	690	m	1,35	932
AISLAMIENTO				
Aisladores U-160	966	ud.	15,49	14.963
ACCESORIOS DE TENDIDO				
Amortiguador Stockbridge (27.00-36.50)	42	ud.	21,62	908
Amortiguador Stockbridge FO (21.5-30)	8	ud.	13,15	105
Amortiguador Stockbridge (8.00-13.00)	4	ud.	10,80	43
Cadena Amarre Doble-Duplex	15	ud.	198,14	2.972
Cadena Amarre Sencilla-Duplex Final	3	ud.	150,90	453
Cadena Amarre Sencilla-Duplex Final	3	ud.	150,90	453
Conexion Bajada Cable (14.00-18.00)	80	ud.	4,15	332
Conjunto Amarre Cable T/O (15.1-16.99)	4	ud.	137,31	549
Conjunto Amarre Cable Tierra (11)	4	ud.	65,78	263
Contrapeso Conductor 10kg (26.10-32.00)	36	ud.	21,59	777

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
Grapa Compresión Horquilla Cardinal	42	ud.	44,74	1.879
Grasa Drill para Conector Eléctrico.	8	kg	8,31	66
Mang. Conjunto Repara Compresión (27.00 31.50)	6	ud.	12,31	74
Mang. Repara Preformado (29.51 30.69)	6	ud.	14,36	86
Peldaño Seguridad M20x200 Tipo 3	88	ud.	5,39	475
Placa Riesgo Eléctrico Ce29 Castellano Plástico	6	ud.	3,00	18
Separador Duplex Cardinal/Rail 400	48	ud.	12,60	605
Varilla segundo amortiguador C/FO (15.1-16.8)	4	ud.	2,10	8
TOTAL MATERIALES				190.413

6 OBRA CIVIL

OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA

Apertura/ Acondicionamiento Accesos	3	ud	3.000,00	9.000
Cimentación del Apoyo 41A4A. Incluye el transporte y acopio del material, la excavación de los hoyos, nivelación de las testas, hormigonado de las patas utilizando el método 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	30.864,00	61.728
Cimentación del Apoyo 41A4F. Incluye el transporte y acopio del material, la excavación de los hoyos, nivelación de las testas, hormigonado de las patas utilizando el método 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	30.864,00	30.864

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
Instalación de PaT de 3 apoyos	450	m	25,00	11.250

TOTAL OBRA CIVIL				112.842
-------------------------	--	--	--	----------------

7 ARMADO E IZADO DE APOYOS

Armado e izado de 3 apoyos.	76.668	kg	1,12	86.021
Conexionado de la PAT al Apoyo	3	ud	60,00	180

TOTAL ARMADO E IZADO DE APOYOS				86.201
---------------------------------------	--	--	--	---------------

8 TENDIDO

Tendido aéreo de 0,65 km de simple circuito de una línea aérea de 2 conductores por fase y una tensión de 400 kV .	0,65	km	71.928,89	46.754
--	------	----	-----------	--------

Cruzamiento de líneas hasta 45 kV.	1	ud.	4.822,00	4.822
------------------------------------	---	-----	----------	-------

Cruzamiento de líneas hasta 66 kV.	0	ud.	20.585,00	0
------------------------------------	---	-----	-----------	---

Cruzamiento línea alta tensión 132 kV	0	ud.	22.639,50	0
---------------------------------------	---	-----	-----------	---

Cruzamiento línea alta tensión 220 kV	0	ud.	24.694,00	0
---------------------------------------	---	-----	-----------	---

Cruzamiento línea alta tensión 400 kV	0	ud.	31.274,00	0
---------------------------------------	---	-----	-----------	---

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.	2	ud.	224,00	448
--	---	-----	--------	-----

Cruzamientos con Protecciones Metálicas: Colocación de protecciones adecuadas para el cruzamiento de todo camino asfaltado, se incluye la autovía, autopista, carreteras y ferrocarriles	0	ud.	5.725,00	0
--	---	-----	----------	---

Cruzamiento de Ríos y embalses	0	ud.	951,00	0
--------------------------------	---	-----	--------	---

Colocación de placas de Riesgo eléctrico	6	ud.	50,17	301
--	---	-----	-------	-----



	Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
TOTAL TENDIDO AÉREO			52.325

9 DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA

Dirección técnica, supervisión y vigilancia de las actividades de construcción.	1	P.A.	8.592,79	8.593
---	---	------	----------	-------

TOTAL DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA				8.593
--	--	--	--	--------------

10 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Presupuesto de seguridad Línea Aérea	1	ud.	1.777,23	1.777
Presupuesto de seguridad Armado e Izado de Apoyos	1	ud.	3.872,00	3.872
Presupuesto de seguridad Tendido Línea Aérea	1	ud.	4.254,50	4.254

TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD				9.904
---------------------------------------	--	--	--	--------------

11 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Presupuesto de gestión de residuos	1	ud.	1.201,31	1.201
------------------------------------	---	-----	----------	-------

TOTAL PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS				1.201
---	--	--	--	--------------

PRESUPUESTO DETALLADO DESMONTAJE LÍNEA EXISTENTE

El Presupuesto del desmontaje de la línea objeto de este anteproyecto es el siguiente:

	<u>Euros</u>
1. CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA	
1.1. Desmantelamiento de conductores simple circuito	
dúplex y 2 cables de tierra	13.155
1.2. Protección de cruces	1.880
<u>TOTAL CONDUCTORES Y CABLES TIERRA.....</u>	<u>15.035</u>
2. APOYOS	
Desmantelamiento de apoyos.....	11.065
<u>TOTAL APOYOS</u>	<u>11.065</u>
3. OBRA CIVIL	
Eliminación de peanas 1 metro profundidad.	7.111
<u>TOTAL OBRA CIVIL</u>	<u>7.111</u>
4. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRAS	
Se incluye en este concepto Dirección técnica,	
supervisión y vigilancia de las actividades de	



construcción y almacenamiento. 5.000

TOTAL DIRECCIÓN FACULTATIVA Y

SUPERVISIÓN DE OBRAS **5.000**

5. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Presupuesto de seguridad 10.604

TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD **10.604**

6. COSTES DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Coste de gestión de residuos generados 174

TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS **174**



RESUMEN GENERAL NUEVA LÍNEA

RESUMEN

1 INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE	3.050 €
2 INGENIERÍA DE PROYECTO	3.285 €
3 GESTIÓN Y TRAMITACIONES	6.555 €
4 PERMISOS Y DAÑOS	45.013 €
5 MATERIALES	190.413 €
6 OBRA CIVIL	112.842 €
7 ARMADO E IZADO DE APOYOS	86.201 €
8 TENDIDO	52.325 €
9 DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA	8.593 €
10 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	9.904 €
11 PRESUPUESTO DE ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	1.201 €
TOTAL	519.382 €

Importa el presente Presupuesto la cantidad de **QUINIENTOS DIECINUEVE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS.**



RESUMEN DESMONTAJE LÍNEA EXISTENTE

RESUMEN

	<u>Euros</u>
1. CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA	15.035
2. APOYOS	11.065
3. OBRA CIVIL	7.111
4. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA	5.000
5. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	10.604
6. COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS	174

TOTAL	48.989
--------------	---------------

=====

Importa el presente Presupuesto la cantidad de **CUARENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS**



RESUMEN GLOBAL POR PROVINCIAS NUEVA LÍNEA Y DESMONTAJE DE EXISTENTE

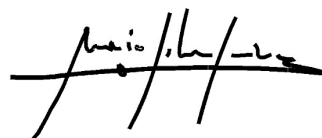
El desglose por provincias del total del presupuesto de la nueva línea y el desmontaje de la línea existente es:

Provincia de Bizkaia 568.371 €

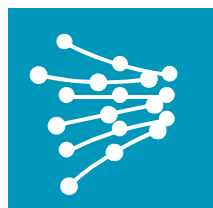
Importa el presente presupuesto global de la línea la cantidad de **QUINIENTOS SESENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS SETENTA Y UN EUROS**

Madrid, marzo de 2021

La Ingeniera Industrial



María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123/3353



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ANTEPROYECTO DE EJECUCIÓN
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE
TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 400 kV
SIMPLE CIRCUITO

GATICA - AZPEITIA

DOCUMENTO 5
ESTUDIO DE SEGURIDAD



DOCUMENTO Nº 5

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD	4
2	MEMORIA	5
2.1	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	5
2.2	PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	6
2.3	CONTROL DE ACCESOS	8
2.4	TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS	9
2.5	UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA	11
2.6	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	13
2.6.1	Medidas de Prevención de Riesgos	14
2.6.2	Organización de la Seguridad	14
2.6.3	Principios Generales aplicables durante la Obra.....	15
2.6.4	Formación.....	16
2.6.5	Medicina Preventiva.....	17
2.6.6	Medios de Protección	17
2.7	INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR).....	17
2.8	DISPOSICIONES DE EMERGENCIA	18
2.8.1	Vías de evacuación.....	18
2.8.2	Iluminación.....	18
2.8.3	Instalaciones de suministro y reparto de energía	18
2.8.4	Ventilación	19
2.8.5	Ambientes nocivos y factores atmosféricos.....	19
2.8.6	Detección y lucha contra incendios	19
2.8.7	Primeros auxilios.....	19
2.9	CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD	20



3	PLIEGO DE CONDICIONES	21
3.1	NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN.....	21
3.2	NORMATIVA INTERNA DE REE.....	22
4	CROQUIS.....	23
4.1	ESQUEMA UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA SEGURIDAD	28
4.2	SEÑALES DE RIESGO QUE SE EMPLEARÁN EN OBRA.....	31
4.3	SEÑALES GESTUALES.....	32
4.4	PROTECCIÓN SOBRE INFRA ESTRUCTURAS.....	34
5	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD.....	36

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 modificación de la línea aérea de transporte de energía eléctrica a 400 kV de simple circuito Gatica – Azpeitia.

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 modificación de la línea existente de simple circuito a 400 kV Gatica – Azpeitia en el tramo comprendido entre la subestación de Gatica y el apoyo 3 de la línea, en los términos municipales de Gatica y Mungia, provincia de Bizkaia.

La obra está situada íntegramente en la provincia de Bizkaia.

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

- Montaje de protecciones.
- Desmontaje del cable de tierra.
- Desmontaje de las fases del simple circuito.
- Desmontaje de apoyos, demolición de cimentaciones y reposición de pavimento/terreno.
- Cimentaciones para los nuevos apoyos.
- Armado e izado de los apoyos.
- Tendido de cables.
- Limpieza y restauración de las zonas de obra.

El nuevo trazado de línea comprendido entre el pódico de Gatica y el nuevo apoyo 2Bis tendrá una longitud de 650 metros y consta de 3 nuevos apoyos. El tramo de la línea actual que se sustituye en la presente modificación de la línea, comprendido entre el pódico de Gatica y la nueva ubicación del apoyo 2Bis por el trazado existente tiene una longitud total de 566 metros, e incluye el desmontaje de los actuales apoyos 1 y 2.

La línea discurre en apoyos de simple circuito en configuración en capa.

Las características básicas del nuevo trazado de la línea son:

Apoyos	de celosía, simple circuito, normalización REE serie 41
Conductores	Núm. circuitos = 1. Tres fases Dúplex AL/AW CARDINAL por circuito.
Cable de tierra	1 OPGW-TIPO1-17kA-15.3 y 1 7N7 AWG.
Aislamiento	Vidrio.
Cimentaciones	Zapatillas individuales de hormigón en masa.



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

Modelo	Altura	Nº Apoyos	Peso (kg)	Cimentación (m³)
41A4F	AC	1	24.553	52,72
41A4A	AC	1	24.302	52,72
41A4A	AD	1	27.813	52,72
		3	76.668	158,16

Tabla 1. Relación de apoyos

En la serie 41, la altura libre de los apoyos varía entre 21 y 54,9 metros, en función de la base se tiene la siguiente altura de apoyos:

SERIE 41

Recrecidos	Altura a la cruceta inferior desde el suelo	Altura total
AA	21	27,8
AB	26	32,8
AC	31	37,8
AD	36	42,8
AE	41	47,8
AF	46	52,8

La longitud de los vanos a tender varía entre un mínimo de 88 metros y un máximo de 293 metros, según la siguiente distribución:

Distribución del nº de vanos por su longitud	
< de 200m	2
de 200m a 400 m	2
de 400m a 600 m	0
> de 600m	0

Los apoyos del tramo de línea a desmontar tienen disposición de simple circuito en capa con dos cables de tierra. Cada fase está formada por dos conductores de Al-Ac CARDINAL de 547,3 mm² de sección y 30,42 mm de diámetro. Los cables de tierra son del tipo OPGW de 15,3 mm de diámetro y AC83 de 11,85 mm de diámetro.

El aislamiento de las fases de los apoyos de la línea existente está constituido por cadenas de amarre de vidrio templado, tipo caperuza y vástago.

Las cimentaciones a desmontar de los apoyos de la línea actual son del tipo de patas separadas.

La totalidad de los apoyos y pesos de la línea a desmontar se clasifica según las tablas siguientes:

RECuento DE PESO DE TORRES POR TIPO Y ALTURA

Tipo de apoyo	Nº Apoyos	Peso Apoyos(kg)
380K	1	18.806
380B	1	10.438
TOTAL	2	29.244

La longitud de los vanos a desmontar varía entre un mínimo de 59 metros y un máximo de 255 metros.

Distribución del nº de vanos por su longitud

< de 200m	1
de 200m a 400 m	2
de 400m a 600 m	0
> de 600m	0

2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

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

Actividad	Presupuesto (K€)	Jornadas - hombre Previstas	Plazo ejecución (meses)
Obra Civil	113	176	1
Armado e Izado	86	264	1
Tendido	52	550	1
Presupuesto adjudicado	251	Kilo€uros	
Volumen mano de obra	990	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 los apoyos y tendido de los cables 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 los apoyos, 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:

COORDENADAS
UTM ETRS 89

Nº de cruzamiento	Apoyo inicio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento / Organismo Propietario	p.k. del elemento cruzado / apoyos de la línea cruzada	Nº de alineación	Comunidad	Provincia	Municipio	X	Y
1.1-1	Pórtico GATICA	Camino	Camino del Ayuntamiento de Gatica	-	1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GATIKA	509806	4799785
2.1-1	1	Camino	Camino del Ayuntamiento de Gatica	-	2	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GATIKA	510099	4799838
3.1-1	2Bis	Río. Cruzamiento existente en actual vano 2-3	Río Atxurri de la Agencia Vasca del Agua URA	-	Existente	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MUNGIA	510352	4799558
3.1-2	2Bis	Línea Eléctrica. Cruzamiento existente en actual vano 2-3	Línea Eléctrica a 30 kV D/C de Iberdrola Distribución	TM.57 y TM.56	Existente	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MUNGIA	510359	4799555

2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Preparación de los trabajos

Conforme se establece en la normativa que regula la realización de trabajos en instalaciones eléctricas, se procederá a realizar el Descargo de la Línea y seguidamente a crear la Zona Protegida y la Zona de Trabajo.

Desmontaje de Conductores

Previo al desmontaje de conductores se colocarán protecciones en los cruzamientos antes de iniciar la manipulación de los conductores o cables de tierra.

En esta fase se desmontarán los conductores y cable de tierra. Para ello, se procederá de forma inversa al tendido, se soltarán los conductores de las cadenas, se pasarán por poleas y se retirarán con máquinas de tiro pasando un cable o cuerda piloto que se procederá a retirar a mano.

Desmontaje de los apoyos actuales

Una vez retirados los conductores y cable de tierra se procederá a desmontar cada apoyo por paneles o apoyo completo, con ayuda de grúas autopropulsadas.

Posteriormente se desmontarán por barras para clasificar en el suelo o se cortarán para chatarra. Si fuera necesario, se utilizarán herramientas de corte.

Obra civil

Consiste en la demolición de cimentaciones de los apoyos. Las cimentaciones serán demolidas hasta una profundidad aproximada de 1 m.

La demolición se realizará con medios mecánicos.

Posteriormente, se realizarán las cimentaciones para los nuevos apoyos.

La explanación del terreno donde se ubicarán las patas de los apoyos 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 cables colgando de sus cadenas de herrajes.

Posteriormente se procederá al regulado y engrapado y por último a la colocación de componentes en los cables.

Puesta en Servicio

En esta fase se procede a conectar eléctricamente la línea "Gatica-Azpeitia 400 kV".



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 consideran Riesgos Generales y como tales están presentes en cualquier actividad de construcción de líneas los de la siguiente relación no exhaustiva:

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 Mínima 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 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 envoltentes 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

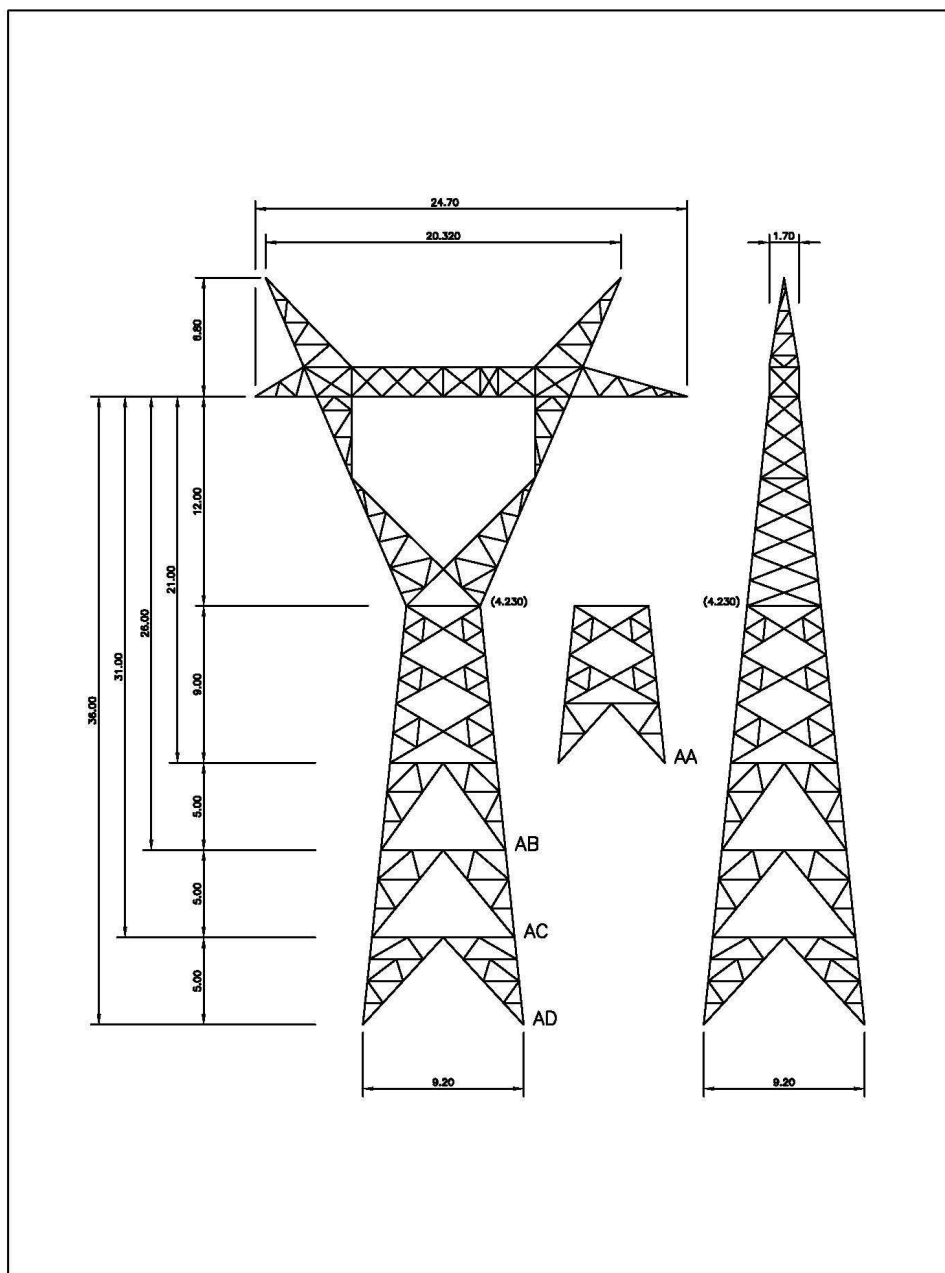
La ejecución de la obra queda igualmente condicionada por la normativa de RED ELÉCTRICA que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la obra.

- 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 mantenimiento manual y mecánica.
- IC003. Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros.

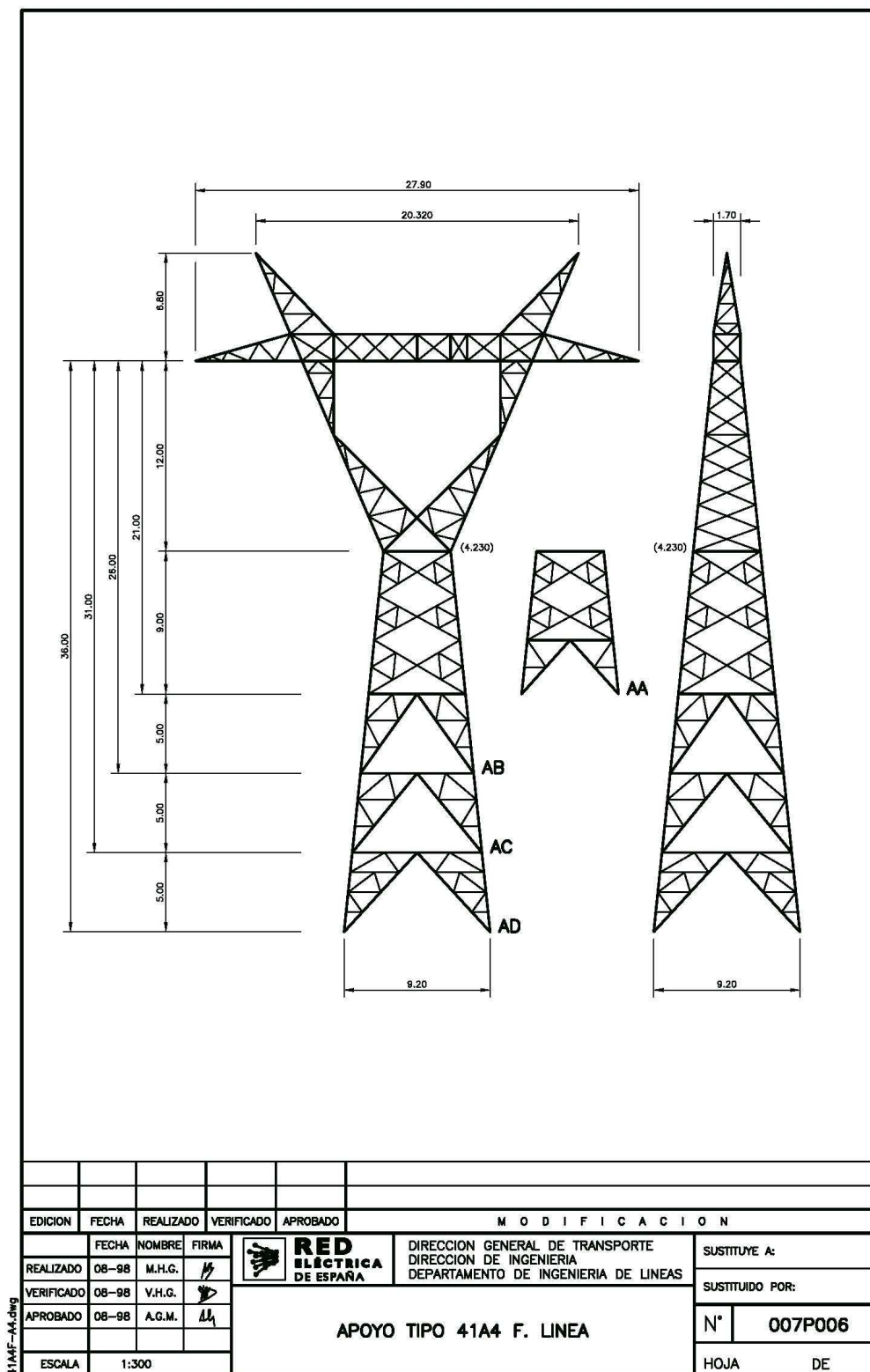


4 CROQUIS

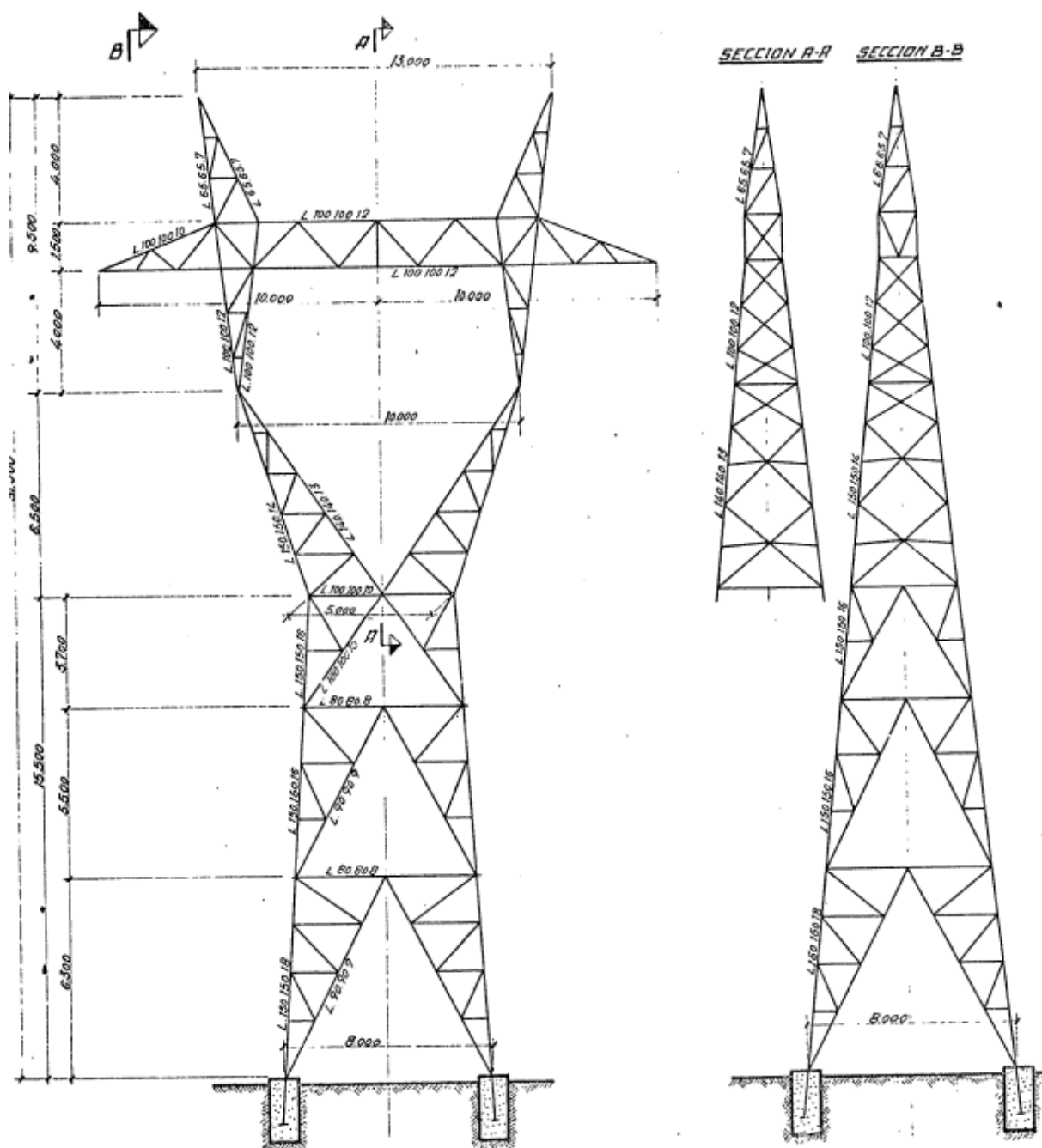
El esquema de los apoyos a utilizar en la línea aérea de transporte eléctrico objeto del presente anteproyecto, así como del tramo de línea a desmontar, son los siguientes:



EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION	
REALIZADO	08-98	M.H.G.	<i>[Signature]</i>		DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE LINEAS	SUSTITUYE A:
VERIFICADO	08-98	V.H.G.	<i>[Signature]</i>			SUSTITUIDO POR:
APROBADO	08-98	A.G.M.	<i>[Signature]</i>			Nº 007P005
ESCALA	1:300				APOYO TIPO 41A4 ANGULO	HOJA DE



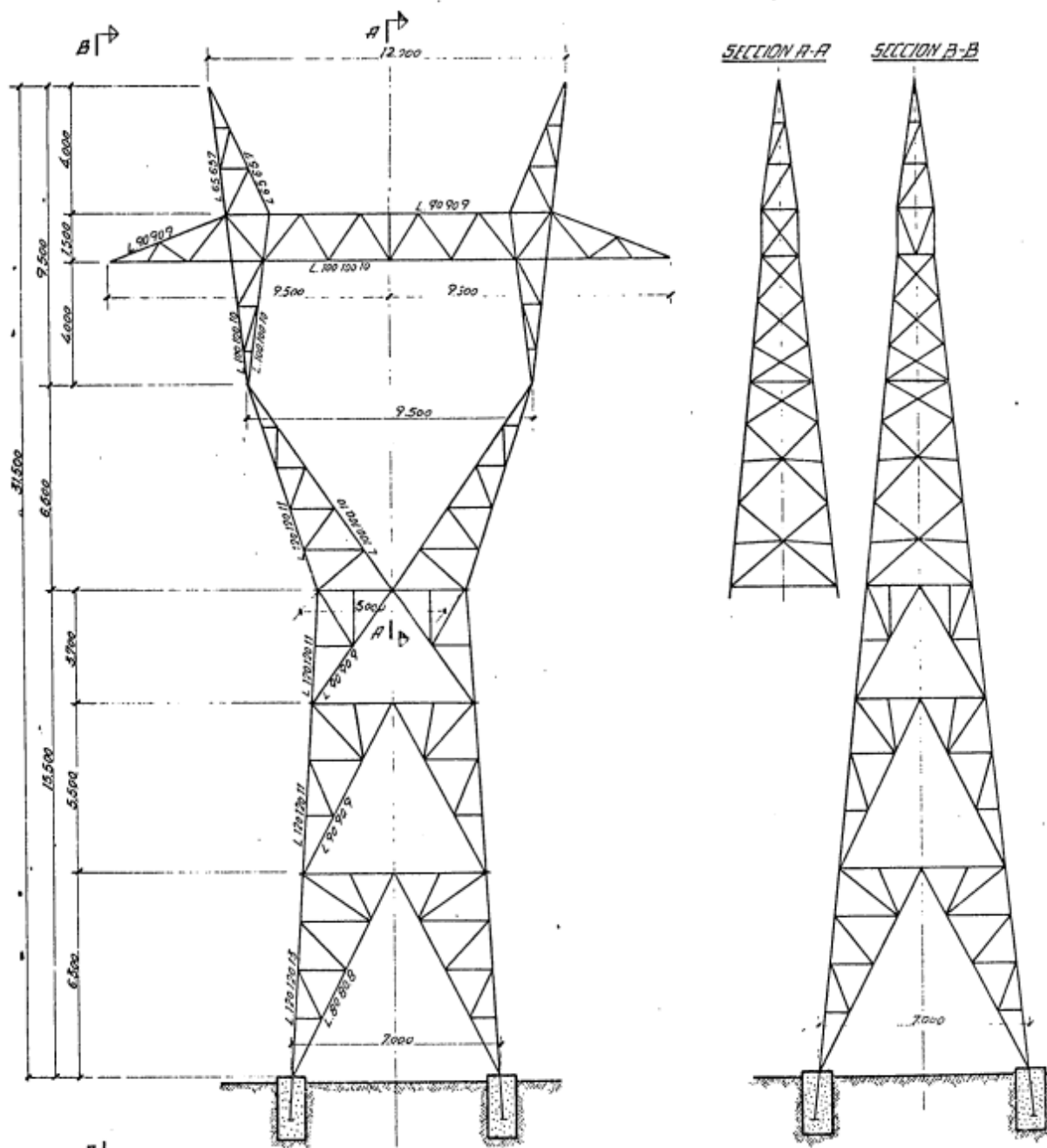
TORRE DE ANCLAJE Y ANGULO TIPO 380 K



Apoyo a desmontar tipo 380K



TORRE DE ANCLAJE Y ANGULO TIPO 380 b



Apoyo a desmontar tipo 380B

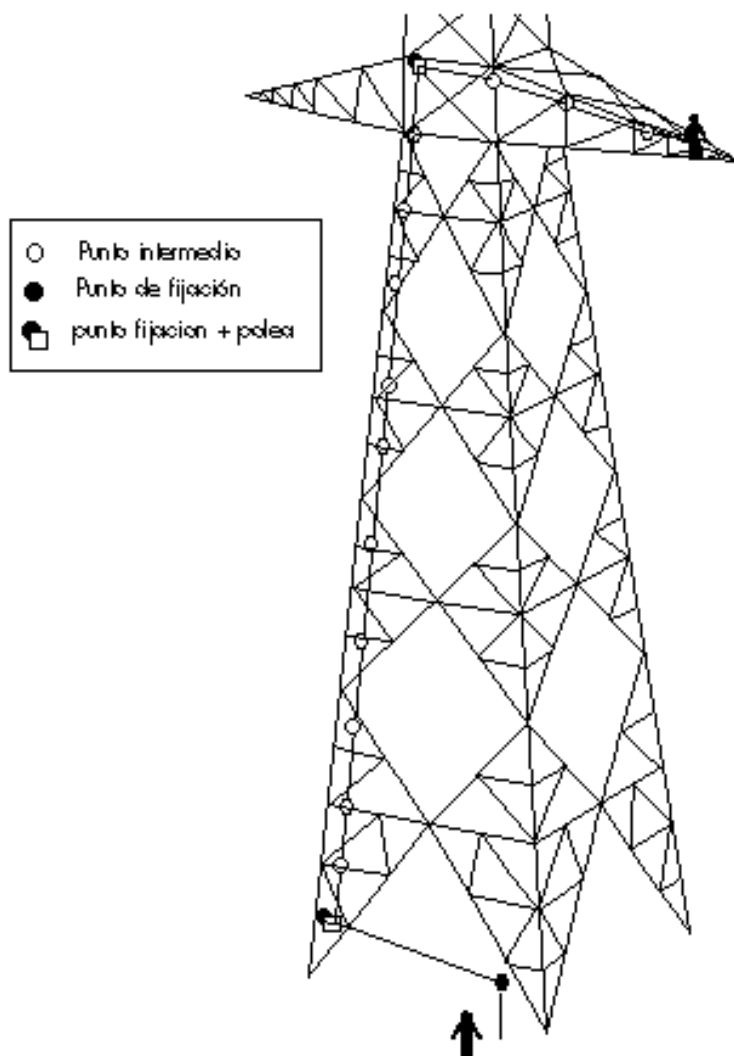


4.1 ESQUEMA UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA SEGURIDAD

Línea de seguridad simple.

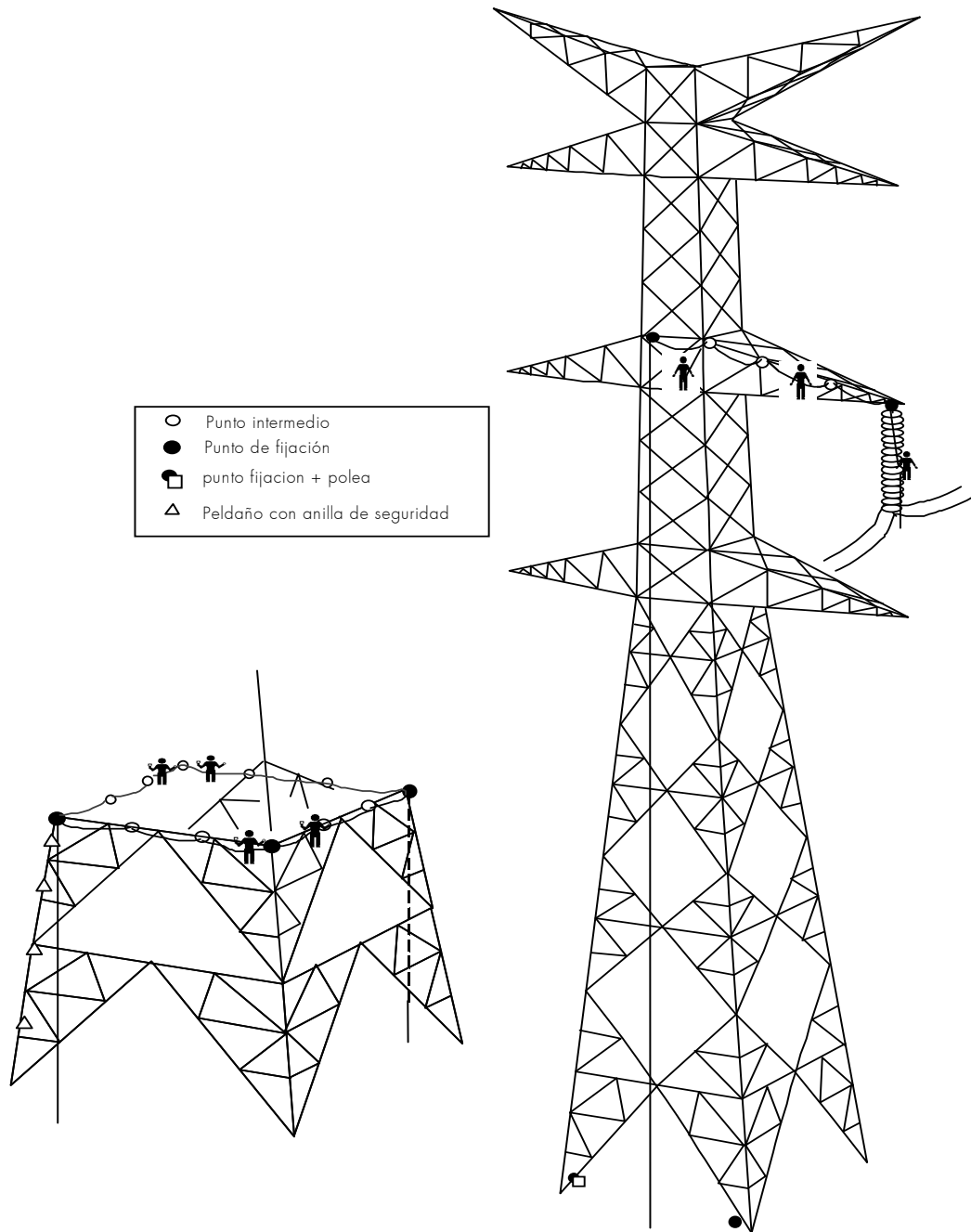
Se utiliza cuando la intervención en el apoyo, la realiza una sola persona. El operario progresa por la estructura, permanentemente asegurado por un segundo operario situado en la base del apoyo. Este tipo de línea de seguridad no requiere fijar la cuerda (fig. 1)

Fig. 1 Línea de Seguridad simple

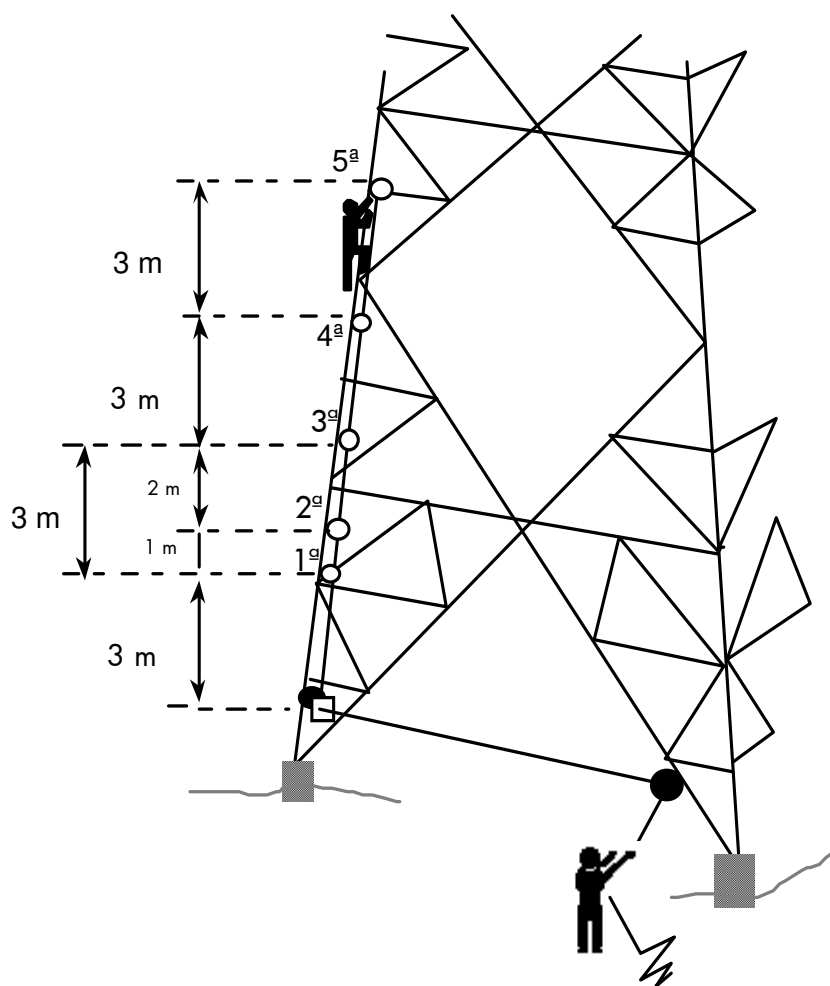
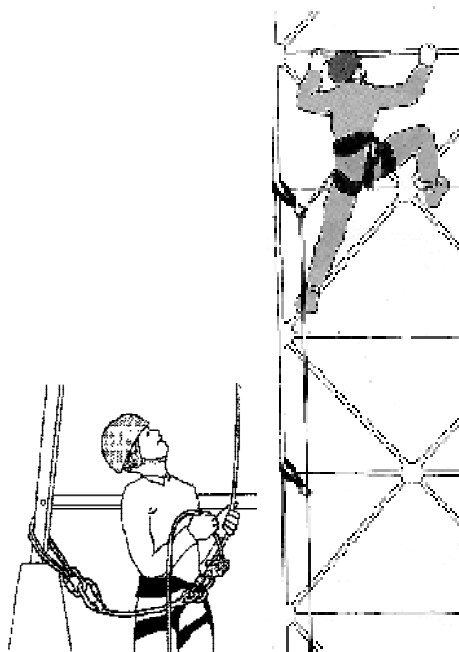


Línea de seguridad clásica

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

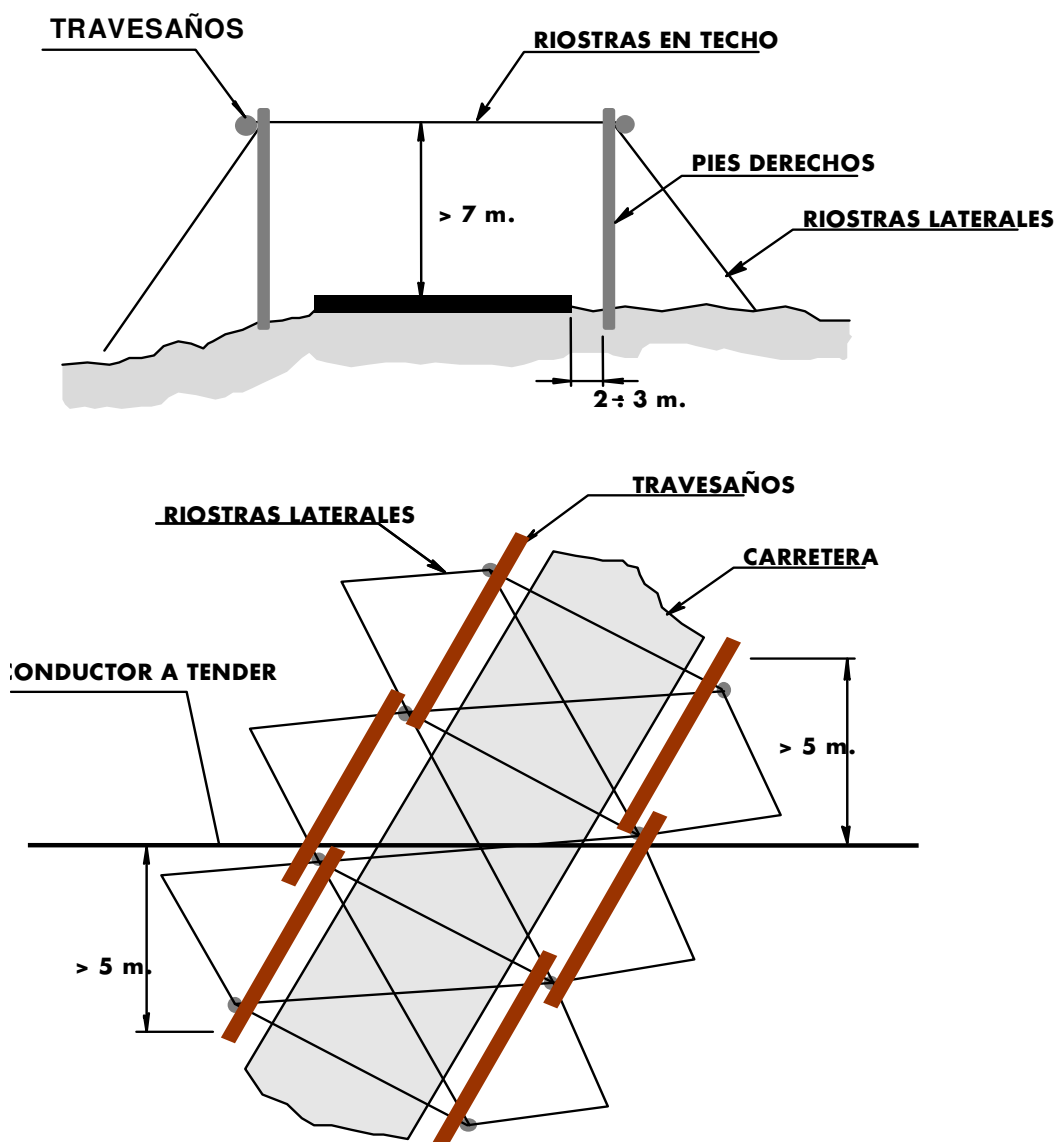
GESTOS GENERALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto: Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia delante.	
Fin de las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

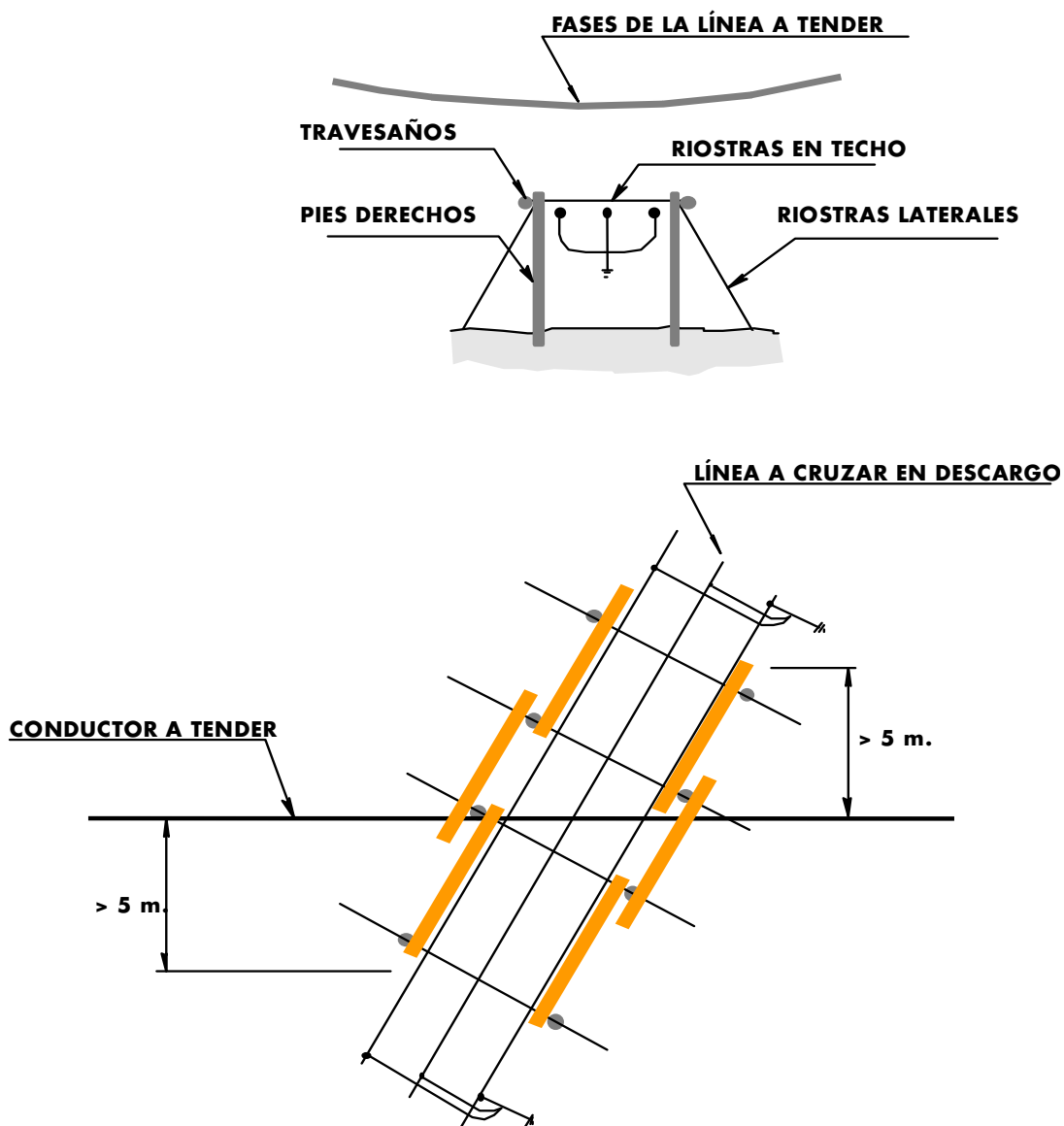
PELGRO		
Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos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

Desmontaje Obra Civil

Duración del trabajo: (meses)
Operarios previstos:
Operarios nuevos previstos:

1
5
0

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco de protección	1	1	5,1	5,1
2	Gafas antiimpactos.	2	2	4,8	9,6
3	Mascarilla autofiltrante desechable.	24	11	0,1	1,2
4	Protectores auditivos.	0,1	1	13,1	13,1
5	Guantes de trabajo.	12	6	4,4	26,3
6	Botas de seguridad Clase III	1,3	2	46,6	93,2
7	Botas de agua.	1	1	38,4	38,4
8	Ropa de trabajo	2	2	69,2	138,5
9	Trajes impermeables.	1	1	28,3	28,3
				Coste Parcial	353,7

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	0	30,6	-
			Coste Parcial	340,0

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades (horas)	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	20	34,0	680,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	680,0

Cotes Total Obra Civil (€) 1.685,4



Fase de trabajo:

Duración del trabajo (meses):

1

Total operarios previstos:

15

Desmontaje de apoyos

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	3	42,3	127
2	Gafas de protección antiimpactos	3	4	4,8	19,0
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	15	4,4	66,0
6	Botas de seguridad	2	3	46,6	140,0
7	Ropa de trabajo	1,25	2	69,2	138,0
8	Trajes impermeables	1	1	28,3	28,0
				Coste Parcial	754,0

Material de asignación colectiva		Dotación anual	Total unidades equivalentes	Precio Ud (€)	Coste total (€)
Nº de orden	Concepto				
1	Cuerdas dispositivo anticaída	3250	272	1,08	294
2	Botiquín primeros auxilios	5	1	18,0	26,0
3	Camilla evacuación accidentados	5	1	253,8	360,0
4	Extintores	5	1	30,8	44,0
				Coste Parcial	724,0

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud (€)	Coste total (€)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	30	34,0	1.020,0
2	Reconocimientos médicos	30	30,6	918,0
			Coste Parcial	1.938,0

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	30	34,0	1.020,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	1.020,0

Coste Total Desmontaje de Apoyos (€) 4.436,0

Fase de trabajo:

Duración del trabajo: (meses)

1

Total Operarios previstos:

25

Operarios nuevos previstos:

0

Desmontaje de conductores**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	4	42,3	169,2
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	1	146,1	146,1
3	Dispositivo anticaída deslizante y compl.	0,5	1	90,3	90,3
5	Guantes de montador	12	25	4,4	109,5
6	Botas de seguridad	2	4	46,6	186,3
7	Ropa de trabajo	1,25	3	69,2	207,7
8	Traje impermeable	2	4	28,3	113,3
Coste Parcial					1.022,5

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	313	27	1,1	29,2
2	Complementos para Línea de Seg.	12,5	2	28,8	57,5
3	Verificador de tensión	0,5	1	450,8	450,8
4	Equipo de p.a.t. + pértiga	3,125	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					739,7

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	50	34,0	1.700,0
2	Reconocimientos médicos	0	30,6	-
Coste Parcial				1.700,0

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (2 horas diarias)	30	34,0	1.020,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
Coste Parcial				1.020,0

Coste Total Desmontaje de Conductores (€) 4.482,2

Fase de trabajo:**Obra Civil Línea Aérea**

Duración del trabajo: (meses)

1

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	1	5,1	5,1
2	Gafas antiimpactos.	2	2	4,8	9,6
3	Mascarilla autofiltrante desechable.	24	11	0,1	1,2
4	Protectores auditivos.	0,1	1	13,1	13,1
5	Guantes de trabajo.	12	6	4,4	26,3
6	Botas de seguridad Clase III	1,3	2	46,6	93,2
7	Botas de agua.	1	1	38,4	38,4
8	Ropa de trabajo	2	2	69,2	138,5
9	Trajes impermeables.	1	1	28,3	28,3
				Coste Parcial	353,7

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)	20	34,0	680,0
2		Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
				Coste Parcial	680,0

Cotes Total Excavación y Hormigonado 1.777,2

Fase de trabajo:

Duración del trabajo (meses):

Armado e izado

1

Total operarios previstos:

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	2	42,3	85
2	Gafas de protección antiimpactos	3	3	4,8	14,0
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	12	4,4	53,0
6	Botas de seguridad	2	2	46,6	93,0
7	Ropa de trabajo	1,25	1	69,2	69,0
8	Trajes impermeables	1	1	28,3	28,0
				Coste Parcial	578,0

Material de asignación colectiva		Dotación anual	Total unidades equivalentes	Precio Ud (€)	Coste total (€)
Nº de orden	Concepto				
1	Cuerdas dispositivo anticaída	3250	272	1,08	294
2	Botiquín primeros auxilios	5	1	18,0	26,0
3	Camilla evacuación accidentados	5	1	253,8	360,0
4	Extintores	5	1	30,8	44,0
				Coste Parcial	724,0

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)	30	34,0	1.020,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	1.020,0

Coste Total Armado e Izado (€) 3.872,0

Fase de trabajo:

Duración del trabajo: (meses)

Total Operarios previstos:

Operarios nuevos previstos:

Tendido y Engrapado

1

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	4	42,3	169,2
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	1	146,1	146,1
3	Dispositivo anticaída deslizante y compl.	0,5	1	90,3	90,3
5	Guantes de montador	12	22	4,4	96,4
6	Botas de seguridad	2	4	46,6	186,3
7	Ropa de trabajo	1,25	2	69,2	138,5
8	Traje impermeable	2	4	28,3	113,3
				Coste Parcial	940,1

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	23	1,1	24,9
2	Complementos para Línea de Seg.	11	1	28,8	28,8
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	706,6

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)	30	34,0	1.020,0
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	0	34,0	-
			Coste Parcial	1.020,0

Coste Total Tendido 4.254,5

Resumen Presupuesto Desmontaje (€)

Nº Kms. Traza

0,566

	Desmontaje Obra Civil	Desmontaje de Apoyos	Desmontaje de conductores
Material de asignación personal	354	754	1.022
Material de asignación colectiva	312	724	740
Formación + Medicina preventiva	340	1.938	1.700
Control de la Seguridad	680	1.020	1.020
Total	1.685	4.436	4.482
Cantidad Total Presupuestada	10.604 €		

Coste por unidad	2.978 €	7.837 €	7.919 €
-------------------------	----------------	----------------	----------------

Resumen Presupuesto nueva línea (€)

Nº Kms. Traza

0,65

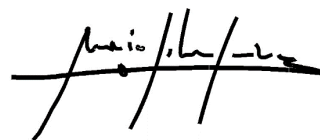
	Obra Civil Aéreo	Armado e Izado	Tendido y Engrapado
Material de asignación personal	354	578	940
Material de asignación colectiva	312	724	707
Formación + Medicina preventiva	432	1.550	1.588
Control de la Seguridad	680	1.020	1.020
Total	1.777	3.872	4.254
Cantidad Total Presupuestada	9.904 €		

Coste por km	2.734 €	5.957 €	6.545 €
---------------------	----------------	----------------	----------------

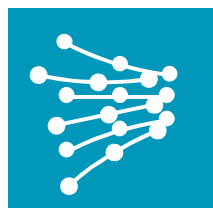
Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de: -- VEINTE MIL QUINIENTOS OCHO EUROS --.

Madrid, marzo de 2021

La Ingeniera Industrial



María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123/3353



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ANTEPROYECTO DE EJECUCIÓN
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE
TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 400 kV
SIMPLE CIRCUITO

GATICA - AZPEITIA

DOCUMENTO 6

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS



DOCUMENTO Nº 6

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1	DOCUMENTACIÓN GENERAL.....	3
2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS.....	4

1 DOCUMENTACIÓN GENERAL

La documentación a aplicar en la ejecución del presente anteproyecto 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

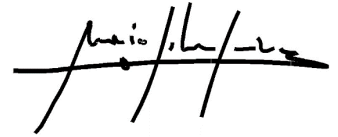
- ET037 – Protección contra la corrosión mediante el revestimiento por galvanizado en caliente.
- ET040 – Instalación de salvapájaros en líneas eléctricas.
- ET047 – Instalación de balizas en líneas eléctricas.
- ET048 – Mejora de resistencias de puestas a tierra en apoyos de líneas eléctricas.
- ET073 – 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 del sistema de puesta a tierra de apoyos de líneas eléctricas aéreas.
- ET110 – Armado e izado de apoyos de líneas eléctricas aéreas.



- ET111 – Tendido, tensado, regulado y engrapado de conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas.
- ET123 – Obra civil de apoyos de líneas eléctricas aéreas.

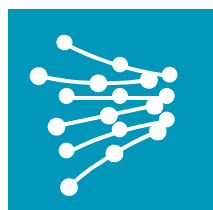
Madrid, marzo de 2021

La Ingeniera Industrial



María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123/3353





RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

ANTEPROYECTO DE EJECUCIÓN
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE
TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 400 kV
SIMPLE CIRCUITO

GATICA - AZPEITIA

DOCUMENTO 7

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS



DOCUMENTO Nº 7

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	4
3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS.....	5
3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN.....	5
3.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO/DEMOLICIÓN.....	7
4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA.....	8
4.1 SEGREGACIÓN	8
4.2 ALMACENAMIENTO	9
5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS	11
5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	11
5.2 RESIDUOS PELIGROSOS	12
6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN	14



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 Anteproyecto 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.
- ✓ Desmontaje de conductores y elementos auxiliares (herrajes, balizas, salvapájaros, etc...).
- ✓ Desmontaje de apoyos.
- ✓ Picado de cimentaciones y retirada de puesta a tierra.
- ✓ Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones.
- ✓ 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 (desenfofrante, 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.



3.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO/DEMOLICIÓN

- Llevar a cabo un estudio y definir e identificar qué elementos son susceptibles de ser reutilizados.
- Llevar a cabo el desmontaje /demolición de forma gradual y selectiva.
- Desmontaje de los elementos reutilizables/reciclables en primer lugar, siempre que no tengan función de soporte.
- Desmontaje o derribo con técnicas y métodos que faciliten la selección in situ de los materiales, para facilitar un posterior reciclaje.

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 180/2015 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 los cuadros que se muestran a continuación se incluye una estimación de las cantidades previstas de residuos a generar y los costes asociados a su gestión, tanto en la fase de desmontaje de la línea existente como en la fase de construcción de la nueva línea. 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.

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS Y DE LOS COSTES DE GESTIÓN DE NUEVA LÍNEA

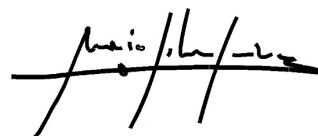
Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Unidades	Costes estimados de gestión (€)
Excedentes de excavación	170504	185,05	m³	740,19
Restos de hormigón	170101	0,83	m³	7,47
Escombros	170107	0,00	m³	0,00
Mezcla bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	170301/170302/17030	0,00	m³	0,00
Papel y cartón	200101	1,30	kg	0,01
Maderas	170201	13,00	kg	0,20
Plásticos (envases y embalajes)	170203	22,75	kg	0,36
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	65,00	kg	0,20
Restos asimilables a urbanos	200301	58,34	kg	0,09
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos(Si segregan)	150102/150104/150105/150106	87,52	kg	0,13
Trapos impregnados	150202*	0,03	kg	0,04
Tierras contaminadas	170503*	30,00	m³	450,00
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	0,98	kg	1,17
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	97,50	kg	1,46
Total			€	1.201,31

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS Y DE LOS COSTES DE GESTIÓN PARA EL DESMONTAJE DE LÍNEA EXISTENTE

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Unidades	Costes estimados de gestión (€)
Restos de hormigón	170101	8,00	m ³	72,00
Vidrio - aisladores	170202	2.484,00	kg	12,42
Papel y cartón	200101	1,13	kg	0,01
Maderas	170201	11,32	kg	0,17
Plásticos (envases y embalajes)	170203	19,81	kg	0,32
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	29.244,00	kg	87,73
Restos asimilables a urbanos	200301	17,16	kg	0,03
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102/150104/150105/150106	25,74	kg	0,04
Trapos impregnados	150202*	0,03	kg	0,03
Tierras contaminadas	170503*	0,01	m ³	0,18
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	0,85	kg	1,02
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	0,00	kg	0,00
Total				173,94

Madrid, marzo de 2021

La Ingeniera Industrial



María Soler Soneira
Colegiada ICAI nº 4123/3353

