

PROYECTO DE SOTERRAMIENTO DE VANO EN LINEA AEREA DE 66 KV PROPIEDAD DEL CANAL DE ISABEL II EN PEDREZUELA (MADRID)

Propiedad: CANAL DE ISABEL II, SA
C/ SANTA ENGRACIA Nº 125
28003 MADRID
C.I.F.- A-86488087.

Situación : C/ PRADO CONCEJO,
C/ ACEBEDA Y CAMINO DE LA
HUERTA
28723 PEDREZUELA (MADRID)

Técnico Autor del Proyecto:
Pedro Ruiz Fuente

Nº Colegiado: 9.060 de C.O.I.T.I. Madrid

Fecha: Diciembre de 2018

RUIZ FUENTE
PEDRO LUIS
50671024T

Firmado digitalmente por RUIZ
FUENTE PEDRO LUIS - 50671024T
Nombre de certificado DN:
c=ES,
serialNumber=DGES 50671024T,
givenName= PEDRO LUIS, sn=RUIZ
FUENTE, cn=RUIZ FUENTE PEDRO
LUIS - 50671024T
Fecha: 2018.12.17 10:12:51 +0100'

MEMORIA

- 1.- Antecedentes.
- 2.- Objeto del Proyecto.
- 3.- Propiedad de las instalaciones.
- 4.- Descripción de los trabajos.
- 5.- Plazo de ejecución y garantía.
- 6.- Presupuesto.
- 7.- Cálculos eléctricos y mecánicos.
- 8.- Conclusión.

TABLA DE TENDIDO

CONDICIONES DE EJECUCION

PLIEGO DE CONDICIONES

- 1.- Condiciones generales.
 - 1.1.- Objeto
 - 1.2.- Disposiciones aplicables
- 2.- Descripción de las obras
 - 2.1.- Descripción
 - 2.2.- Materiales
 - 2.3.- Ensayos
- 3.- Normativa de ejecución
 - 3.1.- Contradicciones y emisiones
 - 3.2.- Obligaciones
 - 3.3.- Inspecciones
 - 3.4.- Subcontratista

PRESUPUESTO

- 1.- Presupuestos parciales
 - 1.1.- Línea aérea de media tensión
 - 1.2.- Línea subterránea de media tensión
- 2.- Presupuesto general

PLANOS

- 1.- Plano de situación
- 2.- Plano Emplazamiento
- 3.- Plano Línea aérea y línea subterránea
- 4.- Plano planta y perfil línea aérea estado actual
- 5.- Plano planta y perfil línea aérea estado final
- 6.- Plano secciones y tipo canalizaciones
- 7.- Plano apoyo final de línea (Cabeza)
- 8.- Plano Apoyo final de línea.

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 1.- Objeto
- 2.- Establecimiento de un Plan de Seguridad y Salud
- 3.- Descripción de la obra
- 4.- Situación
- 5.- Presupuesto
- 6.- Plazo de ejecución
- 7.- Personal previsto
- 8.- Actividades de la obra con identificación de riesgos laborales
- 9.- Medios técnicos previstos e identificación de riesgos laborales
- 10.- Medidas de prevención de riesgos laborales
- 11.- Normas Básicas de Seguridad y Salud aplicables
- 12.- Participación de los trabajadores.
- 13.- Libro de incidencias

MEMORIA

1.- ANTECEDENTES

El Excmo. Ayuntamiento de Pedrezuela propone el soterramiento de un tramo de Línea de 66 KV que discurre que discurre por el Término Municipal de Pedrezuela.

La línea aérea de alta tensión de 66 KV actual propiedad del Canal de Isabel II, y que proveniente de la Subestación de Fuencarral de la compañía Iberdrola Distribución Eléctrica SAU llega la Subestación de Torrelaguna del CYII, construida con conductores de Al-AC tipo LA-180 y con aislamiento a 66 KV

El vano a soterrar vuela por las calles Prado del Concejo, Acebeda y Camino de la Huerta y el citado tramo está comprendido entre los apoyos 126 y 125 que se encuentran en alineación recta.

2.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto de "SOTERRAMIENTO DE VANO DE LINEA AEREA DE 66 KV PROPIEDAD DEL CANAL DE ISABEL II EN PEDREZUELA (Madrid)" es la descripción y justificación técnico-económica de las obras necesarias para la realización del paso a subterráneo del vano de la Línea Aérea entre los apoyos 126 y 125 de la numeración del CYII, con el fin de reducir el impacto ambiental y los posibles efectos de campos electromagnéticos.

3.- PROPIEDAD DE LAS INSTALACIONES

La propiedad de las instalaciones afectadas por las obras, es el Canal de Isabel II, con domicilio social en la calle Santa Engracia nº 15 de Madrid.

El presente proyecto se redacta a petición del Ayuntamiento de Pedrezuela, con los siguientes datos fiscales:

SOCIEDAD PROPIETARIA:	Ayuntamiento de Pedrezuela.
CIF.:	P-28108001
DIRECCION:	Plaza de la Constitución nº 1
C.POSTAL – MUNICIPIO:	28723 Pedrezuela
Provincia:	Madrid

Para legalizar la Línea Subterránea de Media Tensión del Canal de Isabel II

4.- DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS

A una distancia, aproximada de 246 m. del apoyo 126 de la línea aérea actual, y mantenimiento recta, se colocará un nuevo apoyo metálico de celosía del tipo HALCON 9.000-7T-SH2C, (apoyo 125) con una altura de 32 m. (altura útil 28,8 m.) que hará de apoyo de fin de línea con un armado al tresbolillo del tipo "S" de la denominación del fabricante y con cadenas de amarre adecuadas a la tensión de 66 KV.

En dicho apoyo se instalarán pararrayos autovalvulares para la tensión nominal de la línea, así como las correspondientes botellas terminales de exterior para conductores RHZ1 de sección 1x240 mm² y tensión nominal 33/66 KV

Desde estas botellas partirán cuatro conductores unipolares (de los cuales uno corresponde a la posición de reserva y quedará desconectado y puesto a tierra) con

su correspondiente protección.

Al pie del apoyo 125 se instalará una arqueta de dimensiones normalizadas por el CYII y desde esta y hasta el apoyo 126 que se elimina, discurriendo por vía pública (con autorizaciones de paso concedida por el Ayuntamiento de Pedrezuela), se realizará una canalización entubada de unos 420 m de longitud, de dimensiones de 1,30 m x 0,70 m y un tubo de PVC coarrugado de interior liso de 300 mm. de Ø (por el que se introducirán a los cuatro conductores), rellenando el resto de la canalización con hormigón del tipo HM 15/P/40/1.

Dicha canalización estará dotada de arquetas de registro cada 40 m., aproximadamente, realizadas en fábrica de ladrillo de 1 pie de espesor, enfoscadas y bruñidas interiormente, de dimensiones interiores de 1,20 m x 1,20 m x 1,35 m, con tapa registrable resistente al tráfico o en su caso por aceras y con tapa de fundición para el paso de hombre con la inscripción "Cables de Alta Tensión-Canal de Isabel II.

Cuando se trate de arquetas de registro situadas en un cambio de dirección, se dejará una cala de tiro de dimensiones de 2,5 m x 2,5 m en la cual una vez finalizado el tendido de los cables se construirá una arqueta de las mismas características que las de alineación recta, protegiéndose el tramo de cables que queda sin entubar mediante un tubo abierto longitudinalmente que permita la entrada de los cables y cubriendo con hormigón como el resto de la canalización.

Se han previsto 9 arquetas de alineación y 5 de cambio de dirección.

El apoyo 125 de la línea actual, será sustituido por el apoyo de amarre indicado anteriormente, sustituyendo al actual apoyo 125 en alineación., este nuevo apoyo 125, como apoyo de inicio de línea aérea se encuentra a una distancia de 241 m.

Se ha previsto desmontar el apoyo 126, desplazado los conductores hasta el punto de conexión mediante empalmes normalizados, cala de conexión de los correspondientes empalmes, para dar continuidad al trazado subterráneo actual, la dimensión de la cala de tiro será de 5,00 m x 1,00 m.

Se prevé el corte de los apoyos metálicos 126 y 125 para su traslado al vertedero oficial.

En el nuevo apoyo a instalar (125), al estar en zona de urbanización frecuentada por las personas, se dispondrá de una acera perimetral equipotencial de 1 m. de lado alrededor del apoyo, en la que se hormigonará un mallazo de varillas de hierro unido a las cuatro picas de tierra (18x2000) con conexiones mediante soldadura aluminotérmica que a su vez se conectará a la estructura metálica del apoyo.

5.- PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA

El plazo de ejecución de las obras será de TRES (3) MESES, y el plazo de garantía se fija en un (1) AÑO a partir de la recepción de las mismas.

Durante el plazo, el adjudicatario queda obligado a la conservación de las obras y a realizar cuantos trabajos sean necesarios para mantenerlas en perfecto estado y a su costa.

El inicio de los trabajos queda supeditado a la explotación y será señalado al adjudicatario por el responsable de la División de Líneas de Alta Tensión del CYII.

Si durante la ejecución de los trabajos estos tuvieran que ser interrumpidos por necesidades del Canal, el adjudicatario estará obligado a interrumpirlos a las 24 horas de recibir el aviso, sin que pueda por ello formular reclamación alguna.

6.- PRESUPUESTO

De la aplicación de la valoración efectuada se obtiene un Presupuesto de Ejecución Material de 265.260 € que al incrementarse con el 13% de Gastos Generales y el 6% de Beneficio industrial se transforma en un presupuesto de 315,658,80 €, con lo que al aplicarse el 21% de I.V.A. da un presupuesto de 381.947,15 €.

7.- CALCULOS ELECTRICOS Y MECANICOS

7.1.- CALCULOS ELECTRICOS

7.1.1.- CONDUCTORES AEREOS

Calculo por caída de tensión

El vano a soterrar tiene una longitud en planta de 241 m y por tanto la longitud del cable a sustituir será aproximadamente de 246 m.

El tipo de conductor instalado en la actualidad es el LA-180 cuyas características básicas son las siguientes:

- Designación del conductor	LA-180
- Sección de aluminio, mm ²	147,3
- Sección total, mm ²	181,6
- Equivalencia en cobre, mm ²	93
- Composición (número de hilos)	30+7
- Diámetro de los hilos, mm	2,5
- Diámetro aparente, mm	17,5
- Carga mínima de rotura, daN	6.390
- Módulo de elasticidad, daN/mm ²	8.000
- Coeficiente de dilatación lineal, °C-1	1,78E-05
- Masa aproximada, Kg/Km	676
- Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/Km	0,1962
- Densidad de corriente, A/mm ²	2,30

El cable de tierra es el tipo T-50, cuyas características generales son:

- Diámetro total en mm	9
- Sección en mm ²	49,5
- Numero de hilos	7
- Diámetro de los hilos	3
- Carga mínima de rotura en Kg	6.250

La disposición de los conductores en los apoyos se corresponde al armado SH2C, cuyas dimensiones se indican en los planos adjuntos.

Densidad máxima de corriente admisible

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce de la tabla del art. 22 del R.L.A.T.

Para el conductor LA-180 la densidad de corriente es:

$$\sigma = 2,30 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto la intensidad máxima en amperios es:

$$I_{\text{máx}} = \sigma \times S \text{ A.}$$

Aplicando valores obtendremos:

$$I_{\text{máx}} = 2,30 \times 181,6 = 417,68 \text{ A.}$$

Reactancia aparente

La reactancia kilométrica de la línea, se calcula empleando la siguiente formula:

$$X = 2 \times \pi \times f \times L \text{ } \Omega/\text{km}$$

Como el coeficiente de autoinducción L, viene determinado por la expresión:

$$L = (0,5 + 4,605 \times \log \frac{D}{r}) \times 10^{-4} \text{ } \Omega/\text{km}$$

Sustituyendo el valor del coeficiente de autoinducción L, en la expresión de la reactancia X llegamos a la expresión final:

$$X = 2 \times \pi \times f \times (0,5 + 4,605 \times \log \frac{D}{r}) \times 10^{-4} \text{ } \Omega/\text{km}$$

Donde:

X = Reactancia aparente en ohmios por kilometro

f = frecuencia de la red en hercios = 50 Hz

D = Separación media geométrica entre conductores en mm

r = Radio del conductor en mm.

De acuerdo con la disposición de las crucetas, la distancia entre conductores para el cálculo del coeficiente de autoinducción de la línea es:

$$D = \sqrt[3]{d_{1-2} \cdot d_{1-3} \cdot d_{2-3}} \text{ } m.$$

Donde:

d_{1-2} = distancia entre cadena de cruceta 1 a cadena cruceta 2

d_{1-3} = distancia entre cadena de cruceta 1 a cadena cruceta 3

d_{2-3} = distancia entre cadena de cruceta 2 a cadena cruceta 3

Y aplicando valores tendremos:

$$D = \sqrt[3]{4,47 \cdot 3,99 \cdot 4,83} = 4.416m.$$

El coeficiente de autoinducción será:

$$L = (0,5 + 4,605 \times \log 4.416/8,75) \times 10^{-4} = 12,41 \times 10^{-4} \Omega/km$$

La reactancia de la línea es entonces:

$$X = 2 * 3,1416 * 50 * (12,41 * 10^{-4}) = 0,3898 \Omega/km$$

La impedancia de la línea aérea viene dada por la expresión:

$$Z = \sqrt{X^2 + R^2} \Omega/km$$

Donde:

X = Reactancia máxima en Ω/Km

R = Resistencia máxima en Ω/Km

Y aplicando los valores obtenemos:

$$Z = \sqrt{(0,3898)^2 + (0,197)^2} = 0,4368 \Omega/km$$

Potencia a transportar

Al variarse tan solo la naturaleza de la instalación y no la potencia que transporta, no es necesario calcular este apartado.

No obstante el procedimiento de cálculo sería el que se reseña a continuación.

La potencia que puede transportar la línea, por circuito, está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión. Que no deberá exceder del 5%

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{m\acute{a}x} = 3 \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos\phi \text{ Kw}$$

Como:

$$I_{m\acute{a}x} = 417,68 \text{ A}$$

Tendremos que para un factor de potencia $\cos\phi = 0.90$ la potencia máxima que puede transportar la línea, por circuito, en función de la tensión nominal será:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} * U * I_{m\acute{a}x} * \cos\phi \text{ Kw}$$

Aplicando valores:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} * 66 * 417,68 * 0,90 = 42.921,63 \text{ Kw}$$

Cálculo mecánico

El cálculo mecánico de los conductores se realiza teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- a) Que el Coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión en los conductores.
- b) Que la tensión de trabajo de los conductores a 15 °C sin sobrecarga, no exceda del valor recomendado del 15% de la carga de rotura EDS (tensión de cada día, Every Day Stress), en nuestro caso adoptamos un valor máximo del 14%.
- c) Cumpliendo con las condiciones anteriores se contempla una tercera, que consiste en ajustar los tenses máximos a valores inferiores y próximos a los esfuerzos nominales de apoyos normalizados.

Al establecer la condición a) se puede prescindir de la consideración del 4ª hipótesis en cálculo de los apoyos en alineación y de ángulo, ya que en ningún caso las línea que se proyectan deberán tener apoyos de anclaje distanciados a más de 3 Km.

Al establecer la condición b) se tiene en cuenta el tense límite dinámico del conductor bajo el punto de vista del fenómeno vibratorio eólico del mismo.

La hipótesis de sobrecarga para el cálculo de la tensión máxima que debe considerarse, son las definidas por R.L.A.T en su artículo 27 apartado 1.

Así mismo se calculan las flechas máximas en las hipótesis indicadas en el apartado 3 del mismo artículo.

El siguiente cuadro resume estas hipótesis:

Condición	ZONA - A		ZONA - B		ZONA - C	
	Temperatura	Sobrecarga	Temperatura	Sobrecarga	Temperatura	Sobrecarga
Máxima tensión	-5 °C	Viento de 50 kg./m ²	-15 °C	Hielo, 180\vd g/m	-20 °C	Hielo, 360\vd g/m
			0 °C	Hielo, 180\vd g/m	0 °C	Hielo, 360\vd g/m
Máxima Flecha	15 °C	Viento de 50 kg./m ²	15 °C	Viento de 50 kg./m ²	15 °C	Viento de 50 kg./m ²
	50 °C	Ninguna	50 °C	Ninguna	50 °C	Ninguna

Tablas de tendido

Al final de la memoria se incluyen las tablas de tendido correspondientes a otros tantos estados de tendidos diferentes, las cuales permitirán al proyectistas elegir en cada caso el tense más adecuado.

Las tres primeras corresponden, respectivamente, a las tres distintas zonas de altitud A, B, C, definidas en el R.L.A.T.

En ellas se trata de aprovechar al máximo las características de resistencia mecánica en los conductores, teniendo en cuenta las dos condiciones indicadas en el apartado anterior.

7.2.- CONDUCTORES SUBTERRANEOS

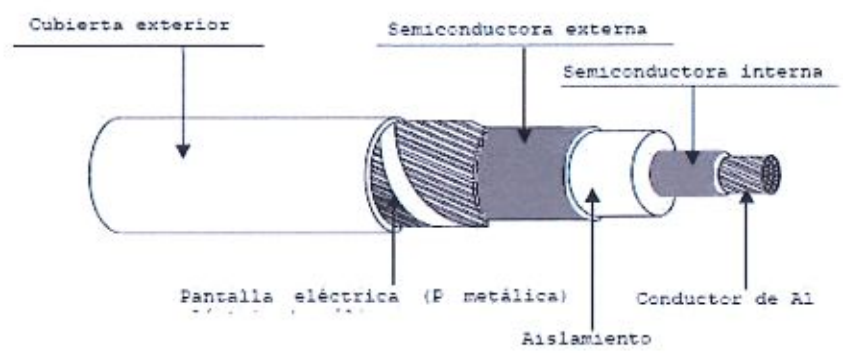
Cálculo por caída de tensión:

El cable aislado a emplear en el tramo a soterrar, que tiene una longitud aproximada de 420 m, tiene las siguientes características:

- Tipo de conductor RHZ1
- Cable 3 unipolares
- Tensión nominal 36/66 KV
- Sección conductor 240 mm²
- Diámetro aparente 48,3 mm
- Peso del conductor 2.395 Kg/Km
- Radio de giro del conductor 725 mm
- Naturaleza del conductor Aluminio semirígido
- Aislamiento del conductor Clase 2
- Aislamiento del conductor R Polietileno Reticulado (XLPE) 90 °C
- Cubierta del conductor Z1 Poliolefina libre de Halógenos 70 °C
- Pantalla Corona de hilos de cobre
- Sección de pantalla 25 mm²
- Tipo de instalación Entibada
- Profundidad 1,20 m
- Reactancia a 50 HZ 0,1252 Ω/Km
- Resistencia máxima en c.a Y a 90 °C 0,1612 Ω/Km

- Intensidad máxima admisible
- Normas constructivas

435 A
IEC 60502 – 2UNE – EN
50267IEC 60754



La impedancia de la línea subterránea viene dada por la expresión:

$$Z = \sqrt{X^2 + R^2} \Omega/\text{km}$$

Donde:

- X = Reactancia máxima Ω/Km
- R = resistencia máxima Ω/Km

Y aplicando valores obtenemos:

$$Z = \sqrt{(0,1252)^2 + (0,1612)^2} = 0,203 \Omega/\text{km}$$

Aplicando los parámetros unitarios de resistencia y reactancia obtenidos por Km de línea, al tramo que nos ocupa, tendremos:

- Impedancia del tramo de línea aérea:
0,4368 Ω/Km * 0,241 Km = 0,1053 Ω

- Impedancia del tramo de línea subterránea:
0,203 Ω/Km * 0,420 Km = 0,085 Ω

Al ser menor la impedancia de la línea subterránea que la de la línea aérea, la caída de tensión que se produzca al realizarse el soterramiento será menor en igualdad de condiciones de intensidad y factor de potencia.

Cálculo por Intensidad Máxima:

La intensidad máxima que admite el conductor RHZ1 de 1x240 mm² proyectado según el fabricante es de 435 A., y de acuerdo con el tipo de instalación proyectada, que es bajo tubo, tomaremos un coeficiente reductor de 0,8 siendo por tanto la intensidad máxima a soportar de:

$$435 \times 0,8 = 348 \text{ A.}$$

La intensidad máxima admisible del conductor de la Línea Aérea, que es del tipo LA-180, de acuerdo con el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión será, según el artículo 22 del citado reglamento, la densidad de corriente para el cable de aluminio-acero LA-180 por el coeficiente de reducción correspondiente:

$$\delta = 2,30 \times 0,902 = 2,075 \text{ A/ mm}^2$$

Y la intensidad máxima en régimen permanente que puede soportar este conductor será:

$$I_{\max} = 2,075 \times 181,6 = 376,82 \text{ A.}$$

En conclusión y como queda demostrado la I_{\max} de cable aislado es superior a la del cable aéreo.

Teniendo en cuenta que la línea aérea, de la cual se va a soterrar un tramo, se construyó para el transporte de una potencia de 10.000 Kw, y considerando un factor de potencia de 0,8 nos da una intensidad máxima de circulación por los citados cables de 109,47 A., valor muy inferior al máximo que pueden soportar los cables anteriormente citados.

Cálculo del aislamiento de línea:

Según el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión será, según el artículo 24 (Decreto 3151/1968), para una línea de 2ª Categoría con tensión más elevada de 72,5 KV, los niveles de aislamiento mínimos deben de ser:

- La tensión de ensayo al choque debe de ser de 325 KV cresta
- La tensión de ensayo a frecuencia industrial de 140 KV Eficaces

Si elegimos el aislador E-70-127 y formamos la cadena con cinco elementos, tenemos:

- Tensión soportada al impulso tipo rayo de 380 V.
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia a 165 KV.

Valores superiores a los exigidos por el Reglamento.

No obstante y por tratarse de cadenas de amarre aumentaremos los elementos de la cadena objeto de este proyecto a 6 elementos.

7.3.- CALCULO MECANICO DEL APOYO

Características generales:

Se ha elegido un apoyo tipo Halcón C-9000-7T-SH2C, fabricado por IMDEXSA.

Este tipo de apoyos destacan porque se consigue unos esfuerzos útiles y torsión considerable junto con unas dimensiones de base reducidas, con cimentación única, lo que hace adecuada para aquellas líneas con problemas de ocupación de terrenos, en los no se podrían colocar con cimentación independiente por cada pata.

Están construidas con perfiles de acero galvanizado y son totalmente atornillables, suministrándose por conjuntos completos en un paquete compacto.

Para poder realizar el montaje, todas las piezas van grabadas con una marca de identificación.

La sección del apoyo es cuadrada y la celosía de las caras es simple e igual para las cuatro.

El ancho de la cabeza es de 1 m., y la base como se ha indicado, es reducida, por lo que se puede realizar cimentaciones monobloque.

En los cuadros siguientes se indican las dimensiones las dimensiones que normalmente se pueden conseguir con estos apoyos, tanto en alturas como en longitudes de crucetas y separación vertical entre crucetas.

Las crucetas son intercambiables por lo que se puede realizar combinación que en un momento dado sean necesarias.

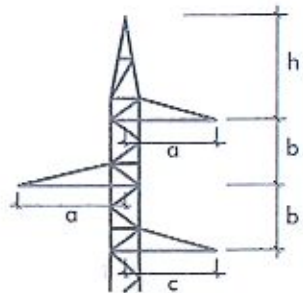
Esfuerzo del apoyo:

Los esfuerzos que pueden soportar estas torres en el centro de la cabeza correspondiente al armado 51 ó NI (2 m. por encima de la cruceta inferior), son los indicados en la tabla siguiente, donde:

- **Esfuerzo útil:** Es el esfuerzo máximo horizontal que puede soportar el apoyo 2 metros por encima de la cruceta inferior, con viento de 120 Km/h de velocidad.
- **Hielo:** Es el esfuerzo máximo horizontal que puede soportar el apoyo a 2 metros por encima de la cruceta inferior sin viento.
- **Torsión:** Es el esfuerzo máximo por rotura de conductor aplicado a un brazo de 2 metros de longitud.
- **Desequilibrio:** Es el esfuerzo horizontal sin viento, aplicado a 2 metros por encima de la cruceta inferior.

	COEFICIENTE SEGURIDAD	TIPO 9.000
ESFUERZO ÚTIL	1,5	9.350
HIELO	1,5	9.650
DESEQUILIBRIO	1,2	12.000
TORSIÓN	1,2	3.300
Carga Vertical Simultanea	3.000	

Las dimensiones del armado elegido son:



ARMADO	DIMENSIONES				PESO (Kg)
	a	b	c	h	
SH2C	2,0	2,0	2,4	3,4	596

El armado es capaz de soportar el apoyo con relación al suelo (sin contar empotramiento) es:

$$9.350 \times 30,8 = 287.980 \text{ Kg} \times \text{m.}$$

Los momentos que van a transmitir los conductores con relación al mismo punto y tomado como carga máxima la carga de rotura dividida por tres, será:

$$2.083 \times 36,2 + 2.210 \times 30,8 + 2.210 \times 32,8 + 2.210 \times 28,8 = 279.608 \text{ Kg} \times \text{m.}$$

Con el momento que puede soportar el apoyo es mayor que el que transmiten los conductores, su elección es correcta.

Cimentación:

Las cimentaciones de los apoyos, constituidas por monobloques de hormigón de sección cuadrada, se calculan al vuelco por la fórmula de Sulzberger.

El momento de vuelco del apoyo vendrá dado por la siguiente expresión:

$$M_v = F \cdot (h + \frac{2}{3} \cdot \tau)$$

Y el momento resistente al vuelco será:

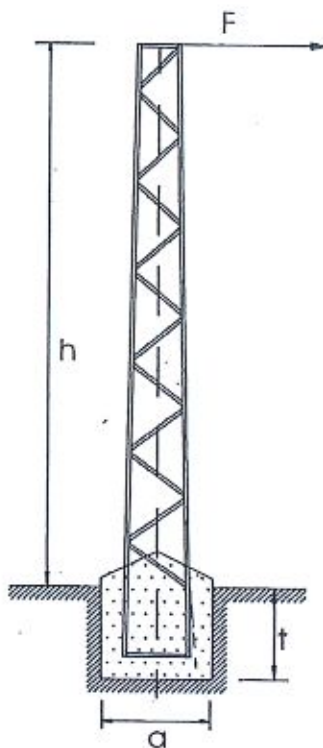
$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:

$$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot \tau^4$$

$$M_2 = (880 \cdot a^3 \cdot \tau) + (0,4 \cdot p \cdot a)$$

Representando:



M_1 = Momento debido al empotramiento lateral del terreno

M_2 = Momento debido a las cargas verticales

K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad en Kg/cm x m.

F = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg

h = Altura útil del apoyo en m.

a = Anchura de la cimentación en m.

τ = Profundidad de la cimentación en m.

p = Peso total del apoyo en Kg..

Además deberá cumplimentarse el artículo 31 del Reglamento mediante la expresión:

$$\frac{M_1 + M_2}{M_v} \geq 1,5$$

Al tratarse de una cimentación monobloque hemos considerado un terreno con compresibilidad media y como valores los siguientes:

$$K = 12$$

$$F = 9.350$$

$$h = 28,8$$

$$a = 2,56$$

$$\tau = 3,16$$

$$p = 5.262$$

Si aplicamos la fórmula de Sulzberger tendremos.

$$M_v = 9.350 * (28,8 \pm (2/3) * 3,16) = 288.977,33 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_v = 9.350 * (30,8 + (2/3) * 3,16) = 307.677,3 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$$M_1 = 139 * 12 * 2,56 * 3,16^4 = 425.779,1 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = (880 * 2,56^3 * 3,16) + (0,4 * 5.941 * 2,56) = 52.737,7 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$M_r = 425.779,1 + 52.737,7 = 478.516,8 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

Por lo tanto la cimentación cumple con el artículo 31 del Reglamento ya que cumple la condición

$$\frac{478.516,8}{288.977,3} = 1,65 \geq 1,5$$



8.- CONCLUSION

Con los datos aportados en la Memoria, Planos y Presupuesto que se acompañan, tendremos que está suficientemente descrita las obras a realizar, no obstante quedamos en disposición de aclarar o ampliar cuantos datos se estime necesario por las entidades y organismos interesados, principalmente por la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, ante la cual la sociedad promotora tramitará la legalización de las instalaciones proyectadas a nombre del Canal de Isabel II como titular de las instalaciones descritas y única explotadora de las mismas.

Madrid, Diciembre de 2018

EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

PEDRO RUIZ FUENTE
Colegiado 9060

TABLAS DE TENDIDO



CA-381419

TABLA DE TENDIDO CON LA CATENARIA - Conductor

CANAL DE ISABEL II

LINEA A 66 KV. S/C FUENCARRAL - TORRELAGUNA

DATOS DEL CABLE :

FUT2-000.TTN/FM

Denominación	LA-180 Al-Acero (A.C.S.R.)
Sección, en mm ²	181.60
Composición	30x2.5+7x2.5
Diámetro, en mm.	17.50
Carga de rotura, en Kg.	6517
Peso propio, en Kg/m.6761
Módulo elástico en Kg/mm ²	8200
Coef.dilatación lineal en °Cx10E6 ..	17.80

CONDICIONES INICIALES :

Temperatura, en °C	-15	Vel.máx. viento, Km/h.	120
Peso, en Kg/m.	1.4291	Diám.manguito hielo, mm. ...	36.72
F.horizontal, en Kg/m. ...	0	Tense, en Kg.	1800
Resultante, en Kg/m.	1.4291	C.Seguridad	3.62

CANTON ENTRE LAS TORRES N° 79 Y N° 83

VANO de REGULACION :305.41 m.

TEMP (°C) :	+0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50	+55	

TENS (Kg) :	915	899	883	868	854	840	827	814	802	791	780	769	
TOR. VANO	FLECHAS												
N° (m.)	(m.)												

79	198	3.62	3.69	3.75	3.82	3.88	3.94	4.01	4.07	4.13	4.19	4.25	4.31
80	213	4.19	4.27	4.34	4.42	4.49	4.57	4.64	4.71	4.78	4.85	4.92	4.99
81	377	13.15	13.39	13.63	13.86	14.09	14.32	14.56	14.77	15.00	15.22	15.44	15.65
82	318	9.35	9.52	9.69	9.86	10.02	10.18	10.35	10.51	10.67	10.82	10.98	11.13
83													

CANTON ENTRE LAS TORRES N° 83 Y N° 85

VANO de REGULACION :323.69 m.

TEMP (°C) :	+0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50	+55

TENS (Kg) :	908	894	880	866	854	841	829	818	807	796	786	776
TOR. VANO	FLECHAS											
N° (m.)	(m.)											

83												

TABLA DE TENDIDO CON LA CATENARIA - Cable de tierra

CANAL DE ISABEL II

LINEA A 66 KV. S/C FUENCARRAL - TORRELAGUNA

DATOS DEL CABLE :

FUT2-001.TTN/FM

Denominación	T-50 Acero cable de tierra
Sección, en mm ²	48.50
Composición	1x7(2.97)+0
Diámetro, en mm.	9.00
Carga de rotura, en Kg.	6800
Peso propio, en Kg/m.3950
Módulo elástico en Kg/mm ²	19300
Coef.dilatación lineal en °Cx10E6 ..	11.50

CONDICIONES INICIALES :

Temperatura, en °C	-15	Vel.máx. viento, Km/h.	120
Peso, en Kg/m.9350	Diám.manguito hielo, mm. ...	28.78
F.horizontal, en Kg/m. ...	0	Tense, en Kg.	1400
Resultante, en Kg/m.9350	C.Seguridad	4.86

CANTON ENTRE LAS TORRES N° 79 Y N° 83

VANO de REGULACION :305.41 m.

TEMP(°C):	+0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50	+55	
TENS(Kg):	718	705	692	680	669	658	647	637	627	618	609	600	
TOR. VANO	FLECHAS												
N° (m.)	(m.)												
79	198	2.70	2.75	2.80	2.84	2.89	2.94	2.99	3.04	3.09	3.13	3.18	3.23
80	213	3.12	3.18	3.24	3.29	3.35	3.41	3.46	3.52	3.57	3.63	3.68	3.73
81	377	9.79	9.97	10.14	10.32	10.50	10.68	10.85	11.03	11.20	11.37	11.54	11.71
82	318	6.96	7.09	7.22	7.34	7.47	7.59	7.72	7.84	7.97	8.09	8.21	8.33
83													

CANTON ENTRE LAS TORRES N° 83 Y N° 85

VANO de REGULACION :323.69 m.

TEMP(°C):	+0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50	+55
TENS(Kg):	704	692	681	671	661	651	642	633	624	615	607	599
TOR. VANO	FLECHAS											
N° (m.)	(m.)											

83

