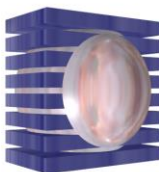


PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA LÍNEA DE ALTA TENSION DE 66 kV

Peticionario: VF RENOVABLES 15, S.L.

Situación: Polígono 53, parcela 97, Mazarrón (Murcia)



INGRA

Servicios de Ingeniería, S.L.

ÍNDICE

1.- Memoria.

- 1.1.- Resumen de características.
- 1.2.- Objetivo del proyecto.
- 1.3.- Antecedentes.
- 1.4.- Normativa técnica y disposiciones oficiales.
- 1.5.- Emplazamiento de la instalación.
- 1.6.- Descripción de las instalaciones.
- 1.7.- Descripción línea subterránea.
 - 1.7.1.- Características generales
 - 1.7.2.- Descripción de los materiales
 - 1.7.3.- Disposición de la línea subterránea
 - 1.7.4.- Esquema de conexión de pantallas
 - 1.7.5.- Cajas de puesta a tierra de las pantallas
 - 1.7.6.- Cables de conexión
 - 1.7.7.- Limitadores de tensión
 - 1.7.8.- Cable de fibra óptica subterráneo
 - 1.7.9.- Empalmes
 - 1.7.10.- Protecciones
 - 1.7.11.- Canalizaciones
- 1.8.- Descripción línea aérea.
 - 1.8.1.- Datos del conductor
 - 1.8.2.- Datos topográficos
 - 1.8.3.- Apoyos
 - 1.8.4.- Cimentaciones
 - 1.8.5.- Descripción de las cadenas

- 1.8.6.- Puesta a tierra de los apoyos
- 1.8.7.- Numeración y aviso de peligro
- 1.9.- Cruzamientos y paralelismos.

2.- Anexo de cálculos.

- 2.1.- Cálculos tramo subterráneo.
 - 2.1.1.- Cálculo intensidad máxima admisible en servicio
 - 2.1.2.- Cálculo intensidad máxima admisible en cortocircuito en el conductor
 - 2.1.3.- Cálculo intensidad máxima admisible en cortocircuito en la pantalla
 - 2.1.4.- Cálculo caída de tensión
- 2.2.- Cálculos tramo aéreo.
 - 2.2.1.- Mecánicos
 - 2.2.2.- Eléctricos

3.- Pliego de condiciones.

- 3.1.- Objeto.
- 3.2.- Campo de aplicación.
- 3.3.- Disposiciones generales.
 - 3.3.1.- Condiciones facultativas legales.
 - 3.3.2.- Seguridad en el trabajo
 - 3.3.3.- Seguridad pública.
- 3.4.- Organización del trabajo.
 - 3.4.1.- Datos de la obra.
 - 3.4.2.- Replanteo de la obra.
 - 3.4.3.- Mejoras y variaciones del proyecto.
 - 3.4.4.- Recepcion del material.

- 3.4.5.- Organización.
- 3.4.6.- Facilidades para la inspección.
- 3.4.7.- Ensayos.
- 3.4.8.- Limpieza y seguridad en las obras.
- 3.4.9.- Medios auxiliares.
- 3.4.10.- Ejecución de las obras.
- 3.4.11.- Subcontratación de las obras.
- 3.4.12.- Plazo de ejecución.
- 3.4.13.- Recepción provisional.
- 3.4.14.- Periodos de garantía.
- 3.4.15.- Recepción definitiva.
- 3.4.16.- Pago de obras.
- 3.4.17.- Abono de materiales acopiados.
- 3.5.- Disposición final.
- 3.6- Objeto y campo de aplicación.
- 3.7- Ejecucion del trabajo.
 - 3.7.1.- Replanteo de los apoyos.
 - 3.7.2.- Apertura de hoyos.
 - 3.7.3.- Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo.
- 3.8.- Cimentaciones.
 - 3.8.1.- Arena.
 - 3.8.2- Partes de arena
 - 3.8.3.- Grava.
 - 3.8.4.- Cemento.
 - 3.8.5.- Agua.
 - 3.8.6.- Hormigón.
 - 3.8.7.- Ejecución de las cimentaciones.

- 3.9.- Armado e izado de apoyos.
- 3.10.- Protección de las superficies metálicas.
- 3.11.- Tendido, tensado y engrapado de los conductores.
 - 3.11.1.- Colocación de aisladores.
 - 3.11.2.- Tendido de los conductores.
 - 3.11.3.- Tensado, regulado y engrapado de los conductores.
- 3.12.- Reposición del terreno.
- 3.13.- Numeración de apoyos. avisos de peligro eléctrico.
- 3.14.- Tomas de tierra.
 - 3.14.1.- Electrodo de difusión.
 - 3.14.2.- Anillo cerrado.
 - 3.14.3.- Comprobación de los valores de resistencia de difusión.
- 3.15.- Materiales.
 - 3.15.1.- Reconocimiento y admisión de materiales.
 - 3.15.2.- Apoyos.
 - 3.15.3.- Herrajes.
 - 3.15.4.- Aisladores.
 - 3.15.5.- Conductores.
- 3.16.- Recepción de obra.
- 3.17.- Calidad de cimentaciones.
 - 3.17.1.- Tolerancias de ejecución.

4.- Mediciones y presupuesto.

5.- Planos.

6.- Estudio de Seguridad y Salud (Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre y posteriores)

6.1.- Normas de ejecución de las instalaciones.

6.1.1.- Tendido de conductores subterráneos.

6.2.- Pruebas reglamentarias.

6.3.- Condiciones de puesta en servicio, uso, mantenimiento y seguridad.

1.- Memoria.

1.1.- Titular y promotor.

RAZÓN SOCIAL	VF RENOVABLES 15, S.L	CIF	B-44507515
REPRESENTANTE LEGAL	Jose Fidel Roig Agut	DNI	73385504-W
DOMICILIO	Avenida Casalduch, 36 bajo. 12005 Castellón de la Plana, España		
TELÉFONO	964062901	EMAIL	ingenieria@valfortec.com

1.2.- Objetivo del proyecto.

La sociedad peticionaria, VF RENOVABLES 15, S.L. tiene por objeto instalar una línea eléctrica aéreo-subterránea de Alta Tensión, para el volcado de la energía generada por dos huertas solares, con centros de transformación de BT á MT y una subestación de abonado de 30/66 kV, propiedad de la misma. Es necesario evacuar 16.000 kW a través de la línea de evacuación.

En el presente proyecto se detallan las características correspondientes a esta línea aéreo-subterránea que se pretende instalar y las condiciones que deben cumplir.

La redacción de este proyecto tiene por objeto describir y justificar la instalación de la línea de evacuación, compuesta por una subestación de abonado y una línea aéreo-subterránea de Alta Tensión, pertenecientes a los huertos solares en fase de desarrollo denominados como Leyva II y Leyva III en Mazarrón (Murcia).

El presente documento servirá de base para la tramitación ante los diferentes organismos competentes de los permisos y autorizaciones necesarios para la puesta en marcha y explotación de las instalaciones.

1.3.- Antecedentes.

Antes de la elección definitiva de la subestación y del trazado de la línea aéreo-subterránea se recopilará toda la información posible (en los Ayuntamientos, empresas de servicios públicos, etc.) acerca de otros servicios subterráneos previamente existentes en la zona, como telefonía u otras redes de comunicación, agua, alcantarillado, gas, alumbrado público y otras redes eléctricas de media o baja tensión.

Además, se recabará de los Organismos afectados los posibles condicionantes o normas particulares existentes en los cruzamientos o paralelismos con la línea de alta tensión. En la fase de obra se efectuará el replanteo de los diferentes que integran la instalación; asegurándose de la inexistencia de obstáculos en el emplazamiento previsto y se investigará la ausencia de impedimentos en el subsuelo mediante calas de reconocimiento.

1.4.- Normativa técnica y disposiciones oficiales.

Entre las disposiciones legales de aplicación para la realización de los trabajos, teniendo también en cuenta las instalaciones donde se realizan, se destaca:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, ... de instalaciones de energía eléctrica.
- Decreto 842/2002 de 2 de agosto, que aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión junto con las instrucciones técnicas complementarias.

- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención
- Real Decreto 485/1997en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997....relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997....relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal
- Real Decreto 1215/1997....relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004 por el que se modifica el RD1215/1997 sobre equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 216/1999, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

Para los trabajos promovidos por Iberdrola se observará lo indicado en las Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que afecten a las actividades desarrolladas, materiales, equipos o instalaciones previamente suministrados, y cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

Se cumplirá cualquier otra disposición actualmente en vigor o que se promulgue, sobre la materia, durante la vigencia de este documento.

1.5.- Emplazamiento de la instalación.

La actividad a desarrollar se trata de una Instalación de energía solar fotovoltaica en el término municipal de Mazarrón, concretamente situado al noroeste del casco urbano del municipio, a 7.8 km de la población, en parcelas en suelo no urbanizable, quedando enmarcada por RM-315 al Norte, RM-D4 al Sur, y RM-3 "Autovía Totana-Mazarrón" al Este.

LOCALIDAD	REFERENCIA CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	PARTIDA	SUPERFICIE CATASTRAL	EMPLAZAMIENTO INSTALACIÓN
Mazarrón	30026A053000970000ZR	53	97	Chapetas	375.655 m ²	"Leyva III" y "Subestación de abonado"
Mazarrón	30026A052001210000ZR	52	121	La vega	123.697 m ²	"Leyva II"

[Ir al Catastral](#)



La subestación queda emplazada en la parcela 97 del polígono 53, y más concretamente en las siguientes coordenadas UTM, según el sistema de referencia ETRS89:

VÉRTICE PERÍMETRO SUBESTACIÓN	COORDENADA X	COORDENADA Y
Vértice A	644953,56	4165764,49
Vértice B	644977,01	4165786,85
Vértice C	644956,72	4165808,13
Vértice D	644933,27	4165785,76

La línea de alta tensión que se proyecta queda emplazada en el término municipal de Mazarrón, en la Comunidad de Murcia, y su origen es la subestación previa con destino final la subestación de Mazarrón. Las parcelas por las que discurre se enumeran a continuación:

LOCALIDAD	REFERENCIA CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	PARTIDA	SUPERFICIE CATASTRAL	SITUACIÓN
Mazarrón	30026A053000970000ZR	53	97	Chapetas	375.655 m ²	"Leyva III" y "Subestación de abonado"
Mazarrón	30026A052090020000ZB	52	9002	Vno de la Vega	6.990 m ²	Camino municipal con cruzamiento con Bco. Reventón
Mazarrón	30026A052090020000ZB	31	9016	Cr Totana-	5.080 m ²	Camino municipal

				Mazarrón		
Mazarrón	30026A031000430000ZA	31	43	Palmero	63.366 m ²	-
Mazarrón	30026A031090140000ZF	31	9014	Rambla	14.451 m ²	Cruzamiento con Rambla de las Moreras
Mazarrón	30026A034000650000ZH	34	65	Las Hermanillas	6.138 m ²	-

1.6.- Descripción de las instalaciones.

1.7.1.- Instalación solar fotovoltaica.

Se prevé que la instalación fotovoltaica conectada a red tenga las siguientes características:

Denominada como Leyva III (Polígono 53, parcela 97):

- Potencia nominal de la instalación: 7,95 MW_n
- Potencia pico de la instalación: 7,996 MW_p
- 19.992 módulos fotovoltaicos de 400 W_p cada uno, estructurados en 714 mesas (14x2)
- Modelo panel fotovoltaico: Jinko Solar JKM400M-72-V
- 3 Inversores centrales Power Electronics centralizados
- 3 Centro de transformación: 3600 kVA, 2200 kVA y 2200 kVA.

1.6.1.- Subestación.

La subestación de abonado es el nexo de unión de las huertas solares: Leyva II y III ; con relación de transformación de potencias de 30/66kV con apartamiento de servicio a intemperie y en interior formada por:

- Sistema de 66 kV de intemperie, compuesto por:
 - 1 posición de línea
 - 1 posición de transformador con bancada y depósito de recogida de aceite.
 - Bancada y depósito de recogida de aceite de transformador
 - 3 Pararrayos autovalvulares de 66 kV
 - 3 Transformadores de tensión inductivos para medida y protección

- 1 Interruptor automático
- o Transformador: 1 unidad de interconexión de 66/30 kV 16 MVA, grupo de conexión YNd11.
- o Sistema de 30kV en interior con celdas blindadas de aislamiento en SF₆ y configuración de simple barra compuesto por:
 - 1 posición de transformador de potencia
 - 4 posiciones de línea
 - 1 posición de servicios auxiliares

El aparellaje con que se equipa la posición es el siguiente:

- o Posición de línea:
 - Tres (3) transformadores de tensión inductivos para medida y protección
 - Tres (3) pararrayos autovalvulares
 - Un (1) seccionador trifásico de apertura central y accionamiento eléctrico, equipado con cuchillas de puesta a tierra en la salida de seccionamiento manual.
 - Un (1) interruptor automático, tripolar, de corte en SF₆.
 - Tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.

1.6.2.- Línea de evacuación.

El origen de la línea eléctrica de evacuación objeto es la subestación de maniobra, protección y transformación a construir en el polígono 53, parcela 97. Desde esta se realizará una conducción subterránea por camino municipal correspondiente al polígono 52, parcela 9002 por donde se alcanzará el cruce con el Barranco del Reventón y proseguirá hasta alcanzar la carretera polígono 31, parcela 9016. Posteriormente seguirá por el polígono 31, parcela 43 donde se situará un entronque subterráneo-aéreo para poder lograr el cruce de la rambla o canal de las Moreras mediante una línea aérea y situarse así en el polígono 34, parcela 65 donde ya se unirá con la subestación de Mazarrón, el punto de enlace de la línea propuesta.

Se considera que en la entrada y salida de línea propiedad de Iberdrola se ha puesto la colocación de apoyos finales de línea de 66 kV fuera del terreno de ambas subestaciones, para

reducir de manera sustancial las dimensiones de la parcela, con una ubicación óptima para evitar tendidos largos y sobreesfuerzos en los pórticos.

Tipo	Origen	Destino	Tensión asignada (kV)	Sección	Longitud (m)
SUBTERRÁNEA	Salida de Subestación de abonado	Entronque S/A	66	240 mm ²	1686
AÉREA	Entronque S/A	Apoyo FL a Subestación	66	LA 110	92
SUBTERRÁNEA	Apoyo FL a Subestación	Subestación	66	240 mm ²	86
TOTAL					3380

1.7.- Descripción línea subterránea.

1.7.1.- Características generales

- Sistema.....Corriente alterna trifásica a 50 Hz
- Tensión nominal.....66 kV
- Categoría.....Segunda
- Conductor subterráneo36/66 kV HEPR-Z1 1x300 mm² Al
- Intensidad cortocircuito en conductor84 kA
- Intensidad cortocircuito en pantalla12,8 kA
- Número de cables por circuito.....3
- Número de circuitos tendidos.....1
- Tipo de conexión de las pantallas.....Cross bonding
- Tipo de canalización.....3 Tubular
- Disposición de los cables.....Tresbolillo
- Profundidad de instalación a eje de tubular.....>1200m
- Capacidad de transporte.....46 MVA

1.7.2.- Descripción de los materiales

A título informativo, se incluye las características correspondientes a los tipos constructivos de cable. Todos los tipos constructivos se ajustaran a lo indicado en la norma UNE 211 632 y/o Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC- 06:

Las características de los cables de aislamiento seco quedan recogidas en la NI 56.44.01. "Cables unipolares con aislamiento seco de etileno-propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPR-Z1) para redes de AT de 45 y 66 kV". Las características esenciales son:

- **Conductor:** Aluminio compactado, sección circular, clase 2, según UNE EN 60 228 .
- **Pantalla sobre el conductor:** Capa de mezcla semiconductora aplicada por el proceso de triple extrusión.
- **Aislamiento:** Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR) aplicada por el proceso de triple extrusión .
- **Pantalla sobre el aislamiento:** Una capa de mezcla semiconductora fuertemente adherida al aislamiento, "pelable" en caliente, no metálica aplicada por el proceso de triple extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- **Cubierta:** Compuesto termoplástico a base de mezcla de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
- **Características de reacción al fuego:** Cables de Alta Seguridad (AS), con resistencia a la no propagación del fuego, con categoría B y a la no propagación de la llama Cables de Seguridad (S), no propagadores de la llama.
- **Color de la cubierta** Roja, además los cables de tipo (S), incorporaran dos franjas longitudinales de color gris, mientras que los cables de tipo (AS), las dos franjas longitudinales serán de color verde. La anchura de las franjas de color será de entre 5 mm y 10 mm, estando dispuestas a 180º.



- Sección del conductor300 mm²
- Material del conductor.....Aluminio
- Material del aislamiento:.....HEPR
- Tipo de pantalla: hilos de cobre
- Sección de la pantalla 75 mm²
- Material de cubierta:.....Poliolefina

Tensión nominal simple (U_0) y entre fases (U)	36/66 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 30 minutos entre conductor y pantalla conforme IEC 60840	90 kV
Tensión soportada a los impulsos (U_p)	325 kV
Tª nominal máxima del conductor en servicio normal	90°C
Tª nominal máxima del conductor en condiciones de cortocircuito	250°C

1.7.3.- Disposición de la línea subterránea

Las fases estarán dispuestas en triángulo y cada uno de los cables irá por el interior de un tubo de polietileno de doble capa, quedando todos los tubos embebidos en un prisma de hormigón.

1.7.4.- Esquema de conexión de pantallas

En este apartado se muestra como efectuar las conexiones de pantallas para optimizar la capacidad de transporte en régimen permanente. La carga a transportar dependerá de la longitud del circuito, tubular escogida y sus accesorios.

Cruzamiento de pantallas (cross bonding)

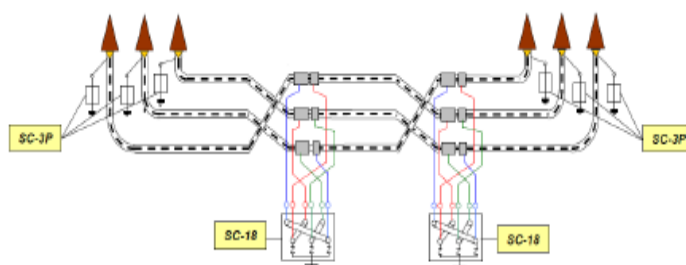
El cross bonding consiste esencialmente en la distribución de las pantallas de cable en secciones elementales, llamadas secciones menores, y cruzando las pantallas de tal manera que se neutralice la totalidad del voltaje inducido en tres secciones consecutivas. Tres secciones menores juntas conforman una sección mayor.

En un sistema de cruzamiento de pantallas, la ruta se divide en grupos de tres longitudes iguales, lo que asegura que el sistema quede eléctricamente equilibrado, con las pantallas puestas a tierra en los dos extremos de cada sección mayor pero no en todos los otros puntos, como se puede comprobar en la siguiente Figura. De esta manera se induce una tensión entre la pantalla y tierra pero se eliminan las corrientes inducidas.

Las tres pantallas conectadas en serie están asociadas a conductores de diferentes fases y cuando los cables están dispuestos al tresbolillo, sus intensidades, y por lo tanto las tensiones inducidas en las pantallas, tienen la misma magnitud, pero con un desplazamiento de 120° . El resultado global es que el voltaje inducido resultante y la corriente inducida resultante en las tres pantallas es cero.

Este tipo de conexión no requiere un cable de continuidad de tierra.

Con esta conexión de pantallas se puede incrementar considerablemente la intensidad admisible del circuito, particularmente para conductores de sección muy grande. Este sistema se puede aplicar a longitudes grandes.



Utilizable con dos empalmes por fase (tres tramos de cable, longitud mayor de 1.200 m y máxima 1.800 m). Ver figura 4. La puesta a tierra de la pantalla será directa en los extremos próximos. Las cajas de cruzamiento llevarán descargadores y en el caso de no utilizar cámaras de empalme deberán colocarse en arquetas registrables y localizable inequívocamente de tal manera que pueda comprobarse su estado.

1.7.5.- Cajas de puesta a tierra de las pantallas

Se instalarán cajas de puesta a tierra para alojar las conexiones de las pantallas de los conductores. Dependiendo del sistema de puesta a tierra definido para la instalación, estas cajas pueden incluir limitadores de tensión.

Las cajas de conexión de pantallas serán trifásicas y dispondrán de una envolvente preparada para alojar las conexiones de las pantallas, los cables de conexión a tierra y los limitadores de tensión asociados en caso necesario.

Serán accesibles mediante útil específico o llave para permitir la realización de los ensayos de puesta en servicio y de mantenimiento periódico del sistema de cable. Para facilitar estas

operaciones, no contendrán ningún tipo de rellenos y las conexiones de las pantallas de los cables entre sí y con la red de tierras local se realizarán con pletinas desmontables.

Las envolventes estarán fabricadas en acero galvanizado o acero inoxidable y serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de cualquiera de los elementos alojados en ellas sin que se produzcan daños a elementos externos vecinos. Además, deberán estar conectadas siempre a tierra por medio de una conexión independiente de la puesta a tierra de los elementos contenidos en su interior.

Estarán provistas de una pantalla aislante y transparente que evite contactos accidentales a elementos en tensión cuando la caja esté abierta, de forma que tenga un grado de protección IPXXB con la tapa abierta. En sitio visible, dispondrán de una etiqueta que muestre la línea a la que pertenecen y el esquema de conexión y, en su exterior, estarán identificadas mediante el símbolo normalizado de peligro tensión según el RD 485/1997.

Las dimensiones máximas serán las siguientes:

Altura: 850 mm.

Anchura: 680 mm.

Profundidad: 395 mm.

Estarán preparadas para ser instaladas en los sistemas definidos previamente.

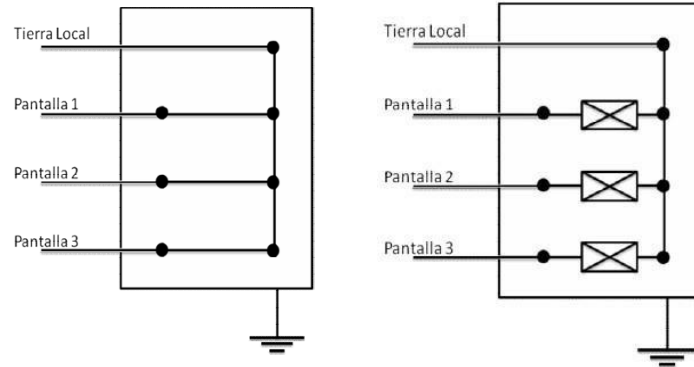
Según el lugar de instalación se diferencian dos tipos:

- Exteriores: estarán preparadas para su fijación sobre torres y sobre pórtico a la intemperie, con una tapa practicable que deberá cerrarse mediante candado de seguridad. Cumplirán un grado de protección IP55 según UNE 20324 y un grado de protección mecánica frente a impactos IK10 según EN 50102.
- Subterráneas: estarán preparadas para su fijación a nivel de suelo y enterradas. La tapa y el cuerpo de la caja deberán cerrarse mediante tornillería inoxidable. Cumplirán un grado de protección IP68 con la totalidad de la caja a un metro de profundidad según UNE 20324 y un grado de protección mecánica IK10 según EN 50102.

Los tipos de conexión disponibles son los siguientes:

- Terminales:

En estas cajas se reciben tres pantallas que se pondrán a tierra de forma directa o a través de



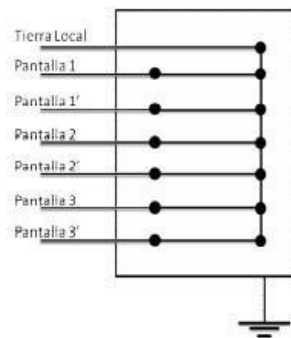
limitadores de tensión, según los siguientes esquemas de conexión:

Esquema 1: Caja terminal de puesta a tierra directa.

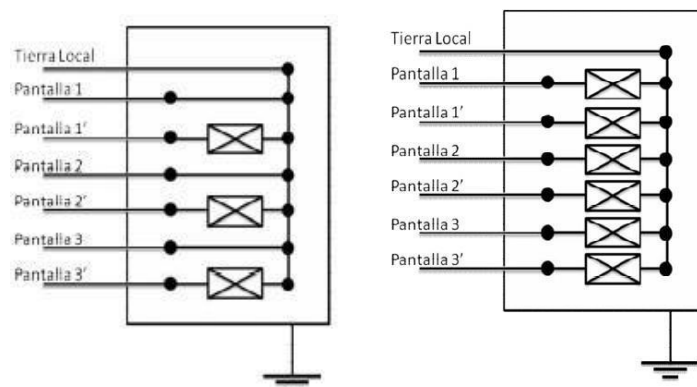
Esquema 2: Caja terminal de puesta a tierra a través de limitadores de tensión.

- Empalmes:

En estas cajas se reciben seis pantallas que se conectarán siguiendo una de las siguientes configuraciones:



Esquema 3: Caja de puesta a tierra directa de todas las pantallas.



Esquema 5: Caja de puesta a tierra mixta (directa de tres pantallas y a través de limitadores de tensión las otras tres).

Esquema 6: Caja de puesta a tierra con cruzamiento de pantalla.

1.7.6.- Cables de conexión

Estos cables servirán para unir las pantallas de los cables de potencia de AT con las cajas de conexión y estas con las puestas a tierra del sistema.

Serán unipolares formados por un conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina.

La sección del conductor de estos cables debe ser igual o mayor que la sección de la pantalla a la que se conectan (75 mm^2). Deberán soportar una tensión de 15kV en corriente alterna durante 1 minuto.

1.7.7.- Limitadores de tensión

Los limitadores de tensión para las pantallas son dispositivos con características tensión-corriente fuertemente no lineal, destinados a limitar las diferencias de potencial transitorias que, con ocasión de sobretensiones de impulsos, atmosféricas o de maniobra, pueden aparecer entre elementos del circuito de pantallas con rigidez dieléctrica limitada.

Serán de óxido de cinc (ZnO) y estarán dimensionados para no tener ningún efecto limitador frente a sobretensiones temporales, a frecuencia industrial en condiciones normales de funcionamiento y en las condiciones de intensidad máxima de cortocircuito.

Sin embargo, deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles.

Las tensiones que se han de limitar son las que aparecen entre pantallas y la tierra local, que someten a esfuerzos dieléctricos a la cubierta exterior del cable y a los aisladores de soporte de los terminales, y las que se presentan entre los dos extremos de pantalla que concurren en un mismo empalme con discontinuidad de pantalla, que deben ser soportadas por un espesor muy reducido de material aislante en el interior del empalme.

1.7.8.- Cable de fibra óptica subterráneo

En previsión de una instalación de fibra óptica, se instalará una arqueta de 0,70x1,40 m para marco y tapa a una distancia mayor de 5m del apoyo, de manera que permita realizar la transición aéreo-subterránea del cable de fibra óptica. Esta arqueta se conectará con el tubo de protección instalado en el apoyo mediante un tubo de 110 mm. Para proteger los cables de fibra óptica, se instalará como mínimo un tubo de acero galvanizado con un diámetro mínimo de 63 mm hasta una altura mínima de 2,5 metros. El tubo se instalará por cara del apoyo opuesta a la bajada de los conductores de fase. En el interior del tubo de acero galvanizado se instalará un conducto de polietileno de alta densidad (PEAD) de 40 mm que sobresaldrá como mínimo 5 cm por la parte superior del tubo de acero. Para evitar la entrada de agua en el tubo se instalará un capuchón termorretráctil que amarrará el tubo de acero galvanizado, el conducto de polietileno de alta densidad y el cable de fibra óptica. Los cables de fibra óptica que se instalen en las canalizaciones subterráneas que accedan a centros de transformación o subestaciones a través de una conversión aéreo subterránea, serán de tipo dieléctrico con cubierta de tipo no propagadora de la llama y se conectarán a la caja de empalme de fibra óptica que se encuentra en el apoyo origen de la conversión. Las características constructivas de estos tipos de cables se pueden consultar en la NI 33.26.71.

1.7.9.- Empalmes

No se contempla la utilización de cámara de empalme, si fuera necesario la utilización de la misma se seguirán las indicaciones de Iberdrola.

En estos casos se debe de tener en cuenta que todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc, se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la cámara de empalme que será única y formada por el tipo y número de electrodos necesarios. Sera dimensionada a la máxima corriente de defecto (defecto fase - tierra) que se prevea poder evacuar.

Los cables de comunicaciones no deberán discurrir por el interior de las cámaras de empalme, salvo que concurran necesidades técnicas no pueda optarse por otra solución.

Las cámaras de empalme, se utilizarán preferentemente en las calzadas por sus dimensiones, pudiéndose estas instalar por requerimientos técnicos (por ejemplo no existe calzada), tanto en viales peatonales o en los caminos de tierra en las zonas rurales pero siempre en zona de dominio público.

1.7.10.-Protecciones

Contra sobreintensidades

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en tablas 24 y 25 de este MT. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en este manual técnico siempre que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Para proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en cada uno de los extremos de los cables unipolares.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60 071-1, UNE-EN 60 071-2 y UNE-EN 60 099-5.

1.7.11.- Canalizaciones

Para las canalizaciones que dispondrán el cableado subterráneo, ya sea eléctrico o de fibra óptico, irá según el manual técnico y las normativas Iberdrola correspondientes a "Proyecto tipo Línea subterránea 66 kV".

Estarán constituidos por tubos corrugados en su cara exterior y con una superficie lisa en su cara interior debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

Se instalará cada fase del circuito eléctrico por tubos diferentes, solo en casos excepcionales como cascos históricos por ser trazas irregulares o cuando la longitud del circuito es menor o igual a 600 m, es posible la utilización de una sola tubular de 250 mm o si se supone un excesivo rozamiento en el tendido se puede utilizar un tubo de 300 mm.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. Al objeto de no sobrepasar las

tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos y para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán de calas de tiro mediante la instalación de arquetas intermedias ciegas.

La entrada de todos los tubos en las arquetas, deberá quedar debidamente selladas en sus extremos y la cara de acceso deberá ser perpendicular a la pared de la arqueta

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y adamas debe permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada, para asegurar estas cotas la zanja tendrá una anchura mínima de 0,6 m, para la colocación de cuatro tubos plásticos de 160 mm de diámetro, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

La separación entre tubos y paredes de zanja será 0,10 m, por cada lado y la separación de tubos entre circuitos próximos será de 0,20 m en el supuesto de no utilizar separador.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de hormigón no estructural de HM 12,5, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos en tresbolillo. A continuación se colocará otra capa también de hormigón no estructural HM 12,5, dispuesta en tongadas y vibrado hasta alcanzar un espesor de 0,13 m por encima del último tubo y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno normal, zahorra o arena.

Después de colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural HM 12,5 de unos 0,15 m de espesor, y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Todas las canalizaciones, deben de estar preparadas para el desarrollo de redes inteligentes y la exigencia reglamentaria de telegestión. Para atender esta necesidad se colocará al menos un ducto (multitubo con designación MTT 4x40 según NI 52.95.20). Éste se instalará por encima de los tubos, mediante un conjunto abrazadera/soporte, ambos fabricados en material plástico. El ducto a utilizar será instalado según se indica en el MT 2.33.14 Guía de instalación de los cables ópticos subterráneos, en este MT se encuentra definido el procedimiento de tendido y su conexión.

Las características del ducto y accesorios a instalar se encuentran normalizadas en la NI 52.95.20 "Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones".

Al objeto de facilitar el tendido de los cables ópticos subterráneos se dará continuidad a este ducto en todo su recorrido, incluidas calas de tiro eléctricas si las hubiera, como si de un tubo eléctrico se tratara.

En el caso de que el tendido eléctrico no tuviese arquetas registrables, cada 100 m. se colocará una arqueta de telecomunicaciones, preferentemente independiente del prisma eléctrico, cada 100 m., en los cambios de dirección de la canalización, en puntos singulares como perforaciones horizontales, cruces de carreteras o autopistas, etc., y en las acometidas a instalaciones eléctricas. En el caso de que el tendido eléctrico tuviera arquetas registrables (y siempre que las arquetas registrables estén situadas a una distancia menor o igual que 100 m.), se realizará el paso del cable óptico por éstas, grapándolo a la pared y dejando por cada 100 m., una reserva de aproximadamente 5 m. también grapada a la pared.

Cuando se produzca una derivación del cable de fibra óptica se puede optar por dos sistemas:

- instalar arquetas de telecomunicaciones específicas para los cables ópticos subterráneos, fuera del prisma eléctrico en el que se instalará la caja de empalme (ver figura siguiente).
- instalar la caja de empalme dentro de la arqueta eléctrica de manera que quede adosada a la pared de la misma mediante tornillos. La adopción de una de las dos opciones vendrá determinada por la posibilidad técnica de su realización

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente, ver MT 2.33.11.

Todos los cables, en las arquetas registrables, deberán estar debidamente señalizados e identificados, como se indica en MT 2.33.18, Red subterránea de AT y BT y red aérea de BT. Identificación líneas Los cables de uso para telecomunicaciones, la identificación constará como mínimo del nombre de la empresa propietaria, origen y destino.

1.8.- Descripción línea aérea.

1.8.1.- Datos del conductor

El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

- Denominación:LA-110 (94-AL1/22-ST1A)
- Sección total (mm²):..... 116,2
- Diámetro total (mm):14
- Número de hilos de aluminio:.....30
- Número de hilos de acero:..... 7
- Carga de rotura (kg):..... 4400
- Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km):..... 0,3066
- Peso
(kg/m):.....0,433
- Coeficiente de dilatación (°C):..... 1,78E-5
- Módulo de elasticidad (kg/mm²):.....8200
- Densidad de corriente (A/mm²):..... 3,58
- Tense máximo (Zona A): 1438 Kg - EDS (En zona A):.....15%

1.8.2.- Datos topográficos

En la siguiente tabla se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que se proyectan para la construcción de esta línea.

Nº APOYO	COTA ABSOLUTA (m)	VANO ANTERIOR (m)	VANO POSTERIOR (m)	CRUZAMIENTO	FUNCIÓN	TIPO TERRENO	ÁNGULO INTERIOR (G)
1	85.40	0	107.52	SI	FL	Normal	0
2	84.20	107.52	107.52	SI	FL	Normal	0

1.8.3.- Apoyos

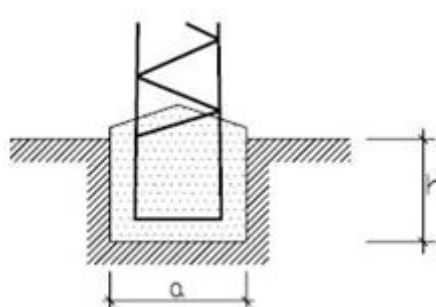
Todos los apoyos utilizados para este proyecto serán metálicos y galvanizados en caliente, fabricados por IMEDEXSA o equivalente.

Nº DE APOYO	FUNCIÓN APOYO	DENOMINACIÓN	PESO TOTAL (KG)	TIPO ARMADO	DIMENSIONES (M)				
					"a-d"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
1	FL	C-7000-12	1216	T	1.5	0.6			8.98
2	FL	C-7000-12	1216	T	1.5	0.6			8.98

1.8.4.- Cimentaciones

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Las características de las cimentaciones de cada uno de los apoyos será la siguiente:

Nº DE APOYO	APOYO	TIPO DE TERRENO	TIPO DE CIMENTACIÓN	DIMENSIONES (m)					VOLUMEN EXCAVACIÓN	VOLUMEN HORMIGÓN
				a	h	b	H	c		
1	C-7000-12	Normal	Monobloque	1,36	2,42	-	-	-	4,48	4,85
2	C-7000-12	Normal	Monobloque	1,36	2,42	-	-	-	4,48	4,85



Cimentación monobloque

1.8.5.- Descripción de las cadenas

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

1.8.6.- Puesta a tierra de los apoyos

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente y específica para cada uno de ellos. Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC-07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm^2 de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC-07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC- 07 del R.L.A.T.

1.8.7.- Numeración y aviso de peligro

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2m.

1.10.- Cruzamientos y paralelismos.

Seguidamente se exponen aquellos cruzamientos, paralelismos y pasos por zonas exigidas por la traza de la línea, con expresión de los datos que los identifican y que se ajustaran en todo caso a lo contemplado 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.

SITUACIÓN ESPECIAL	PTO. KM O VIAL	ENTRE APOYOS	ORGANISMO AFECTADO
Cruce subterráneo con Barranco el Reventón	1,269 km desde Apoyo FL	No	Confederación Hidrográfica del Segura
Paralelismo subterráneo con Barranco el Reventón	1,357 km desde Apoyo FL	No	Confederación Hidrográfica del Segura
Cruce aéreo con Rambla de las Moreras	1,641 km desde Apoyo FL	Sí	Confederación Hidrográfica del Segura

Castellón de la Plana, 28 de junio de 2020.

Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

2.- Anexo de cálculos.

2.1.- Cálculos tramo subterráneo.

Los datos y cálculos eléctricos que se exponen en los siguientes apartados han sido determinados para las zanjas descritas en la memoria (punto 7.2.6.1), y suponiendo los siguientes parámetros de utilización:

- o Tensión de servicio (kV): 66
- o Frecuencia de la red (Hz): 50
- o Resistividad del hormigón (K·m/W): 0,8 K.m/W
- o Temperatura de servicio del conductor(°C): 90
- o Temperatura de servicio de la pantalla(°C): 80
- o Temperatura final del conductor en el c.c. (°C): 250
- o Temperatura final de la pantalla en el c.c. (°C): 210
- o Duración del cortocircuito en la pantalla (s): 0,5

2.1.1.- Cálculo de la intensidad máxima admisible en servicio.

El cálculo de la intensidad máxima admisible en servicio se realiza según la norma UNE 21-144, "Cálculo de la intensidad admisible en los cables aislados en régimen permanente".

Intensidad admisible

La intensidad admisible en un cable para corriente alterna puede deducirse de la expresión que da el calentamiento del conductor por encima de la temperatura ambiente. En este caso hemos considerado que la desecación del suelo no existe, ya que se prevé rellenar los cables con un relleno de resistividad térmica controlada.

$$\Delta\theta = \left(I^2 R + \frac{1}{2} W_d \right) T_1 + \left[I^2 R (1 + \lambda_1) + W_d \right] \eta T_2 + \left[I^2 R (1 + \lambda_1 + \lambda_2) + W_d \right] \eta (T_3 + T_4)$$

Donde:

I: Es la intensidad de la corriente que circula en un conductor (A).

$\Delta\theta$: Es el calentamiento del conductor respecto a la temperatura ambiente (K).

R: Es la resistencia del conductor bajo los efectos de la corriente alterna, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio (Ω/m).

W_d : Son las pérdidas dieléctricas, por unidad de longitud, del aislamiento que rodea al conductor (W/m).

T1: Es la resistencia térmica, por unidad de longitud, entre el conductor y la envolvente (K^*m/W).

T2: Es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del relleno de asiento entre la envolvente y la armadura (K^*m/W). En nuestro caso, al ser un cable no armado el valor de esta unidad es 0.

T3: Es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del revestimiento exterior del cable (K^*m/W).

T4: Es la resistencia térmica, por unidad de longitud, entre la superficie del cable y el medio circundante (K^*m/W).

n: Es el número de conductores aislados en servicio en el cable (conductores de la misma sección y transportando la misma carga).

λ_1 : Es la relación de las pérdidas en la cubierta metálica o pantalla con respecto a las pérdidas totales en todos los conductores de ese cable.

λ_2 : Es la relación de las pérdidas en la armadura respecto a las pérdidas totales en todos los conductores de ese cable.

La intensidad de corriente admisible se obtiene de la fórmula anterior como se indica seguidamente:

$$I = \left(\frac{\Delta\theta - W_d [0,5T_1 + n(T_2 + T_3 + T_4)]}{RT_1 + nR(1 + \lambda_1)T_2 + nR(1 + \lambda_1 + \lambda_2)(T_3 + T_4)} \right)^{0,5}$$

Resistencia del conductor en corriente alterna.

La resistencia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a la temperatura máxima de servicio, viene dada por la fórmula siguiente:

$$R = R' \cdot (1 + \gamma_s + \gamma_p)$$

Donde:

R: Es la resistencia del conductor con corriente alterna a la temperatura máxima de servicio (Ω /m).

R': Es la resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura máxima de servicio (Ω /m).

γ_s : Es el factor pelicular.

γ_p : Es el factor de efecto proximidad.

1. La resistencia del conductor en corriente continua, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio, Ω , viene dada por:

$$R' = R_0 \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20)]$$

Donde:

R_0 : Es la resistencia del conductor con corriente continua a 20 °C.

α_{20} : Es el coeficiente de variación a 20 °C de la resistividad en función de la temperatura, por Kelvin.

- Para conductores de aluminio se utilizará el valor de $4,03 \times 10^{-3}$.
- Para conductores de cobre se utilizará el valor de $3,93 \times 10^{-3}$.

θ : Es la temperatura máxima de servicio en grados Celsius para el cable. Se tomarán como temperaturas máximas de servicio los valores de 90°C para el conductor y 80°C para la pantalla.

2. El factor de efecto pelicular γ_s viene dado por:

$$\gamma_s = \frac{\chi_s^4}{192 + 0,8\chi_s^4}$$

Donde:

$$\chi_s^2 = \frac{8 \cdot \pi \cdot f}{R'} \cdot 10^{-7} \kappa_s$$

f : Es la frecuencia de la corriente de alimentación, en hercios (50 Hz).

κ_s : Es un factor. Se tomará el valor de 1 para este factor.

3. El factor de efecto proximidad, viene dado por:

$$\gamma_p = \frac{\chi_p^4}{192 + 0,8\chi_p^4} \cdot \left(\frac{d_c}{s} \right)^2 \cdot \left[0,312 \cdot \left(\frac{d_c}{s} \right)^2 + \frac{1,18}{\frac{\chi_p^4}{192 + 0,8\chi_p^4} + 0,27} \right]$$

Donde:

$$\chi_p^2 = \frac{8 \cdot \pi \cdot f}{R} \cdot 10^{-7} \kappa_p$$

dc: Es el diámetro del conductor.

s: Es la distancia entre ejes de los conductores.

κ_p : Es un factor. Se tomará el valor de 1 para este factor.

La resistencia de la pantalla en corriente alterna, se calculará igual que para el conductor, pero con la salvedad de que dc será el diámetro medio de la pantalla. La distancia entre ejes de los conductores será la misma que en el apartado anterior.

Pérdidas dieléctricas.

Al ser un cable de corriente alterna, se han de calcular las pérdidas dieléctricas. Las pérdidas dieléctricas, por unidad de longitud y en cada fase, vienen dadas por:

$$W_d = \omega \cdot C \cdot U_o^2 \cdot \operatorname{tg} \delta \text{ (W/m)}$$

Donde:

ω : Es $2 \cdot \pi \cdot f$.

C: Es la capacidad por unidad de longitud (F/m).

U_o : Es la tensión con relación a tierra.

$\operatorname{tg} \delta$: Es el factor de pérdidas del aislamiento a la frecuencia ya la temperatura de servicio. Se tomará el valor de 0,001.

La capacidad para los conductores de sección circular viene dada por:

$$C = \frac{\varepsilon}{18 \cdot \ln \left(\frac{D_i}{d_c} \right)} 10^{-9} \text{ (F/m)}$$

Donde:

ϵ : Es la permitividad relativa del material aislante. Se tomará el valor de 2,5

D_i : Es el diámetro exterior del aislamiento (con exclusión de la pantalla semiconductora).

d_c : Es el diámetro del conductor, incluida la pantalla semiconductora

Factor de pérdidas en la pantalla.

Las pérdidas originadas en las pantallas (λ_1) son debidas a las corrientes de circulación (λ_1') y a las corrientes de Foucault (λ_1'').

Así:

$$\lambda_1 = \lambda_1' + \lambda_1''$$

Pantallas permutadas (cross bonding)

Para cables con pantallas en cortocircuito en un solo punto o permutadas; las pérdidas por corrientes de circulación son nulas, con lo que:

$$\lambda_1 = \lambda_1''$$

El factor de pérdidas por corrientes de Foucault viene dado por:

$$\lambda_1'' = \frac{R_s}{R} \left(g_s \cdot \lambda_0 \cdot (1 + \Delta_1 + \Delta_2) + \frac{(\beta_1 \cdot t_s)^4}{12 \cdot 10^{12}} \right)$$

Donde:

$$g_s = 1 + \left(\frac{t_s}{D_s} \right)^{1,74} \cdot (\beta_1 \cdot D_s \cdot 10^{-3} - 1,6)$$

$$\beta_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi \cdot \omega}{10^7 \rho_s}}$$

ρ_s : Es la resistividad eléctrica del material de la pantalla metálica a la temperatura de servicio ($\Omega \cdot m$). En nuestro caso $1,7241 \times 10^{-8}$

D_s : Es el diámetro exterior de la pantalla metálica del cable.

t_s : Es el espesor de la pantalla metálica (mm).

ω : Es $2\pi f$

R_s : Es la resistencia de la pantalla, por unidad de longitud, a la temperatura máxima de servicio (Ω / m).

Las fórmulas para λ_0 , Δ_1 y Δ_2 son para tres cables en tresbolillo:

$$\lambda_0 = 3 \left(\frac{m^2}{1+m^2} \right) \cdot \left(\frac{d}{2s} \right)^2$$

$$\Delta_1 = (1,14 \cdot m^{2,45} + 0,33) \cdot \left(\frac{d}{2s} \right)^{(0,92m+1,66)}$$

$$\Delta_2 = 0$$

En las cuales $m = \frac{\omega}{R_s} \cdot 10^{-7}$ para $m \leq 0,1$ Δ_1 y Δ_2 pueden despreciarse

2.1.2.- Cálculo de la intensidad máxima admisible en cortocircuito en el conductor.

El cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito en el conductor se realiza según la norma UNE 21-192, "Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático".

La intensidad de cortocircuito admisible viene dada por la expresión:

$$I = \varepsilon \cdot I_{AD}$$

Donde:

I : es la intensidad de cortocircuito admisible;

I_{AD} : es la intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática;

ϵ : es el factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes.

Cálculo de la intensidad de cortocircuito adiabático

La fórmula del calentamiento adiabático se presenta bajo la siguiente forma general:

$$I_{AD}^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)$$

Donde:

I_{AD} : Es la intensidad de cortocircuito (valor eficaz durante el cortocircuito) calculada en una hipótesis adiabática (A).

t : Es la duración del cortocircuito (s). Se tomará el valor de 0,5 s.

K : Es la constante que depende del material del componente conductor de corriente.

- Para conductores de aluminio se utilizará el valor de $148 \text{ A s}^{1/2}/\text{mm}^2$
- Para conductores de cobre se utilizará el valor de $226 \text{ A s}^{1/2}/\text{mm}^2$

S : Es la sección geométrica del componente conductor de corriente; para los conductores se tomará la sección nominal, y para las pantallas la sección de 1 alambre.

θ_f : Es la temperatura final(°C). En el conductor se utilizarán 90°C y en la pantalla se utilizarán 80°C.

θ_i : es la temperatura inicial (°C). En el conductor se utilizarán 250°C y en la pantalla se utilizarán 210°C.

β : es la inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente a °C (K);

- Para conductores de aluminio se utilizará el valor de 228 K
- Para conductores de cobre se utilizará el valor de 234,5 K

Cálculo del factor no adiabático

La fórmula general de una ecuación empírica para el factor no adiabático es la siguiente:

$$\varepsilon = \sqrt{1 + F \cdot A \cdot \sqrt{\frac{t}{S}} \cdot F^2 \cdot B \cdot \left(\frac{t}{S}\right)}$$

Donde:

F: Es el factor que tiene en cuenta la imperfección de los contactos térmicos entre el conductor o los alambres y los materiales metálicos no adyacentes. Se tomará $F=0,7$ para los conductores y $F=0,5$ para las pantallas.

A, B: Son las constantes empíricas basadas en las características térmicas de los materiales no metálicos adyacentes.

Donde:

σ_c : es el calor específico volumétrico del componente conductor de corriente

- Para el cobre se tomará el valor de $3,45 \times 10^6 \text{ J/K}\cdot\text{m}^3$
- Para el aluminio se tomará el valor de $2,5 \times 10^6 \text{ J/K}\cdot\text{m}^3$

σ_i : es el calor específico volumétrico de los materiales no metálicos adyacentes. Se tomará el valor de $2,4 \times 10^6 \text{ J/K}\cdot\text{m}^3$ (correspondiente al XLPE)

ρ_i : es la resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes. Se tomará el valor de $3,5 \text{ K}\cdot\text{m/W}$ (correspondiente al XLPE)

Tensión del sistema	Icc trifásica	Sección del cable
66 kV	84,2 kA	300 mm ²

2.1.3.- Cálculo de la intensidad máxima admisible en cortocircuito en la pantalla.

El cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla se realiza según la norma UNE 21-192, "Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático".

A continuación se detalla la formulación, particularizando para los datos concretos de la línea indicados en la memoria.

Se aplicará el mismo método para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito en las pantallas. No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente.

Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

Tensión del sistema	Icc pantalla cable	Sección de pantalla del cable
66 kV	21,17 kA	75 mm ²

2.1.4.- Cálculo caída de tensión.

La caída de tensión total de los tramos subterráneos se determinará mediante la expresión:

$$e = \sqrt{3} I_n L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$I_n = \text{Intensidad permanente (en A)} = \frac{S}{\sqrt{3} x U} = 139,96 \text{ A}$$

L = Longitud de la línea (en Km), en nuestro caso es 1,68781

R = Resistencia óhmica (en ohm/Km), en nuestro caso es 0,1

X = Reactancia inductiva (en ohm/Km) en nuestro caso es 0,189

S = Potencia a transmitir (MVA), en nuestro caso es de 16

Cos φ = 0,95

Particularizando para los datos concretos de la línea resulta un valor de caída de tensión aproximado de:

$$e = 63,0153 \text{ V}$$

$$V = 0,095\%$$

2.2.- Cálculos tramo aéreo.

2.2.1- Mecánicos.

Tensión máxima del tendido.

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales (To), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

a) Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC-07 del R.L.A.T.

b) Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 °C para Zona A y 10 °C para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda del un porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

Vano de regulación.

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

- a_r : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- b_i : Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i .(m)
- a_i : Proyección horizontal de b_i (m)

Ecuación del cambio de condiciones.

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 * (T + A) = B$$

$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} * \frac{P_0^2}{T_0^2} * S * E \quad ; \quad B = \frac{a_r^2 * P^2}{24} * S * E$$

- a_r : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- T_0 : Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).
- θ_0 : Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

- P_o : Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).
- T : Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).
- θ : Temperatura en las condiciones finales (°C).
- P : Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).
- S : Sección del conductor (mm²).
- E : Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm²).
- α : Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{\text{cond}} + \text{Sobrecarga}_{\text{hielo o viento}}$$

Flecha máxima.

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p * a * b}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2}\right)$$

- a : Longitud proyectada del vano (m).
- h : Desnivel (m).
- b : Longitud real del vano (m) $\rightarrow b = \sqrt{a^2 + h^2}$
- T : Componente horizontal de la tensión (kg).
- p : Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de **6 metros**.

Distancias de seguridad.

Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a: $D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el}$ (con un mínimo de 6 m). A nuestro nivel de tensión de 66 kV le corresponde una D_{el} de 0,7 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de: **$D_{add} + D_{el} = 6 \text{ metros}$** .

- $D_{add} + D_{el}$: Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

Distancia entre conductores

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC-07 del R.L.A.T., esto es:

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

- D : Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.

- K : Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC-07 del R.L.A.T.

- F : Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC-07 del R.L.A.T. (m).

- L : Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $L=0$.

- D_{pp} : Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

Distancia a masa

Según el artículo 5.4.2 de la ITC-07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a D_{el} .

- D_{el} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. D_{el} puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En nuestro caso: $D_{el} = 0,7$ metros.

Si esta distancia es menor que la mínima que establece el reglamento, 0,2 metros, se cogerá esta distancia mínima.

Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$tg\gamma = \frac{K_v * d * (\frac{a_1 + a_2}{2}) + \frac{E_c}{2}}{P(\frac{a_1 + a_2}{2}) + T_{-t+\frac{v}{2}} * (\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}) + \frac{P_c}{2}}$$

- γ : Ángulo de desviación.
- E_c : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).
- P_c : Peso de cada cadena (kg).
- a_1 y a_2 : Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).
- h_1 y h_2 : Desnivel de vano anterior y posterior (m).
- $T_{H+V/2}$: Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 120 km/h.
- d : Diámetro del conductor (m).
- P : Peso unitario del conductor (kg/m).
- K_v : Presión mitad del viento (kg/m²).

Apoyos.

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A, B o C).

Cargas verticales

- Carga vertical permanente (P_{vp}):

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \text{ (kg)}$$

Siendo:

- a_1 y a_2 : Longitud proyectada del vano anterior y posterior.
- P_{cond} : Peso propio del conductor.

- P_{cadl} : Peso de la cadena, aisladores más herrajes.
- n : Número de conductores.
- h_1 y h_2 : Desnivel del vano anterior y posterior (m).
- T : Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

- Sobrecarga por hielo (S_h):

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

- P_h : Sobrecarga de hielo. En zona B = $0,18 \times \sqrt{d}$ (Kg/m); en zona C = $0,36 \times \sqrt{d}$ (kg/m).
Siendo d el diámetro del conductor (mm).

Cargas horizontales

- Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (kg)}$$

- q : Presión del viento sobre el conductor (Kg/m²). Siendo $q = 60 \cdot \left(\frac{v_v}{120} \right)^2$ Kg/m² cuando $d \leq 16\text{mm}$ y $q = 50 \cdot \left(\frac{v_v}{120} \right)^2$ kg/m² cuando $d \geq 16\text{mm}$.
- d : diámetro del conductor en mm.

- Resultante de ángulo (R_a):

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right) \text{ (mg)}$$

Siendo, al igual que antes, α el ángulo interno que forman los conductores entre sí

- Desequilibrio de tracciones (D_i):

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:
 Un >66kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
 Un ≤66kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:
 Un >66kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
 Un ≤66kV, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de anclaje:
 Un >66kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
 Un ≤66kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:
 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.
- Desequilibrios muy pronunciados:
 Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.
- Desequilibrio en apoyos especiales:
 Desequilibrio más desfavorable que puedan ejercer los conductores. Se aplicarán los esfuerzos en el punto de fijación de los conductores.

- Rotura de conductores (R_c):

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):

El 50% en líneas de 1 ó 2 conductores por fase.

El 75% en líneas de 3 conductores.

No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.

- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

El 100% para líneas con un conductor por fase.

El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

- Rotura de conductores en apoyos especiales.

Se considerará el esfuerzo que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.

Cimentaciones.

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t\right) + F_v \cdot \left(h_t/2 + 2/3 \cdot t\right)$$

- F = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg
- h = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- t = Profundidad de la cimentación en m.
- F_v = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.
- h_t = Altura total del apoyo en m.

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

$$\text{Donde: } M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4; \quad M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a ;$$

Siendo:

- 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 metros de profundidad ($\text{Kg}/\text{cm}^2 \times \text{cm}$)
- a = Anchura de la cimentación en metros.
- p = Peso de la torre y herrajes en Kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC-07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

Aislamiento y herrajes

Aisladores

Según establece la ITC-07 del R.L.A.T., apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

En el caso que nos ocupa tenemos una cadena de aisladores con un coeficiente de seguridad de:

$$U70BS ; C.S. = 7000 / 1438 = 4,87$$

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC-07 del R.L.A.T.) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

Según el tipo de ambiente donde se encuentre el conductor (tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.), el R.D. 223/2008 recomienda que longitud de la línea de fuga entre fase y tierra de los aisladores a utilizar. Para obtener la línea de fuga mínima recomendada se multiplica el número indicado por el reglamento (tabla 14) según el tipo de ambiente por la tensión nominal de la línea.

Herrajes

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC-07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

2.2.1 - Eléctricos.

Resistencia eléctrica de la línea

La resistencia de la línea será: $R_L = [L(Km) \cdot R(\Omega/Km)]/n^2$

Donde:

- L (Km) = Longitud de la línea.
- R (Ω/Km) = Resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura.
- R_L (Ω) = Resistencia total de la línea.
- n^2 = Número de conductores por fase.

Por lo tanto:

$$R_L = [0,10752 (Km) \cdot 0,3066 (\Omega / Km)] / 1 = 0,0330 (\Omega)$$

Reactancia del conductor

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left(\frac{\mu}{2 \cdot n} + 4,605 \cdot \log(D/r) \right) \cdot 10^{-4} \Omega/Km.$$

- X = Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.
- f = Frecuencia de la red en hercios=50.

- r = Radio equivalente del conductor en milímetros.
- D = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.
- μ = Permeabilidad magnética del conductor. Para conductores de cobre, acero-aluminio y aluminio tiene un valor de 1.
- n° = Número de conductores por fase.

La separación media geométrica (D) la calculamos como:

$$D = \sqrt[3]{d_{12} * d_{23} * d_{13}}$$

Por lo tanto

$$X = 0,3706 \ \Omega/\text{Km}.$$

Densidad máxima admisible

La densidad máxima admisible de un conductor, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz, se deduce de la tabla 11 del apartado 4.2 del de la ITC-07 del R.L.A.T. Para un conductor de Acero-Aluminio, LA-110 (94-AL1/22-ST1A), de 116,2 mm² de sección y configuración 30+7 la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$$D_{\text{máx.admi.}} = 2,7302 \text{ A/mm}^2.$$

Intensidad máxima admisible

La corriente máxima que puede circular por nuestro cable LA-110 (94-AL1/22-ST1A) elegido, teniendo en cuenta que tiene una sección de 116,2 mm², es de:

$$I_{\text{máx}} = D_{\text{máx.adm.}} * S * n_{\text{conductores/fase}}^\circ$$

Siendo:

- I = Intensidad de corriente máxima en A.
- S = Sección del conductor (mm²)
- $D_{\text{máx.adm.}}$ = Densidad de corriente máxima soportada por el cable (A/mm²).

Entonces:

$$I_{\text{máx}} = 2,7302 \text{ A/mm}^2 * 116,2 \text{ mm}^2 * 1 = 317,2443 \text{ A}$$

Potencia máxima a transportar

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado es de:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * V * \cos \phi * I_{\text{máx}}$$

Siendo:

- P = Potencia en kW.
- V = tensión en kV.
- $\cos \phi$ = Factor de potencia.

Entonces: $P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * 0,8 * 66 \text{ kV} * 317,2443 \text{ A} = 29.013,16 \text{ kW}$

Caída de tensión

La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} * I * L * (R \cdot \cos \theta + X \cdot \sin \theta)$$

Siendo:

- e = Caída de tensión (V.).
- L = Longitud de la línea (Km.).

Por lo tanto tenemos una caída de tensión:

$$e = \sqrt{3} * 317,2443 \text{ (A)} * 0,11 \text{ (Km)} * [0,31 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,8 + 0,3706 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,6] = 27,6269 \text{ V}$$

En tanto por ciento, la caída de tensión en la línea será de 0,0419 % , que es menor que el 5% recomendable.

Pérdida de potencia

La pérdida de potencia que, por el efecto Joule, se produce en la línea viene dada por la expresión:

$$P_p = 3 * R * I^2 * L$$

Por lo tanto la potencia perdida es de:

$$P_p = 3 * 0,31 (\Omega/\text{Km}) * 317,2443^2 (\text{A}) * 0,11 (\text{Km}) = 9,9534 \text{ kW}$$

Lo que supone un **0,0343 %** de la máxima potencia transportada.

Rendimiento de la línea

Viene dado por la expresión:

$$\mu = (Pot. \text{ total} - Pot. \text{ perdida}) * 100 / Pot. \text{ total}$$

$$\mu = (29013 (\text{kW}) - 9,9534 (\text{kW})) * 100 / 29013 (\text{kW}) = 99,9657 \%$$

Capacidad de la línea

Viene dado por la expresión:

$$\beta = 0,0242 / \log(D/r)$$

$$\beta = 0,0099 (\mu\text{F}/\text{Km})$$

- r= Radio equivalente del conductor en milímetros.

- D= Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

Efecto corona

La tensión crítica disruptiva:

$$U_c = 29,8 / \sqrt{2} * m_c * m_t * 298 / (273 + \theta) * \text{Exp}(-h/8150) * r * n_{\text{conductores/fase}}^2 * \ln(D/r_{\text{eq}})$$

Donde las consideraciones que se han tenido en cuenta son las siguientes:

m_c = Coeficiente de rugosidad de la superficie del conductor (0,85 para cables)

θ = Temperatura ambiente (EDS)

h = Cota máxima del terreno en metros.

r = Radio del conductor en centímetros.

r_{eq} = Radio equivalente del conductor en milímetros.

m_t = Coeficiente del estado del tiempo (0,8 para tiempo húmedo)

D = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

$U_c = 58$ (kV)

Existirán pérdidas corona siempre que la tensión crítica de aparición de descargas corona en valor eficaz U_c , sea inferior a la tensión máxima fase neutro de la línea $U_s / \sqrt{3}$, donde U_s es la tensión más elevada de la línea.

3.-Pliego de condiciones

Condiciones Generales.

3.1.- Objeto.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

3.2.- Campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3.3.- Disposiciones generales.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.3.1.- Condiciones facultativas legales.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se

regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- f) Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- g) 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 en líneas eléctricas de alta tensión.
- h) Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.
- i) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y Real Decreto 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

3.3.2.- Seguridad en el trabajo.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "i" del párrafo 3.3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.3.3.- Seguridad pública.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3.4.- Organización del trabajo.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.4.1.- Datos de la obra.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuáles serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.4.2.- Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

3.4.3.- Mejoras y variaciones del proyecto.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

3.4.4.- Recepción del material.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

3.4.5.- Organización.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de

elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

3.4.6.- Facilidades para la inspección.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

3.4.7.- Ensayos.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

3.4.8.- Limpieza y seguridad en las obras.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

3.4.9.- Medios auxiliares.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

3.4.10.- Ejecución de las obras.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

3.4.11.- Subcontratación de las obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con

indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

4.12.- Plazo de ejecución.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

3.4.13.- Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados,

fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas.

3.4.14.- Periodos de garantía.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

3.4.15.- Recepción definitiva.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

3.4.16.- Pago de obras.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o

enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

3.4.17.- Abono de materiales acopiados.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

3.5.- Disposición final.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión

3.6- Objeto y campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de líneas aéreas de 3ª categoría, especificadas en el correspondiente proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de las líneas aéreas de alta tensión hasta 25 kV con apoyos metálicos y de hormigón.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3.7- Ejecución del trabajo.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas y el estado del arte.

3.7.1.- Replanteo de los apoyos.

Como referencia para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

- A. Una estaquilla para los apoyos de madera.
- B. Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aún cuando sean de amarre.
- C. Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo; las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea y la central indicará la proyección vertical del apoyo.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo de la Contrata.

3.7.2.- Apertura de hoyos.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- **Excavación:** Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.
- **Explanación:** Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta será por cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 km. para las líneas con apoyos metálicos y a 1 km. para las líneas de hormigón y madera, por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos según queden o no hormigonados los apoyos. En el caso de que, por la naturaleza de la obra, ésto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la Dirección Técnica. Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que circunde el apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de los fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc., deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos. En la excavación con empleo de explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

3.7.3.- Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

Los apoyos de hormigón se transportarán en góndolas por carretera hasta el Almacén de Obra y desde este punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie del hoyo.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

3.8.- Cimentaciones.

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/cm².

El amasado del hormigón se hará con hormigonera o si no sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm. como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierte-aguas.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

3.8.1.- Arena.

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: De la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm 100 cm³ de arena, los cuáles se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm³. Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm³ se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar

durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8 %.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm³ de arena con una solución de sosa al 3 % hasta completar 150 cm³. Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso): 1 parte de cemento.

3.8.2- Partes de arena

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm². Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será desechada.

En obras de pequeña importancia, se puede emplear el procedimiento siguiente para determinar la calidad de la arena: Se toma un poco de arena y se aprieta con la mano, si es silíceo y limpia debe crujir. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla y barro.

3.8.3.- Grava.

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm., no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

3.8.4.- Cemento.

Se empleará cualquiera de los cementos tipo Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Prevía autorización de la Dirección Técnica podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

3.8.5.- Agua.

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

3.8.6.- Hormigón.

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m³. La composición normal de la mezcla será:

- A. Cemento: 1
- B. Arena: 3
- C. Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm.

de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura H del montón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

<u>Consistencia</u>	<u>H (cm.)</u>
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

3.8.7.- Ejecución de las cimentaciones.

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el Proyecto.

Los encofrados serán mojados antes de empezar el hormigonado. En tiempos de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, puede proseguirse el hormigonado, tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Cuando sea necesario interrumpir un trabajo de hormigonado, al reanudar la obra, se lavará la parte construida con agua, barriéndola con escobas metálicas y cubriendo después la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido. Los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm, como mínimo, en terrenos normales, y 20 cm en terreno de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo, como vierte-aguas. Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir unos 30 cm bajo el nivel del suelo y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- a) Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 25 cm de espesor, de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.
- b) Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo o el apoyo completo, según el caso, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo, en el primer caso, o bien, se aplomará el apoyo completo, en el segundo caso, inmovilizando dichos apoyos por medio de vientos.
- c) Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base o al apoyo una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.
- d) Después se rellenará de hormigón el foso, o bien se colocará el encofrado en las que sea necesario, vertiendo el hormigón y apisonándolo a continuación.
- e) Al día siguiente de hormigonada la fundación, y en caso de que tenga encofrado lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso.
- f) En los recorridos, se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recorridos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

3.9.- Armado e izado de apoyos.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el herramental y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10 %), montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El criterio de montaje del apoyo será el adecuado al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2 %.

El procedimiento de levante será determinado por la Contrata, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen en el izado, se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes.

Los postes metálicos o de hormigón con cimentación, por tratarse de postes pesados, se recomienda que sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

El izado de los apoyos de hormigón sin cimentación se efectuará con medios mecánicos apropiados, no instalándose nunca en terrenos con agua. Para realizar la sujeción del apoyo se colocará en el fondo de la excavación un lecho de piedras. A continuación, se realiza la fijación del apoyo, bien sobre toda la profundidad de la excavación, bien colocando tres coronas de piedra formando cuñas, una en el fondo de la excavación, la segunda a la mitad de la misma y la tercera a 20 cm, aproximadamente, por debajo del nivel del suelo. Entre dichas cuñas se apisonará convenientemente la tierra de excavación.

Una vez terminado el montaje del apoyo, se retirarán los vientos sustentadores, no antes de 48 horas.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a

las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca. Una vez que se haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, se procederá al graneteado de los tornillos, con el fin de impedir que se aflojen.

Terminadas todas las operaciones anteriores, y antes de proceder al tendido de los conductores, la Contrata dará aviso para que los apoyos montados sean recepcionados por la Dirección Técnica.

3.10.- Protección de las superficies metálicas.

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

3.11.- Tendido, tensado y engrapado de los conductores.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramientas y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

3.11.1.- Colocación de aisladores.

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

3.11.2.- Tendido de los conductores.

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de éste no están recepcionados.

De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptible de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc.

Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y anclaje.

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T., B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse las protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando hay que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T.), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intempestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detector de A.T. adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

3.11.3.- Tensado, regulado y engrapado de los conductores.

Previamente al tensado de los conductores, deberán ser venteados los apoyos primero y último

del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la Contrata estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150° .

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fué medida. Iguaes datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y comprobación del regulado se realizará siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si una vez engrapado el conductor se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar, y si el conductor no se ha dañado se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y debe ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se hará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario. La suspensión del cable se hará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

3.12.- Reposición del terreno.

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario, todo lo cuál será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

3.13.- Numeración de apoyos. avisos de peligro eléctrico.

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo.

Estas indicaciones cumplirán la normativa existente sobre señalizaciones de seguridad.

3.14.- Tomas de tierra.

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y cierre del foso y zanja para la hincia del electrodo (o colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a

través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: Electrodo de difusión o Anillos cerrados. Cuando los apoyos soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

3.14.1.- Electrodo de difusión.

Cada apoyo dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a $20\ \Omega$, los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 35 mm^2 de sección, pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm^2 de sección cada uno.

Al pozo de cada electrodo se le dará una profundidad tal que el extremo superior de cada uno, ya hincado, quede como mínimo a 0,50 m. por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Los electrodos deben quedar aproximadamente a unos 80 cm. del macizo de hormigón. Cuando sean necesarios más de un electrodo, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a más de 3 m. del macizo de hormigón.

3.14.2.- Anillo cerrado.

La resistencia de difusión no será superior a $20\ \Omega$, para lo cual se dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios con un mínimo de dos electrodos.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 35 mm^2 , pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm^2 de sección cada uno. Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 50 cm. de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m., como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

3.14.3.- Comprobación de los valores de resistencia de difusión.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

3.15.- Materiales.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

3.15.1.- Reconocimiento y admisión de materiales.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

3.15.2.- Apoyos.

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Norma UNE 207016. Llevarán borne de puesta a tierra.

Los apoyos metálicos estarán contruidos con perfiles laminados de acero según Norma UNE 207017.

3.15.3.- Herrajes.

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados como tratamiento superficial.

Deberán cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897. Su diseño deberá ser tal que sean compatibles con los requisitos eléctricos especificados para la línea aérea.

Las características mecánicas de los herrajes de las cadenas de aisladores deberán cumplir con los requisitos de resistencia mecánica dados en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128.

Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula, deberán cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN 60372.

3.15.4.- Aisladores.

Las características y dimensiones de los aisladores utilizados para la construcción de líneas aéreas deberán cumplir con los requisitos dimensionales de las siguientes normas:

- UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433, para elementos de cadenas de aisladores de vidrio o cerámicos.
- UNE-EN 61466-1 y UNE-EN 61466-2, para aisladores de aislamiento compuesto de goma de silicona.
- CEI 60720, para aisladores rígidos de columna o peana.
- UNE-EN 62217 para aisladores poliméricos.

En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

3.15.5.- Conductores.

Los conductores de aluminio deberán cumplir la Norma UNE-EN 50182.

Los conductores de acero cumplirán con la norma UNE-EN 50182. Las especificaciones del material serán conforme a la norma UNE-EN 50189 para los hilos de acero galvanizado y conforme a la norma UNE-EN 61232 para los hilos de acero recubiertos de aluminio.

Los conductores de cobre podrán estar constituidos por hilos redondos de cobre o aleación de cobre, de acuerdo con la norma UNE 207015.

3.16.- Recepción de obra.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de

mejora.

3.17.- Calidad de cimentaciones.

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura; con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

3.17.2.- Tolerancias de ejecución.

Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $D/100 + 10$, expresada en centímetros.

Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento y no deben aparecer riesgos de ahorcamientos, ni esfuerzos longitudinales superiores a los previstos en alineación.

Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo. En los demás igual tolerancia sobre la posición definida en el apartado 2.5.

Tolerancia de regulación.

Los errores admitidos en las flechas serán:

- De $\pm 2,5$ % en el conductor que se regula con respecto a la teórica.
- De $\pm 2,5$ % entre dos conductores situados en planos verticales.
- De ± 4 % entre dos conductores situados en planos horizontales.

Estos errores se refieren a los apreciados antes de presentarse la afluencia. Dicho fenómeno sólo afecta al primero de los errores, o sea, la flecha real de un conductor con relación a la teórica,

por lo que deberá tenerse presente al comprobar las flechas al cabo de un cierto tiempo del tendido.

Castellón de la Plana, 28 de junio de 2020.

Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

4.- Presupuesto y mediciones.

LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 66 kV				
LAMT - Tramos de línea aérea AT				
Apoyo metálico de celosía, tipo HAR7000, de 9 metros de altura y 7000 daN de esfuerzo nominal, compuesto de cabeza prismática y fuste troncopiramidal de sección cuadrada, según UNE 207017, puesto en obra, totalmente acabado. Homologado por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	Ud.	2	3700	7.400,00 €
Aislador de material polimerico, exterior, de tension 66 kV. Puesto en obra, totalmente acabado. Homologado por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	Ud.	6	3700	22.200,00 €
Excavación y cimentación para la fijación de apoyo, incluso fijación del apoyo, mediante hormigón HM-25/B/20/L, fabricado en central, puesto en obra, totalmente acabado. Homologado por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	Ud.	2	3700	7.400,00 €
Suministro, tendido y retensionado de ml de cable de 116,7 mm2 de seccion, de aluminio-acero, 100-A1/S1A, puesto en obra, totalmente montado y testeado. Homologado por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	m	108	9,24	997,92 €
Total Tramos de línea aérea AT				37.997,92 €
LSMT - Tramos de línea subterránea AT				
Pavimentación de espesor 10 cm. Incluye material, mano de obra y maquinaria para la pavimetación de asfalto tanto en calzada como en acera. Queda incluido la instalacion de elementos de señalización, balizamiento, realización de pasos temporales de peatones o vehiculos, regulación de trafico rodado. Tambien incluye gestión de residuos, contenedores para almacenaje temporal y transporte.	m2	849	36,40	30.903,60 €
Excavación de zanja normalizada para instalación eléctrica, en tierras de dureza media, mediante medios mecánicos, incluso entibación, de dimensiones 500 x 1.200 mm). Incluso retirada de matorral, cantos. Homologada por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	m³	1019	67,21	68.486,99 €
Suministro, transporte y colocación de canalización entubada de 4 tubos de 200 mm de diámetro sobre asiento o lecho de arena, ya sea en acera o tierra. Homologado por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	m	1698	92,00	156.216,00 €
Material necesario para empalme subterráneo de 36/66 kV, conforme a la NI de aplicación.	Ud.	3	135,30	405,90 €
Suministro, transporte y colocación de banda de señalización de línea eléctrica de AT. Homologado por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	Ud.	1698	1,68	2.852,64 €

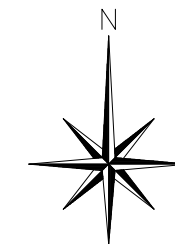
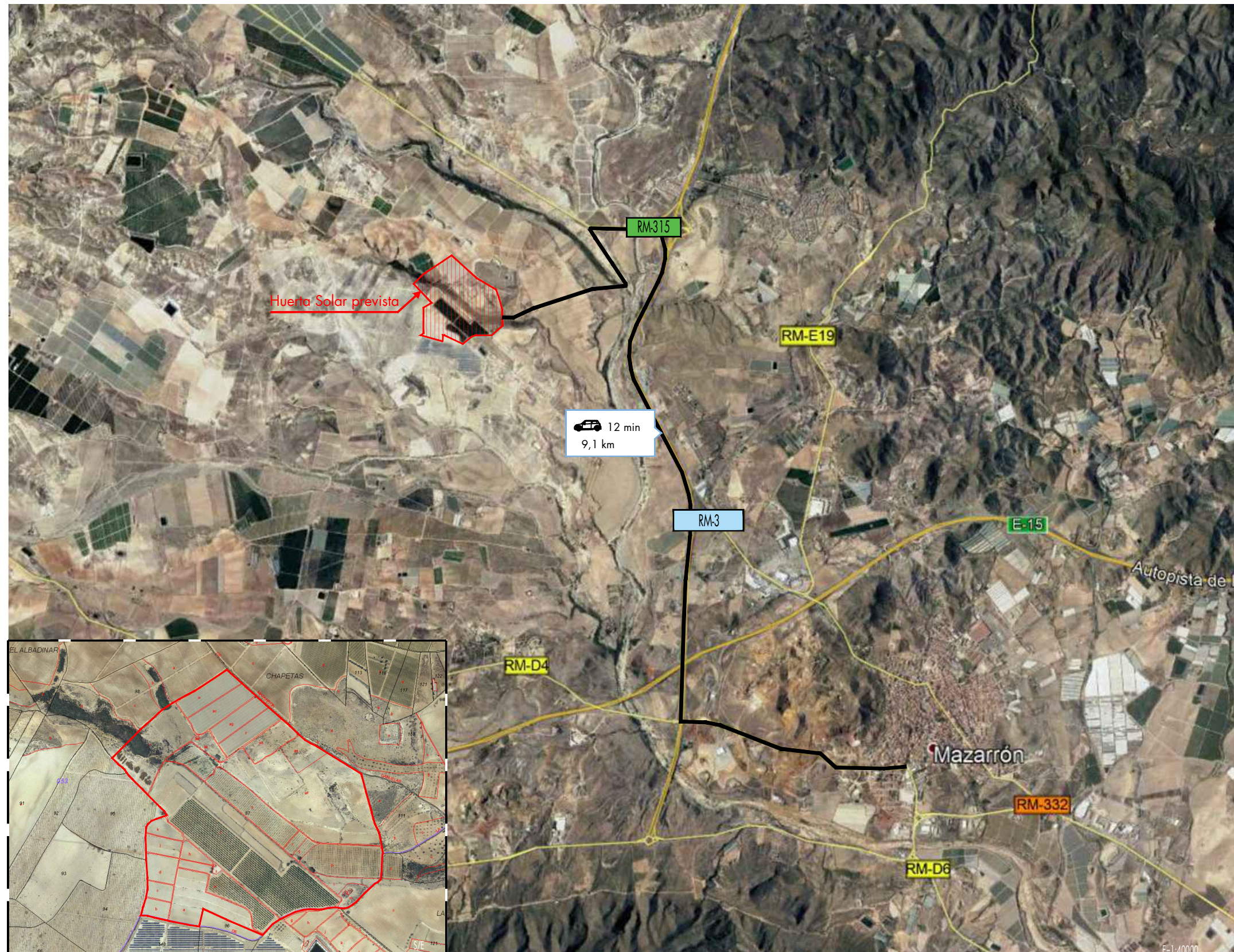
Suministro, transporte y tendido de cable tipo HEPR-Z1 (AS) de sección 300 mm ² y pantalla H75, Tensión 36/66 (72,5) kV. Esta partida incluye e el transporte de bobinas a pie de obra, retirada de las mismas una vez finalizados los trabajos, elementos de tendido y herramienta necesarios, quitar tapones, pasar guías, colocar y recuperar boquilla de tendido en entrada boca/tubo, colocación de gatos mecánicos en bobina, rodillos en zanja, preparación punta cable para colocación elemento de tiro, tendido de cable, sellado mediante capuchones de los extremos del cable en zanja y bobina, marcado de fases con cinta de colores cada arqueta, y señalización de la línea de acuerdo a MT-2.33.18]. Sellado de tubos.	Ud.	5094	16,50	84.051,00 €
Total Tramos de línea subterránea MT				418.911,97 €
TOTAL LINEA DE EVACUACIÓN				456.909,89 €

TOTAL PROYECTO	456.909,89 €
-----------------------	---------------------

Castellón de la Plana, 28 de junio de 2020.

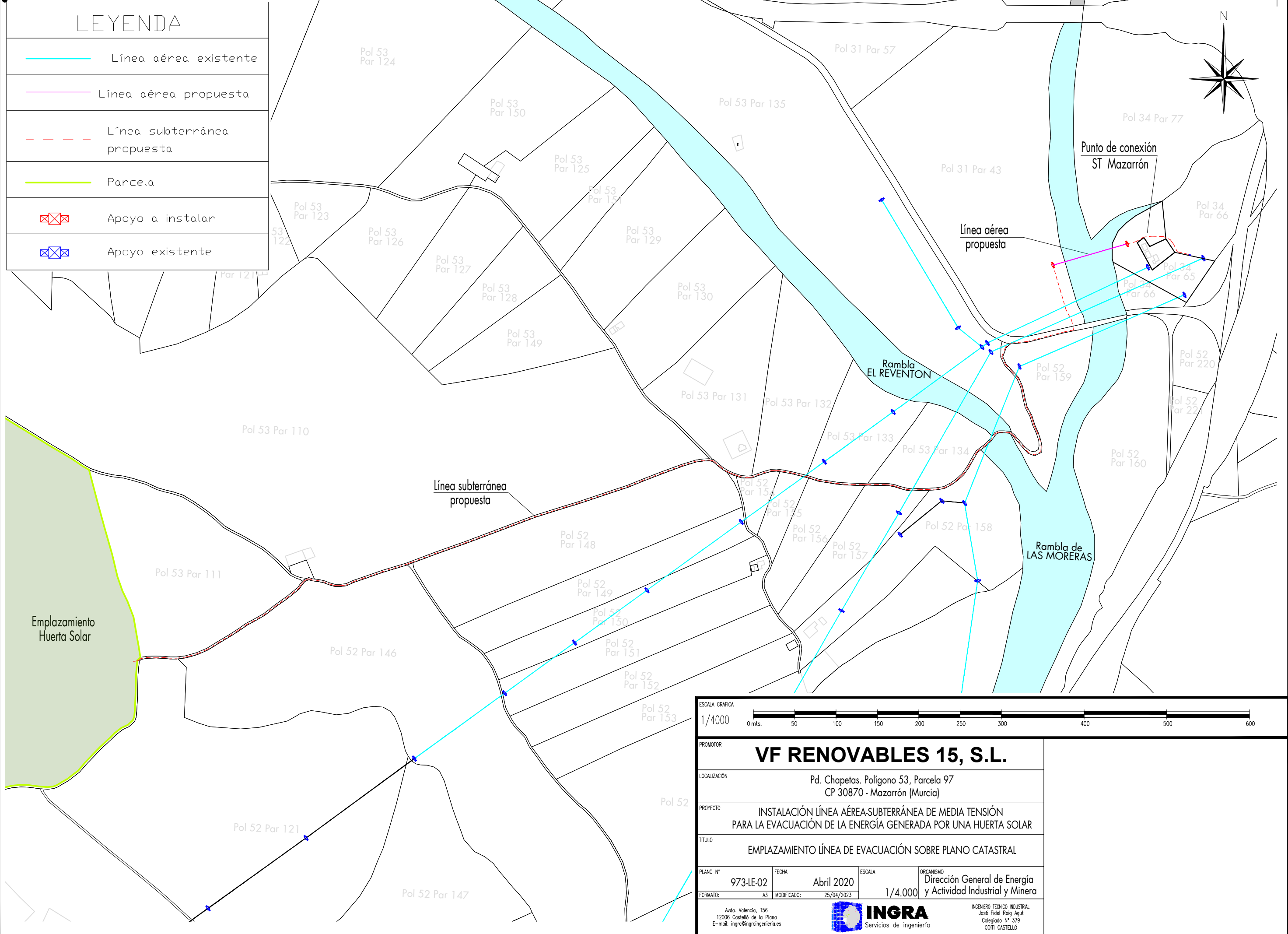
Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

5.- Planos.



HUERTA SOLAR. Coordenadas:
UTM (ETRS89, Fus 30)
644.658m E; 4.166.047m N

PROMOTOR			
VF RENOVABLES 15, S.L.			
LOCALIZACIÓN		Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)	
PROYECTO		INSTALACIÓN LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA POR UNA HUERTA SOLAR	
TÍTULO		EMPLAZAMIENTO	
PLANO Nº	973-LE-01	FECHA	Abril 2020
FORMATO:	A3	MODIFICADO:	25/04/2023
ORGANISMO		Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera	
INGRA		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agut Colegiado Nº 379 COTI CASTELLÓ	

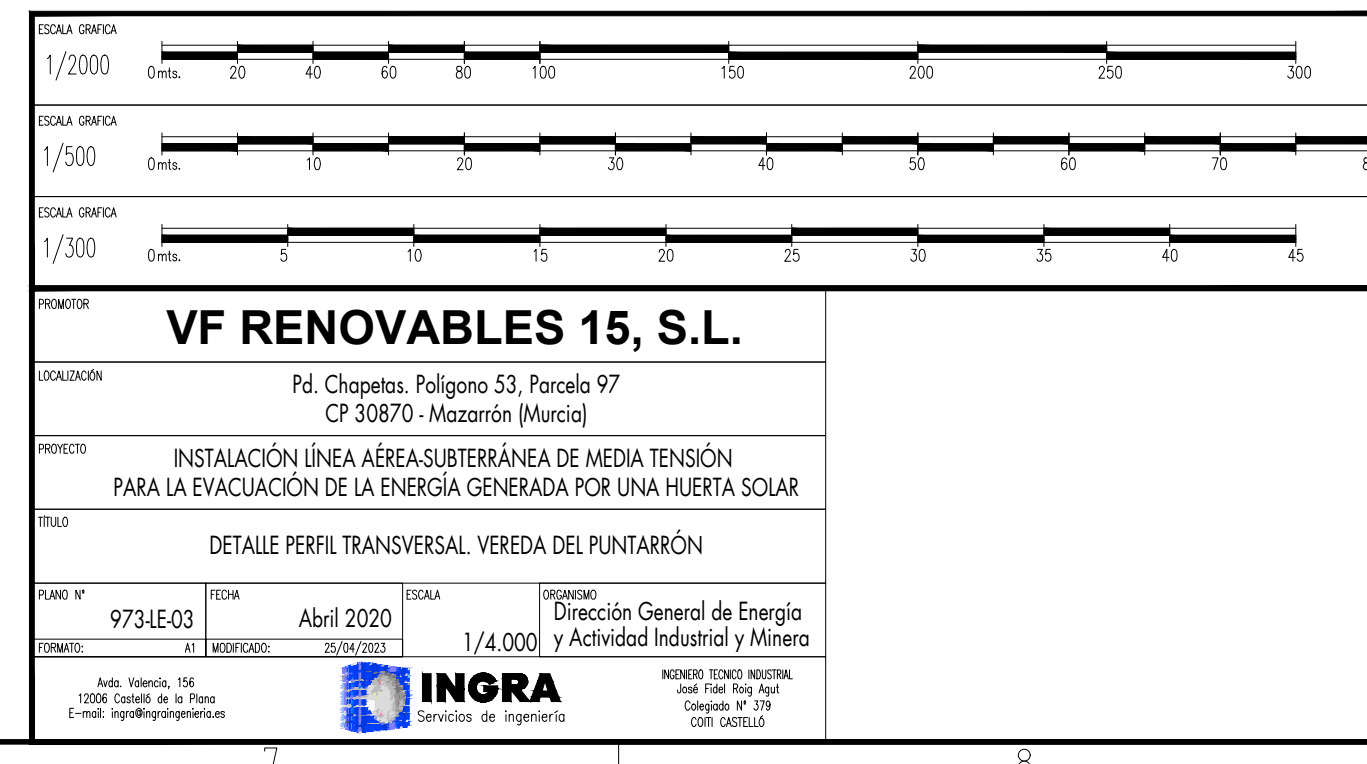
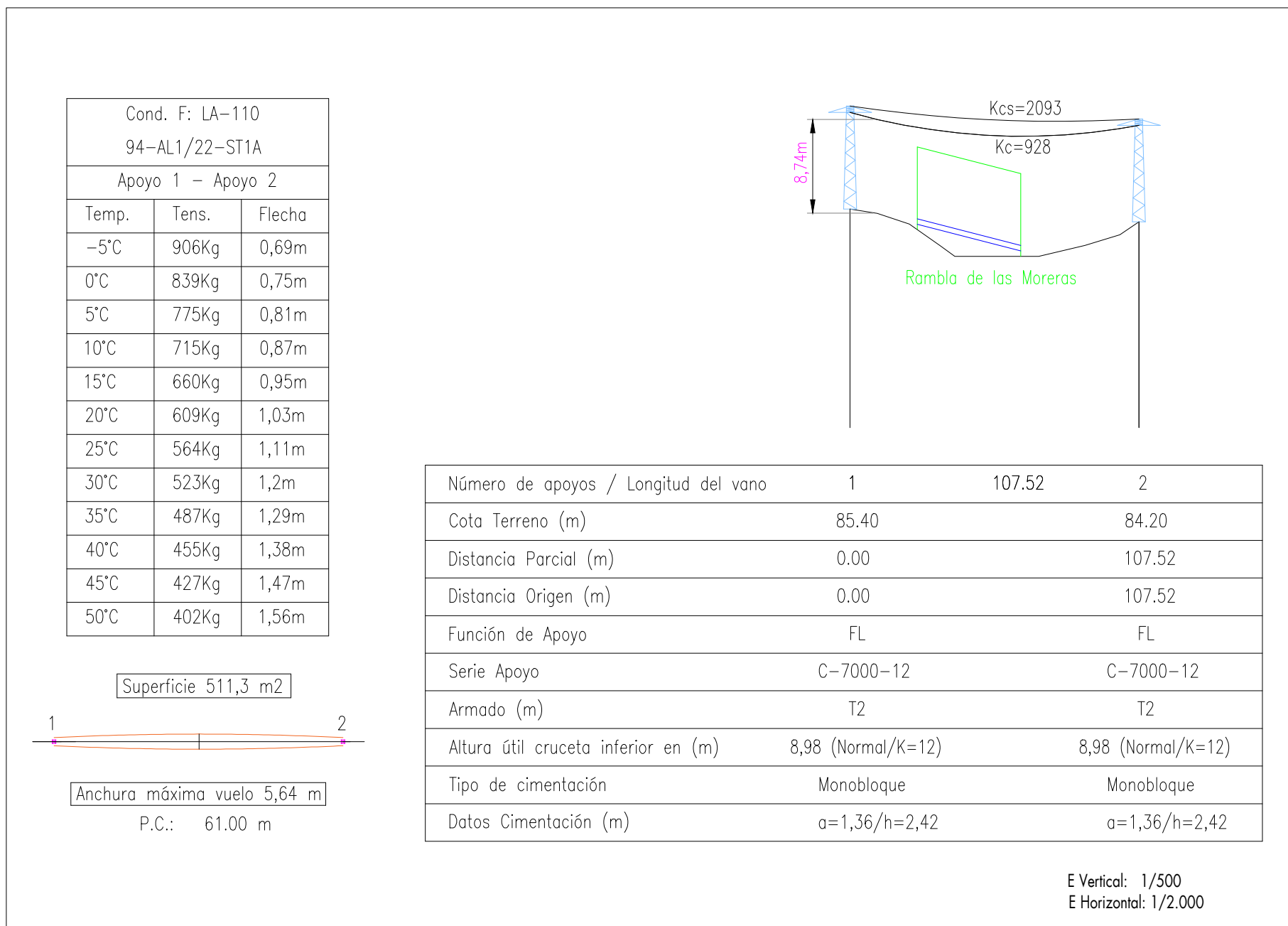
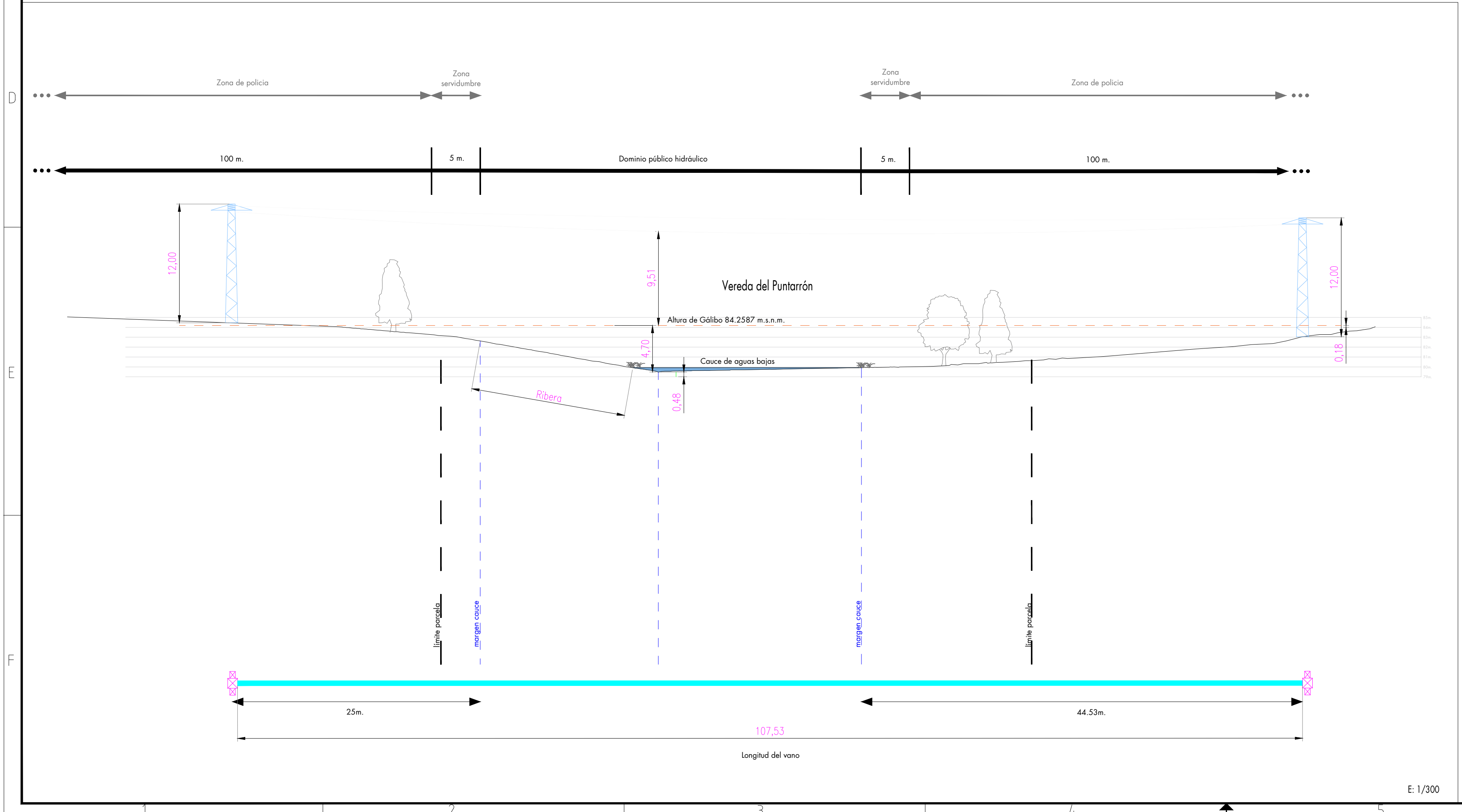
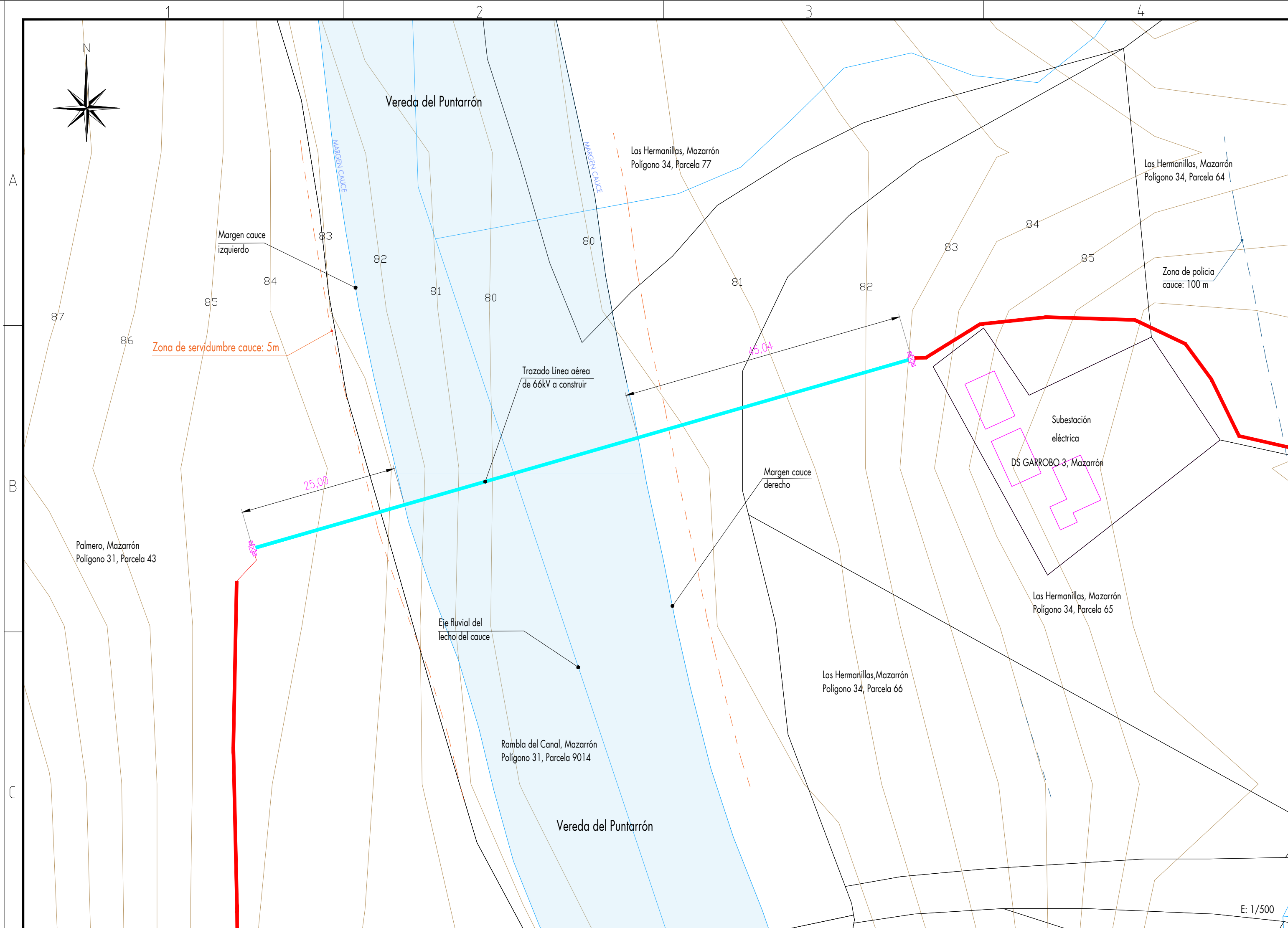


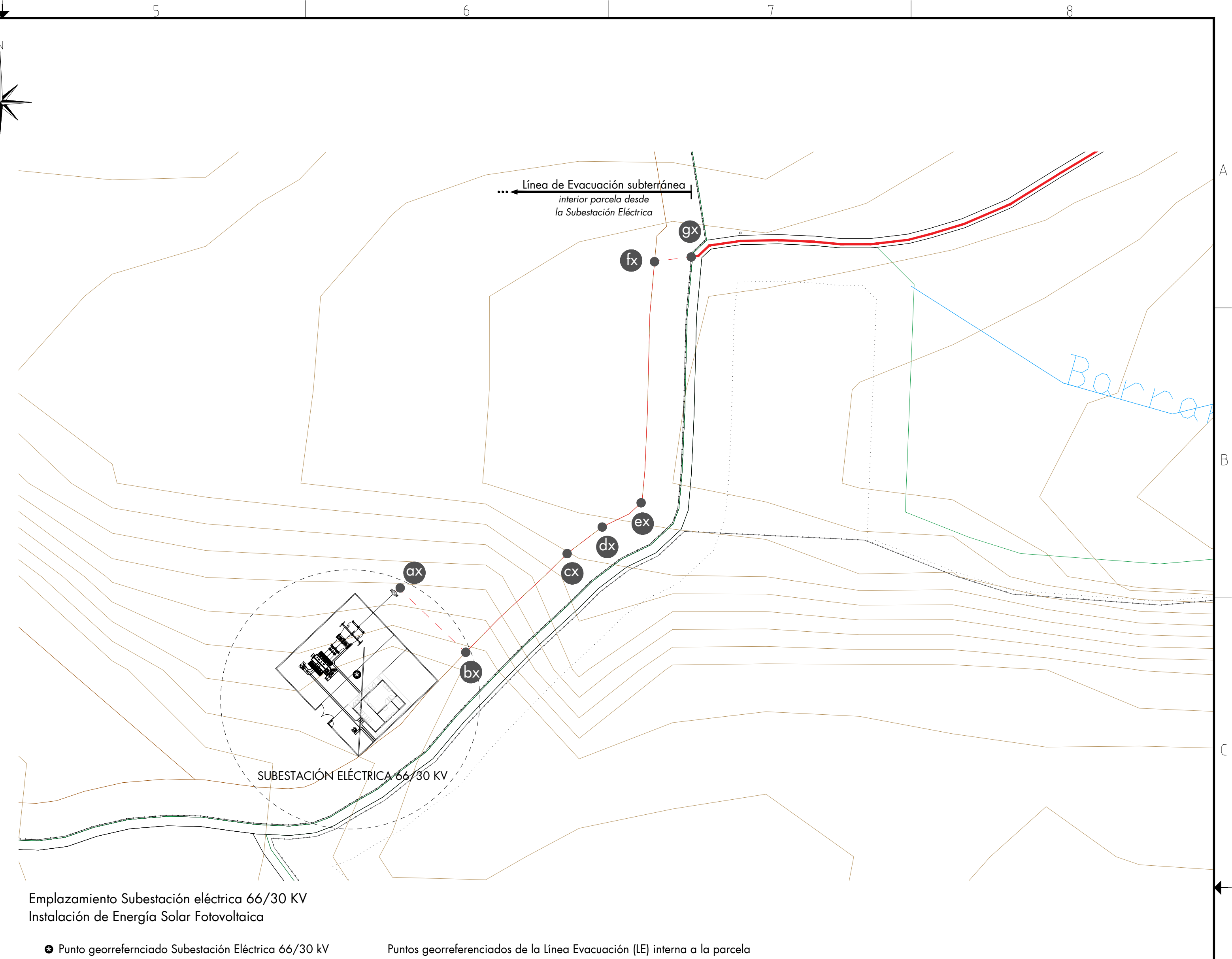
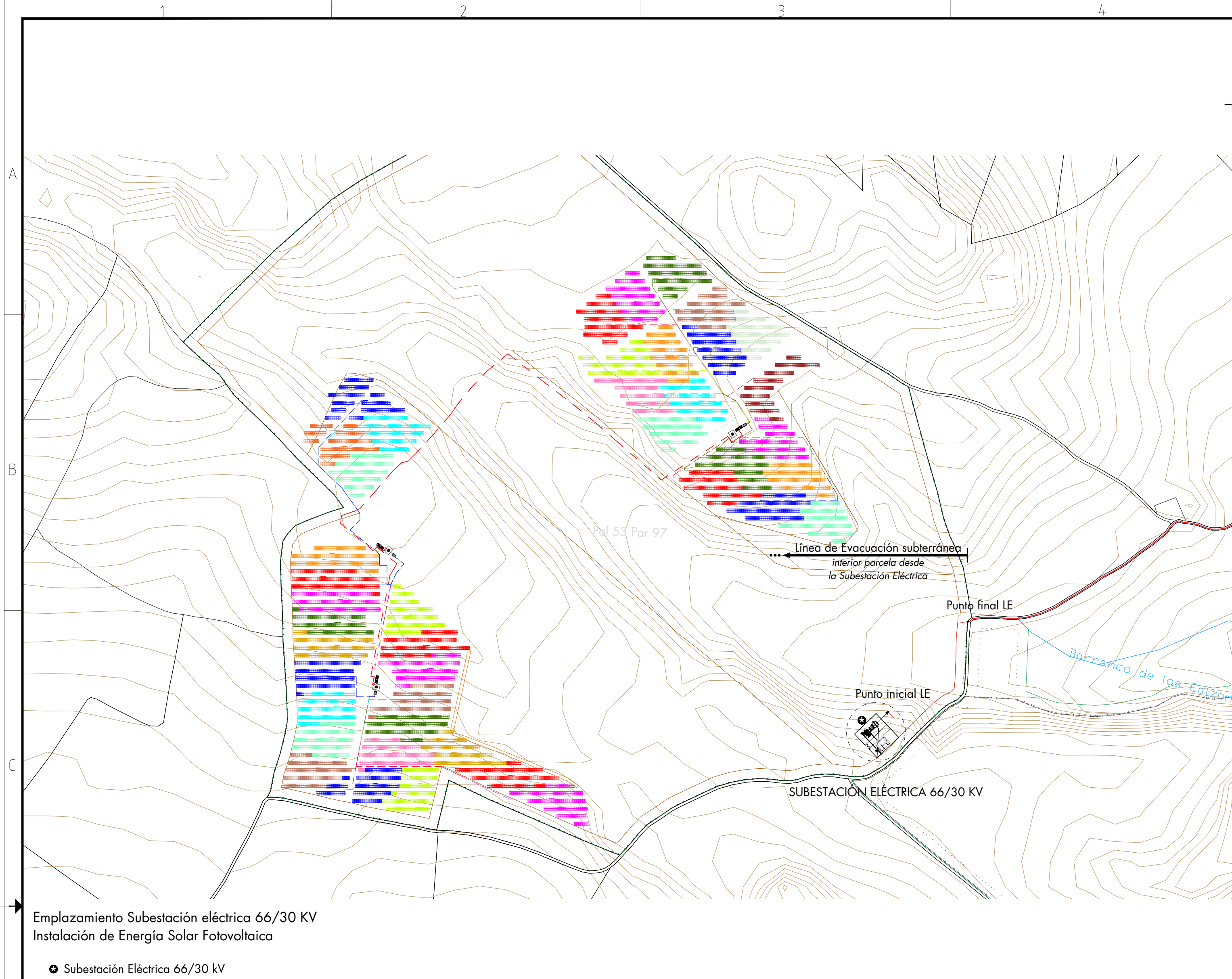
ESCALA GRAFICA

1/4000

0 mts. 50 100 150 200 250 300 400 500 600

PROMOTOR				VF RENOVABLES 15, S.L.			
LOCALIZACIÓN				Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)			
PROYECTO				INSTALACIÓN LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA POR UNA HUERTA SOLAR			
TÍTULO				EMPLAZAMIENTO LÍNEA DE EVACUACIÓN SOBRE PLANO CATASTRAL			
PLANO N°	973-LE-02	FECHA	Abril 2020		ESCALA	1/4.000	
FORMATO:	A3	MODIFICADO:	25/04/2023		ORGANISMO		
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es					Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera		
 INGRA Servicios de ingeniería					INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agut Colegiado N° 379 COTI CASTELLÓ		





Subestación Eléctrica 66/30 kV y recorrido Línea de Evacuación interior parcela (LE)
puntos georreferenciadas de la línea subterránea de evacuación que discurre por el interior de la parcela y de la subestación eléctrica
(coordenadas UTM ETRS89)

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
66/30 kV
puntos georreferenciados
(coordenadas UTM ETRS89)

Conjunto Subestación Eléctrica
66/30 kV

Zona: 30S
Abscisa: 644953,0015 m E
Norte: 4165786,1923 m N

Edificio de control
Subestación Eléctrica 66/30 kV

Zona: 30S
Abscisa: 644958,8916 m E
Norte: 4165777,8282 m N

LÍNEA EVACUACIÓN
subterránea
puntos georreferenciados
(coordenadas UTM ETRS89)

ax
Zona: 30S
Abscisa: 644964,1936 m E
Norte: 4165809,3413 m N

bx
Zona: 30S
Abscisa: 644982,1275 m E
Norte: 4165792,2111 m N

CX
Zona: 30S
Abscisa: 645009,3007 m E
Norte: 4165818,6814 m N

dx
Zona: 30S
Abscisa: 645018,6916 m E
Norte: 4165825,7887 m N

ex
Zona: 30S
Abscisa: 645029,1140 m E
Norte: 4165832,2890 m N

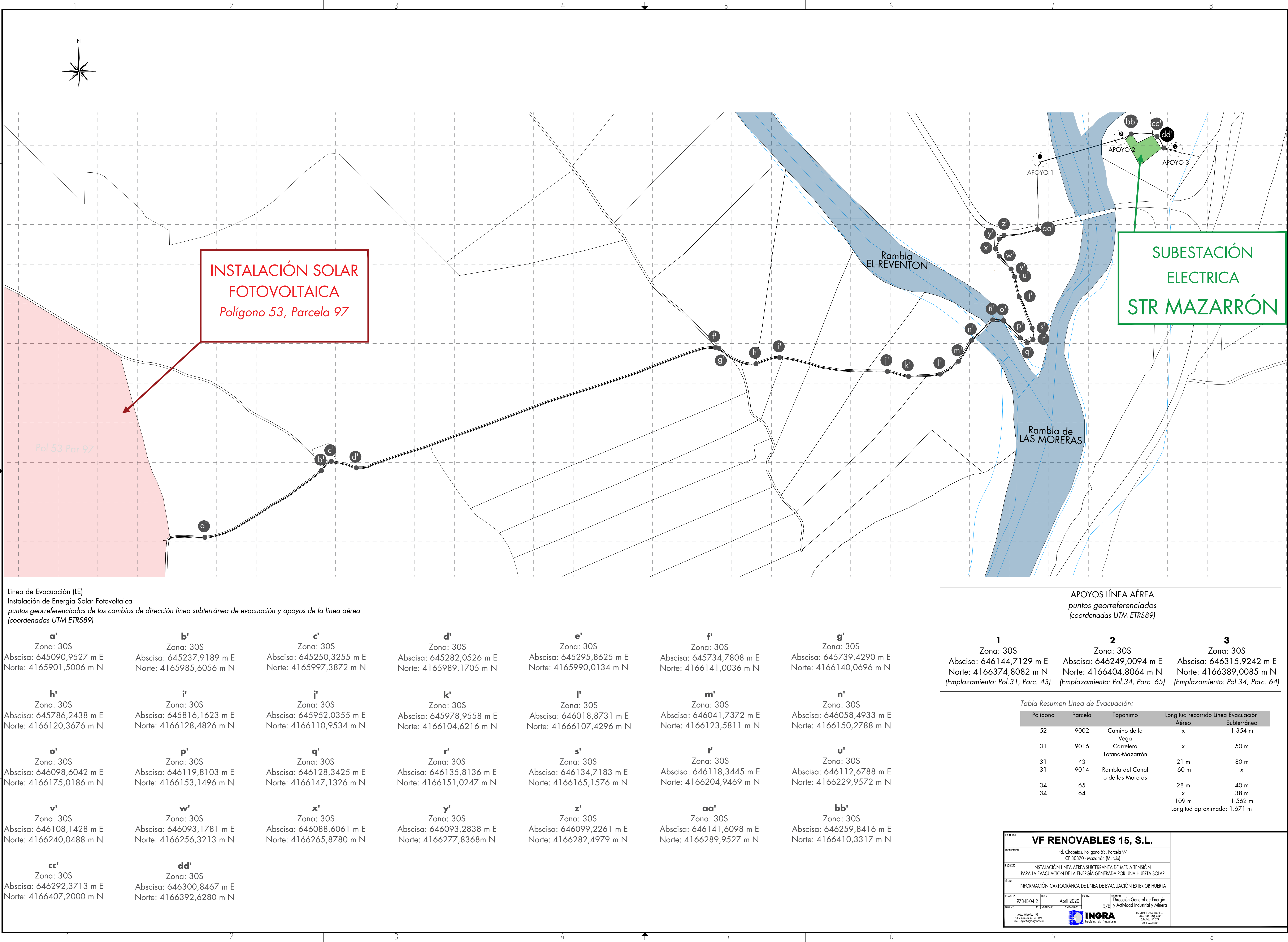
fx
Zona: 30S
Abscisa: 645032,6920 m E
Norte: 4165896,8300 m N

gx
Zona: 30S
Abscisa: 645042,5450 m E
Norte: 4165898,0933 m N

Tabla Resumen Línea de Evacuación interna a la parcela de la instalación fotovoltaica:

Polígono	Parcela	Longitud recorrido Línea Evacuación Aéreo	Subterráneo
52	9002	x	156 m

PROYECTO:	VF RENOVABLES 15, S.L.			
LOCALIZACIÓN:	Pd. Chapoetas, Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)			
PROYECTO:	INSTALACIÓN LÍNEA AEREA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION PARA LA EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA POR UNA HUERTA SOLAR			
TÍTULO:	INFORMACIÓN CARTOGRAFICA LINEA DE EVACUACION INTERIOR HUERTA			
PLANO Nº:	EDICIA	ESCALA	SIGNIFICADO	
9731-E04.1	Abril 2020		Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minas	
FECHA:	BOFORDADO:	25/04/2023		
Auto: Valencia, 156		INGRA		INGENIERO TÉCNICO EN ENERGÍA
2208 Consultoría e Ingeniería		Servicios de Ingeniería		Jose Luis Ruiz Código Nº 279 COP 0255



INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA
Polígono 53, Parcela 97

SUBESTACIÓN
ELECTRICA
STR MAZARRÓN

Línea de Evacuación (LE)
Instalación de Energía Solar Fotovoltaica
puntos georreferenciados de los cambios de dirección línea subterránea de evacuación y apoyos de la línea aérea
(coordenadas UTM ETRS89)

APOYOS LÍNEA AÉREA <i>puntos georreferenciados</i> <i>(coordenadas UTM ETRS89)</i>		
1	2	3
Zona: 30S	Zona: 30S	Zona: 30S
Abscisa: 646144,7129 m E	Abscisa: 646249,0094 m E	Abscisa: 646315,9242 m E
Norte: 4166374,8082 m N	Norte: 4166404,8064 m N	Norte: 4166389,0085 m N
(Emplazamiento: Pol.31, Parc. 43)	(Emplazamiento: Pol.34, Parc. 65)	(Emplazamiento: Pol.34, Parc. 64)

Tabla Resumen Línea de Evacuación:

Polígono	Parcela	Toponimo	Longitud recorrida Línea Evacuación
			Aéreo Subterráneo
52	9002	Camino de la Vega	x 1.354 m
31	9016	Carretera Totana-Mazarrón	x 50 m
31	43	Rambla del Canal o de las Moreras	21 m 80 m
31	9014		60 m x
34	65		28 m 40 m
34	64		x 38 m
			109 m 1.562 m
			Longitud aproximada: 1.671 m

a' Zona: 30S Abscisa: 645090,9527 m E Norte: 4165901,5006 m N	b' Zona: 30S Abscisa: 645237,9189 m E Norte: 4165985,6056 m N	c' Zona: 30S Abscisa: 645250,3255 m E Norte: 4165997,3872 m N	d' Zona: 30S Abscisa: 645282,0526 m E Norte: 4165989,1705 m N	e' Zona: 30S Abscisa: 645295,8625 m E Norte: 4165990,0134 m N	f' Zona: 30S Abscisa: 645734,7808 m E Norte: 4166141,0036 m N	g' Zona: 30S Abscisa: 645739,4290 m E Norte: 4166140,0696 m N
h' Zona: 30S Abscisa: 645786,2438 m E Norte: 4166120,3676 m N	i' Zona: 30S Abscisa: 645816,1623 m E Norte: 4166128,4826 m N	j' Zona: 30S Abscisa: 645952,0355 m E Norte: 4166110,9534 m N	k' Zona: 30S Abscisa: 645978,9558 m E Norte: 4166104,6216 m N	l' Zona: 30S Abscisa: 646018,8731 m E Norte: 41666107,4296 m N	m' Zona: 30S Abscisa: 646041,7372 m E Norte: 4166123,5811 m N	n' Zona: 30S Abscisa: 646058,4933 m E Norte: 4166150,2788 m N
o' Zona: 30S Abscisa: 646098,6042 m E Norte: 4166175,0186 m N	p' Zona: 30S Abscisa: 646119,8103 m E Norte: 4166153,1496 m N	q' Zona: 30S Abscisa: 646128,3425 m E Norte: 4166147,1326 m N	r' Zona: 30S Abscisa: 646135,8136 m E Norte: 4166151,0247 m N	s' Zona: 30S Abscisa: 646134,7183 m E Norte: 4166165,1576 m N	t' Zona: 30S Abscisa: 646118,3445 m E Norte: 4166204,9469 m N	u' Zona: 30S Abscisa: 646112,6788 m E Norte: 4166229,9572 m N
v' Zona: 30S Abscisa: 646108,1428 m E Norte: 4166240,0488 m N	w' Zona: 30S Abscisa: 646093,1781 m E Norte: 4166256,3213 m N	x' Zona: 30S Abscisa: 646088,6061 m E Norte: 4166265,8780 m N	y' Zona: 30S Abscisa: 646093,2838 m E Norte: 4166277,8368m N	z' Zona: 30S Abscisa: 646099,2261 m E Norte: 4166282,4979 m N	aa' Zona: 30S Abscisa: 646141,6098 m E Norte: 4166289,9527 m N	bb' Zona: 30S Abscisa: 646259,8416 m E Norte: 4166410,3317 m N
cc' Zona: 30S Abscisa: 646292,3713 m E Norte: 4166407,2000 m N	dd' Zona: 30S Abscisa: 646300,8467 m E Norte: 4166392,6280 m N					

VF RENOVABLES 15, S.L.

LOCALIZACIÓNPd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97
CP 30870 - Mazarrón (Murcia)

PROYECTOINSTALACIÓN LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN
PARA LA EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA POR UNA HUERTA SOLAR

TÍTULODOCUMENTACIÓN CARTOGRAFICA DE LÍNEA DE EVACUACIÓN EXTERIOR HUERTA

PLANO Nº9734E-04.2FECHAAbril 2020EDICIÓNORGANISMO: Dirección General de Energía S/E y Actividad Industrial y Minera

CONSEJO: AT / MIPROFACED 25/03/2017

INGRA
Servicios de Ingeniería

INGRA
Servicios de Ingeniería

INGRA
Servicios de Ingeniería

INGRA
Servicios de Ingeniería

40/53

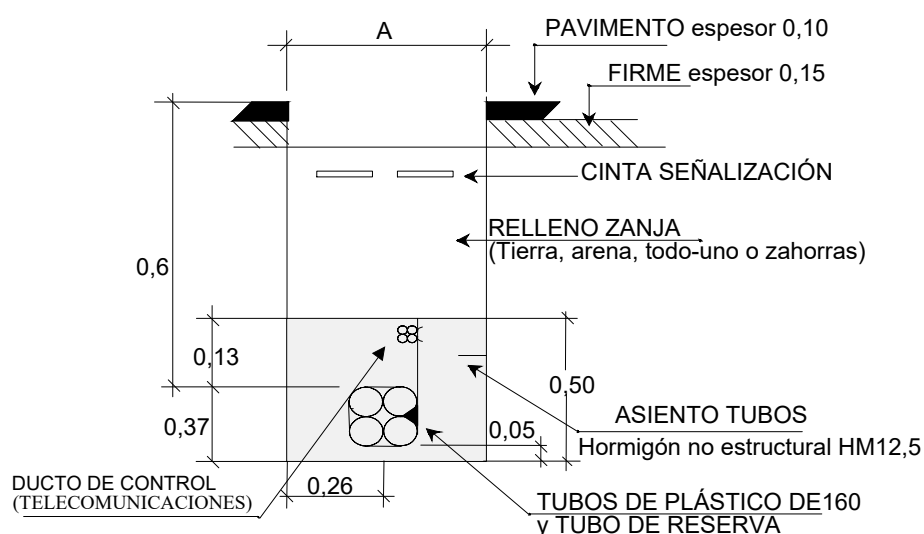
MT 2.31.02 (11-06)

ANEXO A

PLANO Nº 1

CANALIZACIÓN ENTUBADA.
SIMPLE CIRCUITO. Cables AT 26/45 kV ó 36/66 kV

Dimensiones en m



PROMOTOR				VF RENOVABLES 15, S.L.	
LOCALIZACIÓN				Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)	
PROYECTO				INSTALACIÓN LÍNEA AÉREA-SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA POR UNA HUERTA SOLAR	
TÍTULO				CANALIZACIÓN ENTUBADA	
PLANO Nº	FECHA	ESCALA	ORGANISMO	Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera	
973-LE-05	Abril 2020	S/E			
FORMATO:	A4	MODIFICADO:	25/04/2023		
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agust Colegiado Nº 379 C/ITI CASTELLÓ	

6.- Estudio de Seguridad y Salud (Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre y modificaciones)

Conforme al apartado 2 del artículo 4 del R.D. 1627/97 se expone a continuación el estudio básico de seguridad y salud, donde se precisan las normas aplicables a la obra.

Todos los trabajos comprendidos en el desarrollo del presente proyecto se prevén sin tensión, sin proximidad real a una línea de alta tensión, por lo que no caben los supuestos del Anexo II relativo a los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores.

6.1.- Normas de ejecución de las instalaciones.

Todas las normas de construcción e instalación de Líneas de Media Tensión se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan en el proyecto, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

No se estima riesgo alguno en la ejecución de los trabajos de empalme y conexionado, únicamente los propios del manejo de los útiles de pelado de los conductores y el cimpado de los terminales, al ser realizados dichos trabajos de instalación sin tensión.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas, tanto frontal como longitudinalmente. La obligación de señalizar alcanzará no solo a la propia obra, sino a aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

El constructor, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas, hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., señalizándolos adecuadamente. Decidirá las chapas de acero que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo la obra.

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de circulación, etc.

Todo el recinto cuenta con acceso restringido a la obra.

La zanja se deberá abrir con la máxima precaución en las zonas donde existan servicios de esta u otra empresa suministradora, instalados con antelación a la ejecución del proyecto.

Las dimensiones de la zanja han sido definidas en el presente proyecto.

El transporte de los elementos necesarios se realizará sobre camiones o remolques apropiados. Los elementos estarán convenientemente calzados y se podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que los abracen sobre su cara exterior, tomando las debidas precauciones para no dañarlos.

La carga y descarga se realizará mediante grúa pluma con los medios de elevación adecuados a su peso; dejándose caer al suelo desde un camión o remolque con las debidas precauciones.

6.1.1.- Tendido de conductores subterráneos.

El transporte de las bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados. Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no se podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará mediante barrotes que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso; no se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispondrán además de una base que

impida su vuelco y su garganta tendrá las dimensiones necesarias para que circule el cable sin que se salga o caiga.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de barrón y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida del cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo y por una funda de malla metálica.

Habrà una coordinación entre los operarios que corten el cable y los que lo tiendan. Esta coordinación se hará por medio de elementos visuales o de transmisión por radio, para que no se produzcan torsiones, cocas, nudos aplastamientos, roturas de alambres y excesos de tensión en el conductor.

6.2.- Pruebas reglamentarias.

La apareamiento eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o las recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

6.3.- Condiciones de puesta en servicio, uso, mantenimiento y seguridad.

Prevenciones generales.

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en la zona de trabajo a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejar todo el perímetro vallado.
2. Se pondrán en sitio visible, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
3. En el interior de la zona de trabajo no habrá más objetos que los destinados a la ejecución de los trabajos.
4. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
5. Todas las maniobras se efectuarán con pértigas aislantes en el caso de seccionadores aéreos y siempre con las debidas medidas de protección.
6. En sitio bien visible de los centros de transformación, reparto y seccionamiento, estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respeto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Conselleria de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación, para su inspección y aprobación, en su caso.

Puesta en servicio.

1. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
2. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa.

Separación de servicio.

1. Se procederá en orden inverso al determinado en apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
2. Al ser interruptor automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
3. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior, se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de esta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
4. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Prevenciones generales.

1. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
2. No debe de sobrepasar los 60° C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

3. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la empresa suministradora, para corregirla de nuevo con ella.

Castellón de la Plana, 28 de junio de 2020.

Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379