

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**



**INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**

**PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA
TENSIÓN DESDE ST JÁVEA (JÁVEA)
A CT RESORT SELLA (DÉNIA)
- ALICANTE -**

AUTOR: JUAN JOSÉ ESCUDERO GONZÁLEZ
TUTORA: MARÍA ÁNGELES MORENO LÓPEZ DE SAÁ
FECHA: JUNIO DE 2.010.

TITULO: PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA). [ALICANTE].

AUTOR: JUAN JOSÉ ESCUDERO GONZÁLEZ.

DIRECTOR: MARÍA ÁNGELES MORENO LÓPEZ DE SAÁ.

EL TRIBUNAL

PRESIDENTE: Lucía Gauchía Babé

SECRETARIA: Diana Marcela Florez Rodríguez

VOCAL: Sergio Sánchez Delgado

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día 22 de julio de 2010 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de SOBRESALIENTE.



AGRADECIMIENTOS:

Agradezco el apoyo y el guiado del presente proyecto a mi tutora María Ángeles Moreno López de Saá.

Este proyecto fue realizado durante una beca en Hemag S.A., a la que agradezco la experiencia adquirida y los conocimientos aplicados en los diversos proyectos desarrollados en la empresa como a mi tutor directo en esta empresa, Miguel Ángel Sánchez.

Por último, he de agradecer a la Universidad Carlos III el haberme dado la oportunidad de crecer tanto a nivel de formación docente como a nivel personal, gracias al equipo y medios existentes como la cantidad de profesores que han colaborado en este fin; y como no, a mis compañeros, amigos, que han estado siempre a mi lado apoyándome en los malos momentos y disfrutando en los mejores momentos.



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)

RESUMEN:

Este proyecto, REFORMA DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN DESDE ST DE JÁVEA (JÁVEA) A C.T. RESORT SELLA (DÉNIA) [ALICANTE], está diseñado con la finalidad de enlazar dos centros de reparto distanciados a 7,27 km y así aumentar la fiabilidad de la línea y poder abastecer a futuros clientes de la zona.

La línea proyectada se compone de dos trazados,

- trazado aéreo, compuesto por 4,78 km mediante 33 apoyos. Este trazado esta sobrepuesto al trazado de una línea existente. Esta línea será prolongada en su principio por 5 apoyos de nuevo diseño, dejando de ser una derivación de otra línea que se abastece desde el ST de Jávea; y saliendo de forma independiente desde una posición existente y sin uso en el mencionado centro de reparto. También se prolongará la parte final de la línea mediante 16 apoyos de nuevo diseño. Los apoyos de la línea existente que no cumplen las exigencias de este nuevo proyecto serán remplazados por unos acorde a las necesidades del mismo.
- El trazado subterráneo, que se compone de 2,49 km surge desde el último apoyo de la línea aérea, donde se produce un doble paso de aéreo a subterráneo, y que será proyectado mediante instalación entubada. Este trazado esta diseñado en función del plan urbanístico actual existente en el municipio de Dénia.

La característica principal de la línea son dos circuitos idénticos de 10 MVA de potencia máxima instalada alimentados por una tensión nominal de 20 kV. Está desarrollada bajo materiales y reglamentación de la compañía que solicita la instalación, IBERDROLA. Los conductores a utilizar son 100A1/S1A para el trazado aéreo y 240 Al HPERZ1 para el trazado subterráneo.



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)



ÍNDICE

Capítulo 1: Memoria.....	13
1.1. Objeto	15
1.2. Titular	15
1.3. Reglamentación y disposiciones generales.....	15
1.4. Emplazamiento	17
1.5. Características del proyecto.....	17
1.5.1. Definición de la traza.....	18
1.5.1.1. Trazado aéreo	19
1.5.1.2. Trazado subterráneo	21
1.5.2. Características del tramo aéreo.....	21
1.5.2.1. Conductor	22
1.5.2.2. Aislamiento.....	23
1.5.2.3. Apoyos, Crucetas y Cimentaciones	26
1.5.2.4. Puestas a tierra.....	31
1.5.2.5. Señalización de riesgo eléctrico y numeración de apoyos	34
1.5.2.6. Derivaciones	34
1.5.2.7. Cruzamientos	35
1.5.2.8. Paralelismos.....	36
1.5.3. Características del tramo subterráneo.....	36
1.5.3.1. Conductor	36
1.5.3.2. Empalmes y terminales.....	37
1.5.3.3. Canalización	38
1.5.3.4. Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos.....	39
1.5.3.5. Cruzamientos	39
1.5.3.6. Paralelismos.....	40
1.5.3.7. Perforaciones verticales.....	41
1.5.3.8. Pasos Aéreos/Subterráneos.....	42
1.5.3.9. Puestas a tierra.....	44
Capítulo 2: Cálculos justificativos.....	45
2.1. Datos Generales.....	47
2.1.1. Datos generales de la línea	47
2.1.2. Datos generales del conductor aéreo	47
2.1.3. Datos generales del conductor subterráneo	48
2.2. Cálculos mecánicos	48
2.2.1. Vano ideal de regulación	48
2.2.2. Cálculo mecánico del conductor.....	49
2.2.2.1. Hipótesis de cálculo.....	49
2.2.2.2. Cargas mecánicas sobre el conductor.....	50
2.2.2.3. Tensión máxima del conductor	51
2.2.2.4. Cálculo de estados del conductor	52
2.2.2.5. Cálculo de la flecha del conductor	53
2.2.2.6. Estudio de fenómenos vibratorios	53
2.2.3. Cálculo mecánico de apoyos	53
2.2.3.1. Estudio de derivaciones.....	54
2.2.4. Cálculo mecánico de los herrajes	56



2.3. Cálculos eléctricos.....	57
2.3.1. Datos iniciales	57
2.3.1.1. Intensidad máxima de la instalación.....	57
2.3.1.2. Intensidad de cortocircuito	58
2.3.2. Resultados tramo aéreo.....	58
2.3.2.1. Resistencia a T ^a de servicio (65 °C).....	58
2.3.2.2. Reactancia de la línea	59
2.3.2.3. Capacidad de la línea.....	60
2.3.2.4. Intensidad máxima del conductor.....	60
2.3.2.5. Densidad de corriente del conductor	60
2.3.2.6. Caída de tensión	61
2.3.2.7. Pérdida de potencia.....	61
2.3.2.8. Efecto corona.....	62
2.3.2.9. Coordinación de aislamiento	63
2.3.2.10. Distancias de seguridad	64
2.3.2.11. Puesta a tierra	67
2.3.3. Resultados tramo subterráneo.....	68
2.3.3.1. Intensidad máxima del conductor.....	68
2.3.3.2. Intensidad de cortocircuito máxima admisible.....	69
2.3.3.3. Caída de tensión	70
2.3.3.4. Pérdida de potencia.....	70
2.3.4. Resultados totales	71
2.3.4.1. Caída de tensión total	71
2.3.4.2. Pérdida de potencia total	71
Capítulo 3: Planos.....	73
Plano 1. Situación.....	77
Plano 2. Emplazamiento	79
Plano 3. Perfil y planta	81
Plano 4. Planimetría	101
Plano 5. Arquetas y zanjas.....	115
Capítulo 4: Presupuesto.....	117
4.1. Partida montaje línea aérea.....	119
4.2. Partida desmontaje de línea aérea.....	120
4.3. Partida montaje línea subterránea.....	121
4.4. Resumen de las partidas	122
Capítulo 5: Glosario	123
Bibliografía.....	127
Anexo: Resultados cálculo mecánico	131



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cadena de amarre.....	23
Figura 2. Cadena de suspensión	24
Figura 3. Tornillo cáncamo	24
Figura 4. Alargaderas	25
Figura 5. Disposición de las crucetas en hexágono.....	28
Figura 6. Características de las crucetas.....	29
Figura 7. Cimentación de los apoyos de celosías.....	30
Figura 8. Puesta a tierra para los apoyos de celosías en zona no frecuentadas	32
Figura 9. Puesta a tierra para los apoyos de celosías en zonas frecuentadas, pública concurrencia y apoyos de maniobra	33
Figura 10. Señalización de riesgo eléctrico y numeración de apoyo	34
Figura 11. Conductor HEPRZ1	36
Figura 12. Apoyo de celosía con doble paso aéreo a subterráneo.....	43
Figura 13. Derivación perpendicular a la línea principal	55
Figura 14. Derivación que favorece el esfuerzo resistente.....	55
Figura 15. Derivación que favorece el esfuerzo solicitante	56
Figura 16. Distancia entre conductores	59
Figura 17. Tensiones de contacto en función del tiempo de exposición.....	67



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Trazado aéreo	19
Tabla 2. Trazado subterráneo	21
Tabla 3. Características conductor 100A1/S1A	22
Tabla 4. Característica del aislamiento.....	23
Tabla 5. Características de los apoyos de celosías	27
Tabla 6. Esfuerzos de los apoyos de celosías	28
Tabla 7. Esfuerzo admisibles de las crucetas	29
Tabla 8. Cimentación para los apoyos de celosías	30
Tabla 9. Componentes de la puesta a tierra para apoyos de celosías en zona no frecuentadas	32
Tabla 10. Componentes de la puesta a tierra para apoyos de celosías en zona frecuentadas, pública concurrencia y apoyos de maniobra	33
Tabla 11. Derivaciones de la línea	34
Tabla 12. Cruzamientos de la línea	35
Tabla 13. Características conductor 240 Al HEPRZ1	37
Tabla 14. Características conductor 240 Al HEPRZ1 (II)	37
Tabla 15. Distancia de seguridad en cruzamientos	40
Tabla 16. Distancia de seguridad en paralelismos.....	41
Tabla 17. Componentes de los apoyos de celosías con doble paso aéreo a subterráneo	43
Tabla 18. Condiciones de la hipótesis de tracción máxima.....	49
Tabla 19. Condiciones de la hipótesis de cálculo.....	50
Tabla 20. Hipótesis de cálculo según la tipología del apoyo	53
Tabla 21. Valores de tensiones soportadas.....	63
Tabla 22. Distancia de seguridad ante cruzamientos.....	65
Tabla 23. Cálculo de la caída de tensión	71
Tabla 24. Cálculo de la pérdida de potencia.....	71



CAPÍTULO 1: MEMORIA



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)



1.1. OBJETO

El presente PROYECTO, tiene por objeto calcular, definir y justificar los elementos constructivos que integra la instalación en sí para su correcta ejecución y funcionamiento.

Debido a la entrada en vigor del Real Decreto 17/2007 por el cual se modifica la Ley 54/1997 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad, con la finalidad de adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, la compañía eléctrica de distribución IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELECTRICA S.A.U. adopta la decisión de mejorar sus infraestructuras y así poder dar suministro a nuevos clientes, se reforma la línea enlazando la subestación ST JAVEA con el centro de transformación CT RESORT SELLA y así dando una mayor fiabilidad a la infraestructura existente.

La instalación proyectada consistirá en un enlace mediante dos líneas de idénticas características y traza, con una capacidad de transporte de 10 MVA cada una. Dicha línea estará constituida por un tramo aéreo de 4.786 metros y un tramo subterráneo de 2.494 metros, reformando un trazado aéreo existente preparado para doble circuito pero que se encuentra actualmente con una sola línea en servicio, pudiendo así mantener el suministro a los clientes actuales.

El alcance del proyecto concluye en los terminales para la conexión de dicha línea con sus posiciones correspondientes en el centro de transformación CT RESORT SELLA. La conexión de la línea proyectada será conectada en el apoyo nº 1 al entronque de entrada subterráneo existente, realizando las comprobaciones de su estado; perteneciente a la línea cercana, cambiando su entronque de entrada al del apoyo de al lado evitando así el cruce de las líneas en las proximidades de la subestación y la modificación de dicha instalación existente.

1.2. TITULAR

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELECTRICA S.A.U con CIF A-95075578 y domicilio en C/ Calderón de la Barca nº 16 de Alicante, empresa dedicada a la distribución de energía eléctrica.

1.3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES

Se aplicarán las condiciones señaladas en los Proyectos Tipo y contenidos de las Normas Particulares de la empresa Iberdrola, S.A. para las instalaciones aéreas y subterráneas de Alta Tensión:

- MT 2.21.74, Proyectos tipo para líneas aéreas de doble circuito para conductor 100A1-S1A
- MT 2.31.01, Proyecto tipo para líneas subterráneas de Alta Tensión hasta 30 kV.



- MT 2.03.20; Proyectos tipo para normas particulares de las instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorizaciones de energía eléctrica (BOE de 27 de Diciembre de 2000).
- **Real Decreto 88/2005, de 29 de Abril**, del Consell de la Generalitat por el que se establecen los procedimientos de la autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat (DOG-05-05-2005)
- **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión**, (Aprobado por decreto 223/2008, de 15 de febrero, BOE de 19-03-2008)
- **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación**, (Aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12-11-1982, BOE 1-12-82)
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**, y sus instrucciones Técnicas complementarias (ITC) BT-01 A BT-51 (Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2-8-2002, del Ministerio de Ciencia y tecnología (BOE de 18-9-2002)
- **Resolución de 22/02/2006 de la Dirección General de Energía** por la que se aprueban las Normas Particulares de Iberdrola Distribución Eléctrica SAU para Alta tensión (hasta 30 KV) y Baja tensión en la Comunidad. Valenciana (DOGV-30-03-2006)
- **Recomendaciones UNESA** recomendaciones y normativas aplicadas por la Asociación Española de la Industria Eléctrica en España.
- **Resolución de 13 de marzo de 2004**, de la Dirección General de Industria y Energía por la que se establecen el contenido mínimo en proyectos de industria e instalaciones industriales.
- **Mantenimiento de Subestaciones Eléctricas y Centros de Transformación**: (Aprobado por Orden de la Consellería de Industria Comercio y Turismo de 9 de diciembre de 1987 DOGV-30-12-1987).
- **Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos**: (Aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2008 de 11 de enero BOE-23-01-2008).
- **Ley 2/1989 de 3 de marzo de la Generalitat Valenciana de Impacto Ambiental**: (BOE-26-04-1989)
- **Decreto 162/1990** de 15 de Octubre de Consell de la Generalitat Valenciana por el que se aprueba el reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de 3 de marzo de Impacto Ambiental.
- **Decreto 32/2006, de 10 de marzo del Consell de la Generalitat** por el que se modifica el Decreto 162/1990 de 15 de octubre de la Generalitat por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de 3 de marzo de la Generalitat, de Impacto Ambiental.
- **Normas UNE de obligado cumplimiento.**



- **Condicionados que pueden emitir Organismos afectados por las instalaciones.**

Impacto Ambiental.

Se ha tenido en cuenta **la Ley de Evaluación y Obligatoriedad de Estudio de Impacto Ambiental** (aprobado por **Real Decreto Legislativo 1/2008**, de 11 de enero, BOE 11-1-208), en el que se indica su ejecución.

El presente proyecto no está sujeto a Estimación de Impacto Ambiental, no estando la línea incluida en ninguno de los supuestos.

La línea proyectada cumple así mismo las especificaciones de la **Ley 3/1993** de 9 de Diciembre de las Cortes Valencianas (**Ley Forestal**).

En el presente caso no procede el Estudio de Impacto Ambiental.

1.4. EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones definidas en el Proyecto “Reforma de línea de media tensión desde ST Jávea (Jávea) a CT Resort Sella (Dénia)” están comprendidas por los términos municipales de Jávea y Dénia pertenecientes a la provincia de Alicante y que están reflejados en el Capítulo 4, “*Plano 1. Situación*”.

1.5. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

FINALIDAD: Mejorar la calidad del servicio en la zona.

AYUNTAMIENTOS: Jávea
Dénia

PROVINCIA: ALICANTE

ORGANISMOS AFECTADOS:

- Excmo. Ayto. de Jávea.
- Excmo. Ayto. de Dénia.
- Telefónica
- Confederación Hidrográfica del Júcar.
- Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge
- Iberdrola
- Diputación de Valencia

1.5.1. DEFINICIÓN DE LA TRAZA

La definición de la traza del proyecto de reforma, que al definirse como reforma, se apoya sobre la instalación existente con las modificaciones correspondientes para adecuar la instalación a los nuevos requisitos.

Esta reforma comprende la prolongación de la línea para unir entre sí dos centros de reparto que posee la compañía eléctrica y así poder ganar en fiabilidad cumpliendo las normativas que regulan las actividades de transporte y suministro; así como la capacidad de poder acometer a nuevos clientes.

Las definiciones de los trazados y características físicas principales se verán descritas en los apartados *1.5.1.1. TRAZADO AÉREO* y *1.5.1.2 TRAZADO SUBTERRÁNEO*.

Trazado aéreo:

El diseño del trazado aéreo se basa en una instalación existente, por tanto al tratarse de una reforma, podemos evitar trámites burocráticos como permisos, licencias y expropiaciones que son necesarios para la ejecución del proyecto y que ya se solicitaron con anterioridad para la instalación ya existente.

La línea se inicia con el tramo comprendido entre el apoyo 1 al apoyo 6, ambos existentes ya que el apoyo 1 se encuentra en la subestación y el apoyo 6 era el primer apoyo del trazado existente que se va a mantener en la nueva traza.

La línea anterior estaba comprendida entre los apoyos 6 y 17, estaba diseñada para una instalación en doble circuito pero sólo se encuentra con un circuito tendido.

El diseño del tramo nuevo está comprendido entre los apoyos 17 y 33, en este último apoyo es donde la instalación pasa de línea aérea a subterránea. Se seguirán los criterios necesarios con el fin de definir la traza de tal manera que la instalación sea viable de realizar y perjudique lo menos posible a los propietarios de las fincas adyacentes. Para ello, en este proyecto nos hemos guiado por la proximidad de un camino sin tránsito de vehículos buscando sobrevolar e introducimos lo menos posible fincas privadas.

La alimentación de esta instalación se realizará desde el apoyo 1 situado en el ST de Jávea en Jávea, este apoyo se encuentra utilizado por otra línea que será desplazada por un apoyo próximo a este, que son de idénticas características, y así evitar cruces de líneas en las entradas de un centro de reparto.

La línea existente era acometida como una derivación de una línea colindante donde se alimentaba el apoyo existente, definido como apoyo 6 en nuestro proyecto, por tanto se desmontará dicha derivación y este será acometido desde el apoyo 5 proyectado.

Las derivaciones existentes serán mantenidas y los conductores serán retensados y adecuados a las exigencias del proyecto.

Trazado subterráneo

El trazado subterráneo nace en el apoyo nº 33 de la línea aérea que es donde se ha establecido el doble paso de aéreo-subterráneo.

La línea subterránea de nueva instalación discurrirá por terrenos municipales de Dénia, así evitando que la instalación no discurra en ningún momento por propiedad privada. Para ello nos basamos en nuestro diseño en el parcelario creado a raíz del último plan urbanístico del término municipal.

La acometida al CT RESORT SELLA se realizará utilizando dos posiciones que estas disponibles y estas se realizarán entrando por las canalizaciones subterráneas existentes en el centro de transformación.

1.5.1.1. TRAZADO AÉREO

El trazado aéreo se compone de 33 apoyos con inicio en la ST de Jávea, en el término municipal de Jávea y termina en la zona Jesús Pobre en el término municipal de Dénia. El tramo aéreo tiene una longitud total de 4.786 metros.

TABLA 1.A.– Trazado aéreo (Término Municipal de Jávea) [1]

PROVINCIA: ALICANTE					
TERMINO MUNICIPAL: JAVEA				LONGITUD (m): 3.497	
Nº ALINEACIÓN	APOYO INICIAL	APOYO FINAL	ÁNGULO CON LA SIGUIENTE ALINEACIÓN (*)	LONGITUD (m)	CRUZAMIENTOS
1	1	2	194,06	81	-
2	2	4	210,44	380	(1) L.A.B.T. (2) Acequia
3	4	5	228,61	159	(3) L.A.B.T.
4	5	6	220,17	59	-
5	6	7	244,97	95	(4) Barranc Les Valls
6	7	9	182,12	198	-
7	9	11	155,85	231	-
8	11	12	261,62	126	(5) Barranc del Montgons
9	12	13	196,57	136	-
10	13	14	188,94	119	-

(*) Los ángulos con la siguiente alineación se expresan en grados decimales en escala de 0° a 400° en lugar de los grados sexagesimales que poseen la escala 0° a 360°.



TABLA 1.A.(Cont.)– Trazado aéreo (Término Municipal de Jávea) [1]

PROVINCIA: ALICANTE					
TERMINO MUNICIPAL: JAVEA				LONGITUD (m): 3.497	
Nº ALINEACIÓN	APOYO INICIAL	APOYO FINAL	ÁNGULO CON LA SIGUIENTE ALINEACIÓN (*)	LONGITUD (m)	CRUZAMIENTOS
11	14	15	192,55	103	-
12	15	16	207,22	179	(6) Acequia
13	16	17	147,43	165	-
14	17	18	187,14	165	(7) Acequia (8) Línea Telefónica (9) Línea Telefónica (10) Línea Telefónica
15	18	19	206,14	135	(11) Barranc del Montgons
16	19	22	203,43	520	-
17	22	24	214,34	414	(12) Acequia
18	24	-	172,26	192	(13) Barranc del L'Heura

(*) Los ángulos con la siguiente alineación se expresan en grados decimales en escala de 0° a 400° en lugar de los grados sexagesimales que poseen la escala 0° a 360°.

TABLA 1.B.– Trazado aéreo (Término Municipal de Dénia) [1]

PROVINCIA: ALICANTE					
TERMINO MUNICIPAL: DENIA				LONGITUD (m): 1.289	
Nº ALINEACIÓN	APOYO INICIAL	APOYO FINAL	ÁNGULO CON LA SIGUIENTE ALINEACIÓN (g)	LONGITUD (m)	CRUZAMIENTOS
18	-	28	194,06	495	(13) Barranc del L'Heura (14) Acequia (15) Acequia (16) V.P. Javea al Mar
19	28	33	-	794	(17) Barranco (18) Acequia (19) Acequia (20) Acequia

(*) Los ángulos con la siguiente alineación se expresan en grados decimales en escala de 0° a 400° en lugar de los grados sexagesimales que poseen la escala 0° a 360°.

1.5.1.2. TRAZADO SUBTERRÁNEO

El trazado subterráneo tiene como inicio el apoyo nº 33 en la zona Jesús Pobre y finaliza en el CT Resort Sella, transcurriendo por viales consolidados dentro del término municipal de Dénia. El tramo subterráneo tiene una longitud total de 2.497 metros.

TABLA 2.- Trazado Subterráneo [1]

PROVINCIA: ALICANTE					
TERMINO MUNICIPAL: DÉNIA				LONGITUD (m): 2.494	
Nº TRAMO	INICIO	FIN	TERRENO	LONGITUD (m)	CRUZAMIENTOS
1	1	2	Tierra	152	-
2	2	3	Hormigón Asfáltico	213	CV-738 (*)
3	3	4	Hormigón Asfáltico	333	-
4	4	5	Hormigón Asfáltico	341	-
5	5	6	Hormigón Asfáltico	342	-
6	6	7	Hormigón Asfáltico	384	-
7	7	8	Hormigón Asfáltico	332	-
8	8	9	Hormigón Asfáltico	397	-

(*) CV, Carretera comarcal perteneciente a la red de carreteras de la Generalitat Valenciana.

1.5.2. CARACTERÍSTICAS TRAMO AÉREO

La instalación objeto del presente estudio queda definida por las siguientes características:

TENSIÓN NOMINAL:	20 kV.
TIPO DE CONDUCTOR:	100A1/S1A
ORIGEN:	Apoyo nº 1 (ST JAVEA)
FINAL:	Apoyo nº 33
LONGITUD:	4.786 metros
Nº CIRCUITOS:	2
AISLAMIENTO:	Composite
CONFIGURACIÓN:	Hexágono

1.5.2.1. CONDUCTOR

El conductor proyectado en el tramo aéreo corresponde al de aluminio-acero galvanizado. Este conductor está compuesto por un cordón de alambres de acero, que son los que soportan los esfuerzos mecánicos que ha de soportar el conductor; recubiertos con varillas de aluminio que es la parte conductora en sí del cable. Posteriormente a estos conductores se les da un tratamiento de galvanizado para fortalecer la resistencia del cable frente a la erosión que sufre el mismo debido a estar expuesto a los fenómenos medioambientales.

Dicho conductor posee las siguientes características desglosadas en las normas UNE 21018 y en la norma particular de Iberdrola NI 54.63.01:

TABLA 3.– Característica conductor 100A1/S1A [4].

	100A1/S1A
Sección de aluminio (mm ²)	100
Sección total (mm ²)	116,7
Composición	6 + 1
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	7900,0
Diámetro aparente del cable (mm)	13,8
Carga de rotura (daN)	3433
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹)	19,1x10 ⁻⁶
Peso propio (daN/m)	0,396
Resistencia eléctrica a 20 °C (Ω/km)	0,2869
Densidad de corriente máxima (A/mm ²)	2,76
Intensidad máxima admisible (A)	320
Máxima capacidad de transporte (kW)	10.042

1.5.2.2. AISLAMIENTO

El nivel de aislamiento mínimo de la cadena de aisladores debe de ser igual o superior a la tensión más elevada de la línea, 24 kV, así como cualquiera de los elementos que integran las cadenas de aisladores en el presente Proyecto.

Si se emplea aislamiento de composite según norma NI 48.08.01, las cadenas estarán formadas por un aislador cuyas características son:

TABLA 4.– Característica del aislamiento [5].

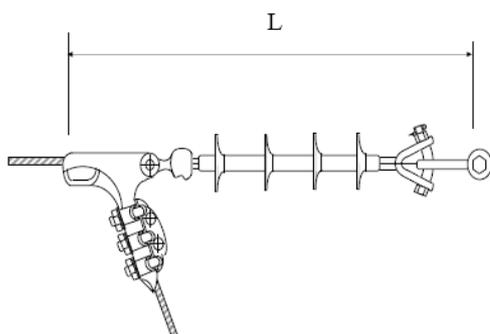
	U 70 YB 20
Material	Composite
Carga de rotura	7000 daN
Línea de fuga	480 mm
Tensión de contorneo bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto	70 kV. eficaces
Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta	165 kV

1.5.2.2.1. Formación de cadenas

Cadena de Amarre

En la *Figura 1* se descompone la estructura de la cadena de suspensión según manual técnico de Iberdrola MT 2.23.15.

FIGURA 1.– Cadena de amarre [6].



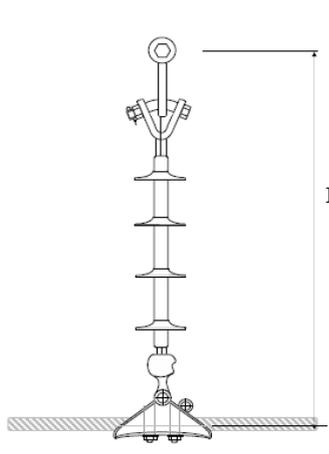
Amarre	
Unidad	Denominación
1	Grillete recto GN 16 S
1	Aislador composite U70 YB 20
1	Alojamiento de rótula protección. R16/17P
1	Grapa de amarre GA-2
L (mm)	710

Cadena de Suspensión

En la *Figura 2* se descompone la estructura de la cadena de suspensión según manual técnico de Iberdrola MT 2.23.15.

El refuerzo de la cadena de suspensión se aplicará en los apoyos de alineación con cadenas de suspensión y que estén próximos a cualquier tipo de cruzamiento, como medida preventiva ya que así se incrementa la fiabilidad de la línea en ese punto ante posibles roturas.

FIGURA 2.– Cadena de suspensión [6].



Suspensión normal	
Unidad	Denominación
1	Grillete recto GN 16 S
1	Aislador composite U70 YB 20
1	Alojamiento de rótula R16/17
1	Grapa de suspensión GS-2
L (mm)	595
Suspensión reforzada	
Unidad	Denominación
1	Grapa de suspensión GS-3
1	Varillas de protección VPP-110
L (mm)	599

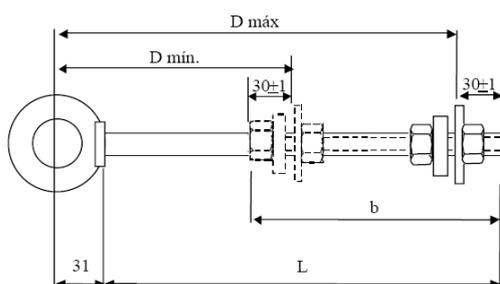
1.5.2.2.2. Tornillo de cáncamo

Las distancias indicadas con la instalación de tornillos cáncamo podrán incrementarse la distancia D, en función del tornillo adoptado.

En la *Figura 3*, se indican las dimensiones de los tornillos cáncamo, normalizados para cadenas de suspensión y amarre.

En función del tornillo cáncamo instalado, la distancia a la zona de posada de las aves será diferente, en nuestro caso queda indicado en la tabla adjunta a la figura.

FIGURA 3.– Tornillo de cáncamo [2].



Tornillos cáncamo, dimensiones aproximadas en mm.				
Designación	L	b	D Máx.	D Mín
TC 16x100	100	50	100	100
TC 16x160	160	50	160	160
TC 16x250	250	160	250	150
TC 16x340	340	160	340	240

Como norma general, en apoyos con cadenas de suspensión, utilizar tornillo cáncamo TC 16x100, el cual es válido para ángulos de inclinación de cadenas de 75° y se consiguen distanciamientos de 695 mm, como mínimo.

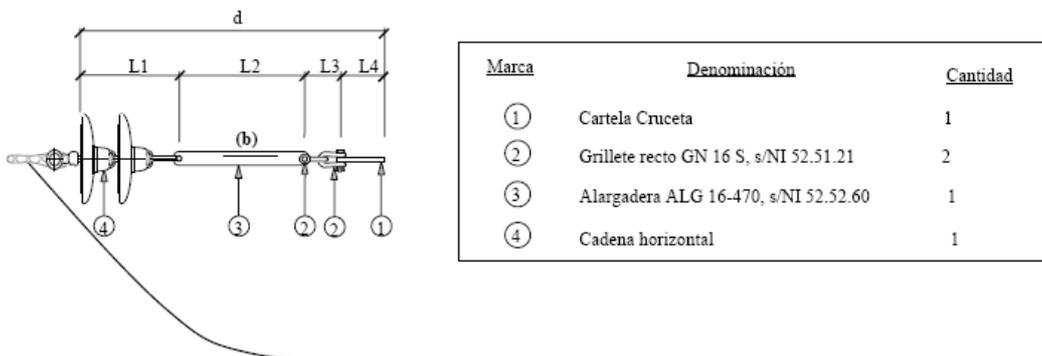
En apoyos con cadenas de amarre, utilizar tornillo cáncamo TC 16x340, con el se consiguen distanciamientos a zona de posada de aves de 1050 mm.

1.5.2.2.3. Alargaderas

En algunas zonas de protección especial de la avifauna, se exigen mayores distancias de las cadenas de aisladores de amarre por parte de las Comunidades Autónomas.

En la *Figura 4*, se indica la disposición de los diferentes elementos así como las distancias que se consiguen con las diferentes alargaderas normalizadas.

FIGURA 4.- Alargaderas [2].



ALARGADERA			Longitudes aproximadas, en mm				
Designación	NORMA	Código	L1	L2	L3	L4	L
ALG 16-222	NI 52.52.60	52 51 605	314	222	130	200	866
ALG 16-470	NI 52.52.60	52 51 615	314	470	130	200	1114
ALG 16-670	NI 52.52.60	52 51 616	314	670	130	200	1314
ALG 16-870	NI 52.52.60	52 51 617	314	870	130	200	1514



1.5.2.3. APOYOS, CRUCETAS Y CIMENTACIONES

Los apoyos proyectados serán de celosía metálica, galvanizados en caliente, formados por angulares de lados iguales y sección cuadrada de acuerdo con la NI 52.10.01, (Aprobada por la Dirección General de Industria, Energía y Minas en Resolución de 22 de febrero de 2006) y recomendación de UNESA 6704.

El cálculo de los apoyos se realiza según lo indicado en el MT 2.23.45 en el que se determina el método de cálculo de los apoyos en función de la disposición de los armados.

Los apoyos se complementarán con crucetas recta según NI 52.31.02 y se distribuirán los conductores en hexágono.

Las crucetas a utilizar serán metálicas y su diseño responde a las exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos.

Las cimentaciones de los apoyos serán del tipo monobloque de hormigón en masa de 200 kg/m³ de dosificación y de las dimensiones adecuadas al tipo de terreno (flojo, normal o duro-rocoso) calculadas de acuerdo con el MT 2.23.30, habiéndose considerado a efectos de proyecto en todos los casos un tipo de terreno de consistencia normal (K^* entre 8 y 10 kg/cm³).

K^* es la compresibilidad del terreno obtenida mediante estudios geotécnicos.

1.5.2.3.1. Apoyos de celosías

TABLA 5.– Característica de los apoyos de celosías [7].

Apoyos para instalación empotrada				Apoyos para instalación con placa base y pernos			
Designación	Esfuerzo nominal daN	Altura m	Código	Designación	Esfuerzo nominal daN	Altura m	Código
C500-10E	500	10	5211002	C500-10P	500	10	5211202
C500-12E	500	12	5211003	C500-12P	500	12	5211203
C500-14E	500	14	5211004	C500-14P	500	14	5211204
C500-16E	500	16	5211005	C500-16P	500	16	5211205
C500-18E	500	18	5211006	C500-18P	500	18	5211206
C1000-12E	1000	12	5211010	C1000-12P	1000	12	5211210
C1000-14E	1000	14	5211011	C1000-14P	1000	14	5211211
C1000-16E	1000	16	5211012	C1000-16P	1000	16	5211212
C1000-18E	1000	18	5211013	C1000-18P	1000	18	5211213
C1000-20E	1000	20	5211014	C1000-20P	1000	20	5211214
C1000-22E	1000	22	5211018	C1000-22P	1000	22	5211215
C2000-12E	2000	12	5211022	C2000-12P	2000	12	5211219
C2000-14E	2000	14	5211023	C2000-14P	2000	14	5211220
C2000-16E	2000	16	5211024	C2000-16P	2000	16	5211221
C2000-18E	2000	18	5211025	C2000-18P	2000	18	5211222
C2000-20E	2000	20	5211026	C2000-20P	2000	20	5211223
C2000-22E	2000	22	5211027	C2000-22P	2000	22	5211224
C3000-12E	3000	12	5211031	C3000-12P	3000	12	5211228
C3000-14E	3000	14	5211032	C3000-14P	3000	14	5211229
C3000-16E	3000	16	5211033	C3000-16P	3000	16	5211230
C3000-18E	3000	18	5211034	C3000-18P	3000	18	5211231
C3000-20E	3000	20	5211035	C3000-20P	3000	20	5211232
C3000-22E	3000	22	5211036	C3000-22P	3000	22	5211233
C4500-12E	4500	12	5211041	C4500-12P	4500	12	5211237
C4500-14E	4500	14	5211042	C4500-14P	4500	14	5211238
C4500-16E	4500	16	5211043	C4500-16P	4500	16	5211239
C4500-18E	4500	18	5211044	C4500-18P	4500	18	5211240
C4500-20E	4500	20	5211045	C4500-20P	4500	20	5211241
C4500-22E	4500	22	5211046	C4500-22P	4500	22	5211242
C7000-12E	7000	12	5211050	C7000-12P	7000	12	5211246
C7000-14E	7000	14	5211051	C7000-14P	7000	14	5211247
C7000-16E	7000	16	5211052	C7000-16P	7000	16	5211248
C7000-18E	7000	18	5211053	C7000-18P	7000	18	5211249
C7000-20E	7000	20	5211054	C7000-20P	7000	20	5211250
C7000-22E	7000	22	5211055	C7000-22P	7000	22	5211251
C7000-24E	7000	24	5211056	C7000-24P	7000	24	5211252
C7000-26E	7000	26	5211057	C7000-26P	7000	26	5211253
C9000-12E	9000	12	5211061	C9000-12P	9000	12	5211257
C9000-14E	9000	14	5211062	C9000-14P	9000	14	5211258
C9000-16E	9000	16	5211063	C9000-16P	9000	16	5211259
C9000-18E	9000	18	5211064	C9000-18P	9000	18	5211260
C9000-20E	9000	20	5211065	C9000-20P	9000	20	5211261
C9000-22E	9000	22	5211066	C9000-22P	9000	22	5211262
C9000-24E	9000	24	5211067	C9000-24P	9000	24	5211263
C9000-26E	9000	26	5211068	C9000-26P	9000	26	5211264

Esfuerzo de los apoyos de celosías

TABLA 6.– Esfuerzo de los apoyos de celosías [7].

Nominal		Secundario		Torsión			Esfuerzos verticales, V simultáneos con el nominal, con el secundario o con el de torsión daN	
Esfuerzo F daN	Coefficiente de seguridad	Esfuerzo S daN	Coefficiente de seguridad	Esfuerzo T daN	Distancia d m	Coefficiente de seguridad		
500	1,5	500	1,5	500	1,5	1,2	600	
1000		1000		700			600	
2000		2000		1400			600	
3000		3000		1400			800	
4500		4500		1400			800	
7000		7000		2500			1200	
9000		9000		9000			2500	1200

1.5.2.3.2. Crucetas

FIGURA 5.– Disposición de las crucetas en Hexágono [9].

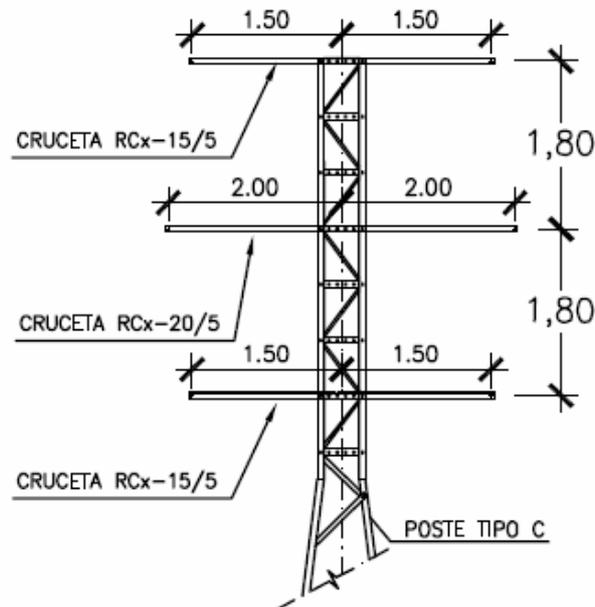


FIGURA 6.– Característica de las crucetas [9].

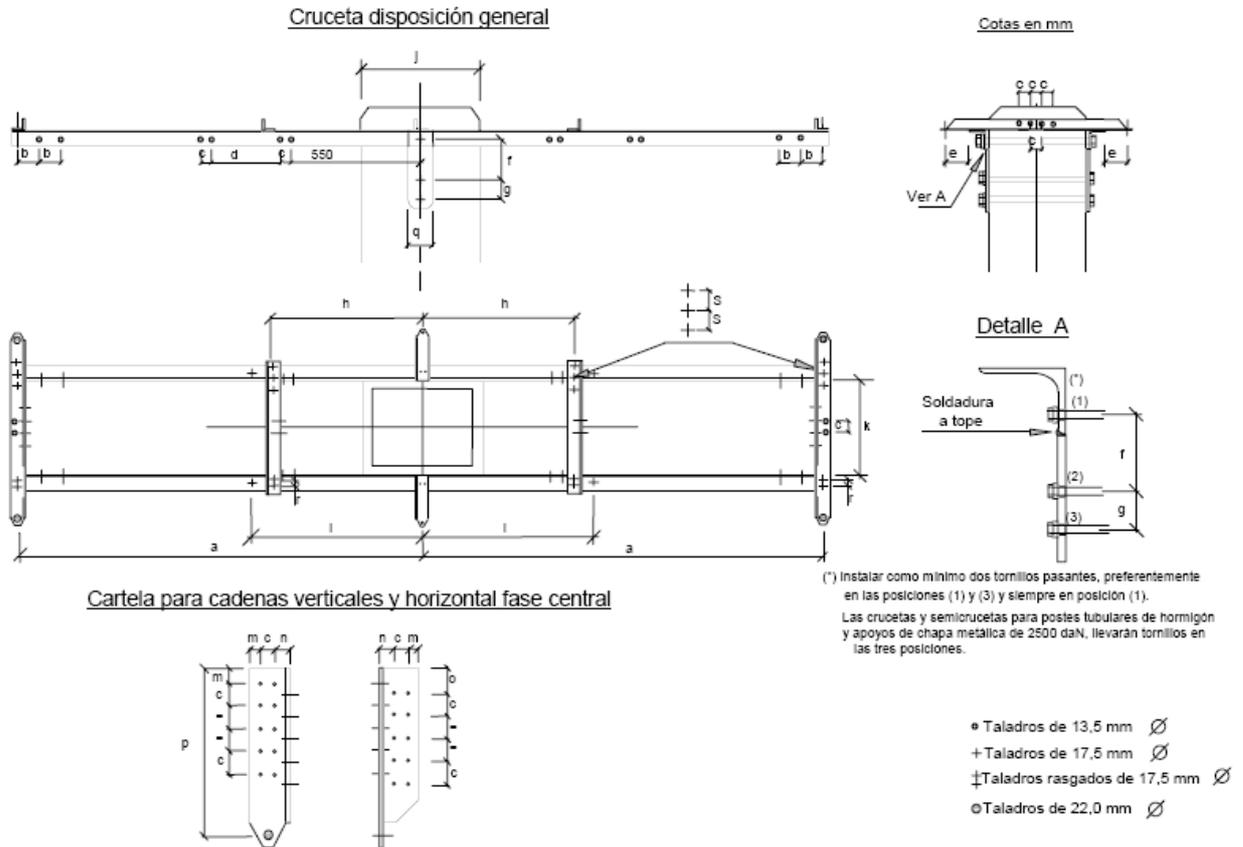


TABLA 7.– Esfuerzos admisibles de las crucetas [9]

TIPO DE MONTAJE	CRUCETA RC	CARGA VERTICAL ADMISIBLE
DC1- (1,80)	RC 1 – 15/5 RC 1 – 20/5	250 dan
DC2- (1,80)	RC 2 – 15/5 RC 2 – 20/5	450 dan
DC3- (1,80)	RC 3 – 15/5 RC 3 – 20/5	800 daN

Significado de las siglas que componen la designación:

RC: cruceta recta para apoyos de celosía

10/.../20: separación entre las fases y el eje del apoyo expresada en dm.

1.5.2.3.3. Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán del tipo monobloque de hormigón en masa de 200 kg/m³ de dosificación y de las dimensiones adecuadas al tipo de terreno (flojo, normal o duro-rocoso) calculadas de acuerdo con el MT 2.23.30, habiéndose considerado a efectos de proyecto en todos los casos un tipo de terreno de consistencia normal (K entre 8 y 10 kg/cm³).

FIGURA 7.– Cimentación de los apoyos de celosías [8]

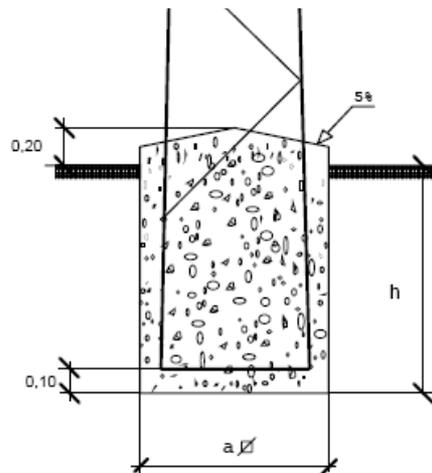


TABLA 8.– Cimentaciones para apoyos de celosías [8]

APOYO	CIMENTACION			
Designación Iberdrola	a ∅ m	h m	Vol. excav. m ³	Vol. horm. m ³
C1000- 12E	1,00	1,99	1,99	2,14
C1000- 14E	1,08	2,06	2,41	2,58
C1000- 16E	1,15	2,13	2,82	3,01
C1000- 18E	1,23	2,20	3,33	3,55
C1000- 20E	1,30	2,26	3,82	4,07
C1000- 22E	1,39	2,32	4,47	4,76
C2000- 12E	1,00	2,30	2,30	2,44
C2000- 14E	1,08	2,37	2,76	2,93
C2000- 16E	1,15	2,43	3,22	3,41
C2000- 18E	1,24	2,48	3,82	4,04
C2000- 20E	1,31	2,54	4,36	4,61
C2000- 22E	1,39	2,59	5,01	5,30
C3000- 12E	1,00	2,51	2,51	2,66
C3000- 14E	1,09	2,58	3,06	3,23
C3000- 16E	1,16	2,64	3,56	3,75
C3000- 18E	1,25	2,69	4,21	4,44
C3000- 20E	1,32	2,75	4,79	5,05
C3000- 22E	1,41	2,79	5,55	5,85
C4500- 12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C4500- 14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C4500- 16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C4500- 18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C4500- 20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C4500- 22E	1,43	3,03	6,20	6,50
C7000- 12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C7000- 14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C7000- 16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C7000- 18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C7000- 20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C7000- 22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C7000- 24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C7000- 26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C9000- 12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C9000- 14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C9000- 16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C9000- 18E	1,88	3,11	10,99	11,53
C9000- 20E	2,04	3,14	13,07	13,71
C9000- 22E	2,22	3,16	15,56	16,32
C9000- 24E	2,38	3,18	18,04	18,92
C9000- 26E	2,56	3,20	20,97	22,00

1.5.2.4. PUESTAS A TIERRA

La puesta a tierra ha de cumplir los requerimientos mencionados en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en cuanto a protección de personas y otros seres vivos a tensiones de contacto y de paso que puedan ser perjudiciales para éstos.

Cumpliendo la normativa y así garantizando la seguridad de cualquier ser vivo que pudiera ponerse en contacto con el apoyo o bien estar en las proximidades de éste, se define una puesta a tierra con un valor de resistencia inferior a 20Ω .

En nuestro proyecto definiremos varios tipos de puesta a tierra con el fin de garantizar una resistencia inferior a 20Ω .

- Puesta a tierra básica, *Figura 8 y Tabla 9*, es una puesta a tierra que se utilizará en zonas no frecuentadas.
- Puesta a tierra con anillo, *Figura 9 y Tabla 10*, es una puesta a tierra básica que añade un anillo con una pica. Está será utilizada en zonas transitables así como en los apoyos donde existan elementos de maniobra.

En el caso de que nuestra puesta a tierra posea un valor resistivo superior al límite establecido, estas puestas a tierra pueden ser complementadas con nuevas picas cilíndricas o bien con nuevos anillos difusores.

Los apoyos donde se instalen aparatos de maniobra, se les colocará una toma de tierra aislada de la ya existente en el apoyo y que finalizará con un electrodo vertical colocado a 1 metro de distancia del anillo existente.

Iberdrola para cumplimentar el RLAT, ha adoptado para sus líneas de AT, los criterios reseñados en el documento MT 2.23.31, que en líneas generales consiste en:

- Materiales de los electrodos: picas bimetálicas de acero-cobre y cable de cobre de 50 mm^2 de sección.
- Tipos de electrodos:
 - Pica hincada en el fondo del hoyo conectada al apoyo con cable de Cu (PH).
 - Pica en antena conectada al apoyo con cable de Cu 50, enterrado en zanja de 0,70 m de profundidad (PA).
 - Anillo cerrado de cable de Cu conectado al apoyo, enterrado en zanja de 0,70 m de profundidad (AN1), (AN2).

La toma de tierra se compone de la puesta a tierra (PT), que se realiza a la vez que la cimentación, y de la mejora de tierra (MT), que se realiza con posterioridad a la toma de lectura de la resistencia de la PT.

ZONA NO FRECUENTADA

FIGURA 8.– Puesta a tierra para apoyos de celosías en zonas no frecuentadas [6]

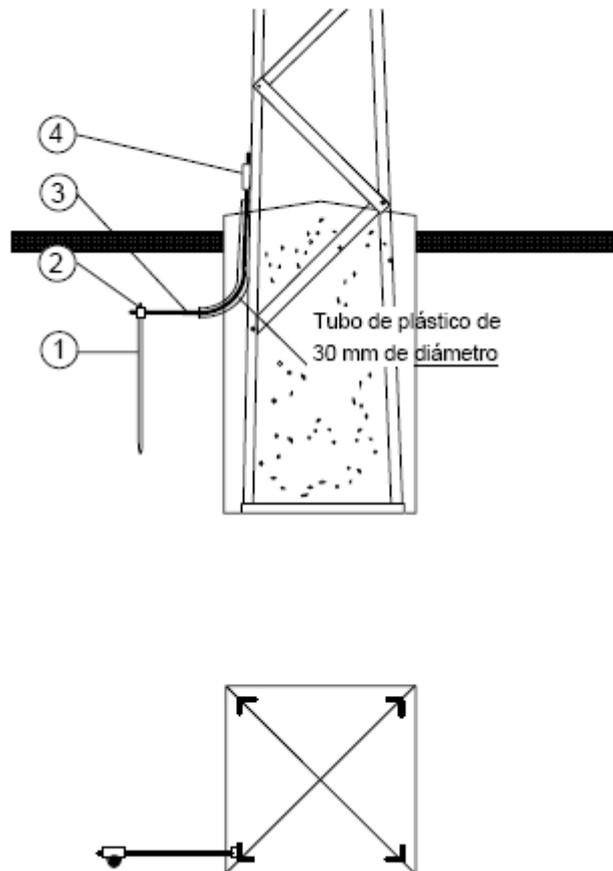
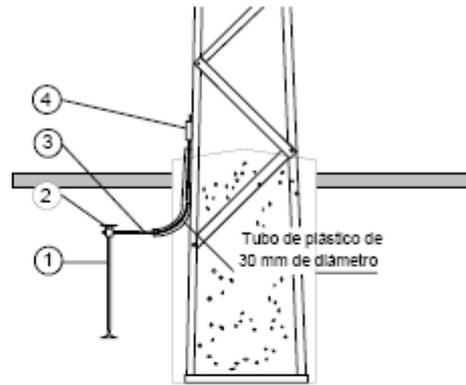


TABLA 9.– Componentes de la puesta a tierra para apoyos de celosías en zonas no frecuentadas [6]

Marca	Cantidad	Designación	Denominación	Código	Norma
1	1 Und.	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	50 26 164	NI 50.26.01
2	1 Und.	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	58 26 631	NI 58 26 03
3	2 m.	C 50	Cable de cobre de 50 mm ²	54 10 050	NI 54 10 01
4	1 Und.	GCS/C16	Grapa de conexión sencilla para cable de Cu	58 26 024	NI 58 26 04

ZONA FRECUENTADA, PÚBLICA CONCURRENCIA Y APOYOS DE MANIOBRA

FIGURA 9.– Puesta a tierra para apoyos de celosías en zonas frecuentadas, pública concurrencia y apoyos de maniobra [6]



ZANJAS: 0,60 m de profundidad

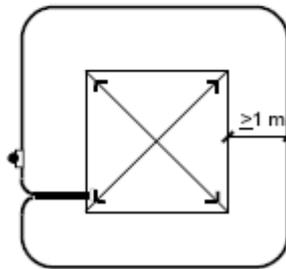


TABLA 10.– Componentes de la puesta a tierra para apoyos de celosías en zonas frecuentadas, pública concurrencia y apoyos de maniobra. [6]

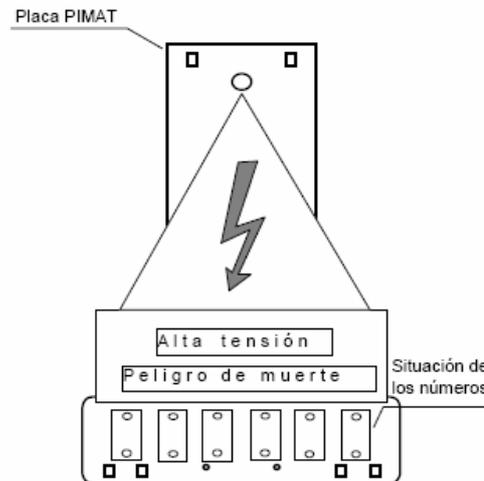
Marca	Cantidad	Designación	Denominación	Código	Norma
1	1 Und.	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	50 26 164	NI 50.26.01
2	1 Und.	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	58 26 631	NI 58 26 03
3	----- m.	C 50	Cable de cobre de 50 mm ²	54 10 050	NI 54 10 01
4	1 Und.	GCP/C16	Grapa de conexión paralela para cable de Cu	58 26 035	NI 58 26 04

1.5.2.5. SEÑALIZACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO Y NUMERACIÓN

Todos los apoyos dispondrán de una placa señalizadora de riesgo eléctrico tipo CE 14 según norma NI 29.00.00, *Figura 10*, situada aproximadamente a 2,00 m del suelo y en lugar visible a cierta distancia.

Todos lo apoyos se numerarán en correspondencia con la numeración indicada en el plano de perfil y planta incluida en el presente proyecto según la norma NI 29.05.01.

FIGURA 10.– Señalización de riesgo eléctrico y numeración del apoyo [11]



1.5.2.6. DERIVACIONES

Las derivaciones que se contemplan en este trazado, detalladas en la *Tabla 11*. En esta tabla se describen las maniobras que se realizarán con el fin de enlazarlo con la línea proyectada.

TABLA 11.– Derivaciones de la línea [1]

Nº DE APOYO	CONDUCTOR DE LA DERIVACIÓN	LONGITUD TOTAL EN PLANTA (M)	TÉRMINOS MUNICIPALES	COMENTARIOS
7	LA-56	23	Jávea	Derivación mediante cruceta recta RC1-15/5 y seccionadores xs. Tender con tense máximo de 250 daN
11	LA-56	11	Jávea	Derivación desde punta de crucetas Tender con tense máximo de 250 daN
11	LA-56	95	Jávea	Derivación mediante cruceta recta RC1-15/5 y seccionadores xs. Tender con tense máximo de 550 daN
17	LA-110	86	Jávea	Derivación mediante cruceta recta RC1-15/5 y seccionadores xs. Tender con tense máximo de 1000 daN

**1.5.2.7. CRUZAMIENTOS**

En la *Tabla 12* se describen los cruzamientos existentes en la línea aérea, señalando sus principales características.

TABLA 12.– Cruzamientos de la línea [1].

Nº	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próx.(m)	Distancia vertical real (m)	Distancia vertical teórica (m)	Tipo de cruzamiento	Organismo propietario afectado
1	2	3	190	62	3,22	2,75	Línea Aérea de Baja	Iberdrola
2	2	3	190	7	12,48	6,00	Acequia	Confederación Hidrográfica del Júcar
3	3	4	190	72	4,50	2,75	Línea Aérea de Baja	Iberdrola
4	6	7	95	7	10,94	6,00	Barranco de Les Valls	Confederación Hidrográfica del Júcar
5	11	Apo. Exist.	95	15	10,14	6,00	Barranco del Montgons	Confederación Hidrográfica del Júcar
6	15	16	179	6	10,63	6,00	Acequia	Confederación Hidrográfica del Júcar
7	17	18	109	5	14,79	6,00	Acequia	Confederación Hidrográfica del Júcar
8	17	18	109	6	8,27	2,02	Línea de teléfono	Telefónica
9	17	18	109	48	6,11	2,75	Línea de teléfono	Telefónica
10	17	18	109	47	4,92	2,75	Línea de teléfono	Telefónica
11	18	19	135	8	9,95	6,00	Barranco del Montgons	Confederación Hidrográfica del Júcar
12	22	23	204	59	10,23	6,00	Acequia	Confederación Hidrográfica del Júcar
13	24	25	175	21	11,85	6,00	Barranco de L'Heura	Confederación Hidrográfica del Júcar
14	25	26	175	27	10,71	6,00	Acequia	Confederación Hidrográfica del Júcar
15	26	27	171	74	7,93	6,00	Acequia	Confederación Hidrográfica del Júcar
16	27	28	171	4	12,03	7,00	Via Pecuaria Colada de Javea al Mar	Coselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme y Habitatge
17	30	31	150	13	13,44	6,00	Barranco	Confederación Hidrográfica del Júcar
18	30	31	150	56	10,46	6,00	Acequia	Confederación Hidrográfica del Júcar
19	31	32	170	22	11,56	6,00	Acequia	Confederación Hidrográfica del Júcar
20	32	33	188	46	12,56	6,00	Acequia	Confederación Hidrográfica del Júcar

1.5.2.8. PARALELISMOS

No se contemplan paralelismos a destacar en este trazado de la línea.

1.5.3. CARACTERÍSTICAS TRAMO SUBTERRÁNEO

La instalación objeto del presente estudio queda definida por las siguientes características:

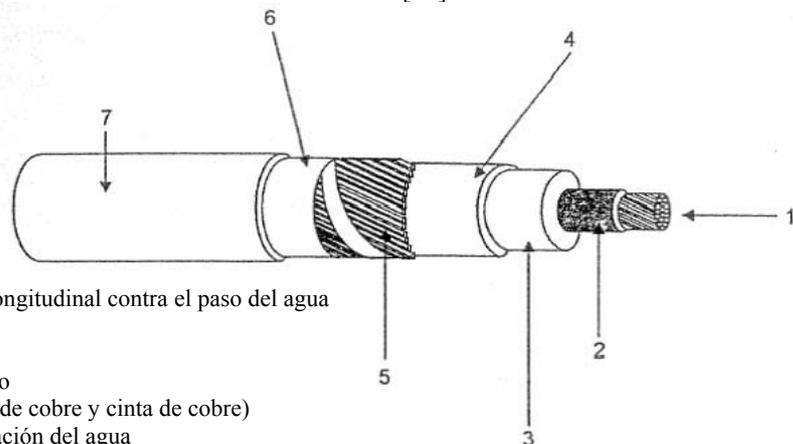
TENSIÓN NOMINAL:	20 kV.
TIPO DE CONDUCTOR:	3x (240 mm ² HEPRZ1)
SECCIÓN PANTALLA:	16 mm ²
INICIO:	Apoyo n° 33
FINAL:	CT Resort Sella
LONGITUD:	2.497 metros
N° CIRCUITOS:	2
TIPO INSTALACIÓN:	Bajo canalización entubada
CONEXIÓN DE LAS PANTALLAS:	Both End

1.5.3.1. CONDUCTOR

El conductor proyectado en el tramo subterráneo corresponde a la familia de conductores HEPRZ1 compuesto por aluminio compactado, envuelto en una capa semiconductor, protegida con un aislamiento acorde con la tensión máxima de la línea y terminada con una pantalla conductora y una cubierta protectora.

El conductor, *Figura 11*, está conforme según norma UNE 21-022 y Normas NI 56.43.01. Las características se describen en la *Tabla 13*.

FIGURA 11.– Conductor HPERZ1 [12].



- 1 Conductor con obturación longitudinal contra el paso del agua
- 2 Pantalla sobre el conductor
- 3 Aislamiento de XLPE
4. Pantalla sobre el aislamiento
- 5 Pantalla metálica (alambres de cobre y cinta de cobre)
- 6 Obturación contra la penetración del agua
- 7 Cubierta exterior de poliolefina

TABLA 13.– Característica conductor 240 Al HEPRZ1 [12].

	HEPRZ1
Conductor	Aluminio compactado, sección circular, clase 2.
Pantalla sobre el conductor	Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.
Aislamiento	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
Pantalla sobre el aislamiento	Una capa de mezcla semiconductor pelable, no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contra-espira de cobre.
Cubierta	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

Otras de las características más importantes de los cables, de acuerdo con las disposiciones de montaje contemplados en este proyecto se encuentran en la *Tabla 14*.

TABLA 14.– Característica conductor 240 Al HEPRZ1 (II) [12]

Naturaleza y sección mm²	Tensión nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
Al 240	12/20	0,169	0,1085	0,453

Temperatura máxima en servicio permanente	105 °C
Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s	250°
Intensidad máxima del conductor	435 Amperios

1.5.3.2. EMPALMES Y TERMINALES

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los terminales se realizarán siguiendo el MT 2-31-01, correspondiente a instalaciones subterráneas de media tensión en 20 kV.

Las características de los terminales y empalmes deberán de garantizar el óptimo funcionamiento eléctricamente y garantizar la protección frente a esfuerzos mecánicos y posibles degradaciones provocadas por agentes externos.

En las conexiones en centros de transformación (C.T. Resort Sella) el terminal utilizado será de tipo enchufable, con el fin de poder acoplarlo a su conexión correspondiente en la celda asignada.

Los empalmes se encontrarán alojados en arquetas ciegas que serán detalladas para su localización para posibles reparaciones. Estas arquetas garantizaran una mayor protección mecánica del empalme instalado.

1.5.3.3. CANALIZACIÓN

Estará constituida por tubos de plásticos, dispuestos sobre hormigón o lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena (en cruces será de hormigón HM-12,5) sobre la que se colocarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m (en cruces será de hormigón HM-12,5) por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

A una distancia mínima del suelo de 0,10 m se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos. Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

A continuación, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena. En cruces se utilizará hormigón HM-12,5, aunque en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales, la zona de relleno será todo-uno o zahorra.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón HM-12,5 de unos 0,12 m. de espesor. En cruces se colocará un firme de hormigón HM-12,5 de unos 0,30 m. de espesor. Y por último se repondrá el pavimento a ser posible el mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

1.5.3.4. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

La profundidad de la zanja en cruces será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

1.5.3.5. CRUZAMIENTOS

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

- Con **calles, caminos y carreteras**: En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc. deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado anterior. Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial. Los tubos irán a una profundidad mínima de 0,80 m. El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varias líneas, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.
- Con **otras conducciones de energía eléctrica**: La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.
- Con **cables de telecomunicación**: La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1m.
- Con **canalizaciones de agua**: Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placa separadora constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

- Con **canalización de gas**: En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la *Tabla 15*. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la *Tabla 15*. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

TABLA 15.– Distancia de seguridad en cruzamientos [3].

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

- Con **conducciones de alcantarillado**: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.
- Con **depósitos de carburante**: Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

1.5.3.6. PARALELISMOS

Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- Con **otros conductores de energía eléctrica**: Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica, las características están establecidas en la NI 52.95.01.

- Con **canalizaciones de agua**: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,25 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

- Con **canalizaciones de gas**: En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la *Tabla 16*. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en la *Tabla 16*. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.).

TABLA 16.– Distancia de seguridad en paralelismos [3].

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d') con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

1.5.3.7. PERFORACIONES VERTICALES

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras “topos” de tipo impacto/ hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En cada caso se utilizará el proceso de perforación que se considere más adecuado.



En este caso la perforación horizontal (TOPO) se realizará mediante una máquina hincadora de tubos de acero que necesita aire comprimido para su funcionamiento. Los tubos de acero tienen una forma cilíndrica en su mayor parte, excepto en la parte anterior y posterior, donde presenta una forma cónica, para la adaptación del cono de empuje, segmentos de empuje y/o cono de vaciado, que transmiten la fuerza de la máquina al tubo a instalar. Con la utilización del cono de vaciado y mediante sus 2 orificios, se extrae parte del terreno y se libera la presión creada. La utilización de los segmentos de empuje impide que el tubo se abocarde y se facilita la ejecución de una buena soldadura. Los tubos con soldadura helicoidal deben ser lijados en la parte de la soldadura antes de poner los segmentos para que éstos tengan un empuje homogéneo.

La propulsión de la máquina se realiza con un compresor de obra normal. Sucesivamente se van hincando los tubos de acero después de ser soldados, distribuyendo la energía de empuje regularmente por todo el tramo de la tubería.

Finalizada la hinca de la tubería, se realiza el vaciado total de esta, con agua a presión en combinación con aire comprimido o solamente con agua a presión. También está permitido, siguiendo las normas de seguridad, el vaciado sólo con aire comprimido. En diámetros de grandes dimensiones, el vaciado se puede realizar manualmente con maquinaria auxiliar específica.

Las dimensiones de los fosos de ataque y salida de la perforación horizontal, así como de las posibles arquetas registrables que quedan a ambos lados de esta se determinarán en obra.

Por último, se hace el relleno de los fosos de ataque y salida, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena y posteriormente se procede a la reposición del pavimento original, con materiales como mínimo de las mismas características y calidad.

1.5.3.8. PASOS AÉREOS/SUBTERRÁNEOS

En la unión del cable subterráneo con la línea aérea se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debajo de la línea aérea se instalará un juego de cortacircuitos fusible-seccionador de expulsión o seccionadores unipolares de intemperie de las características necesarias, de acuerdo con la tensión de la línea y la nominal del cable. Asimismo se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones de origen atmosférico a base de pararrayos de óxido metálico.

Estos pararrayos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

- A continuación de los seccionadores, se colocarán los terminales de exterior que corresponda a cada tipo de cable.

- El cable subterráneo, en la subida a la red aérea, irá protegido con un tubo de acero galvanizado, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno un mínimo de 2,5 m. En el tubo se alojarán las tres fases y su diámetro interior será 1,5 veces el de la terna de cables, con un mínimo de 15 cm.

- En el caso de que la línea disponga de cables de control, la subida a la red aérea, irá protegida con un tubo de acero galvanizado, que terminará en la arqueta para comunicaciones situada junto a la cimentación del apoyo.

En la *Figura 12* y en la *Tabla 17*, se muestran todos los componentes y la disposición de estos en el apoyo proyectado para paso de aéreo a subterráneo.

FIGURA 12.- Apoyo de celosía con doble paso de aéreo a subterráneo [2]

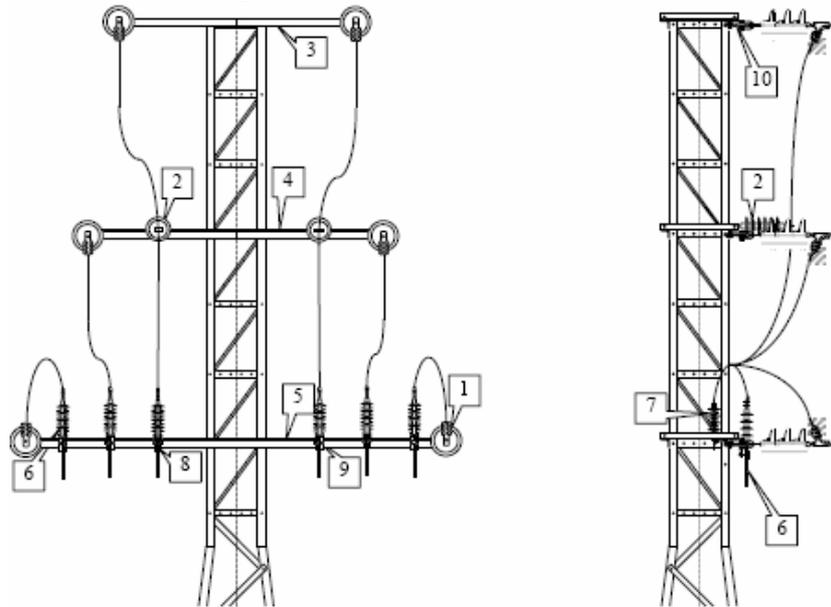


TABLA 17.- Componentes de los apoyos de celosías para doble paso aéreo a subterráneo [2]

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Norma
1	6	Cadenas de amarre	CA	48.10.01
2	2	Aislador de composite	U70 PP 20	48.08.01
3	1	Cruceta recta	RCD-10 S ó T	52.31.04
4	1	Cruceta recta	RCD-12,5 S ó T	52.31.04
5	1	Cruceta recta	RCD-17,5	52.31.04
6	6	Terminación cable subterráneo	TES/24	56.80.02
7	6	Pararrayos	POM-P 21/10	75.30.02
8	6	Pieza L 60.5 850	L 60.5 850	52.30.24
9	6	Abrazadera sujeción	A-90-EM	52.95.80
10	6	Tornillo cáncamo	TC 16x100	52.31.04
S/n	-	Puentes, según conductor		
S/n	-	Tornillería, piezas de conexión		



1.5.3.9. PUESTAS A TIERRA

Puesta a tierra de cubiertas metálicas.

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

Pantallas

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos limitando así la tensión inducida por las pantallas.



CAPÍTULO 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)

2.1. DATOS GENERALES

2.1.1. DATOS GENERALES DE LA LÍNEA

Tensión nominal	$[U_N]$	20 kV
Tensión máxima	$[U_{MAX}]$	24 kV
Potencia nominal por circuito	$[S_N]$	10 MVA
Numero de circuitos	$[n]$	2
Potencia total de la línea	$[S]$	20 MVA
Factor de potencia	$[\cos\varphi]$	0,9
Frecuencia nominal	$[f]$	50 Hz
Potencia de cortocircuito	$[S_{CC}]$	250 MVA
Tiempo de disparo	$[t]$	0,5 seg.
Número de rearmes	$[n_{REARMES}]$	1 rearme
Longitud	$[l]$	7.282 m
Longitud (tramo aéreo)	$[l_{AÉREO}]$	4.785 m
Longitud (tramo aéreo)	$[l_{SUBTERRÁNEO}]$	2.595 m

2.1.2. DATOS DEL CONDUCTOR AÉREO

Conductor		100A1/S1A
Composición		6 Al + 1 Ac
Sección	$[s]$	116,7 mm ²
Diámetro	$[D]$	13,8 mm
Peso propio	$[P_P]$	0,396 daN/m
Carga de rotura	$[T_{MAX}]$	3433 daN
Máxima tensión aplicada	$[T_{NOM.}]$	1000 daN
Módulo de elasticidad	$[E]$	7.900 daN/mm ²
Coefficiente de dilatación	$[\alpha]$	19,1 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Coefficiente de rugosidad	$[m_d]$	0,87
Resistencia (20 °C)	$[R]$	0,2869 Ω/km
Intensidad máxima	$[I_{MAX.}]$	320 A
Tª máxima de ambiente	$[θ]$	50°C
Tª máxima del conductor	$[θ_{MAX}]$	65°C

2.1.3. DATOS DEL CONDUCTOR SUBTERRÁNEO

Tipo de conductor		HEPRZ1 Al.
Constitución		Unipolar
Sección	[s]	240 mm ²
Sección de la pantalla	[sp]	16 mm ²
Resistencia (105 °C)	[R]	0,169 Ω/km
Constante de resistencia	[α]	0,353568 10 ⁻³
Reactancia	[X]	0,105 Ω/km
Intensidad máxima	[I _{MAX.}]	435 A
Tª del terreno	[θ]	35°C
Tª máxima del conductor	[θ _{MAX}]	105°C
Resistividad térmica del terreno	[ρ _{TERRENO}]	1,25 K m / W
Tipo de instalación		Enterrada bajo tubo
Tiempo de duración del cortocircuito	[t _{CC}]	1,5 seg

2.2. CÁLCULOS MECÁNICOS

En el cálculo mecánico se justificará y describirán los esfuerzos mecánicos solicitantes a los elementos de la instalación de la línea aérea, conductores, apoyos, crucetas y herrajes, etc.; así como el esfuerzo resistente de estos.

2.2.1. VANO IDEAL DE REGULACION

El vano ideal de regulación es un parámetro obtenido en un cantón y por el cual definimos un vano de referencia para utilizar en los diversos cálculos y estudios a realizar.

El vano ideal de regulación se calcula en función de los vanos existentes dentro de un mismo cantón^(*). La idea del diseño es aproximarse en la medida de lo posible al vano ideal de regulación que sería el más rentable económicamente y menor dificultad técnica.

La ecuación que define el vano ideal de regulación es la siguiente:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_i^3}{\sum_{i=1}^n a_i}} \quad (\text{m}) \quad (1)$$

donde: a_r es la longitud del vano de regulación.

a_i es la longitud de cada vano existente en un cantón.

(*) Cantón; espacio comprendido entre dos apoyos de anclaje.

2.2.2. CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR

Con el cálculo mecánico del conductor analizaremos el comportamiento del conductor frente a diversas hipótesis que se puedan presentar en la línea.

Tendremos especial interés en que la tensión mecánica que se produzca en el conductor no supere en ningún momento la tensión máxima estimada, que es la obtenida al aplicar el coeficiente de seguridad, que para este tipo de líneas es de 3.

2.2.2.1. HIPOTESIS DE CÁLCULO

Zona A, altitud inferior a 500 metros sobre el nivel del mar.

No se contempla hipótesis de hielo (2ª hipótesis).

TABLA 18.– Condiciones de la hipótesis de tracción máxima [13].

CONDICIONES DE LA HIPÓTESIS DE TRACCIÓN MÁXIMA			
HIPÓTESIS	TEMPERATURA	SOBRECARGA DEL VIENTO	SOBRECARGA DEL HIELO
Tracción máxima del viento	-5°C	Sobrecarga del viento a 120 km/h.	No aplica

TABLA 19.– Condiciones de las hipótesis de cálculo [13].

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPOTESIS VIENTO	3ª HIPOTESIS DESEQUILIBRIO TRACCIONES	4ª HIPOTESIS ROTURA CONDUCTORES
Alineación con cadenas de suspensión	V	Cargas permanentes sometidos a una sobrecarga del viento a 120 km/h.		
	T	Esfuerzo del viento a 120 km/h.	No aplica.	
	L	No aplica	8% $T_{Máx.}$	No aplica
Amarre de alineación y de ángulo	V	Cargas permanentes sometidos a una sobrecarga del viento a 120 km/h.		
	T	Esfuerzo del viento a 120 km/h.	No aplica.	
	L	No aplica	15% $T_{Máx.}$ o desequilibrio más desfavorable	No aplica
Anclaje de alineación y de ángulo	V	Cargas permanentes sometidos a una sobrecarga del viento a 120 km/h.		
	T	Esfuerzo del viento a 120 km/h.	Alineación: no aplica Ángulo: esfuerzo resultante	No aplica
	L	No aplica	50% $T_{Máx.}$ o desequilibrio más desfavorable	Rotura de un conductor 100% $T_{Máx.}$
Fin de línea	V	Cargas permanentes sometidos a una sobrecarga del viento a 120 km/h.	No aplica	Cargas permanentes sometidos a una sobrecarga del viento a 120 km/h.
	T	Esfuerzo del viento a 120 km/h.		No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones 100% $T_{Máx.}$		Rotura de un conductor 100% $T_{Máx.}$

2.2.2.2. CARGAS MECÁNICAS SOBRE EL CONDUCTOR

Para el cálculo de las cargas unitarias que actúan sobre el conductor, nos basaremos en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión que consideran que las cargas y sobrecargas que se deberán considerar en los cálculos mecánicos de los elementos constituyentes de la línea a estudiar son las siguientes:

- Peso propio del conductor
- Presiones debidas al efecto del viento

Cálculo de la presión debida al efecto del viento:

$$P_v = Q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (\text{daN/m}) \quad (2)$$

- donde: **P_v** Presión ejercida por el efecto del viento.
Q es el valor del esfuerzo provocado por el viento y que según Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión es igual a 60 para conductores con un diámetro inferior a 16 mm.
d es el diámetro del conductor 13,8 mm.
a₁ y **a₂** longitud de los vanos adyacentes (m).

El Gravivano que es la parte del vano anterior y posterior del apoyo que repercute en los esfuerzos sobre el apoyo, debido a que la tensión máxima y los valores de flecha máxima se establecen con la repercusión del viento, este Gravivano se denomina Eolovano y se compone de la mitad de cada vano adjunto al apoyo a estudiar como podemos ver en la *Ecuación (2)* para el cálculo de la presión del viento.

2.2.2.3. TENSIÓN MÁXIMA DEL CONDUCTOR

Para el cálculo de la tensión máxima del conductor nos basaremos en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, que limita el coeficiente de seguridad en 3.

$$T = \frac{T_{Máx.}}{C_s} = \frac{3.433}{3} = 1.144,33 \text{ daN} \quad (3)$$

- donde: **T_{MÁX.}** es el valor de tracción máxima que puede soportar el conductor (3.433 daN).
C_s coeficiente de seguridad aplicado según normativa (3).
T máximo de valor de tensión de posible aplicación (daN).

Tomaremos como tensión máxima de 1000 daN, obteniendo así un coeficiente de seguridad de:

$$C_s = \frac{T_{Máx.}}{T_{NOM}} = \frac{3.433}{1.000} = 3,4 \quad (4)$$

donde: $T_{MÁX.}$ es el valor de tracción máxima que puede soportar el conductor (3.433 daN).

$T_{NOM.}$ es el valor de tracción con el que vamos a limitar el cálculo mecánico (1.000 daN).

C_s coeficiente de seguridad obtenido.

Con estos valores obtenidos en el cálculo mecánico del conductor, podemos asegurar que dicho conductor cubre las necesidades mecánicas requeridas por la instalación proyectada.

2.2.2.4. CÁLCULO DE ESTADOS DEL CONDUCTOR

Para comprobar el comportamiento del conductor frente a las diversas hipótesis de cálculo que son necesarias para la justificación del proyecto, se utilizara la denominada ecuación de cambio de condiciones o de estado.

$$T_2^2 \cdot [T_2 - (K - \alpha \cdot E \cdot (\theta_2 - \theta_1))] = \frac{a^2 \cdot P_2^2 \cdot E}{24 \cdot S^2} \quad (5)$$

$$K = T_1 - \frac{a^2 \cdot P_1^2 \cdot E}{24 \cdot S^2 \cdot T_1^2} \quad (6)$$

donde: T_1 y T_2 tensión mecánica del conductor en los estados 1 y 2 (daN)

α coeficiente de dilatación térmica del conductor ($19 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)

E módulo de elasticidad (7.900 daN/mm^2)

θ_1 y θ_2 temperatura en los estados 1 y 2 ($^\circ\text{C}$)

a longitud del vano ideal de regulación (m)

P_1 y P_2 sobrecarga del conductor en los estados 1 y 2 (daN)

s sección del conductor ($116,7 \text{ mm}^2$)

2.2.2.5. CÁLCULO DE LA FLECHA DEL CONDUCTOR

Con el cálculo de la flecha podemos obtener la máxima longitud que nos provocará nuestra instalación para así poder acotar las distancias de seguridad correspondiente:

$$F = \frac{a^2 \cdot P}{8 \cdot s \cdot T} \quad (\text{m}) \quad (7)$$

donde:	F	flecha obtenida (m)
	a	longitud del vano (m)
	P	sobrecargas en el conductor (daN)
	s	sección del conductor (116,7 mm ²)
	T	tensión mecánica solicitante (daN)

2.2.2.6. ESTUDIO DE FENÓMENOS VIBRATORIOS

El EDS se limita con el fin de que la tensión de trabajo de los conductores a 15°C y sin ningún tipo de sobrecarga no exceda del 15% según ITC-LAT 07 y una limitación mayor por el manual técnico MT 02-21-74, 14%.

2.2.3. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS APOYOS

El diseño de los apoyos se centra en desarrollar los esfuerzos solicitantes provocados por los esfuerzos del conductor y de los diversos dispositivos de fijación, estimando los esfuerzos verticales, horizontales y los esfuerzos de torsión.

Según la tipología del apoyo, tendremos en cuenta una serie de hipótesis de cálculo, diferenciadas entre las hipótesis normales y las hipótesis anormales desarrolladas en la *Tabla 20*.

TABLA 20.– Hipótesis de cálculo según la tipología del apoyo [13].

TIPO DE APOYO	HIP. NORMALES	HIP. ANORMALES
Alineación	1 ^a y 2 ^a	3 ^a y 4 ^a
Ángulo	1 ^a y 2 ^a	3 ^a y 4 ^a
Anclaje	1 ^a y 2 ^a	3 ^a y 4 ^a
Fin de línea	1 ^a y 2 ^a	4 ^a

Las hipótesis y sus factores mecánicos necesarios para el cálculo vienen descritos en la *Tabla 19 Condiciones de la hipótesis de cálculo*.

Por la zona en la que se realiza el proyecto, zona A, nos permite eliminar la 2^a hipótesis denominada hipótesis de hielo.

El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales.

Para los cruzamientos, el coeficiente de seguridad de los apoyos se ha de incrementar en un 25 %.

En las líneas de tensión nominal hasta 66 kV, en los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión o de amarre con conductores con una carga de rotura superior a 6600 daN, se puede prescindir de la 4ª hipótesis, cuando se verifiquen las siguientes condiciones:

- Los conductores posean un coeficiente de seguridad superior a 3.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos para la 3ª hipótesis sea considerado como una hipótesis normal.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 km.

En este proyecto se cumplen todos los requisitos mencionados por el Reglamento de Líneas de Alta Tensión y por tanto podemos prescindir de analizar la 4ª hipótesis para el cálculo de los apoyos.

2.2.3.1. ESTUDIO DE DERIVACIONES

Los apoyos de derivación deberán calcularse como final de línea de la línea derivada y además tener en cuenta la posición del apoyo dentro de la línea principal.

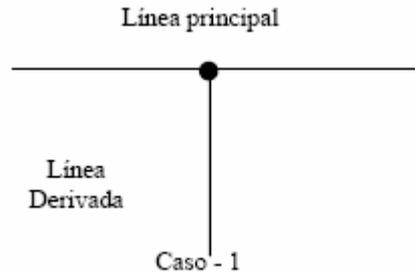
Como norma general, el primer vano de la derivación será de pequeña longitud ($l < 50$ m) y el tense de los conductores en el vano será lo más pequeño posible. A los efectos consideraremos los casos más normales.

En caso de que la derivación sea de una longitud superior, la derivación y su influencia en el apoyo de la línea será considerado como un tramo más de la línea y se realizará mediante una tensión mecánica que garantiza las condiciones de seguridad correspondiente.

Caso 1

Línea derivada de un apoyo sin ángulo de desviación de la traza.

FIGURA 13.– Derivación perpendicular a la línea principal [2].

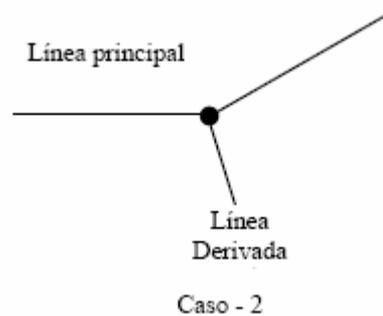


Es un caso desfavorable, ya que la derivación aplica todo su esfuerzo en la componente transversal.

Caso 2

Línea derivada de un apoyo con ángulo de desviación de la traza con resultante contraria al sentido de la derivación.

FIGURA 14.– Derivación que favorece el esfuerzo resistente [2].

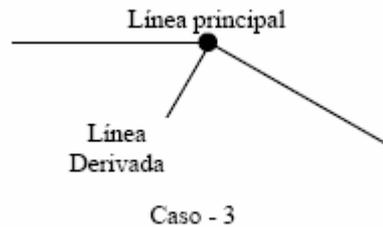


Es el caso más favorable, ya que la derivación aplica todo su esfuerzo en la componente transversal que contrarresta la creada por el ángulo; por tanto ayuda al esfuerzo propio del apoyo.

Caso 3

Línea derivada de un apoyo con ángulo de desviación de la traza con resultante en el sentido de la derivación.

FIGURA 15.– Derivación que favorece el esfuerzo solicitante [2].



Es el caso más desfavorable, ya que la derivación aplica todo su esfuerzo en la componente transversal que se suma a la creada por el ángulo; por tanto colabora al esfuerzo solicitado al apoyo.

2.2.4. CÁLCULO MECÁNICO DE HERRAJES

En las tablas de los resultados de los cálculos mecánicos, podemos ver los esfuerzos verticales solicitados por conductor aplicados al vértice de la cruceta. En dichos resultados se incluye el esfuerzo resistente de las crucetas, que mediante la aplicación del esfuerzo solicitante más desfavorable podemos calcular el coeficiente de seguridad que tiene cada una de ellas en el caso más desfavorable.

Este esfuerzo también debe de ser soportado por la cadena de aisladores, compuesta por los aisladores y herrajes; pero debido a su alto valor resistente, 7.000 daN; en comparación con el esfuerzo vertical resultante y que podemos ver en los resultados del cálculo mecánico mencionado, se obtiene así un valor muy superior al coeficiente de seguridad estimado por la ITC-LAT 07 para herrajes y cadenas de aisladores.

2.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En los cálculos eléctricos se justificarán los elementos utilizados para la instalación.

Debido a que tenemos dos tipos de instalaciones con características diferentes, los parámetros propios de cada una de ellas estarán limitados por diversos factores, así como unos parámetros totales que aprobarán la instalación.

Los parámetros que limitan la instalación son la caída de tensión total de la instalación y la pérdida de potencia de esta cuando la línea se encuentre con la máxima capacidad de esta.

Los parámetros que definen la parte de la instalación aérea serán los parámetros que repercuten en los propios de la instalación, caída de tensión y pérdida de potencia, además de ver que el conductor es capaz de soportar la intensidad de la línea, la densidad de corriente de esta como la coordinación de aislamiento debida a sobretensiones producidas en la línea, las distancias de seguridad de los elementos activos con otros objetos que pudieran ponerse en contacto por proximidad a estos.

Los parámetros que caracterizan la instalación subterránea son los propios de la instalación como que el conductor sea capaz de soportar el cortocircuito que se pudiera producir en la línea sin perturbar las características del conductor.

2.3.1. DATOS INICIALES

2.3.1.1. INTENSIDAD MÁXIMA DE LA INSTALACIÓN

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot \cos \varphi} \quad (\text{A}) \quad (8)$$

donde:

I	intensidad nominal (A)
P	potencia activa de la línea ($9 \cdot 10^6$ W)
U_N	tensión nominal de la línea ($20 \cdot 10^3$ V)
cos φ	factor de potencia de la línea (0,9)

Resultando una intensidad máxima de 288,67 A.

2.3.1.1. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

$$I_{CC} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_N} \quad (9)$$

donde: I_{CC} intensidad de cortocircuito
 S_{CC} potencia de cortocircuito (250 MVA)
 U_N tensión nominal de la línea (20 kV)

Resultando una intensidad de cortocircuito de 7.216,87 A.

2.3.2. RESULTADOS TRAMO AÉREO

2.3.2.1. RESISTENCIA A Tª SERVICIO (65°C)

$$R_{65^\circ C} = R_{20^\circ C} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta_{65^\circ C} - \theta_{20^\circ C})) \quad (\Omega/\text{km}) \quad (10)$$

donde: $R_{65^\circ C}$ resistencia de la línea por kilómetro a temperatura de servicio (Ω/km)
 $R_{20^\circ C}$ resistencia de la línea por kilómetro a 20°C (0,2869 Ω/km)
 α constante del conductor ($19,1 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)
 $\theta_{65^\circ C}$ temperatura máxima del conductor (65°C)
 $\theta_{20^\circ C}$ temperatura del conductor (20°C)

Obteniendo una resistencia a temperatura de servicio de 0,2871 Ω/km .

2.3.2.2. REACTANCIA DE LA LÍNEA

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad (\Omega/\text{km}) \quad (11)$$

$$L = \left[0,5 + 4,605 \cdot \log \left(\frac{D}{rm} \right) \right] \cdot 10^{-4} \quad (\text{H}/\text{km}) \quad (12)$$

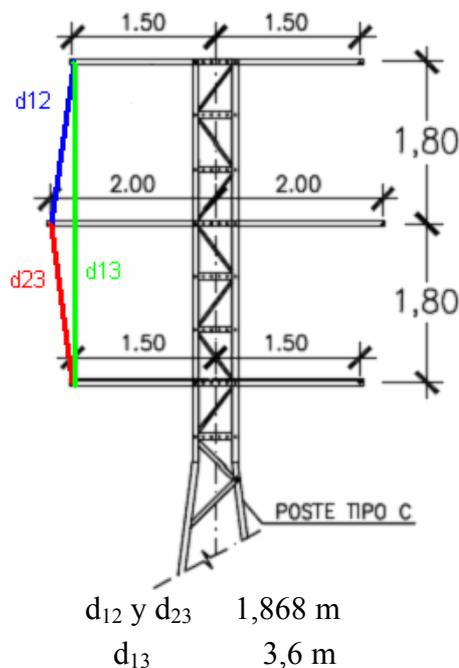
$$D = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{13}} = \sqrt[3]{1,868 \cdot 1,868 \cdot 3,6} = 2,32 \quad (\text{m}) \quad (13)$$

$$rm = r \cdot e^{\frac{-1}{4}} = 13,4 \cdot e^{\frac{-1}{4}} = 5,3787 \quad (\text{mm}) \quad (14)$$

- donde:
- X** reactancia de la línea por kilómetro (Ω/km)
 - L** inductancia de la línea por kilómetro (H/km)
 - f** frecuencia de la línea (50 Hz.)
 - D** distancia media geométrica entre las fases de la línea de un mismo circuito, ver *Figura 16* (m).
 - rm** radio medio geométrico, que al tratarse de un conductor de fase por línea se corresponde con el radio del conductor.

Con este cálculo obtenemos una reactancia de 0,393 Ω/km .

FIGURA 16.- Distancia entre conductores [9].



2.3.2.3. CAPACIDAD DE LA LÍNEA

$$C = \frac{24,2 \cdot 10^{-9}}{\log\left(\frac{D}{rm}\right)} \text{ (F/km)} \quad (15)$$

$$D = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{13}} = \sqrt[3]{1,868 \cdot 1,868 \cdot 3,6} = 2,32 \text{ (m)} \quad (16)$$

$$rm = r \cdot e^{-\frac{1}{4}} = 13,4 \cdot e^{-\frac{1}{4}} = 5,3787 \text{ (mm)} \quad (17)$$

donde:	C	capacidad de la línea por kilómetro (F/km)
	f	frecuencia de la línea (50 Hz.)
	D	distancia media geométrica entre las fases de la línea de un mismo circuito, ver página siguiente <i>Figura 16</i> (m).
	rm	radio medio geométrico, que al tratarse de un conductor de fase por línea se corresponde con el radio del conductor.

Con este cálculo obtenemos una capacidad de la línea de $6,6267 \cdot 10^{-9}$ F/km, debido al bajo valor que tiene la capacidad en líneas de media tensión, se omiten en el cálculo su influencia por su irrelevante importancia.

2.3.2.4. INTENSIDAD MÁXIMA DEL CONDUCTOR

En el apartado 2.3.1.1. INTENSIDAD MÁXIMA DE LA INSTALACIÓN se calcula una intensidad máxima que ha de soportar la línea de 288,67 A que es un valor indicado en la *Tabla 3* del apartado 1.5.1.2. *CONDUCTOR*, que es de 320 A. .

2.3.2.5. DENSIDAD DE CORRIENTE DEL CONDUCTOR

$$\rho = \frac{I}{s} = \frac{288,67 \text{ A}}{116,7 \text{ mm}^2} = 2,47 \text{ (A/mm}^2\text{)} \quad (18)$$

donde:	ρ	densidad de corriente del conductor (A/mm ²)
	I	intensidad nominal de la línea (288,67 A)
	s	sección del conductor (116,7 mm ²)

Definiendo una densidad de corriente de 2,47 A/mm², inferior a la densidad de corriente definida por la ITC-LAT 07 para conductores de aleación aluminio acero, ($\rho_{\max.} = 2,76 \text{ A/mm}^2$).

Con los valores obtenidos en el apartado 2.3.1.4 y 2.3.1.5. podemos asegurar que el conductor elegido para la instalación soporta las necesidades en cuanto a intensidad y densidad de corriente estipuladas en la instalación.

2.3.2.6. CAIDA DE TENSIÓN

$$\Delta U\% = P \cdot \frac{l}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \quad (19)$$

donde:	$\Delta U\%$	caída de tensión porcentual
	U	tensión nominal de la línea ($20 \cdot 10^3$ V)
	P	potencia de la línea ($9 \cdot 10^6$ W)
	l	longitud de la línea (4,785 km)
	R	resistencia del conductor (0,290 Ω /km)
	X	reactancia del conductor (0,393 Ω /km)
	tg φ	tangente φ (0,4843)

Así obtenemos una caída de tensión porcentual $\Delta U\% = 5,17\%$ que equivale a una caída de tensión de 1.034,27 voltios.

2.3.2.7. PÉRDIDA DE POTENCIA

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot l \cdot I^2 \text{ (W)} \quad (20)$$

$$\Delta P\% = \frac{P \cdot l \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \operatorname{COS}^2 \varphi} \quad (21)$$

donde:	ΔP	pérdida de potencia (W)
	R	resistencia del conductor (0,290 Ω /km)
	l	longitud de la línea (4,785 km)
	I	intensidad nominal de la línea (288,67 A)
	$\Delta P\%$	pérdida de potencia porcentual
	P	potencia de la línea ($9 \cdot 10^6$ W)
	U	tensión nominal ($20 \cdot 10^3$ V)
	cosφ	factor de potencia (0,9)

Así obtenemos una pérdida de potencia de 346,91 kW, que equivale a una pérdida de potencia porcentual de 3,85 %.

2.3.2.8. EFECTO CORONA

El efecto corona está relacionado con la aparición de campos eléctricos provocados por una alta densidad de corriente en un puntos concretos de la línea, bien provocados por el estrechamiento del conductor provocado por dispositivos de fijación; o por estar la línea sobrecargada.

Las pérdidas por efecto corona se empezarán a producirse en el momento en el que la tensión crítica disruptiva sea inferior a la tensión nominal de la línea.

Mediante la ecuación de Peek, *Ecuación (22)*, podemos calcular la tensión crítica disruptiva

$$U_d = \sqrt{3} \cdot m_d \cdot m_t \cdot \delta \cdot \varepsilon_{ra} \cdot \left(\frac{r}{\beta} \right) \cdot \ln \left(\frac{D}{r} \right) \text{ (kV)} \quad (22)$$

$$\delta = \frac{3,921 \cdot h}{(273 + \theta)} = \frac{3,921 \cdot 71,39}{(273 + 24,5)} = 0,941 \quad (23)$$

$$h = 76 \cdot \frac{-y}{18,4} = 76 \cdot \frac{-0,5}{18,4} = 71,39 \text{ (cm de Hg)} \quad (24)$$

$$\theta = 25 - 5y = 25 - 0,1 = 24,5 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (25)$$

donde:	U_d	tensión crítica disruptiva (kV)
	m_d	coeficiente de rugosidad del conductor (0,87)
	m_t	coeficiente meteorológico (1 seco; 0,8 húmedo)
	δ	factor de corrección de la densidad del aire
	h	presión atmosférica (cm de Hg)
	θ	temperatura del aire (°C)
	y	altura sobre el nivel del mar en kilómetros (0,1 km)
	ε_{ra}	rigidez dieléctrica del aire (21,1 kV/cm)
	r	radio del conductor (0,69 cm)
	β	factor por el efecto de la disposición del conductor en haces (1 por solo haber un conductor por fase)
	D	distancia media geométrica (<i>Ecuación (13)</i>)=232 cm)

Ahora analizaremos los resultados obtenidos en función de las condiciones climatológicas, para ello estudiaremos dos estados, en ambiente seco y ambiente húmedo

Tensión crítica disruptiva en condiciones climatológicas secas:

$$U_{d_SECO} = \sqrt{3} \cdot m_d \cdot m_t \cdot \delta \cdot \varepsilon_{ra} \cdot \left(\frac{r}{\beta}\right) \cdot \text{Ln}\left(\frac{D}{r}\right) = \sqrt{3} \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 0,941 \cdot 21,1 \cdot \left(\frac{0,69}{1}\right) \cdot \text{Ln}\left(\frac{232}{0,69}\right) = 120,104 \text{ kV}$$

Tensión crítica disruptiva en condiciones climatológicas húmedas:

$$U_{d_SECO} = \sqrt{3} \cdot m_d \cdot m_t \cdot \delta \cdot \varepsilon_{ra} \cdot \left(\frac{r}{\beta}\right) \cdot \text{Ln}\left(\frac{D}{r}\right) = \sqrt{3} \cdot 0,87 \cdot 0,87 \cdot 0,941 \cdot 21,1 \cdot \left(\frac{0,69}{1}\right) \cdot \text{Ln}\left(\frac{232}{0,69}\right) = 104,491 \text{ kV}$$

Como podemos comprobar estos valores son muy superiores en comparación con los valores de tensiones nominales de nuestra línea, por tanto, podemos descartar dicho efecto.

Este efecto tiene relevancia en líneas de tensiones superiores a 66 kV.

2.3.2.9. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

En este apartado estudiaremos las tensiones que han de soportar nuestra instalación y el cálculo de la línea de fuga necesaria para un funcionamiento seguro en todo tipo de condiciones ambientales.

Tensión base máxima

$$U_{B_MAX} = \sqrt{2} \cdot \frac{U_N}{\sqrt{3}} = \sqrt{2} \cdot \frac{20}{\sqrt{3}} = 16,32 \text{ kV} \quad (26)$$

Tensión base a frecuencia industria

$$U_{B_FIND} = \frac{U_N}{\sqrt{3}} = \frac{20}{\sqrt{3}} = 11,54 \text{ kV} \quad (27)$$

Para diseñar los aisladores, utilizaremos la instrucción técnica ITC-LAT-07 del Reglamento de líneas de alta tensión, de donde en la *Tabla 21* obtenemos los valores representativos

TABLA 21.- Valores de tensiones soportadas [2].

U_n	$U_{m\acute{a}x.}$	U a frecuencia industrial	U tipo rayo
20 kV	24 kV	50 kV	125 kV

Tensiones soportadas por la cadena de aisladores

$$U_{SFR} = U_{m\acute{a}x} \cdot K_a \cdot K_c \cdot K_s = 125 \cdot 1,09 \cdot 1,05 \cdot 1,05 = 150,21 \text{ kV} \quad (28)$$

$$U_{SFIH} = U_{m\acute{a}x} \cdot K_a \cdot K_c \cdot K_s = 50 \cdot 1,09 \cdot 1,05 \cdot 1,05 = 60,08 \text{ kV} \quad (29)$$

$$K_a = e^{\frac{H}{8150}} = e^{\frac{150}{8150}} = 1,09 \quad (30)$$

donde:

U_{SFR}	tensión soportada en frente rápido (kV)
U_{SFIH}	tensión soportada a frecuencia industrial en ambiente húmedo (kV)
$U_{m\acute{a}x}$	tensión máxima de la línea (125 kV)
K_a	factor de corrección atmosférico (1,05)
H	altitud en metros (150 m)
K_c	factor de corrección por tasa de errores (1,05)
K_s	factor de corrección por seguridad (1,05)

En el apartado 1.5.2.2. Aislamiento, podemos ver los valores de tensión a frecuencia industrial y de frente rápido que soportan los aisladores seleccionados.

Los valores de tensión a impulso de frente rápido es de 165 kV que es un valor mayor al obtenido en la aplicación de la *Ecuación (28)*, 150,21 kV; y superior a lo reflejado en la *Tabla 21*, 125 kV; y que está impuesto por el reglamento de líneas de alta tensión.

De forma similar, en la *Ecuación (29)*, la tensión que soporta el aislador seleccionado para frecuencia industrial en ambiente húmedo es de 60,08 kV que es un valor superior al reflejado en la *Tabla 21*, 50 kV.

2.3.2.10. DISTANCIA DE SEGURIDAD

En este apartado estudiaremos las distancias de seguridad correspondiente a las diversas situaciones en las que se pueda poner en tensión cualquier elemento que en funcionamiento ordinario, no debería estar en tensión.

Para ello, dividiremos las situaciones en función del tipo de situación. Así tenemos distancia de seguridad ante cruzamientos, distancia de seguridad entre el conductor y elementos de sujeción o fijación, y por último, la distancia de seguridad entre los conductores.

2.3.2.10.1. DISTANCIA DE SEGURIDAD ANTE CRUZAMIENTOS

Según la ITC-LAT-07 del reglamento de líneas de alta tensión, se establece unas distancias mínimas de seguridad que imposibiliten que un elemento que en condiciones normales carezca de tensión, pueda ponerse en tensión debido al contacto con una parte activa de la línea. Para evitar este suceso, se establecen unas distancias de seguridad propias a la naturaleza de cada cruzamiento.

Para garantizar esta seguridad se establecen unos valores como la distancia adicional D_{add} , que es el valor mínimo de la distancia a tener en cuenta; la distancia eléctrica, D_{el} , que es un parámetro que se adjunta a la distancia adicional para formar la distancia de seguridad de los cruzamientos entre la línea eléctrica y otros elementos que carecen de tensión.

Un caso especial se produce cuando el cruzamiento se establece entre la línea eléctrica proyectada y los posibles cruces con otras líneas de baja tensión o de telecomunicaciones y que dicho cruce se produzca a una distancia al apoyo más próximo superior de 25 metros; donde se dejará de tener en cuenta la distancia eléctrica y se tomara como suplemento de la distancia adicional la distancia de área específica D_{pp} .

Para las sumatorias de distancia de seguridad no superan el valor establecido como distancia mínima, $D_{mín}$ entonces se tomará esta última como distancia mínima de seguridad en el cruzamiento.

TABLA 22.– Distancia de seguridad ante cruzamientos [1].

Tipo de cruzamiento	D_{add}	D_{el}	D_{pp}	$D_{mín}$	D
Distancia al terreno	5,3	0,22	-	6,00	6,00
Distancia al terreno con posible tránsito de maquinaria agrícola [Vía Pecuaria]	5,3	0,22	-	7,00	7,00
Cursos de agua no navegables	5,3	0,22	-	6,00	6,00
Cruzamiento con líneas de baja tensión o de telecomunicaciones. (d al apoyo < 25m)	1,8	0,22	-	2,00	2,02
Cruzamiento con líneas de baja tensión o de telecomunicaciones. (d al apoyo > 25m)	2,5	-	0,25	2,00	2,75

2.3.2.10.2. DISTANCIA MINIMAS EN EL APOYO

La distancia mínima que se ha de respetar entre cualquier elemento que se encuentre en tensión con cualquier otro elemento será mayor o igual a la distancia eléctrica D_{el} (0,25 m)

2.3.2.10.3. DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES DE FASE

Con el fin de garantizar que no se pueda producir el contacto entre dos conductores de distinta fase debido a la flecha provocada por condiciones climatológicas como el efecto del viento o la influencia del calor, se establece una distancia de seguridad que garantice esta posible falta.

Esta distancia se obtiene a través de la *Ecuación (31)* desarrollada a continuación:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K'' \cdot D_{pp} \text{ (m)} \quad (31)$$

donde:	D	distancia de seguridad [m]
	K	coeficiente de la oscilación de los conductores debidos al efecto del viento (0,65)
	L	longitud de la cadena de aisladores 0 m cadena amarre 0,6 m cadena suspensión
	K''	coeficiente para la tensión de la línea (0,65)
	D_{pp}	distancia mínima de área específica (0,25 m)

El valor obtenido de la distancia entre conductores de fase queda reflejado en el *ANEXO 1: RESULTADOS CÁLCULOS MECÁNICOS, TABLA 4.*

En este proyecto se ha previsto una distribución entre crucetas que garantizan una distancia mínima entre conductores de 1,80 metros, cumpliendo y respetando las distancias mínimas exigidas.

Sí en un determinado apoyo, debido a la longitud del vano o del desnivel de este, la distancia de seguridad exigiera más distancia que la disposición de los conductores elegida, como sucede en el apoyo 23 proyectado, ver *ANEXO: RESULTADOS CALCULO MECANICO TABLA 4*, exige una distancia de 1,806 m teniendo una disposición de 1,800 m; se cambiará la instalación de cadena de suspensión por unas cadenas de amarre reduciendo así la distancia requerida a 1,726 m.

2.3.2.11. PUESTA A TIERRA

La justificación de la puesta a tierra tiene como fin, garantizar la seguridad de las personas y resto de seres vivos en caso de que se produjera un defecto a tierra.

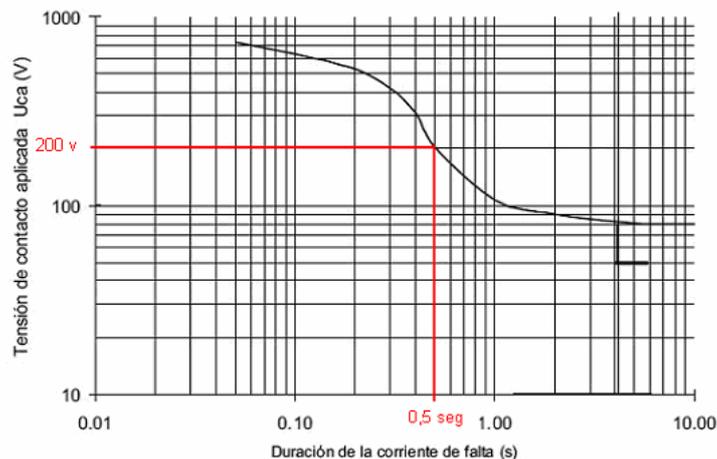
Para garantizar la mayor seguridad, se establecen dos tipos de criterios en función de la posible exposición del apoyo frente a los seres vivos.

Se han de definir los parámetros existentes en la instalación y que puedan darnos el resultado de la posible falta en caso de que un ser vivo toque un elemento que bajo un funcionamiento anómalo pueda ponerse en tensión y así poder limitar esta causando los menores daños posibles.

Para ello, necesitamos conocer los siguientes valores para ajustar la puesta a tierra necesaria:

- la intensidad de defecto a la cual se dispararían las protecciones, en este caso 3 amperios.
- el tiempo de duración de la falta, teniendo en cuenta los posibles reenganches. En este caso las protecciones saltan al 0,5 segundos teniendo un reenganche, con lo cual a la segunda apertura de las protecciones llevaríamos un tiempo acumulado de 1 segundo.
- con estos valores y según lo indicado en la ITC-LAT 07, ver *Figura 17* mostrada a continuación; obtenemos una tensión máxima aplicada de 200 voltios.

FIGURA 17.– Tensión de contacto máxima en función del tiempo de exposición [10].



$$V_c = R_{PAT} \cdot I_d \text{ (V)} \quad (32)$$

donde:	V_c	tensión de contacto (200 V)
	R_{PAT}	resistencia de la puesta a tierra (<20Ω)
	I_d	intensidad de defecto

Como conocemos la intensidad máxima que se puede producir durante un defecto a tierra sin ser detectado por las protecciones y como se establece una limitación de resistencia de puesta a tierra (inferior a 20 Ω), podemos obtener los valores de la tensión de contacto:

$$V_c \leq 20 \cdot 3 = 60 \text{ V} \quad (33)$$

Obtenemos una tensión de contacto inferior de 60 V.

Con esta justificación podemos comprobar que se cumple las tensiones de contacto que garanticen la seguridad de las personas.

Las instalaciones proyectadas son tipo y si en su ejecución en obra no se obtuvieran estos valores, se procederá a la mejora de la instalación de puesta a tierra hasta garantizar estos valores máximos de resistencia.

2.3.3. RESULTADOS TRAMO SUBTERRÁNEO

2.3.3.1. INTENSIDAD MÁXIMA DEL CONDUCTOR

$$I_{\text{corregida}} = I_{MAX} * f_1 * f_2 * f_3 * f_4 \quad (34)$$

donde:	I_{MAX}	intensidad máxima del conductor (435 A)
	f₁	factor de corrección por instalación bajo tubo [0,8]
	f₂	factor de corrección por temperatura del terreno distinta a 25 °C (0,94)
	f₃	factor de corrección por resistividad del terreno igual a 1,5 K m / W (1)
	f₄	factor de corrección por número de ternos por una misma canalización (1)

La intensidad máxima del conductor es para las siguientes condiciones:

- Resistividad térmica del terreno de 1 K m / W
- Profundidad de la instalación a 1 m.
- Cables colocados a tresbolillos en contacto.
- Instalación directamente enterrada.

A esta capacidad del cable le limitaremos con los factores de corrección correspondientes a las características de la instalación.

Los factores de corrección son obtenidos de la ITC-LAT-6 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

De esta forma obtenemos una intensidad máxima del conductor de 327,12 A; que es un valor superior al valor de intensidad máxima de la instalación que es de 288,67 A que hemos calculado en el apartado 2.3.1.1. *INTENSIDAD MÁXIMA DE LA INSTALACIÓN*.

2.3.3.2. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA ADMISIBLE

$$\frac{I_{cc}}{s} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}} \quad (34)$$

donde:	I_{cc}	intensidad de cortocircuito (2.3.1.2. <i>INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO</i> = 7.216,87 A).
	s	sección del conductor necesaria para soportar el cortocircuito estimado.
	K	coeficiente dependiente de la naturaleza del aislamiento del conductor y que para una tiempo de detección de una falta de 1,5 segundos en la instrucción ITC-LAT-06 nos indica un valor de 73.
	t_{cc}	tiempo de duración del cortocircuito (tiempo total que pasa en abrir en caso de falta, 0,5 segundos por detección más un rearme instantáneo de 0,5 segundos, total de tiempo en despejar una falta es de 1,5 seg)

Con este cálculo obtenemos un resultado de 121 mm² como mínimo de sección, que como podemos comprobar es muy inferior a la sección del conductor HEPRZ1 de 240 mm.

2.3.3.3. CAIDA DE TENSIÓN

$$\Delta U\% = P \cdot \frac{l}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \quad (36)$$

donde:	$\Delta U\%$	caída de tensión porcentual
	P	potencia de la línea (9 MW)
	l	longitud de la línea (2,595 km)
	R	resistencia del conductor (0,169 Ω /km)
	X	reactancia del conductor (0,105 Ω /km)
	tg φ	tangente φ (0,484)

así obtenemos una caída de tensión porcentual $\Delta U\% = 1,283 \%$ que equivale a una caída de tensión de 256,69 voltios.

2.3.3.4. PÉRDIDA DE POTENCIA

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot l \cdot I^2 \quad (37)$$

$$\Delta P\% = \frac{P \cdot l \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (38)$$

donde:	ΔP	perdida de potencia
	R	resistencia de la línea (0,169 Ω /km)
	l	longitud de la línea (2,595 km)
	I	intensidad nominal de la línea (288,67 A)
	$\Delta P\%$	perdida de potencia porcentual
	P	potencia de la línea (9 MW)
	U	tensión nominal (20 kV)
	cos φ	factor de potencia (0,9)

Así obtenemos una pérdida de potencia de 109,638 kW, que equivale a una pérdida de potencia porcentual de 1,218 %.

2.3.4. RESULTADOS TOTALES

2.3.4.1. CAIDA DE TENSIÓN TOTAL

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos mediante un principio de superposición al tener dos tipos de conductores de distintas características. Así, en la *Tabla 23*, detallamos los resultados de caída de tensión.

TABLA 23.– Cálculo de caída de tensión (V) [1].

	l (m)	R (Ω)	X (Ω)	tg φ	U (V)	$\Delta U\%$
Tramo aéreo	4.785	0,287	0,393	0,4843	1.034,27	5,17
Tramo subterráneo	2.595	0,169	0,105	0,4843	109,64	1,28
					1.290,96	6,45

El resultado obtenido es de una caída de tensión del 6,45% que es un valor válido para la instalación ya que en distribución Iberdrola permite en sus instalaciones una caída máxima del 7 % y este valor sólo se alcanzaría teniendo la línea funcionando al máximo de su capacidad, 10 MVA.

2.3.4.2. PERDIDA DE POTENCIA TOTAL

El cálculo de la pérdida de potencia, al igual que el cálculo de la caída de tensión, lo estudiaremos mediante un principio de superposición al tener dos tipos de conductores de distintas características. Así, en la *Tabla 24*, detallamos los resultados de la pérdida de potencia.

TABLA 24.– Cálculo pérdida de potencia (kW) [1].

	l (m)	R (Ω)	X (Ω)	tg φ	P (kW)	$\Delta P\%$
Tramo aéreo	4.785	0,287	0,393	0,4843	346,91	3,85
Tramo subterráneo	2.595	0,169	0,105	0,4843	112,87	1,22
					456,54	5,07

El resultado obtenido es de una pérdida de potencia a plena carga del 5,07% que es un valor inferior a la limitación que se requiere para estas instalaciones, inferior al 10 %.



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)



CAPITULO 3: PLANOS



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)



INDICE DE PLANOS

Plano 1. SITUACIÓN

Plano 2. EMPLAZAMIENTO

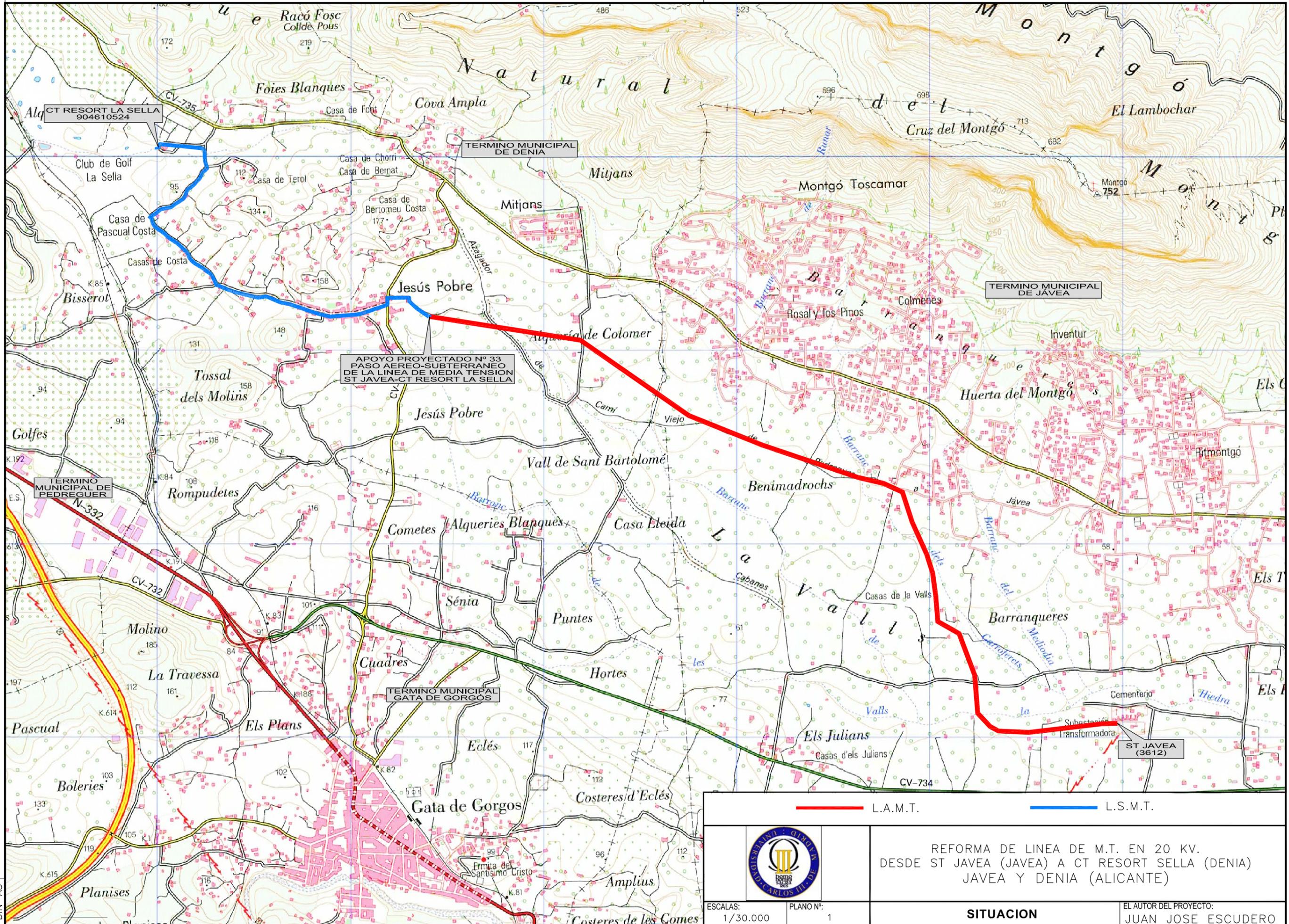
Plano 3. PERFIL Y PLANTA (10 hojas)

Plano 4. PLANIMETRIA (7 hojas)

Plano 5. ARQUETAS Y ZANJAS



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)



— L.A.M.T. — L.S.M.T.



REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

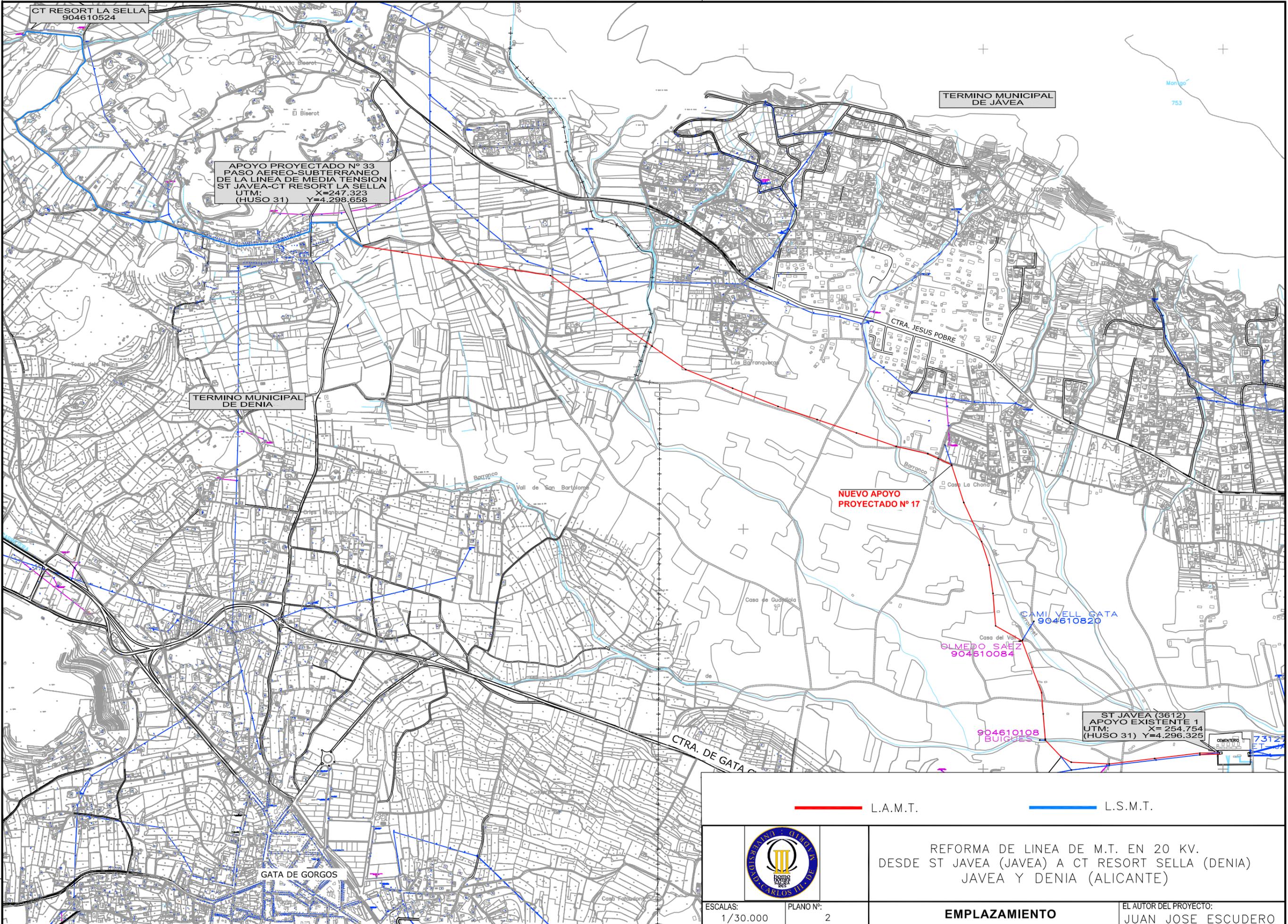
ESCALAS: 1/30.000

PLANO Nº: 1

SITUACION

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

DIN-A3



CT RESORT LA SELLA
904610524

TERMINO MUNICIPAL
DE JAVEA

APOYO PROYECTADO Nº 33
PASO AEREO-SUBTERRANEO
DE LA LINEA DE MEDIA TENSION
ST JAVEA-CT RESORT LA SELLA
UTM: X=247.323
(HUSO 31) Y=4.298.658

TERMINO MUNICIPAL
DE DENIA

NUEVO APOYO
PROYECTADO Nº 17

CAMI VELL GATA
904610820

EL MEDIO SAEZ
904610084

ST JAVEA (3612)
APOYO EXISTENTE 1
UTM: X= 254.754
(HUSO 31) Y=4.296.325

904610108
BUIGUES

— L.A.M.T.

— L.S.M.T.



REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS:
1/30.000

PLANO Nº:
2

EMPLAZAMIENTO

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

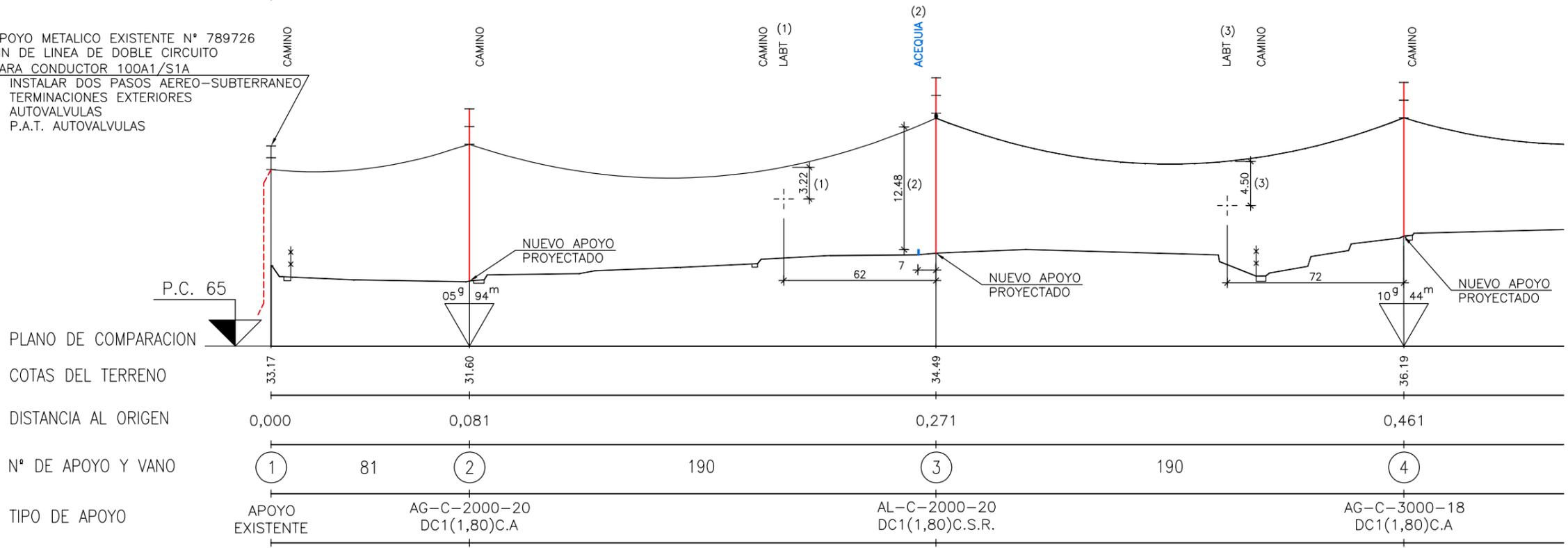
DIN-A3

NUEVA LINEA A INSTALAR ENTRE APOYOS N°1 Y N°6
 CONDUCTOR 100A1/S1A DOBLE CIRCUITO

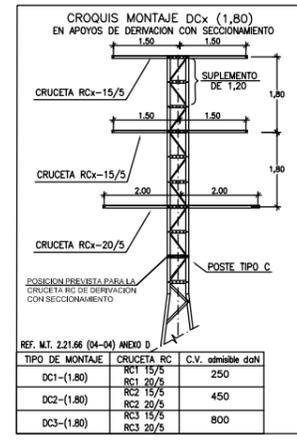
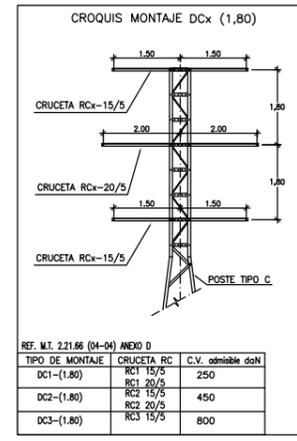
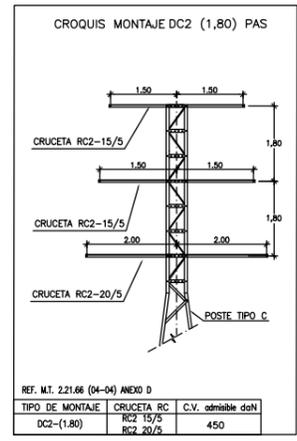
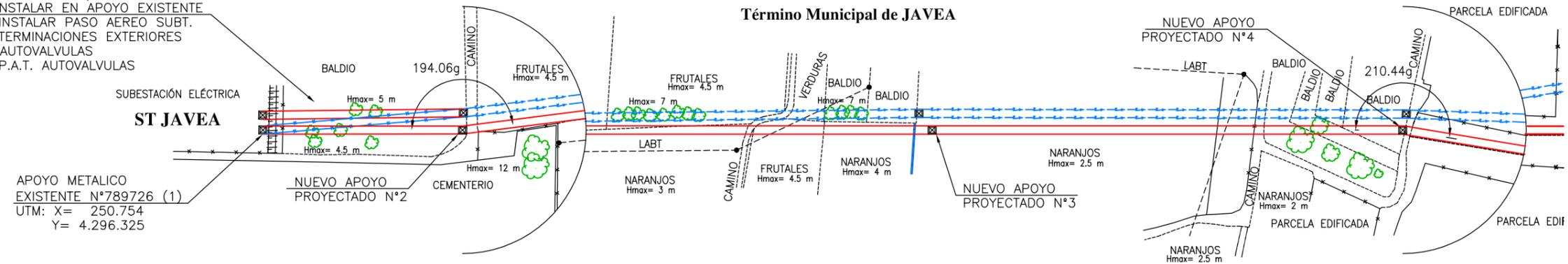
MÍNIMAS DISTANCIAS REGLAMENTARIAS EN CRUCE CON LINEA BAJA TENSION
 distancia al apoyo > 25m
 (1) y (3) $d \geq 2,5+0,25= 2,75m$
 (min. 2,00m)

MÍNIMAS DISTANCIAS REGLAMENTARIAS EN CRUCE DE CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES
 (2) $d \geq 5,3+0,22= 5,52m$
 (min. 6,00m)

APOYO METALICO EXISTENTE N° 789726
 FIN DE LINEA DE DOBLE CIRCUITO
 PARA CONDUCTOR 100A1/S1A
 - INSTALAR DOS PASOS AEREO-SUBTERRANEO
 - TERMINACIONES EXTERIORES
 - AUTOVALVULAS
 - P.A.T. AUTOVALVULAS



DESCONECTAR D/C ACTUAL
 E INSTALAR EN APOYO EXISTENTE
 - INSTALAR PASO AEREO SUBT.
 - TERMINACIONES EXTERIORES
 - AUTOVALVULAS
 - P.A.T. AUTOVALVULAS



NOTA=-
 - TODOS LOS APOYOS EXISTENTES ESTAN PREPARADOS PARA DOBLE CIRCUITO. (UNO EXISTENTE Y OTRO NUEVO A TENDER)
 - LOS APOYOS EXISTENTES TIENEN LA SEPARACION VERTICAL ENTRE CRUCETAS DE 1,20m
 - LA CIMENTACION DE LOS APOYOS DE CHAPA SE REALIZARA MEDIANTE EL ANCLAJE CON PERFILES METALICOS GALVANIZADOS

- LEYENDA -

	LINEA AEREA DE M.T. 20KV PROYECTADA
	LINEA AEREA DE M.T. 20KV EXISTENTE
	LINEA AEREA DE M.T. 20KV A DESMONTAR

CONDUCTOR 100A1/S1A ZONA A

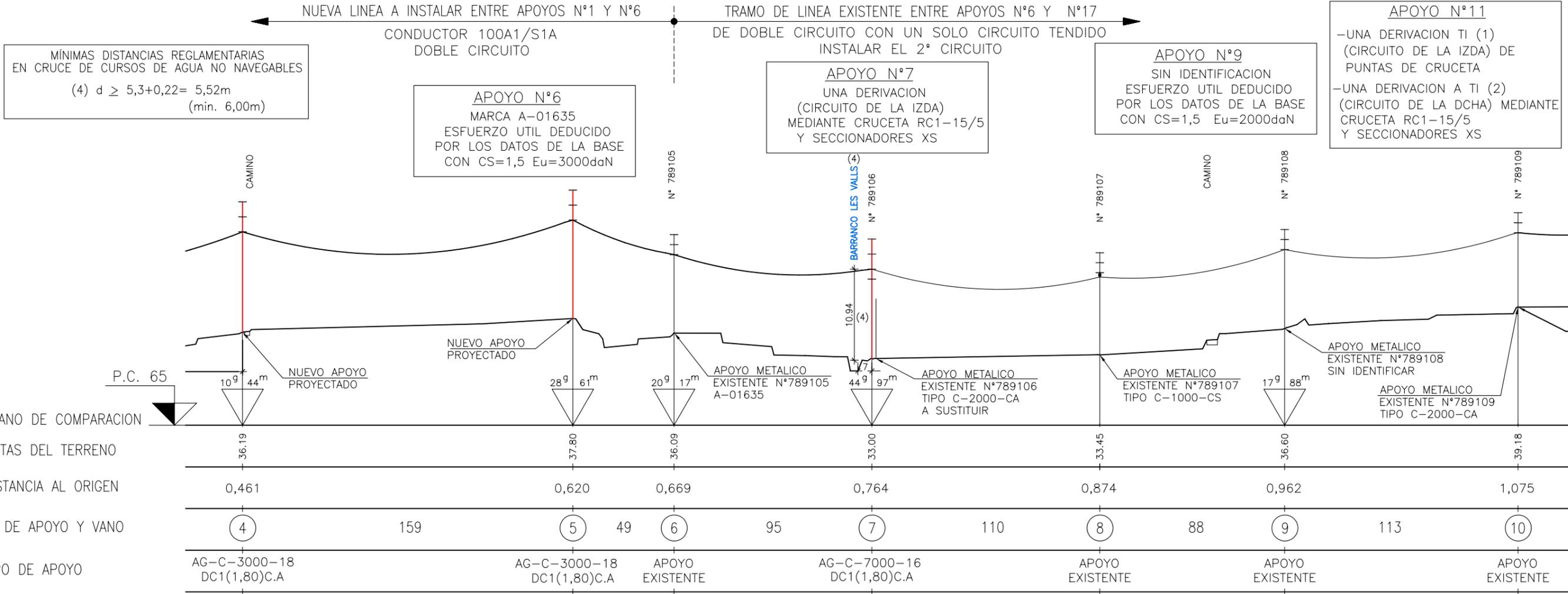
INGENIERIA Y OBRAS

REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
 DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
 JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/2.000 PLANO Nº: 3 HOJA: 1

PERFIL Y PLANTA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
 JUAN JOSE ESCUDERO

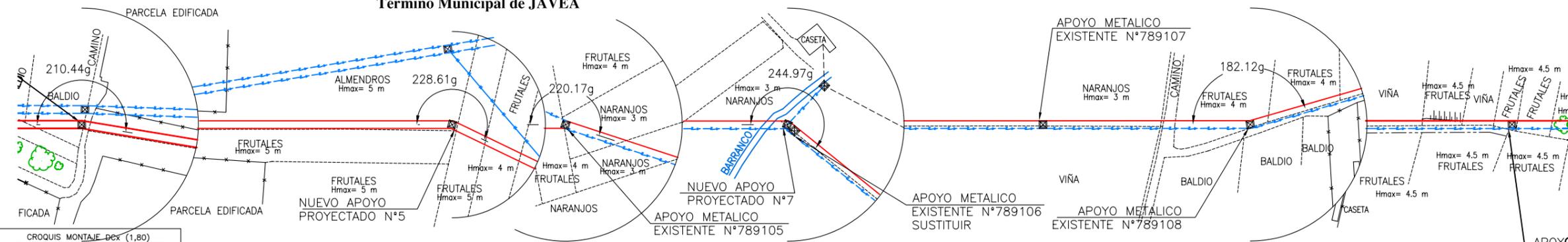


PLANO DE COMPARACION
 COTAS DEL TERRENO
 DISTANCIA AL ORIGEN
 Nº DE APOYO Y VANO
 TIPO DE APOYO

36.19	37.80	36.09	33.00	33.45	36.60	39.18
0,461	0,620	0,669	0,764	0,874	0,962	1,075
4	5	6	7	8	9	10
AG-C-3000-18 DC1(1,80)C.A	AG-C-3000-18 DC1(1,80)C.A	APOYO EXISTENTE	AG-C-7000-16 DC1(1,80)C.A	APOYO EXISTENTE	APOYO EXISTENTE	APOYO EXISTENTE

(+SUPLEMENTO DE 1,20m)

Término Municipal de JAVEA

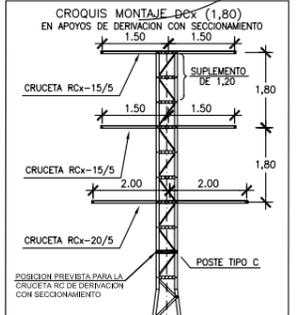
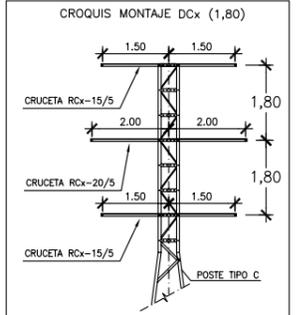


NOTA =
 - TODOS LOS APOYOS EXISTENTES ESTAN PREPARADOS PARA DOBLE CIRCUITO. (UNO EXISTENTE Y OTRO NUEVO A TENDER)
 - LOS APOYOS EXISTENTES TIENEN LA SEPARACION VERTICAL ENTRE CRUCETAS DE 1,20m
 - LA CIMENTACION DE LOS APOYOS DE CHAPA SE REALIZARA MEDIANTE EL ANCLAJE CON PERFILES METALICOS GALVANIZADOS

-LEYENDA-

	LINEA AEREA DE M.T. 20KV PROYECTADA
	LINEA AEREA DE M.T. 20KV EXISTENTE
	LINEA AEREA DE M.T. 20KV A DESMONTAR

CONDUCTOR 100A1/S1A
ZONA A



REF. M.T. 221.66 (04-04) ANEXO D

TIPO DE MONTAJE	CRUCETA RC	C.V. admisible daN
DC1-(1,80)	RC1 15/5	250
DC2-(1,80)	RC2 20/5	450
DC3-(1,80)	RC3 15/5	800

REF. M.T. 221.66 (04-04) ANEXO D

TIPO DE MONTAJE	CRUCETA RC	C.V. admisible daN
DC1-(1,80)	RC1 15/5	250
DC2-(1,80)	RC2 20/5	450
DC3-(1,80)	RC3 15/5	800



REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
 DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
 JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

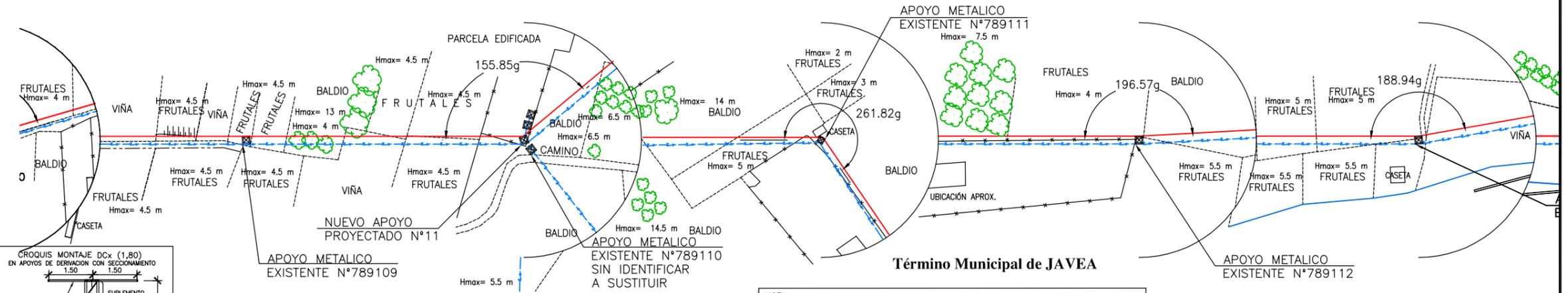
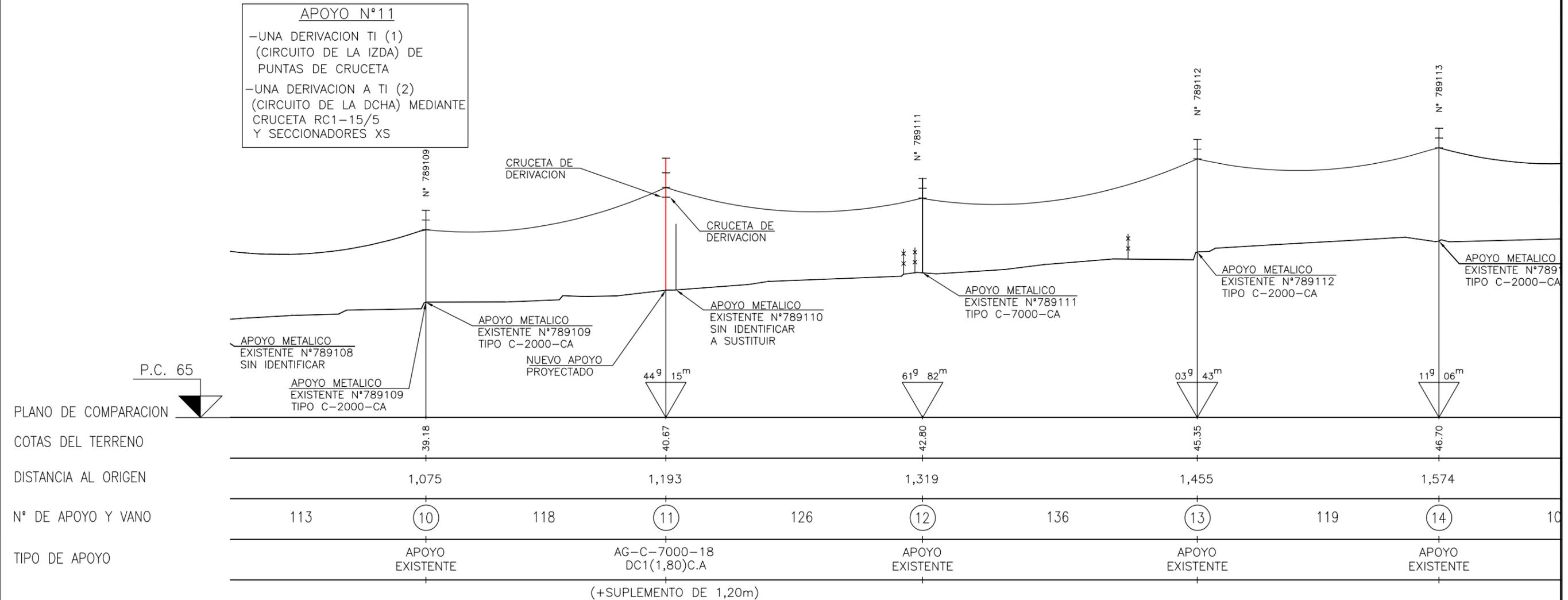
ESCALAS: 1/2.000 PLANO Nº: 3 HOJA: 2

PERFIL Y PLANTA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

DIN-A3

APOYO N°11
 -UNA DERIVACION TI (1)
 (CIRCUITO DE LA IZDA) DE
 PUNTAS DE CRUCETA
 -UNA DERIVACION A TI (2)
 (CIRCUITO DE LA DCHA) MEDIANTE
 CRUCETA RC1-15/5
 Y SECCIONADORES XS



Término Municipal de JAVEA

CROQUIS MONTAJE DCx (1,80)

TIPO DE MONTAJE	CRUCETA RC	C.V. admisible daN
DC1-(1,80)	RC1 15/5	250
DC2-(1,80)	RC2 15/5	450
DC3-(1,80)	RC3 15/5	800

CROQUIS MONTAJE DCx (1,80) EN APOYOS DE DERIVACION CON SECCIONAMIENTO

TIPO DE MONTAJE	CRUCETA RC	C.V. admisible daN
DC1-(1,80)	RC1 15/5	250
DC2-(1,80)	RC2 15/5	450
DC3-(1,80)	RC3 15/5	800

NOTA.-
 - TODOS LOS APOYOS EXISTENTES ESTAN PREPARADOS PARA DOBLE CIRCUITO. (UNO EXISTENTE Y OTRO NUEVO A TENDER)
 - LOS APOYOS EXISTENTES TIENEN LA SEPARACION VERTICAL ENTRE CRUCETAS DE 1,20m
 - LA CIMENTACION DE LOS APOYOS DE CHAPA SE REALIZARA MEDIANTE EL ANCLAJE CON PERFILES METALICOS GALVANIZADOS

- LEYENDA -

	LINEA AEREA DE M.T. 20KV PROYECTADA
	LINEA AEREA DE M.T. 20KV EXISTENTE

CONDUCTOR 100A1/S1A
ZONA A



REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
 DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
 JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/2.000 PLANO N°: 3 HOJA: 3

PERFIL Y PLANTA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

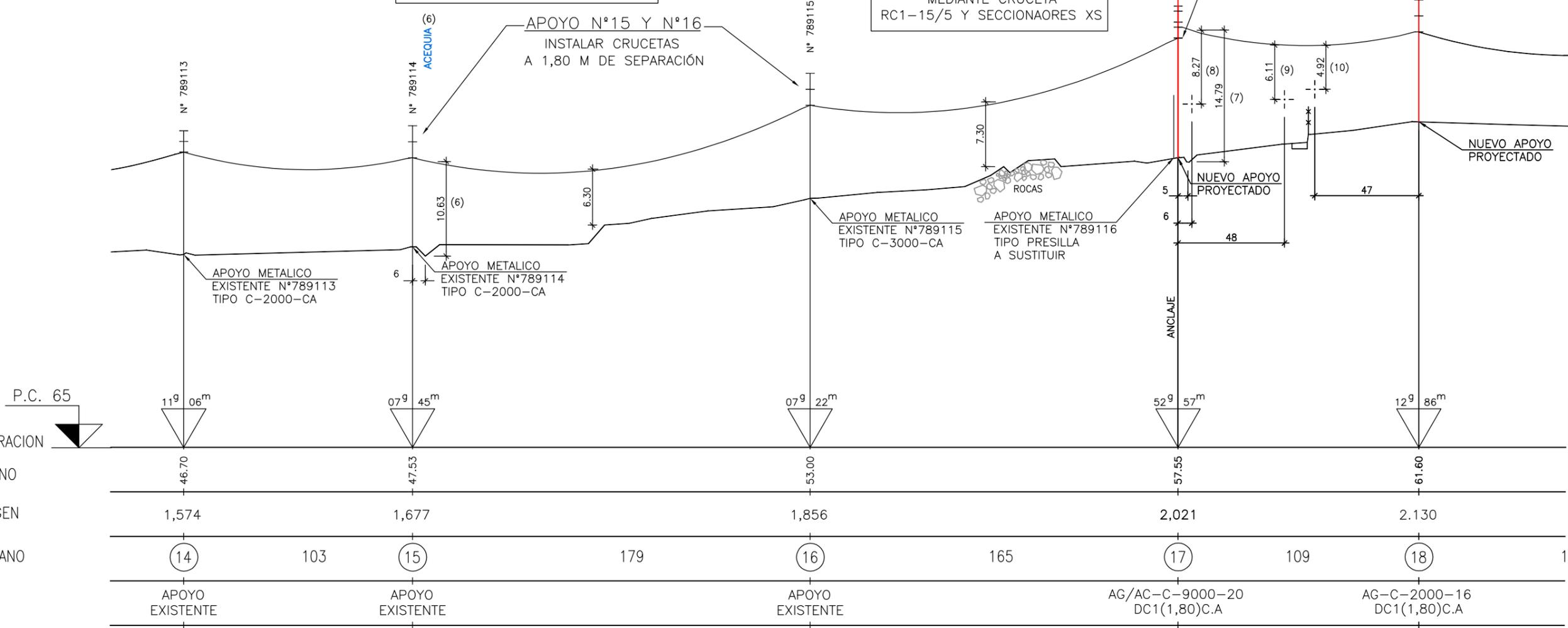
DIN-A3

MÍNIMAS DISTANCIAS REGLAMENTARIAS EN CRUCE DE CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES
(6) y (7) $d \geq 5,3+0,22= 5,52m$
(min. 6,00m)

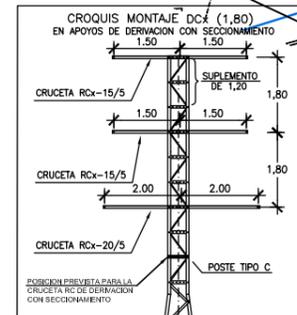
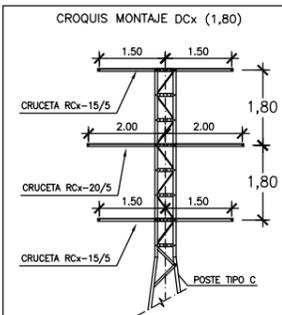
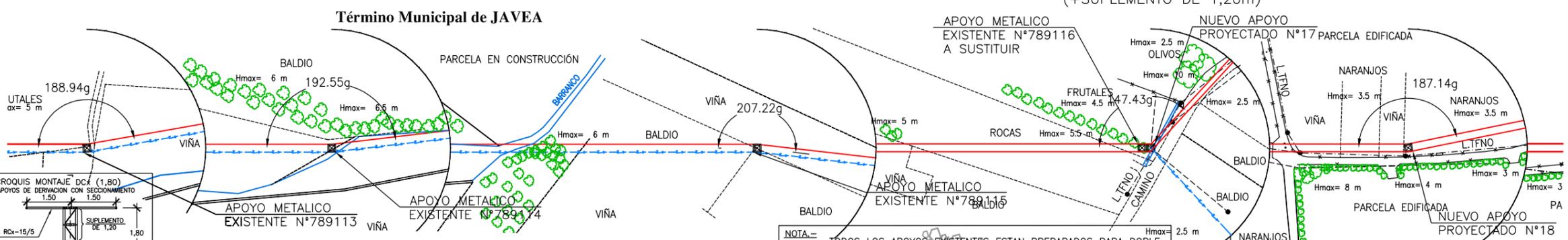
MÍNIMAS DISTANCIAS REGLAMENTARIAS EN CRUCE CON LINEA TELEFONICA
distancia al apoyo < 25m
(8) $d \geq 1,8+0,22= 1,72m$
distancia al apoyo > 25m
(9) y (10) $d \geq 2,5+0,25= 2,75m$
(min. 2,00m)

TRAMO DE LINEA EXISTENTE ENTRE APOYOS 6 Y 17
DE DOBLE CIRCUITO CON UN SOLO CIRCUITO TENDIDO
INSTALAR EL 2º CIRCUITO

APOYO N°17
UNA DERIVACION
(CIRCUITO DE LA IZDA)
MEDIANTE CRUCETA
RC1-15/5 Y SECCIONAORES XS



PLANO DE COMPARACION
COTAS DEL TERRENO
DISTANCIA AL ORIGEN
Nº DE APOYO Y VANO
TIPO DE APOYO



TIPO DE MONTAJE	CRUCETA RC	C.V. admisible dcm
DC1-(1,80)	RC1 15/5	250
DC2-(1,80)	RC2 20/5	450
DC3-(1,80)	RC3 15/5	800

TIPO DE MONTAJE	CRUCETA RC	C.V. admisible dcm
DC1-(1,80)	RC1 15/5	250
DC2-(1,80)	RC2 20/5	450
DC3-(1,80)	RC3 15/5	800

NOTA =
- TODOS LOS APOYOS EXISTENTES ESTAN PREPARADOS PARA DOBLE CIRCUITO. (UNO EXISTENTE Y OTRO NUEVO A TENDER)
- LOS APOYOS EXISTENTES TIENEN LA SEPARACION VERTICAL ENTRE CRUCETAS DE 1,20m
- LA CIMENTACION DE LOS APOYOS DE CHAPA SE REALIZARA MEDIANTE EL ANCLAJE CON PERFILES METALICOS GALVANIZADOS

-LEYENDA-

	LINEA AEREA DE M.T. 20KV PROYECTADA
	LINEA AEREA DE M.T. 20KV EXISTENTE

CONDUCTOR 100A1/S1A
ZONA A



REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

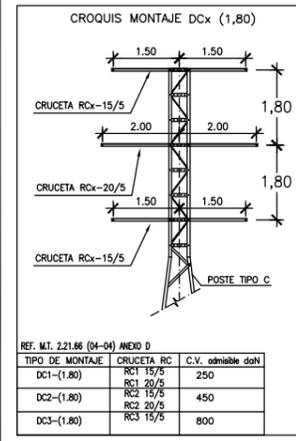
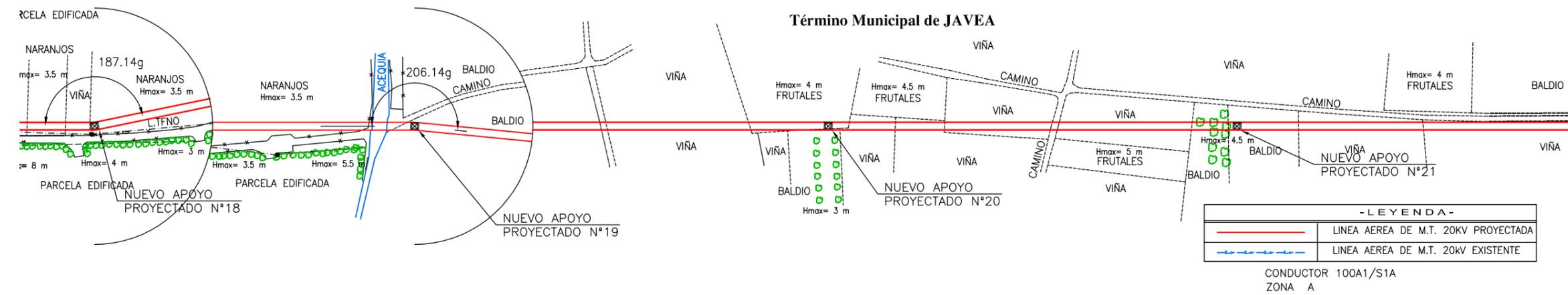
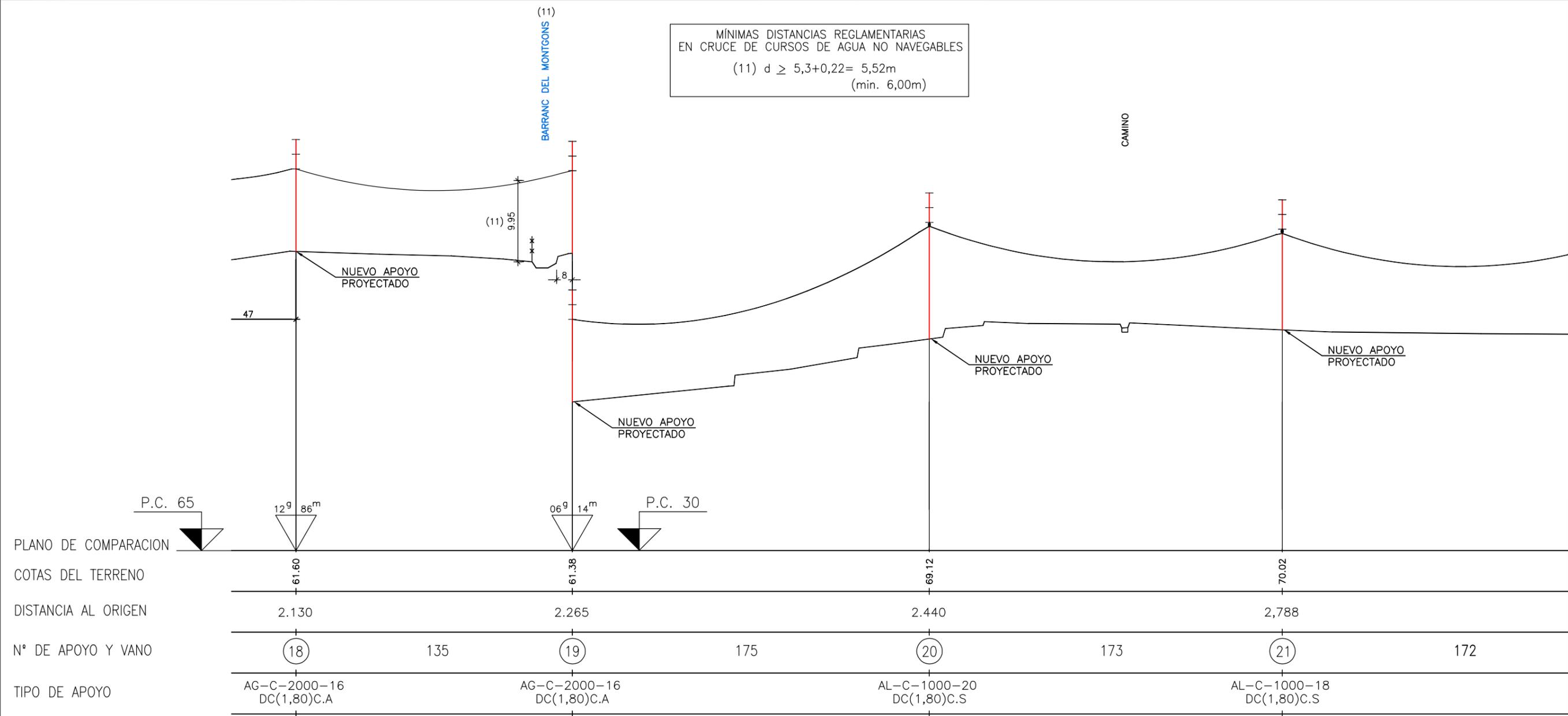
ESCALAS: 1/2.000 PLANO Nº: 3 HOJA: 4

PERFIL Y PLANTA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

DIN-A3

MÍNIMAS DISTANCIAS REGLAMENTARIAS
EN CRUCE DE CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES
(11) $d \geq 5,3+0,22= 5,52\text{m}$
(min. 6,00m)



ESCALAS: 1/2.000 PLANO Nº: 3 HOJA: 5

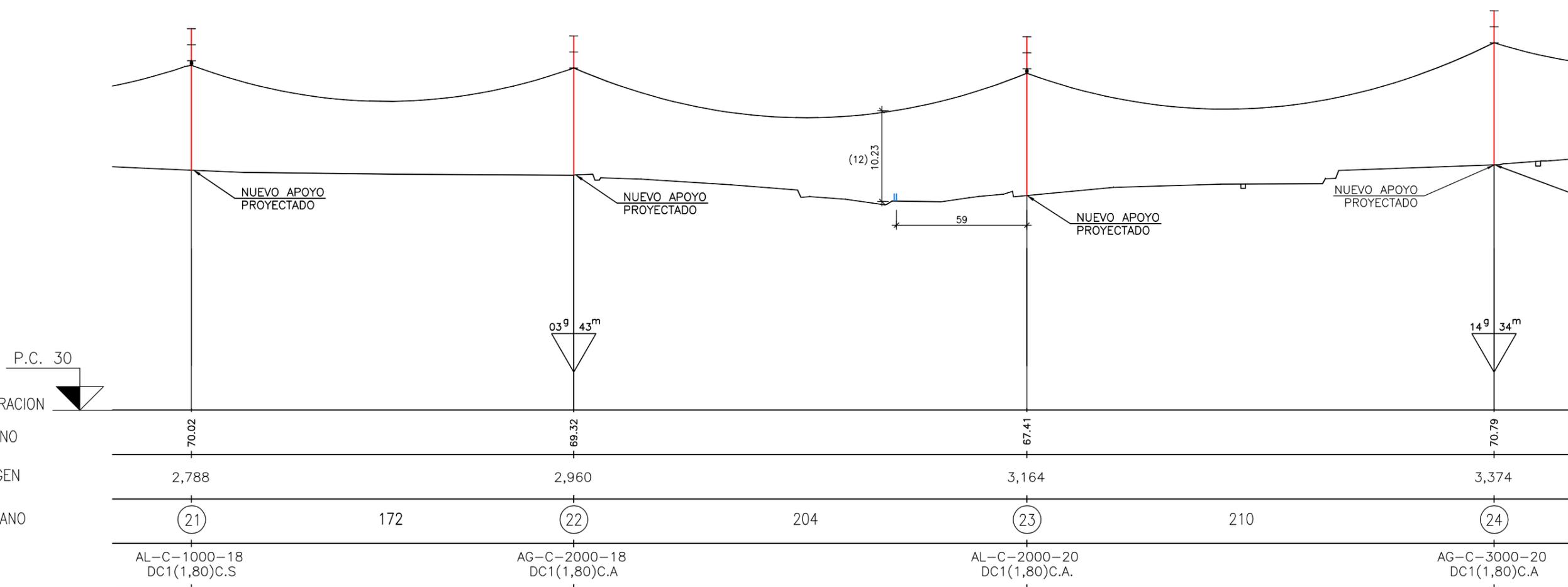
REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

PERFIL Y PLANTA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

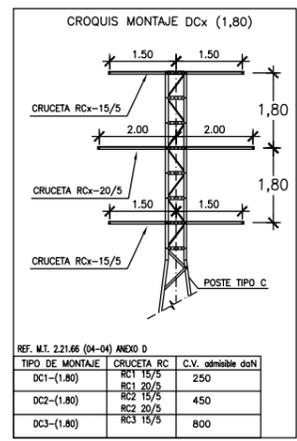
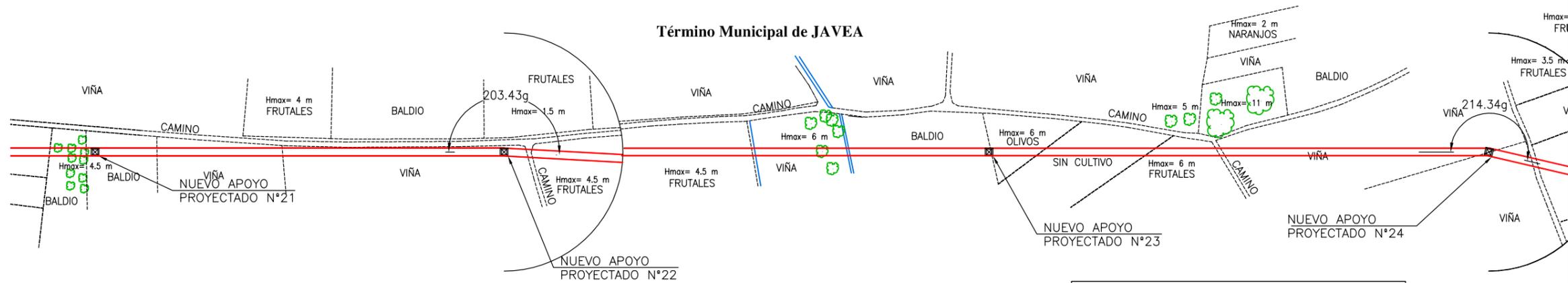
DIN-A3

MÍNIMAS DISTANCIAS REGLAMENTARIAS
EN CRUCE DE CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES
(12) $d \geq 5,3+0,22= 5,52m$
(min. 6,00m)



P.C. 30
PLANO DE COMPARACION
COTAS DEL TERRENO
DISTANCIA AL ORIGEN
Nº DE APOYO Y VANO
TIPO DE APOYO

70.02	69.32	67.41	70.79
2,788	2,960	3,164	3,374
(21)	172	(22)	204
AL-C-1000-18 DC1(1,80)C.S	AG-C-2000-18 DC1(1,80)C.A	AL-C-2000-20 DC1(1,80)C.A.	AG-C-3000-20 DC1(1,80)C.A



REF. M.T. 2.21.66 (04-04) ANEXO 0

TIPO DE MONTAJE	CRUCETA RC	C.V. admisible daN
DC1-(1,80)	RC1 15/5	250
DC2-(1,80)	RC2 15/5	450
DC3-(1,80)	RC3 15/5	800

- LEYENDA -

	LINEA AEREA DE M.T. 20KV PROYECTADA
	LINEA AEREA DE M.T. 20KV EXISTENTE

CONDUCTOR 100A1/S1A
ZONA A

ESCALAS: 1/2.000
1/500

PLANO Nº: 3

HOJA: 6

REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

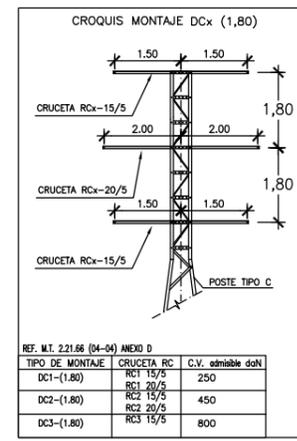
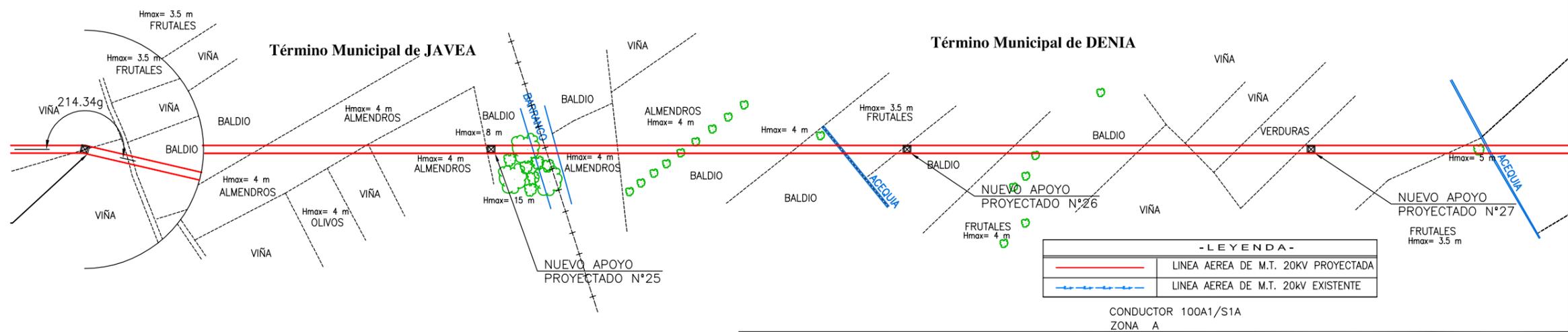
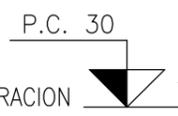
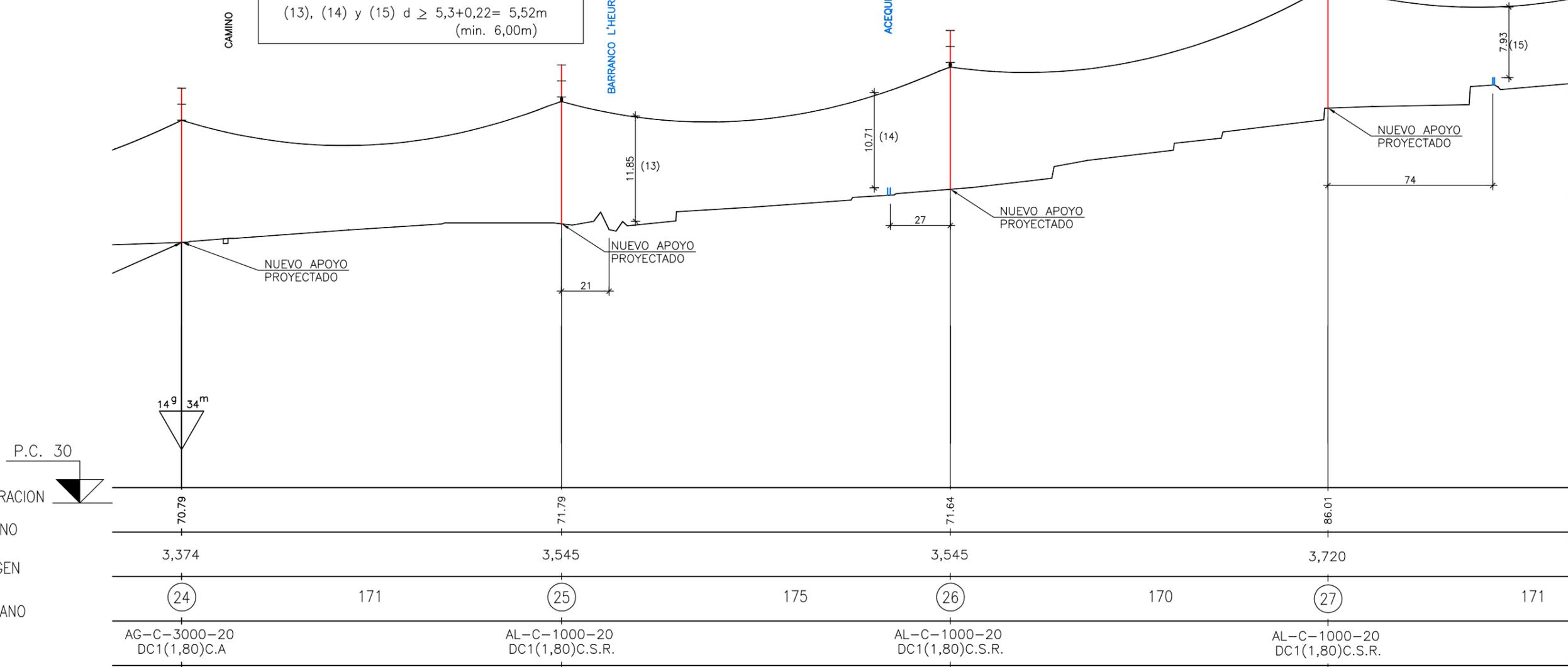
PERFIL Y PLANTA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

DIN-A3

← Término Municipal de JAVEA Término Municipal de DENIA →

MÍNIMAS DISTANCIAS REGLAMENTARIAS EN CRUCE DE CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES (13), (14) y (15) $d \geq 5,3+0,22= 5,52m$ (min. 6,00m)



ESCALAS: 1/2.000 PLANO Nº: 3 HOJA: 7

REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV. DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA) JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

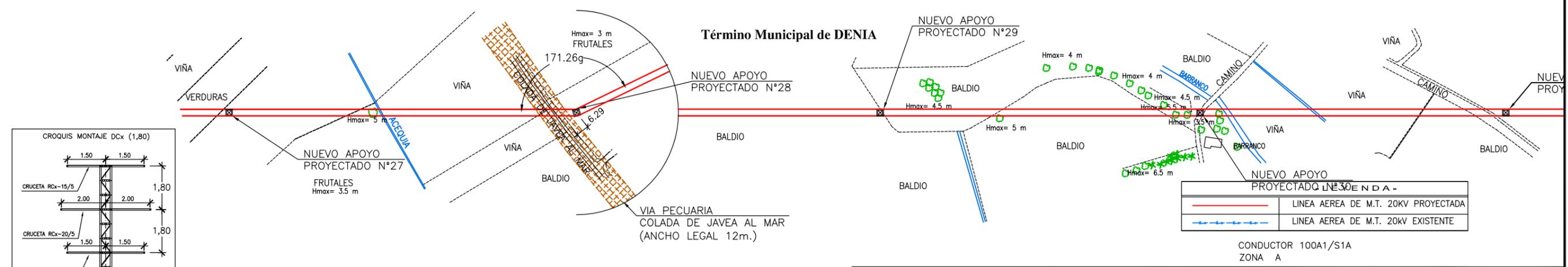
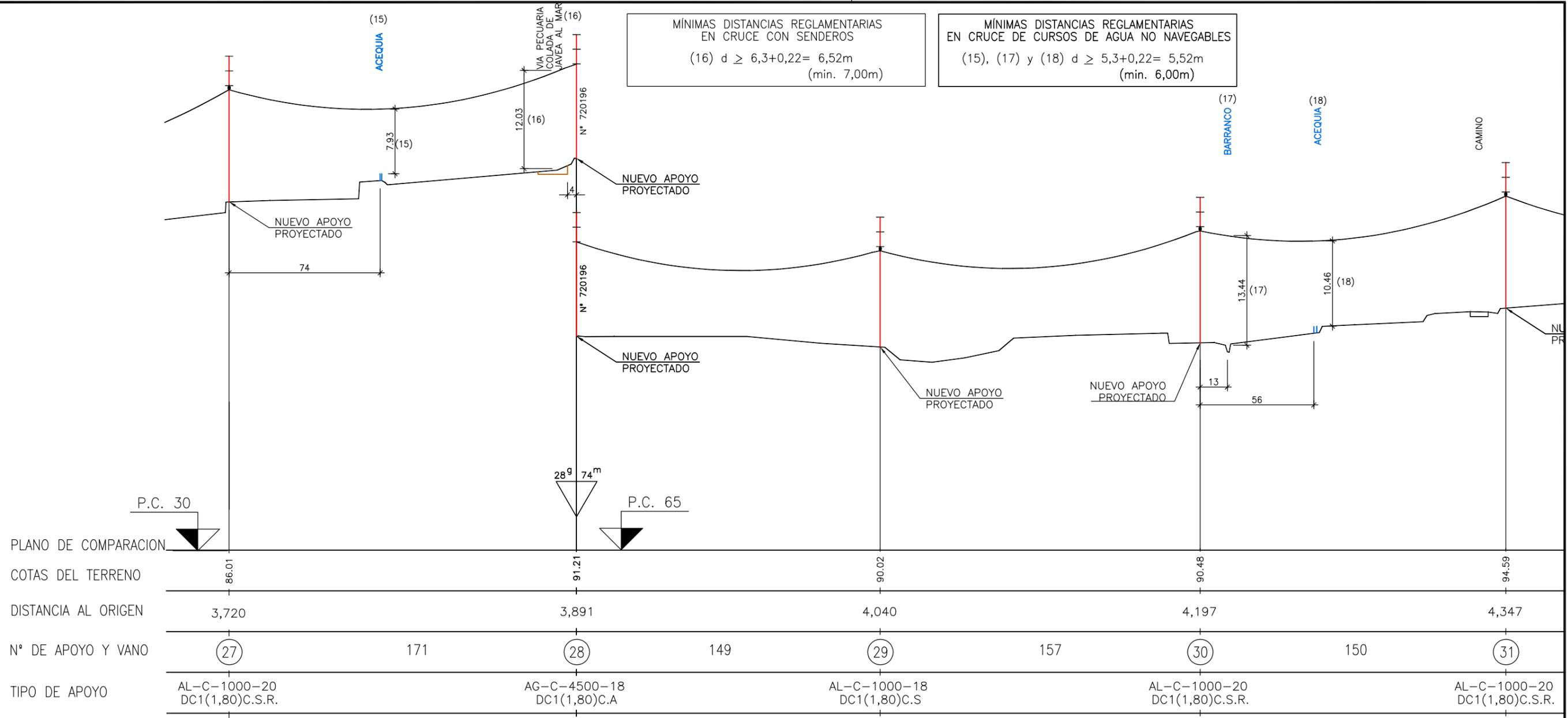
PERFIL Y PLANTA

EL AUTOR DEL PROYECTO: JUAN JOSE ESCUDERO

DIN-A3

MÍNIMAS DISTANCIAS REGLAMENTARIAS
EN CRUCE CON SENDEROS
(16) $d \geq 6,3+0,22 = 6,52m$
(min. 7,00m)

MÍNIMAS DISTANCIAS REGLAMENTARIAS
EN CRUCE DE CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES
(15), (17) y (18) $d \geq 5,3+0,22 = 5,52m$
(min. 6,00m)



CROQUIS MONTAJE DCx (1,80)

TIPO DE MONTAJE	CRUCETA RC	C.V. admisible daN
DC1-(1,80)	RC1 15/5	250
DC2-(1,80)	RC2 15/5	450
DC3-(1,80)	RC3 15/5	800

REF. M.T. 221.66 (04-04) ANEXO D

ESCALAS: 1/2.000
1/500

PLANO Nº: 3

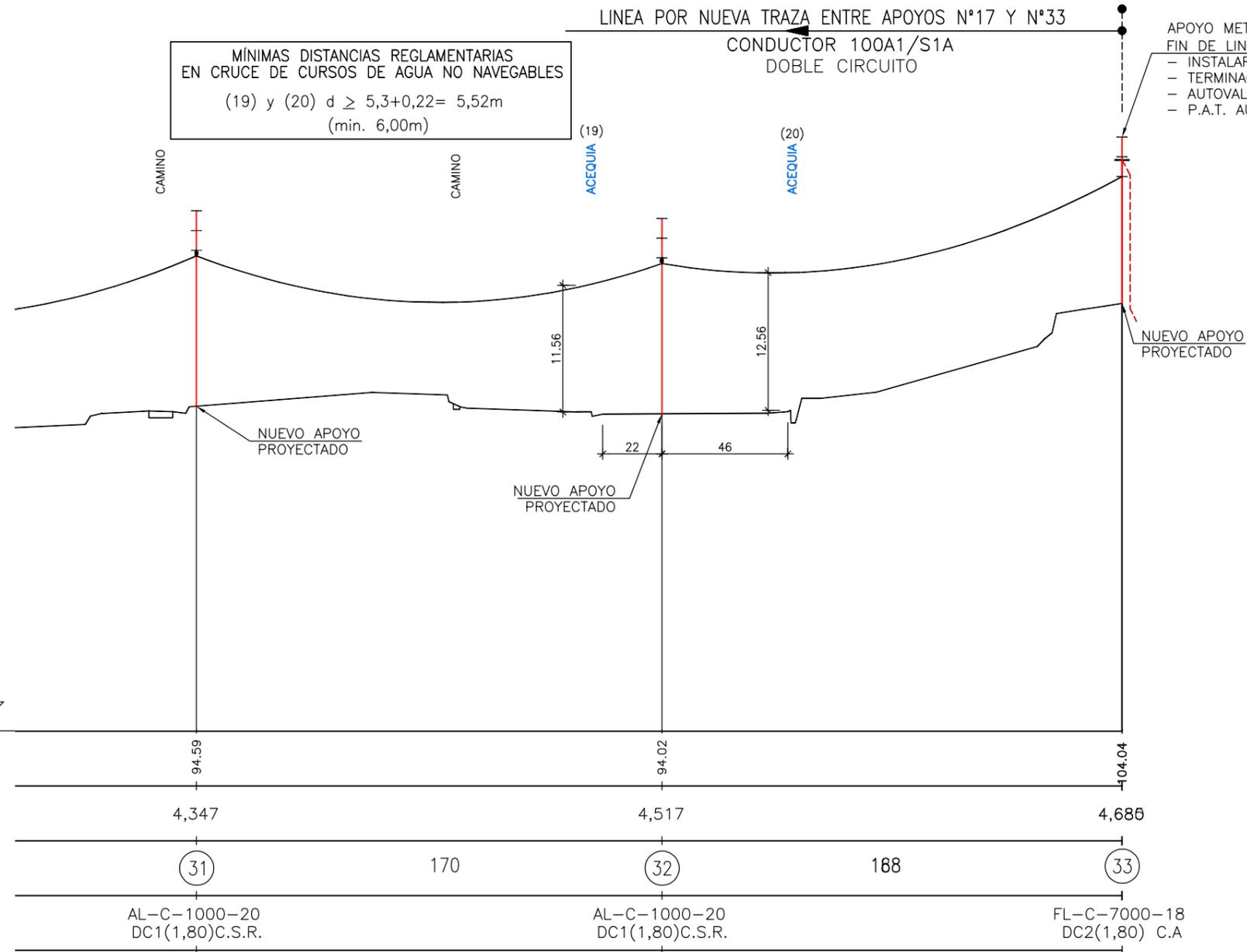
HOJA: 8

REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

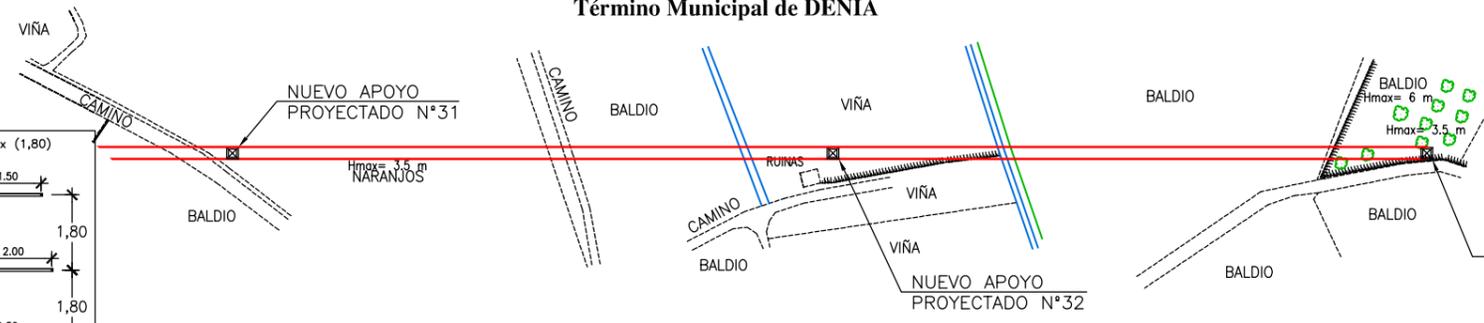
PERFIL Y PLANTA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

DIN-A3



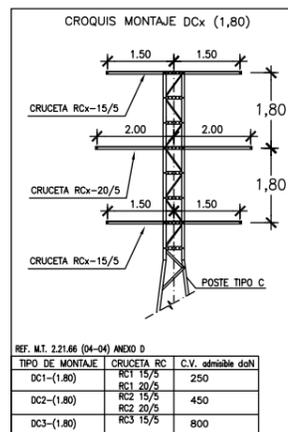
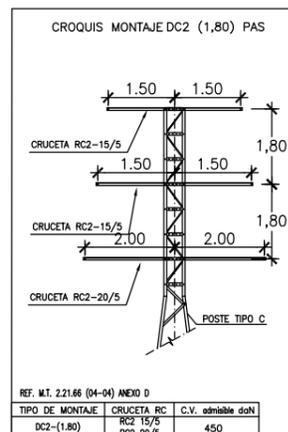
Término Municipal de DENIA



- LEYENDA -

	LINEA AEREA DE M.T. 20KV PROYECTADA
	LINEA AEREA DE M.T. 20KV EXISTENTE

CONDUCTOR 100A1/S1A
ZONA A



REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/2.000
1/500

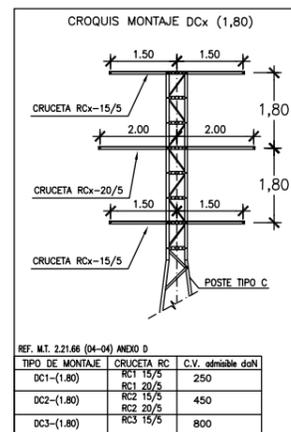
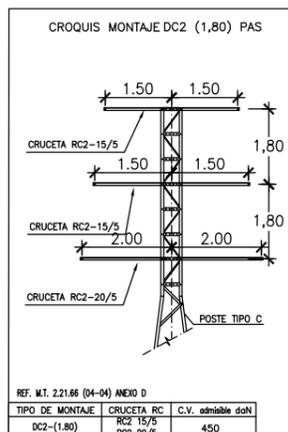
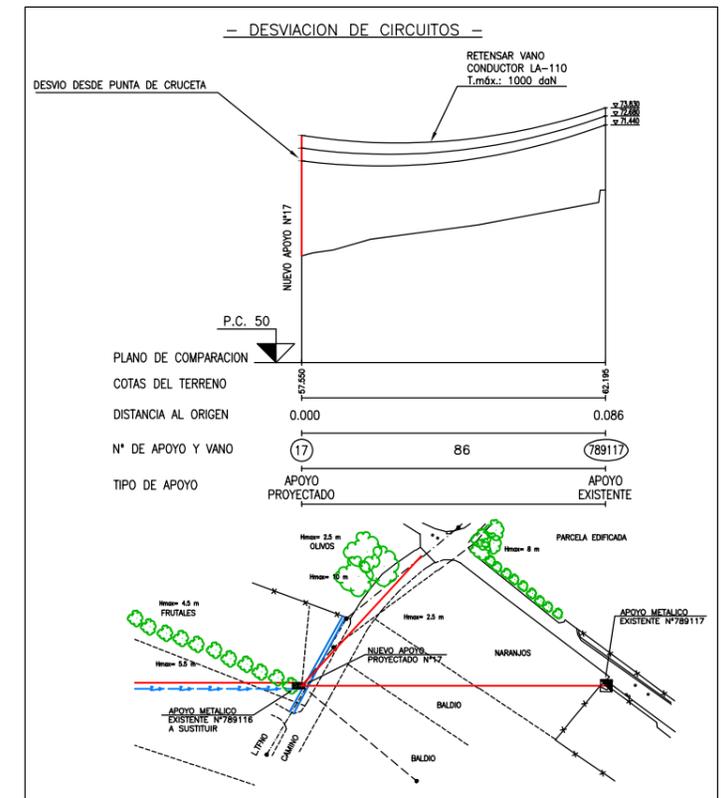
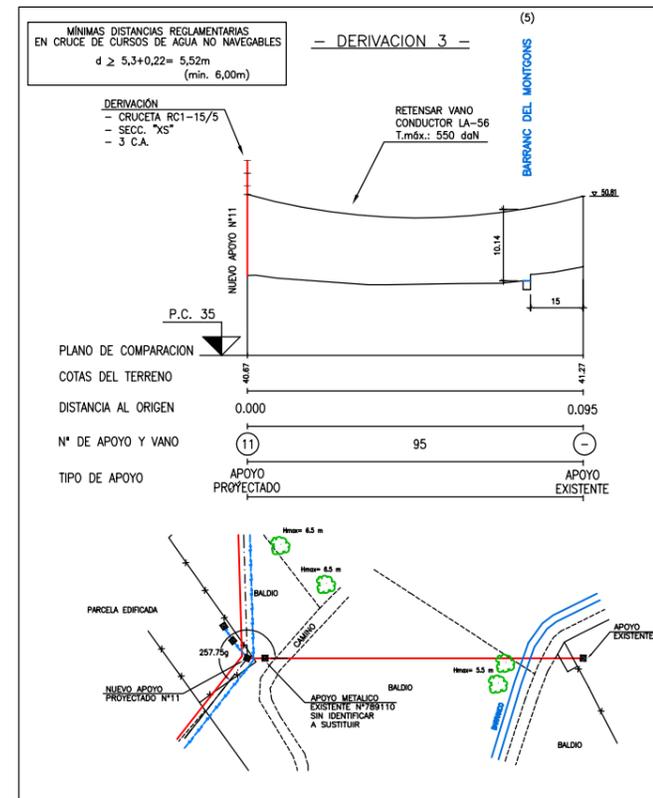
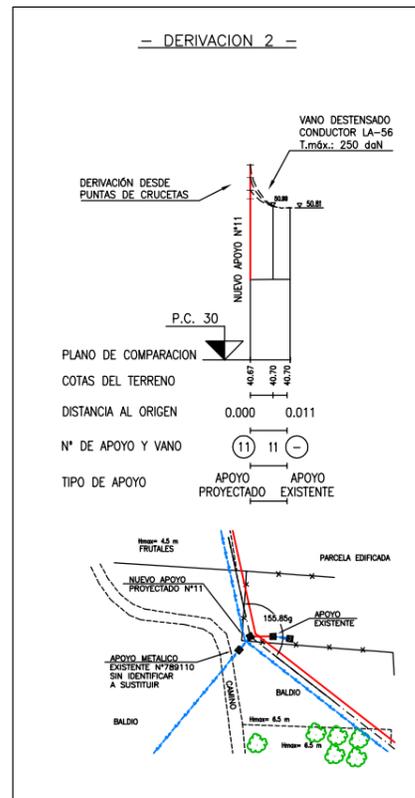
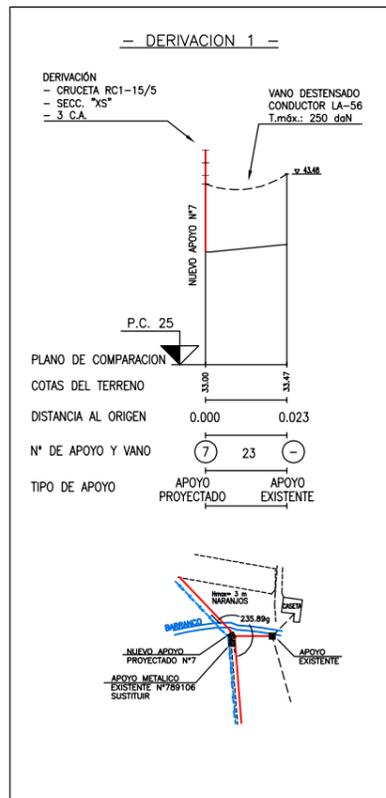
PLANO N°: 3

HOJA: 9

PERFIL Y PLANTA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

DERIVACIONES DE LA TRAZA PRINCIPAL



- LEYENDA -

	LINEA AEREA DE M.T. 20KV PROYECTADA
	LINEA AEREA DE M.T. 20KV EXISTENTE
	LINEA AEREA DE M.T. 20KV A DESMONTAR

CONDUCTOR 100A1/S1A
ZONA A



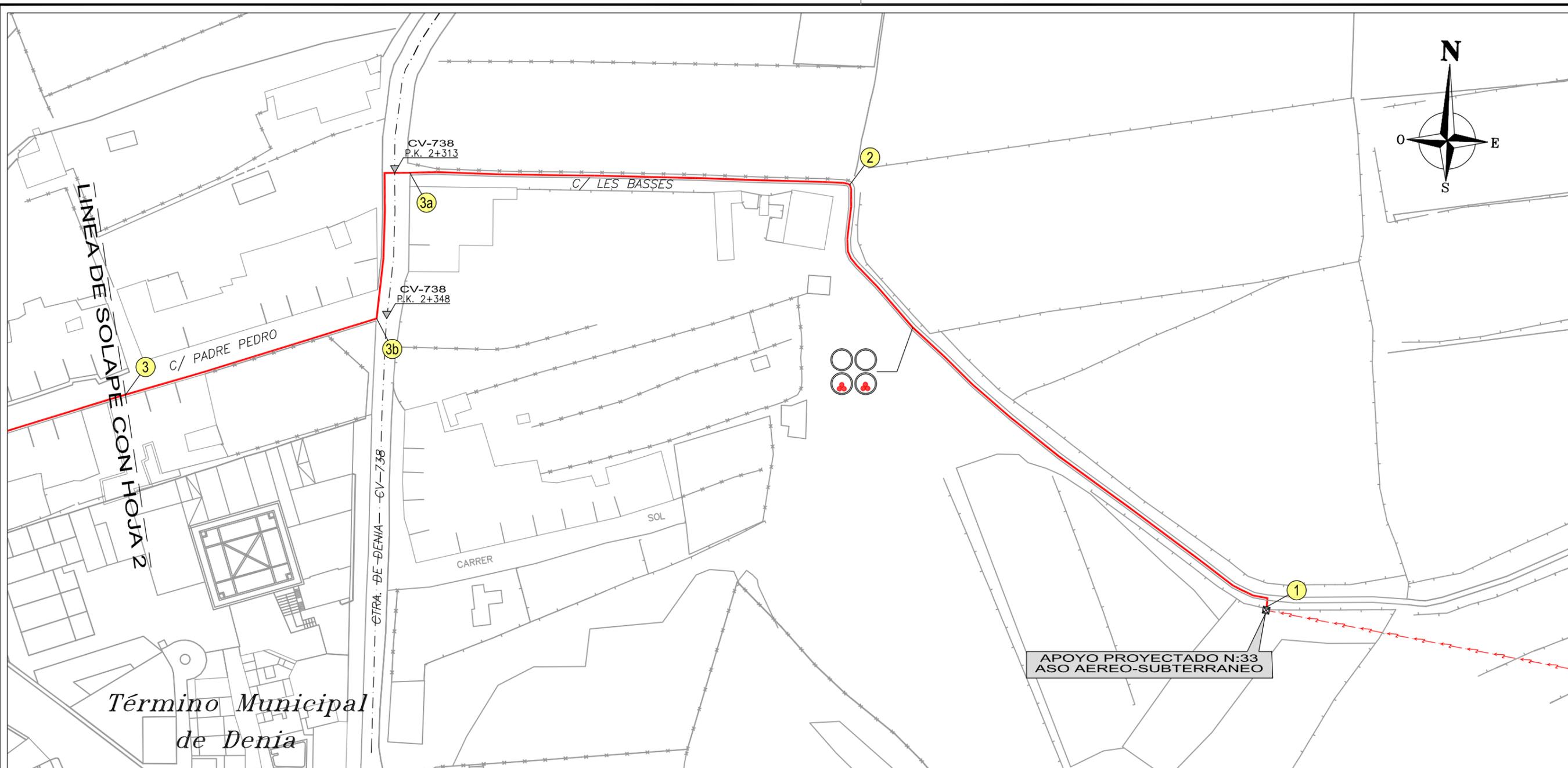
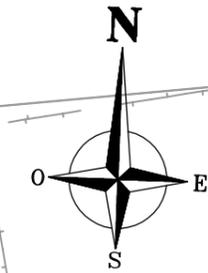
REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/2.000 PLANO N°: HOJA:
1/500 3 10

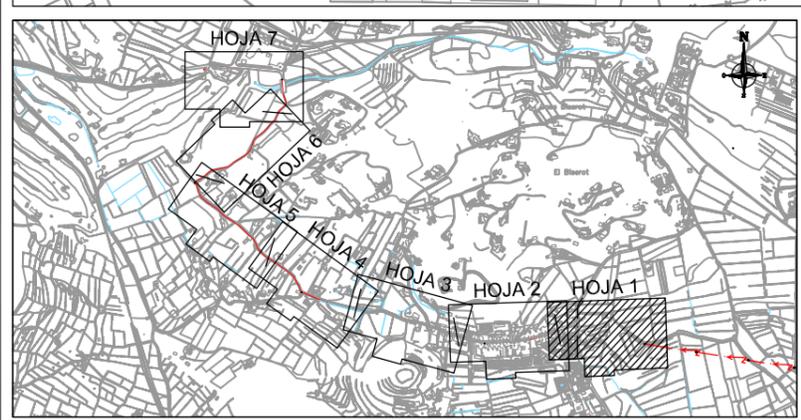
PERFIL Y PLANTA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

DIN-A3



Término Municipal
de Denia



CUADRO DE MEDICIONES

TRAMO	LONGITUD (m.)	ZANJA	PAVIMENTO
1 - 2	152	C-4	Tierra
2 - 3	213	C-4	Hormigón Asfáltico
3a - 3b	42	Afección a CV-738	

- LEYENDA -

	APOYO PROYEC.		LINEA AEREA M.T. PROYECTADA APOYO N°33
	ARQUETA CIEGA		LINEA SUBTERRANEA M.T. PROYECTADA CONDUCTOR HEPRZ1 12\20KV 3(1x240)mm ² AL

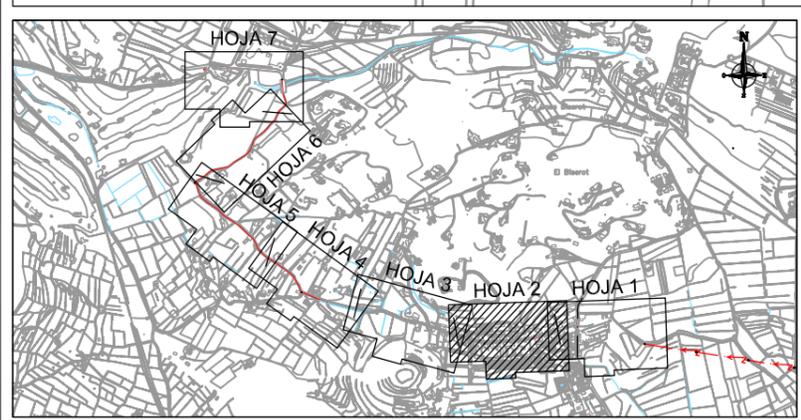
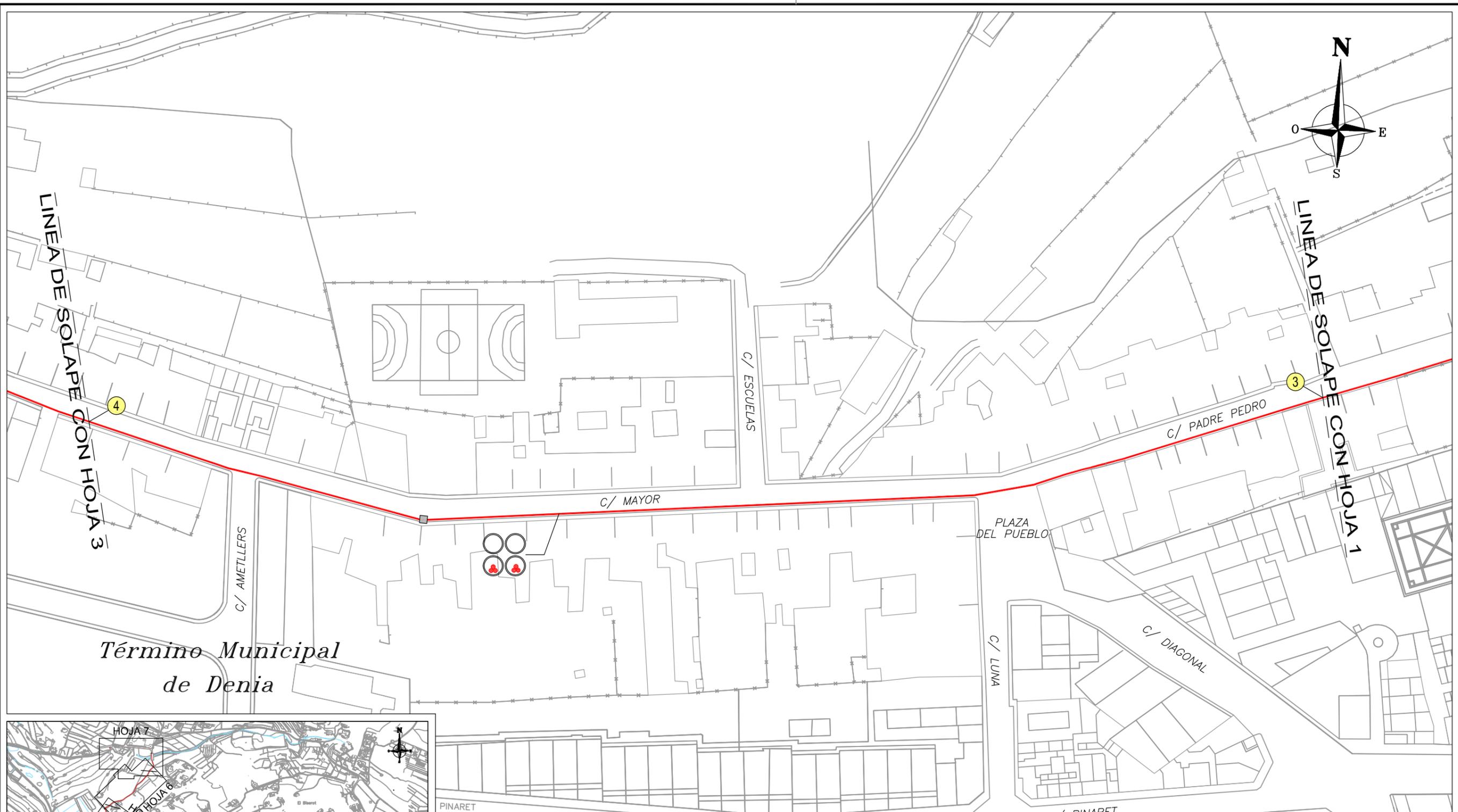
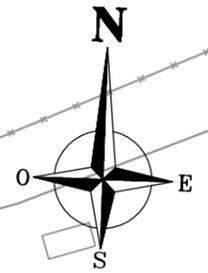


REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/1.000 PLANO Nº: 4 HOJA Nº: 1

PLANIMETRIA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO



CUADRO DE MEDICIONES

TRAMO	LONGITUD (m.)	ZANJA	PAVIMENTO
3 - 4	333	C-4	Hormigón Asfáltico

- LEYENDA -

	ARQUETA CIEGA		LÍNEA SUBTERRANEA M.T. PROYECTADA CONDUCTOR HEPRZ1 12\20KV 3(1x240)mm ² AL
--	---------------	--	---

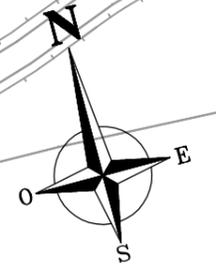


REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/1.000
PLANO Nº: 4
HOJA Nº: 2

PLANIMETRIA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO



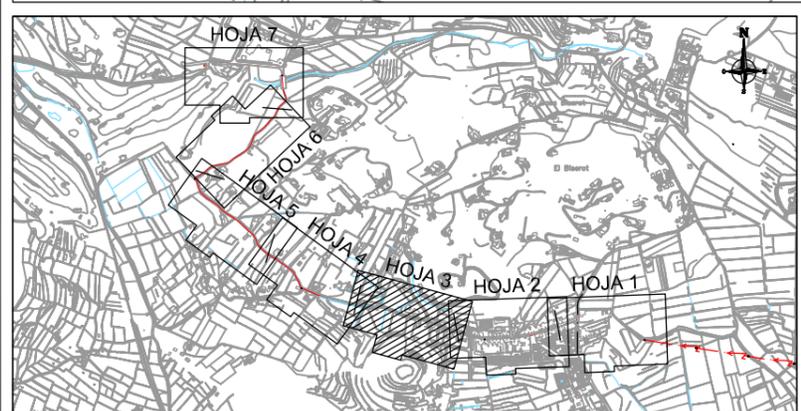
LINEA DE SOLAPE CON HOJA 4

LINEA DE SOLAPE CON HOJA 2

CAMINO A JESUS POBRE

C/ CASES NOVES

*Término Municipal
de Denia*



CUADRO DE MEDICIONES

TRAMO	LONGITUD (m.)	ZANJA	PAVIMENTO
4 - 5	341	C-4	Hormigón Asfáltico

- LEYENDA -

	ARQUETA CIEGA		LINEA SUBTERRANEA M.T. PROYECTADA CONDUCTOR HEPRZ1 12\20KV 3(1x240)mm ² AL
--	---------------	--	---

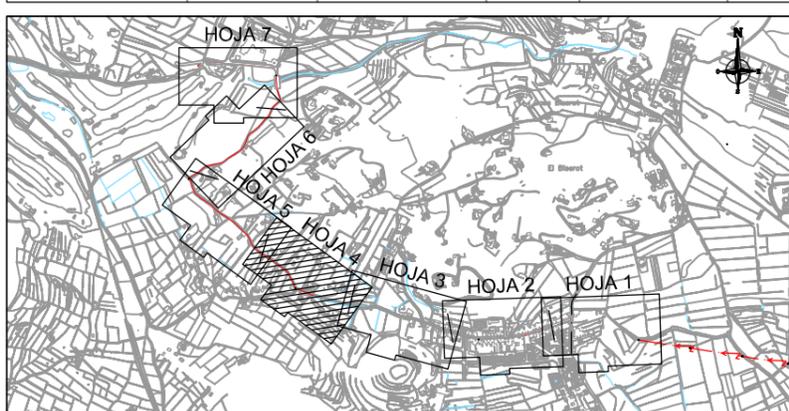
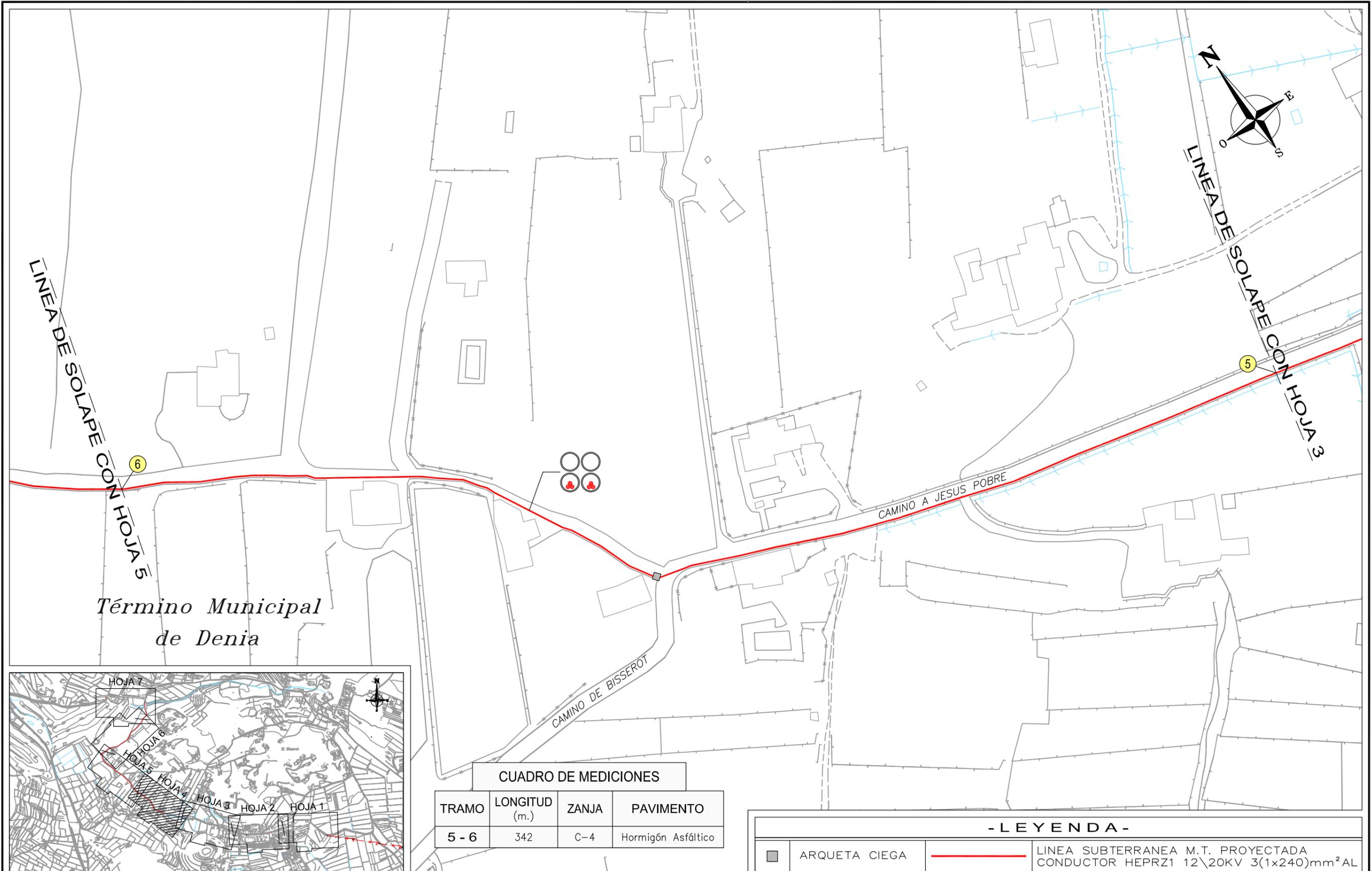


REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/1.000 PLANO Nº: 4 HOJA Nº: 3

PLANIMETRIA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO



CUADRO DE MEDICIONES

TRAMO	LONGITUD (m.)	ZANJA	PAVIMENTO
5 - 6	342	C-4	Hormigón Asfáltico

- LEYENDA -

	ARQUETA CIEGA		LÍNEA SUBTERRANEA M.T. PROYECTADA CONDUCTOR HEPRZ1 12\20KV 3(1x240)mm ² AL
--	---------------	--	---



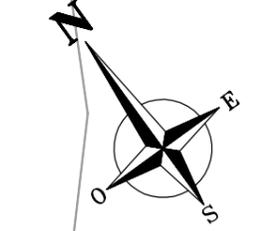
REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/1.000 PLANO Nº: 4 HOJA Nº: 4

PLANIMETRIA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

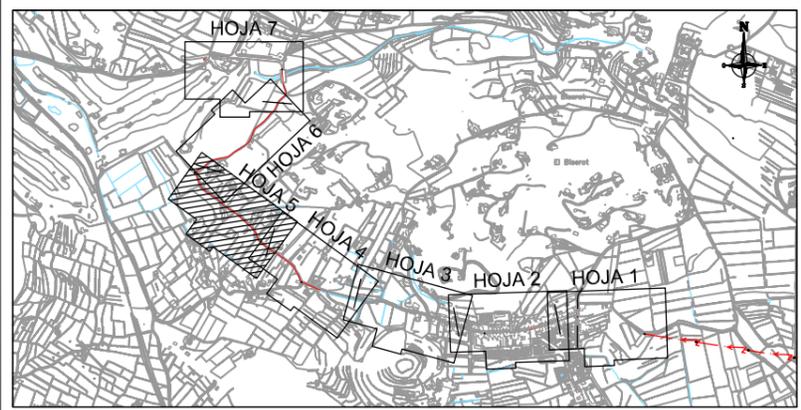
LINEA DE SOLAPE CON HOJA 6



CAMINO A JESUS POBRE

LINEA DE SOLAPE CON HOJA 4

*Término Municipal
de Denia*



CUADRO DE MEDICIONES

TRAMO	LONGITUD (m.)	ZANJA	PAVIMENTO
6 - 7	384	C-4	Hormigón Asfáltico

- LEYENDA -

	ARQUETA CIEGA		LINEA SUBTERRANEA M.T. PROYECTADA CONDUCTOR HEPRZ1 12\20KV 3(1x240)mm ² AL
--	---------------	--	---

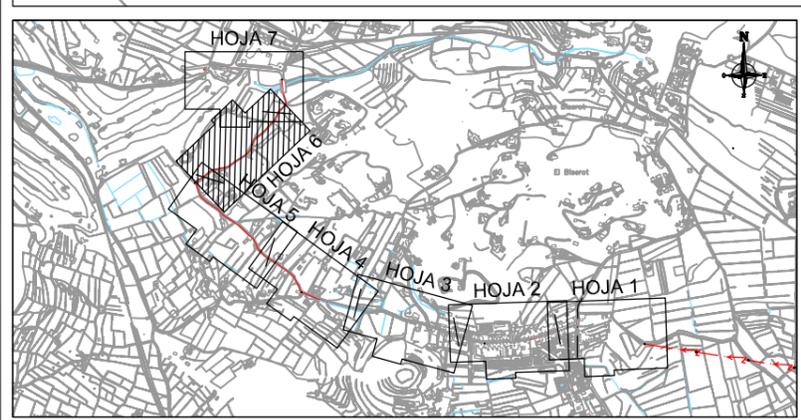
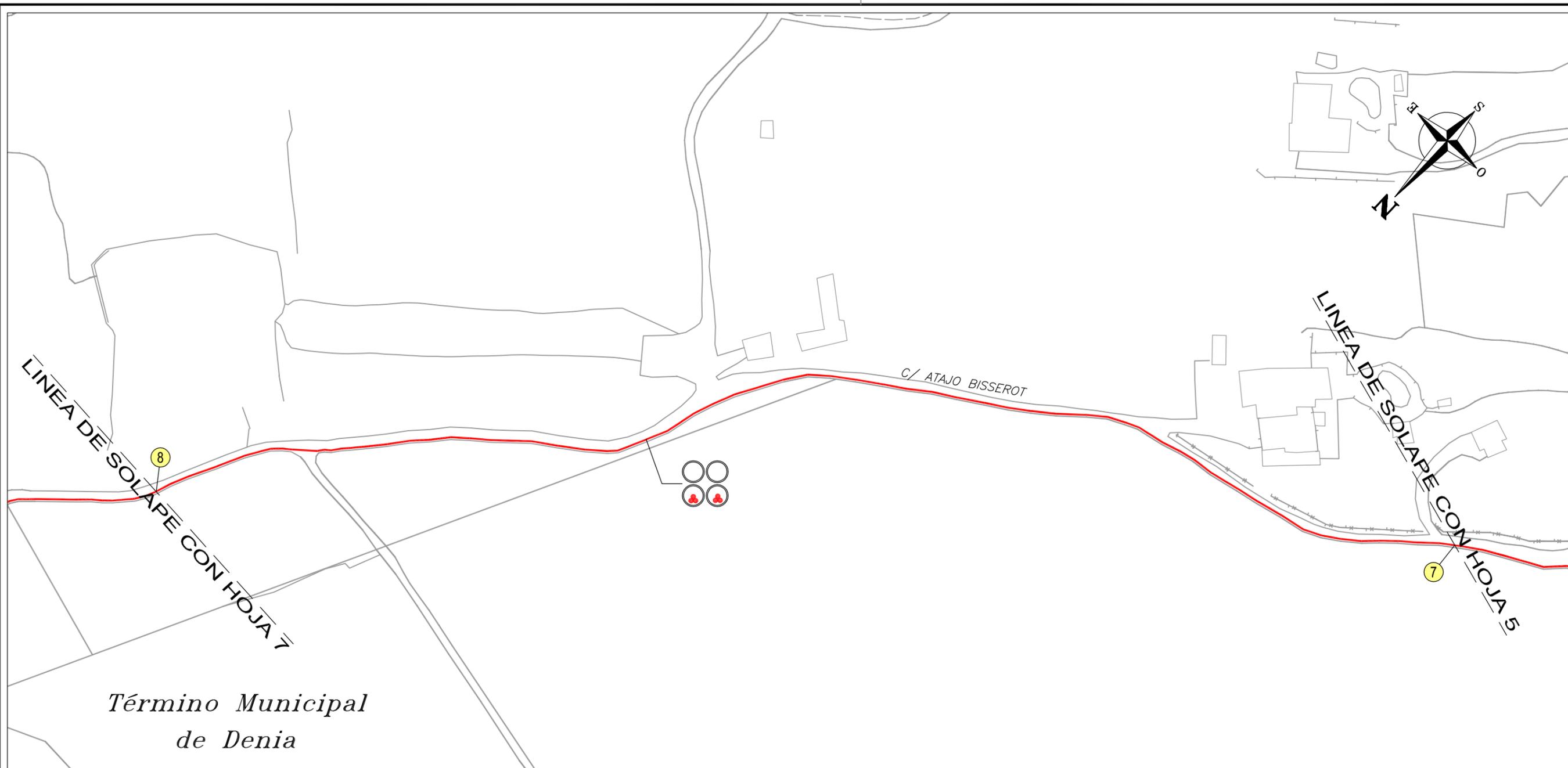


REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/1.000 PLANO Nº: 4 HOJA Nº: 5

PLANIMETRIA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO



CUADRO DE MEDICIONES

TRAMO	LONGITUD (m.)	ZANJA	PAVIMENTO
7 - 8	332	C-4	Hormigón Asfáltico

- LEYENDA -

	ARQUETA CIEGA		LINEA SUBTERRANEA M.T. PROYECTADA CONDUCTOR HEPRZ1 12\20KV 3(1x240)mm ² AL
---	---------------	---	---

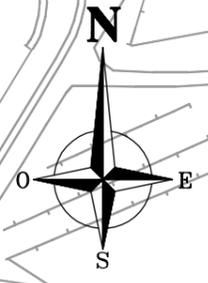


REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/1.000 PLANO Nº: 4 HOJA Nº: 6

PLANIMETRIA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO

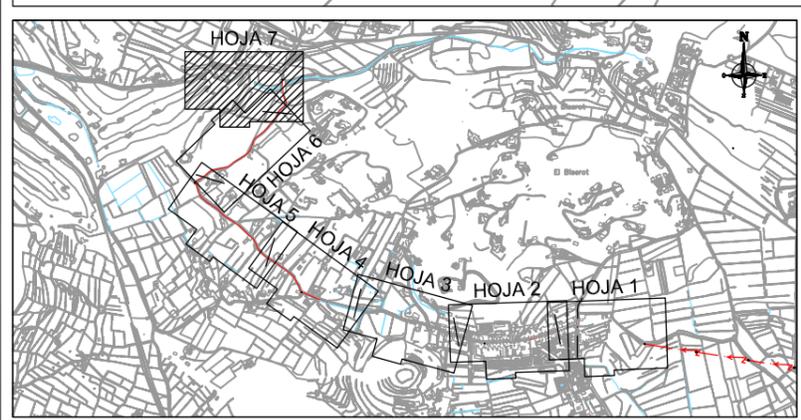


CT RESORT LA SELLA
904610524

C/ ATAJO BISSEROT

*Término Municipal
de Denia*

LÍNEA DE SOLAPE CON HOJA 6



CUADRO DE MEDICIONES

TRAMO	LONGITUD (m.)	ZANJA	PAVIMENTO
8 - 9	397	C-4	Hormigón Asfáltico

- LEYENDA -

	ARQUETA CIEGA		LÍNEA SUBTERRANEA M.T. PROYECTADA CONDUCTOR HEPRZ1 12\20KV 3(1x240)mm ² AL
--	---------------	--	---

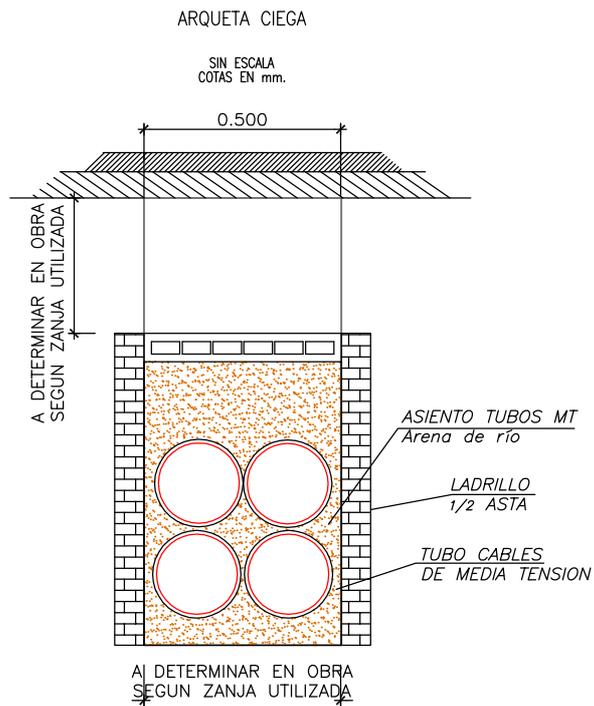
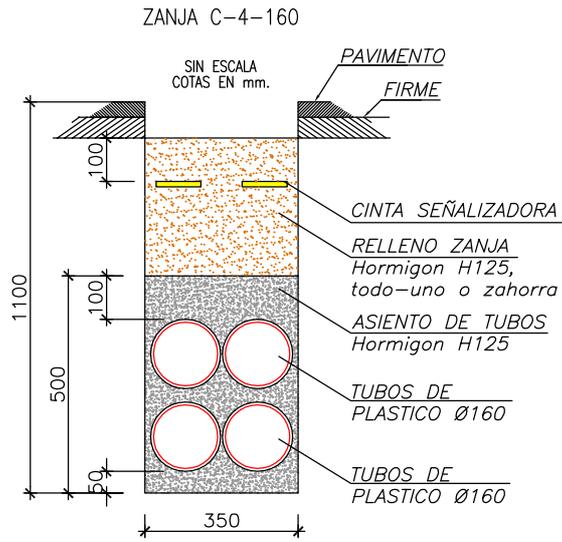


REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

ESCALAS: 1/1.000 PLANO Nº: 4 HOJA Nº: 7

PLANIMETRIA

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO



REFORMA DE LINEA DE M.T. EN 20 KV.
DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)
JAVEA Y DENIA (ALICANTE)

DIN-A4

ESCALAS:
S/E

PLANO N°:
5

ARQUETAS Y ZANJAS

EL AUTOR DEL PROYECTO:
JUAN JOSE ESCUDERO



CAPITULO 4: PRESUPUESTO



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)



4.1. PARTIDA MONTAJE LÍNEA AÉREA

PROYECTO DE REFORMA DE LINEA DE MEDIA TENSION DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)			
MATERIAL Y MONAJE ELECTRICO LINEA AEREA			
Ud.	DESIGNACION	MATERIALES	MANO OBRA
2	APOYO DE CELOSIA C-1000 18	1.009,94 €	1.784,70 €
7	APOYO DE CELOSIA C-1000 20	3.903,12 €	7.105,07 €
2	APOYO DE CELOSIA C-2000 16	1180,90 €	1.820,54 €
1	APOYO DE CELOSIA C-2000 18	675,07	1.081,86 €
3	APOYO DE CELOSIA C-2000 20	2.255,73 €	3.675,99 €
2	APOYO DE CELOSIA C-3000 18	1.555,52 €	2.440,58 €
1	APOYO DE CELOSIA C-3000 20	845,89 €	1.379,28 €
1	APOYO DE CELOSIA C-4500 18	1.054,69 €	1.440,98 €
1	APOYO DE CELOSIA C-7000 16	1.237,91 €	2.156,29 €
2	APOYO DE CELOSIA C-7000 18	2.719,72 €	5264,50 €
1	APOYO DE CELOSIA C-9000 20	1.933,68 €	3.386,14 €
3	EXTENSION 1,20M APOYO C-7000/C-9000	703,17 €	160,11 €
5	ANTIESCALO	597,70 €	360,60 €
47	CRUCETA RECTA RC1-15/5	3.688,56 €	5.245,67 €
22	CRUCETA RECTA RC1-20/5	2.016,30 €	2.748,90 €
4	MOVER COLOCAR CRUCETA EXISTENTE	-	574,56 €
3	SOPORTE POSAPIES	-	78,12 €
33	COLOCAR/CAMBIO PLACA RIESGO ELECTRICO	-	261,69 €
33	COLOCAR/CAMBIO PLACA NUMERACION APOYO	-	261,69 €
37	MEDICION PUESTA A TIERRA DE APOYOS	-	778,48 €
22	ELECTRODO BASICO 14-1500	334,11 €	333,74 €
5	ANILLO BUCLE 3.00X3.00	118,40 €	88,52 €
4,825	TENDIDO CONDUCTOR AL-AC 100A1/S1A (D/C) [KM]	22.953,88 €	17.399,29 €
15	TERMINAL APARATOS AL-AC 100A1/S1A	90,45 €	320,10 €
256	CADENA AISLADOR AMARRE	10.479,40 €	770,56 €
66	CADENA AISLADOR SUSPENSION	1.641,42 €	198,66 €
6	CADENA AISLADOR SUSPENSION REFORZADA	162,00 €	18,06 €
324	GRILLETE NORMAL SENCILLO	965,52 €	975,24 €
256	ALARGADERA	1.630,72 €	770,56 €
18	CADENA PUENTE/AISLADOR FIJO	491,22 €	54,18 €
5	CONEXIONAR APARATO A APOYO	46,48 €	36,05 €
0,5	RETENSADO LA-56 [KM]	-	570,96 €
0,5	RETENSADO LA-110 [KM]	-	976,65 €
3	DERIVACION CUÑA PRESION LA-110/LA-56	27,81 €	64,02 €
1	DERIVACION CUÑA PRESION LA-110/LA-110	9,27 €	21,34 €
2	SECCIONADOR DERIVACION CON FUSIBLE EXPULSION	549,84 €	107,58 €
4	SECCIONADOR DERIVACION SUBTERRANEA	1.180,68 €	215,16 €
TOTAL		66.059,10 €	64.926,42 €
TOTAL RELACION VALORADA		130.985,52 €	



4.2. PARTIDA DESMONTAJE LÍNEA AÉREA

PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSION DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)			
DESMONTAJE LINEA AEREA			
Ud.	DESIGNACION	MATERIALES	MANO OBRA
3	CHATARRA APOYO CELOSIA [TN]	-	450,75 €
0,5	CHATARRA CADENA AISLADORES [TN]	-	36,06 €
9	CHATARRA APARATOS MANIOBRA [KG]	-	108,18 €
TOTAL		-	594,99 €
TOTAL RELACION VALORADA			594,99 €



4.3. PARTIDA MONTAJE LÍNEA SUBTERRÁNEA

PROYECTO DE REFORMA DE LINEA DE MEDIA TENSION DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)			
MATERIAL Y MONTAJE LINEA SUBTERRANEA			
Ud.	DESIGNACION	MATERIALES	MANO OBRA
2494	CANALIZACIÓN ENTUBADA 4T 160	-	136.371,92 €
1054	DEMOLICION PAVIMENTO ASFALTICO	-	56.916,51 €
5	ARQUETA REGISTRABLE	-	939,61 €
5	MARCO/TAPA FUNDICION	-	853,75 €
46	CALA DE TIRO EN ACERA O JARDIN	-	1879,56 €
200	SELLADO DE TUBO	-	740,00 €
5190	TENDIDO HEPRZ1 3X(1X240mm ²)	85.323,60 €	39.911,10 €
2	[3 Ud] TERMINAL EXT. AISL. SECO 12/20KV RETRACTIL	199,86 €	483,22 €
2	[3 Ud] TERMINAL INT.. AISL. SECO 12/20KV RETR. ACODADO	199,86 €	396,80 €
30	EMPALME 1 AISLANTE SECO 12/20KV RETRACTIL	2.892,90 €	2.861,47 €
4	AUTOVALVULA 24KV	538,92 €	296,04 €
6	COMPROBACION CABLES-CONT/FASES/RIGIDEZ	-	171,30 €
6	RSMT-PRUEBA ELECTRICA DE LOS CABLES MT	-	207,36 €
6	RSMT-PRUEBA ELECTRICA AISLAMIENTO DE LOS CONDUCT.	-	1.838,04 €
TOTAL		89.155,04 €	243.866,68 €
TOTAL RELACION VALORADA		33.021,72 €	



4.4. RESUMEN DE LAS PARTIDAS

PROYECTO DE REFORMA DE LINEA DE MEDIA TENSION DESDE ST JAVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA) RESUMEN DE RELACIONES VALORADAS	
MATERIAL Y MONTAJE ELECTRICO LINEA AEREA	130.985,52 €
DESMONTAJE LINEA AEREA	594,99 €
MATERIAL Y MONTAJE ELECTRICO LINEA SUBTERRANEA	333.021,72 €
TOTAL RELACION VALORADA	464.602,23 €
16% GASTOS GENERALES (PROYECTO, REPLANTEO, DIRECCION DE OBRAS, TRAMITES ADMINISTRATIVOS, GESTION DE PERMISOS Y OTROS).	74.336,36 €
TOTAL PRESUPUESTO	538.938,59 €
EL PRESENTE PRESUPUESTO ASCIENDE A:	
QUINIENTOS TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CENTIMOS.	
MADRID, 19 DE JUNIO DE 2.010	
	
JUAN JOSÉ ESCUDERO GONZÁLEZ INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	



CAPITULO 5: GLOSARIO





ABOCARDAR. Ensanchar o preparar la boca de un tubo o agujero.

ACOMETER. Dotar de un suministro requerido.

ARQUETA Registro utilizado para facilitar la distribución basada en canales o tuberías.

ARQUETA CIEGA. Se trata de una arqueta que no queda registrada, sólo es utilizada para facilitar la instalación.

CADENA DE AMARRE. Dispositivo que asegura el aislamiento en apoyos de amarre o principio y fin de línea.

CADENA DE SUSPENSIÓN. Similar a la cadena de amarre pero para los apoyos de alineación.

CADENA DE SUSPENSIÓN REFORZADA. Se trata de una cadena de suspensión reforzada mecánicamente y que se utiliza en las proximidades de los cruzamientos existentes.

CANTÓN. Distancia comprendida entre dos apoyos de amarre contiguos.

COMPOSITE. Material sintético mezclado heterogéneamente utilizado como principal elemento aislante en cadenas de aislamiento.

ENTRONQUE. Lugar donde se produce un cambio del tipo de instalación utilizada.

GALVANIZADO. Tratamiento realizado a los metales con el fin de aumentar su resistencia frente a los agentes meteorológicos externos.

HELICOIDAL. Elementos que describen unas figuras basadas en hélices.

HORMIGÓN ASFÁLTICO. Compuesto formado por grava y tierra mezclado con derivados del asfalto.

OBTURACIÓN. Tapra una abertura o cerrar mediante una tapa u objeto físico.

POLIOLEFINA. Componente polímero obtenido mediante la polimerización de olefinas.

TERNA. Conjunto de tres. En electricidad se entiende por la distribución de un conjunto compuesto por un conductor de cada fase.



TODO-UNO. Se denomina así al material extraído de una arqueta o zanja y que sirve para su posterior relleno.

TOPO. Máquina excavadora que trabaja bajo tierra para la creación de túneles.

TORNILLO DE CÁNCAMO. Útil metálico con forma de arandela al que se complementa con un tornillo con el fin de poder fijar diversos elementos.

VANO. Distancia comprendida entre dos apoyos contiguos.

ZAHORRA. Sustrato compuesto por áridos no triturados, suelos granulados o una mezcla de ambos.



BIBLIOGRAFÍA



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)



BIBLIOGRAFÍA

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión.

Manuales técnicos de Iberdrola, proyectos tipo para líneas aéreas de doble circuito con conductor desnudo y líneas subterráneas de media tensión.

Normas de Iberdrola que describen las características de los materiales utilizado en los proyectos diseñados para sus instalaciones.

Base de datos de instalaciones existentes propios de la compañía suministradora.
www.iberdrola.es

Visor de parcelario del ministerio de medio ambiente, medio rural y medio marino.
www.sigpac.es

Recomendaciones y manuales UNESA.

Normativas estatales y regionales que mencionan normas eléctricas y de medio ambiente.

Apuntes propios que he ido recopilando a lo largo de mi periodo en la Universidad Carlos III.



Referencias:

- [1] Fuentes de elaboración propia
- [2] MT-2-21-74. Manual Técnico proyecto tipo de doble circuito con conductor aluminio acero.
- [3] MT-2-31-01. Manual Técnico proyecto tipo de línea subterránea de alta tensión hasta 30 kv.
- [4] NI-54-63-01. Normativa de Iberdrola para conductores desnudos de aluminio-acero para líneas eléctricas de alta tensión.
- [5] NI-48-08-01. Normativa de Iberdrola para aisladores compuestos para cadenas de líneas eléctricas de alta tensión.
- [6] MT-2-23-15. Manual Técnico proyecto tipo de ejecución de la puesta a tierra de los apoyos.
- [7] NI-52-10-01. Normativa de Iberdrola apoyos de perfiles metálicos para líneas aéreas de hasta 30 kv.
- [8] MT-2-23-30. Manual Técnico cimentaciones para apoyos hasta líneas de 66 kv.
- [9] NI-52-31-04. Normativa de Iberdrola crucetas rectas para apoyos de perfiles metálicos y líneas aéreas de doble circuito hasta 66 kv.
- [10] Normativa UNESA para cálculo de puestas a tierra.
- [11] NI-29-00-00 y NI-29-05-01 Normativa de Iberdrola para la señalización de riesgo eléctrico y numeración de apoyos.
- [12] NI-56-43-01. Normativa de Iberdrola para cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.
- [13] RLAT. Reglamento de líneas de alta tensión.



ANEXO
RESULTADOS CÁLCULO MECÁNICO



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)

ANEXO: RESULTADO DEL CÁLCULO MECÁNICO

- Tabla 1: Cálculo mecánico del conductor para los vanos ideales de regulación, de acuerdo con las hipótesis reglamentarias fijadas para la zona que corresponda.
- Tabla 2: Tablas de tendido por cantones partiendo del cálculo mecánico realizado teniendo en cuenta en cada cantón los diferentes vanos y sus correspondientes desniveles.
- Tabla 3: Organización del tendido y parámetros de replanteo en la que se indica para cada cantón el vano regulador así como los parámetros de flecha máxima (en la hipótesis en la que se presenta) y mínima que han sido utilizadas para el reparto de los apoyos y demás comprobaciones.
- Tabla 4: Flechas máximas y distancias mínimas entre conductores para cada vano teniendo en cuenta el desnivel y si los apoyos que forman el vano disponen de cadenas de amarre ($L=0$) ó de cadenas de suspensión ($L=0,600$ m).
- Tabla 5: Esfuerzos verticales máximos en cada apoyo de acuerdo con el gravivano que soporta en función del desnivel y considerando las máximas tensiones en la hipótesis de viento (T. MAX. V.) y en la hipótesis de hielo (T. MAXIMA).
- Tabla 6: Esfuerzos horizontales máximos en cada apoyo en las hipótesis reglamentarias de viento (H-1), desequilibrio de tracciones (H-3) y rotura de un conductor (H-4).
- Tabla 7: Apoyos proyectados y coeficiente de seguridad en cada una de las hipótesis reglamentarias.
- Tabla 8: Esfuerzos verticales en los armados de los apoyos proyectados.
- Tabla 9: Esfuerzos horizontales y verticales combinados en los apoyos proyectados y coeficientes de seguridad.
- Tabla 10: Inclinación de las cadenas de suspensión en la hipótesis de viento.
- Tabla 11: Tabla comparativa de coeficientes de seguridad.



PROYECTO DE REFORMA DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)

TABLA 1: CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

LÍNEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

T Tensión horizontal (daN)

F Longitud de la flecha (cm)

VANO (m)	-5°C		50°C		15°C+V		-5°C+V		CHS a -5°C		EDS a 15°C		T MÁX.		PARÁME.	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	%	T	%	T	Cs	F _{máx}	F _{mín}
48,0	793	15	193	62	616	44	870	31	793	23,1	481	14,0	870	3,9	486	2.001
81,0	735	44	263	123	714	104	910	81	735	21,4	481	14,0	910	3,8	665	1.854
95,0	706	63	287	156	749	136	927	110	706	20,6	481	14,0	927	3,7	725	1.782
100,8	694	73	296	170	763	150	933	123	694	20,2	481	14,0	933	3,7	748	1.752
103,0	690	76	300	175	768	156	936	128	690	20,1	481	14,0	936	3,7	756	1.741
104,0	688	78	301	178	770	159	937	130	688	20,0	481	14,0	937	3,7	760	1.736
115,6	666	99	317	209	795	190	949	159	666	19,4	481	14,0	949	3,6	800	1.680
119,0	659	106	321	218	801	200	953	168	659	19,2	481	14,0	953	3,6	811	1.664
126,0	647	122	330	238	816	220	959	187	647	18,8	481	14,0	959	3,6	832	1.632
135,0	632	143	340	266	830	248	968	213	632	18,4	481	14,0	968	3,5	858	1.595
136,0	630	145	341	269	832	251	968	216	630	18,4	481	14,0	968	3,5	860	1.591
159,0	598	209	363	345	870	328	987	289	598	17,4	481	14,0	987	3,5	915	1.510
159,5	598	211	363	347	870	330	987	291	598	17,4	481	14,0	987	3,5	917	1.508
165,0	591	228	368	367	878	350	992	310	591	17,2	481	14,0	992	3,5	928	1.492
171,8	583	251	373	392	887	376	997	334	583	17,0	481	14,0	997	3,4	941	1.471
173,3	581	256	374	398	889	382	998	340	581	16,9	481	14,0	998	3,4	944	1.465
179,0	577	275	378	420	896	404	1.000	362	577	16,8	481	14,0	1.000	3,4	954	1.457
190,0	561	319	383	467	903	451	1.000	408	561	16,3	481	14,0	1.000	3,4	967	1.414
207,1	540	393	390	545	914	530	1.000	484	540	15,7	481	14,0	1.000	3,4	983	1.364

Los valores $F_{máx}$. Y $F_{mín}$ del parámetro de replanteo corresponden respectivamente al menor y mayor parámetro del replanteo calculado en las condiciones que aparecen reflejados en el cálculo mecánico en ausencia del viento.

TABLA 2: TABLA DE TENDIDO

LÍNEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

		5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0
CANTÓN 1 APOYOS 1-2 LV 81 m DV 0,3 m a_r 81,0 m	T	596	565	535	507	480	453	432	411	391	373	356	340	327	314	302
	F	0,54	0,57	0,60	0,64	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,87	0,91	0,95	0,99	1,03	1,07
CANTÓN 2 APOYOS 2-4 LV1 190 m DV1 2,5 m LV2 190 m DV2 -0,2 m a_r 190,0 m	T	514	504	494	485	476	467	459	451	444	436	429	423	416	410	404
	F1	3,47	3,54	3,61	3,68	3,75	3,82	3,89	3,96	4,02	4,09	4,16	4,22	4,29	4,35	4,41
	F2	3,47	3,54	3,61	3,68	3,75	3,82	3,89	3,96	4,02	4,09	4,16	4,22	4,29	4,35	4,41
CANTÓN 3 APOYOS 4-5 LV 159 m DV 0,7 m a_r 159,0 m	T	532	517	505	492	480	469	458	448	438	429	420	411	403	396	388
	F	2,35	2,42	2,47	2,54	2,60	2,66	2,73	2,79	2,85	2,91	2,98	3,04	3,10	3,16	3,22
CANTÓN 4 APOYOS 5-6 LV 49 m DV -2,1 m a_r 49,0 m	T	630	591	553	516	480	446	414	384	356	330	307	286	267	250	236
	F	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50
CANTÓN 5 APOYOS 6-7 LV 95 m DV -0,9 m a_r 95,0 m	T	581	554	528	503	480	459	439	420	403	386	373	359	346	334	323
	F	0,76	0,80	0,84	0,88	0,93	0,97	1,01	1,06	1,10	1,15	1,19	1,24	1,29	1,33	1,38
CANTÓN 6 APOYOS 7-9 LV1 110 m DV1 -0,2 m LV2 88 m DV2 1,4 m a_r 100,8 m	T	576	550	525	502	480	460	441	424	408	392	378	365	353	342	331
	F1	1,04	1,09	1,14	1,19	1,24	1,30	1,35	1,41	1,46	1,52	1,58	1,63	1,69	1,75	1,80
	F2	0,66	0,69	0,73	0,76	0,79	0,83	0,86	0,90	0,94	0,97	1,01	1,04	1,08	1,12	1,15

Los valores de tensión obtenidos se encuentran en daN.

La longitud de la flecha se encuentra en metros

TABLA 2 (Cont. I): TABLA DE TENDIDO

LÍNEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

		5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0
CANTÓN 7 APOYOS 9-11 LV1 113 m DV1 1,0 m LV2 118 m DV2 2,6 m a_r 115,5 m	T	562	540	519	499	480	463	446	431	418	404	392	380	369	359	349
	F1	1,12	1,17	1,21	1,26	1,31	1,36	1,41	1,46	1,51	1,56	1,61	1,66	1,71	1,76	1,80
	F2	1,22	1,27	1,32	1,38	1,43	1,49	1,54	1,60	1,65	1,70	1,76	1,81	1,86	1,92	1,97
CANTÓN 8 APOYOS 11-12 LV 126 m DV -0,7 m a_r 126,0 m	T	554	534	515	497	480	465	450	435	423	411	400	389	379	369	361
	F	1,42	1,47	1,52	1,58	1,63	1,68	1,74	1,80	1,85	1,91	1,96	2,02	2,07	2,12	2,17
CANTÓN 9 APOYOS 12-13 LV 136 m DV 2,4 m a_r 136,0 m	T	546	528	511	496	481	466	453	440	428	417	407	397	387	378	370
	F	1,67	1,73	1,79	1,84	1,90	1,96	2,02	2,08	2,13	2,19	2,25	2,30	2,36	2,41	2,47
CANTÓN 10 APOYOS 13-14 LV 119 m DV 0,7 m a_r 119,0 m	T	559	538	517	498	480	463	449	432	419	406	394	383	372	363	353
	F	1,25	1,30	1,35	1,40	1,46	1,51	1,56	1,62	1,67	1,72	1,77	1,82	1,88	1,93	1,98
CANTÓN 11 APOYOS 14-15 LV 103 m DV 0,3 m a_r 103,0 m	T	573	548	524	501	480	460	442	425	408	393	380	368	356	345	334
	F	0,91	0,96	1,00	1,04	1,09	1,14	1,18	1,23	1,28	1,33	1,38	1,42	1,47	1,52	1,57
CANTÓN 12 APOYOS 15-16 LV 179 m DV 3,0 m a_r 179,0 m	T	523	512	500	490	480	470	461	452	444	436	429	421	414	407	401
	F	3,03	3,10	3,16	3,23	3,30	3,37	3,43	3,50	3,57	3,63	3,70	3,76	3,82	3,89	3,95

Los valores de tensión obtenidos se encuentran en daN.

La longitud de la flecha se encuentra en metros

TABLA 2 (Cont. II): TABLA DE TENDIDO

LÍNEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

		5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0
CANTÓN 13 APOYOS 16-17 LV 165 m DV 3,8 m a_r 165,0 m	T	530	516	504	492	480	469	459	449	440	431	423	415	407	400	393
	F	2,54	2,61	2,67	2,74	2,80	2,87	2,93	3,00	3,06	3,12	3,18	3,25	3,31	3,37	3,43
CANTÓN 14 APOYOS 17-18 LV 104 m DV -0,3 m a_r 104,0 m	T	573	547	523	501	480	461	442	425	409	395	381	369	357	346	336
	F	0,93	0,97	1,02	1,06	1,11	1,16	1,21	1,25	1,31	1,35	1,40	1,45	1,50	1,54	1,59
CANTÓN 15 APOYOS 18-19 LV 135 m DV -0,1 m a_r 135,0 m	T	547	529	512	496	479	466	452	440	428	417	406	396	386	378	369
	F	1,64	1,70	1,76	1,82	1,88	1,93	1,99	2,05	2,10	2,16	2,22	2,27	2,33	2,38	2,44
CANTÓN 16 APOYOS 19-22 LV1 175 m DV1 6,0 m LV2 173 m DV2 -0,5 m LV3 172 m DV3 -0,4 m a_r 173,3 m	T	526	514	502	491	480	470	461	451	443	434	426	419	411	405	398
	F1	2,88	2,95	3,02	3,09	3,15	3,22	3,29	3,36	3,42	3,49	3,55	3,62	3,68	3,74	3,81
	F2	2,81	2,88	2,95	3,01	3,08	3,15	3,21	3,28	3,34	3,41	3,47	3,53	3,59	3,66	3,72
	F3	2,78	2,85	2,91	2,98	3,04	3,11	3,17	3,24	3,30	3,37	3,43	3,49	3,55	3,61	3,68
CANTÓN 17 APOYOS 22-24 LV1 204 m DV1 -0,1 m LV2 210 m DV2 1,5 m a_r 207,0 m	T	502	494	486	478	470	463	456	449	443	437	431	425	419	414	409
	F1	4,10	4,17	4,24	4,31	4,38	4,44	4,51	4,58	4,65	4,71	4,78	4,84	4,91	4,97	5,04
	F2	4,34	4,42	4,49	4,57	4,64	4,71	4,78	4,85	4,92	5,00	5,06	5,13	5,20	5,27	5,34

Los valores de tensión obtenidos se encuentran en daN.

La longitud de la flecha se encuentra en metros

TABLA 2 (Cont. III): TABLA DE TENDIDO

LÍNEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

		5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0
CANTÓN 18 APOYOS 24-28 LV1 171 m DV1 1,3 m LV2 175 m DV2 1,9 m LV3 170 m DV3 4,6 m LV4 171m DV4 1,3 m a _r 171,8 m	T	527	514	502	491	480	470	460	451	442	434	426	418	411	404	397
	F1	2,74	2,81	2,88	2,94	3,01	3,08	3,14	3,20	3,27	3,33	3,39	3,46	3,52	3,58	3,64
	F2	2,87	2,94	3,01	3,08	3,15	3,22	3,29	3,36	3,42	3,49	3,56	3,62	3,69	3,75	3,81
	F3	2,71	2,78	2,84	2,91	2,98	3,04	3,10	3,17	3,23	3,29	3,36	3,42	3,48	3,54	3,60
	F4	2,74	2,81	2,88	2,94	3,01	3,08	3,14	3,20	3,27	3,33	3,39	3,46	3,52	3,58	3,64
CANTÓN 19 APOYOS 28-33 LV1 149 m DV1 0,3 m LV2 157 m DV2 1,2 m LV3 150 m DV3 2,1 m LV4 170 m DV4 -0,4 m LV5 168 m DV5 3,7 m a _r 159,5 m	T	531	519	505	492	480	469	458	448	438	429	420	412	404	396	389
	F1	2,06	2,11	2,17	2,23	2,28	2,34	2,39	2,45	2,50	2,56	2,61	2,66	2,72	2,77	2,82
	F2	2,29	2,35	2,41	2,47	2,54	2,60	2,66	2,72	2,78	2,84	2,90	2,96	3,02	3,08	3,13
	F3	2,09	2,14	2,20	2,26	2,31	2,37	2,43	2,48	2,54	2,59	2,65	2,70	2,75	2,81	2,86
	F4	2,69	2,75	2,83	2,90	2,97	3,05	3,12	3,19	3,26	3,33	3,40	3,47	3,54	3,61	3,67
	F5	2,63	2,69	2,76	2,83	2,91	2,98	3,05	3,12	3,19	3,25	3,32	3,39	3,46	3,52	3,59

Los valores de tensión obtenidos se encuentran en daN.

La longitud de la flecha se encuentra en metros

TABLA 3: ORGANIZACIÓN DEL TENDIDO Y PARÁMETRO DE REPLANTEO

LÍNEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

CANTÓN	APOYOS	NUMERO VANOS	LONG.	VANO MEDIO	VANO IDEAL	TENSIÓN		PARÁMETRO REPLANTEO	
						-5°C	50°C	Fle. Máx.	Fle. Mín.
1	1-2	1	81	81	81	734	263	1.853	664
2	2-4	2	380	190	190	560	383	1.414	966
3	4-5	1	159	159	159	598	362	1.509	915
4	5-6	1	49	49	49	793	192	2.001	485
5	6-7	1	95	95	95	706	287	1.782	725
6	7-9	2	198	99	100,8	694	296	1.752	748
7	9-11	2	231	115,5	115,6	665	317	1.679	800
8	11-12	1	126	126	126	647	329	1.632	832
9	12-13	1	136	136	136	630	341	1.590	860
10	13-14	1	119	119	119	659	321	1.663	811
11	14-15	1	103	103	103	690	299	1.741	756
12	15-16	1	179	179	179	577	378	1.456	954
13	16-17	1	165	165	165	591	367	1.492	927
14	17-18	1	104	104	104	688	301	1.736	760
15	18-19	1	135	135	135	632	339	1.594	857
16	19-22	3	520	173,3	173,3	580	374	1.465	944
17	22-24	2	414	207	207,1	540	389	1.363	983
18	24-28	4	687	171,8	171,8	582	373	1.470	941
19	28-33	5	794	158,8	159,5	597	363	1.508	916

Los valores de tensión obtenidos se encuentran en daN.

La longitud de los vanos se encuentra en metros

**TABLA 4: FLECHAS MÁXIMAS
Y DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE CONDUCTORES****LÍNEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT
SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

VANO ENTRE APOYOS	LONGITUD DEL VANO	DESNIVEL	TENSION HIP. FLECHA MÁXIMA	FLECHA MÁXIMA	DISTANCIA MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES	
					L = 0	L = 0,600
1-2	81	0,3	263	1,234	0,909	1,067
2-3	190	2,5	383	4,669	1,592	1,679
3-4	190	-0,2	383	4,669	1,592	1,679
4-5	159	0,7	362	3,452	1,395	1,495
5-6	49	-2,1	192	0,618	0,698	0,904
6-7	95	-0,9	287	1,555	0,998	1,141
7-8	110	-0,2	296	2,022	1,111	1,240
8-9	88	1,4	296	1,294	0,926	1,082
9-10	113	1,0	317	1,995	1,105	1,234
10-11	118	2,6	317	2,176	1,146	1,270
11-12	126	-0,6	329	2,384	1,191	1,310
12-13	136	2,4	341	2,688	1,253	1,366
13-14	119	0,7	321	2,183	1,147	1,271
14-15	103	0,3	299	1,754	1,048	1,184
15-16	179	3,0	378	4,198	1,519	1,611
16-17	165	3,8	367	3,668	1,432	1,530

Los valores de tensión obtenidos se encuentran en daN.

La longitud de los vanos, de flechas y de distancias entre conductores se encuentra expresada en metros

**TABLA 4 (Cont.): FLECHAS MÁXIMAS
Y DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE CONDUCTORES****LÍNEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

VANO ENTRE APOYOS	LONGITUD DEL VANO	DESNIVEL	TENSION HIP. FLECHA MÁXIMA	FLECHA MÁXIMA	DISTANCIA MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES	
					L = 0	L = 0,600
17-18	104	-0,3	301	1,779	1,054	1,190
18-19	135	-0,1	339	2,656	1,246	1,360
19-20	175	6,0	374	4,057	1,491	1,585
20-21	173	-0,5	374	3,962	1,481	1,575
21-22	172	-0,4	374	3,917	1,473	1,568
22-23	204	-0,1	389	5,291	1,682	1,765
23-24	210	1,5	389	5,606	1,726	1,806
24-25	171	1,3	373	3,883	1,468	1,563
25-26	175	1,9	373	4,067	1,498	1,591
26-27	170	4,6	373	3,839	1,461	1,556
27-28	171	1,3	373	3,883	1,468	1,563
28-29	149	0,3	363	3,028	1,318	1,425
29-30	157	1,2	363	3,362	1,379	1,481
30-31	150	2,1	363	3,069	1,326	1,432
31-32	170	-0,4	363	3,941	1,477	1,572
32-33	168	3,7	363	3,850	1,462	1,558

Los valores de tensión obtenidos se encuentran en daN.

La longitud de los vanos, de flechas y de distancias entre conductores se encuentra expresada en metros

TABLA 5: ESFUERZOS VERTICALES MÁXIMOS

LÍNEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

APOYO	FUNCIÓN	GRAVIVANO (TENSIÓN MÁXIMA CON VIENTO)			GRAVIVANO (TENSIÓN MÁXIMA)			ESFUERZOS VERTICALES POR CONDUCTOR	
		Gravivano Izquierdo	Gravivano Derecho	Gravivano	Gravivano Izquierdo	Gravivano Derecho	Gravivano	T.Máx. Viento	Tensión Máxima
1	Fin de línea	-	36,4	36,4	-	36,4	36,4	14,4	14,4
2	Ángulo 5,94	44,6	80,3	124,9	44,6	80,3	124,9	49,5	49,5
3	Alineación	109,7	96,4	206,1	109,7	96,4	206,1	81,8	81,8
4	Ángulo 10,44°	93,6	74,7	168,3	93,6	74,7	168,3	66,8	66,8
5	Ángulo 28,64°	84,3	65,2	148,5	84,3	65,2	148,5	59,3	59,3
6	Ángulo 20,17°	-16,2	57,2	41,1	-16,2	57,2	41,1	16,3	16,3
7	Ángulo 44,97°	37,8	57,1	94,9	37,8	57,1	94,9	37,6	37,6
8	Alineación	52,9	27,7	80,6	52,9	27,7	80,6	32,0	32,0
9	Ángulo 19,88°	60,3	47,1	107,4	60,3	47,1	107,4	42,6	42,6
10	Alineación	65,9	35,9	101,7	65,9	35,9	101,7	40,3	40,3
11	Ángulo 44,15°	82,1	68,5	150,6	82,1	68,5	150,6	59,7	59,7
12	Ángulo 61,82°	57,5	48,8	106,3	57,5	48,8	106,3	42,1	42,1
13	Ángulo 3,43°	87,2	53,5	140,7	87,2	53,5	140,7	55,8	55,8
14	Ángulo 11,06°	65,5	48,8	114,3	65,5	48,8	114,3	45,3	45,3
15	Ángulo 7,45°	54,2	71,2	125,4	54,2	71,2	125,4	49,7	49,7
16	Ángulo 7,22°	107,8	57,5	165,2	107,8	57,5	165,2	65,6	65,6
17	Ang/Ac 52,17°	107,5	54,6	162,1	107,5	54,6	162,1	64,3	64,3

La longitud de los gravivano se encuentra expresada en metros.

TABLA 5 (Cont.): ESFUERZOS VERTICALES MÁXIMOS

LÍNEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

APOYO	FUNCIÓN	GRAVIVANO (TENSIÓN MÁXIMA CON VIENTO)			GRAVIVANO (TENSIÓN MÁXIMA)			ESFUERZOS VERTICALES POR CONDUCTOR	
		Gravivano Izquierdo	Gravivano Derecho	Gravivano	Gravivano Izquierdo	Gravivano Derecho	Gravivano	T.Máx. Viento	Tensión Máxima
18	Ángulo 12,86	49,4	68,3	117,7	49,4	68,3	117,7	14,4	14,4
19	Ángulo 6,14°	66,7	50,0	116,7	66,7	50,0	116,7	49,5	49,5
20	Alineación	125,0	89,4	214,4	125,0	89,4	214,4	81,8	81,8
21	Alineación	83,6	88,6	172,3	83,6	88,6	172,3	66,8	66,8
22	Ángulo 3,43°	83,4	102,4	185,8	83,4	102,4	185,8	59,3	59,3
23	Alineación	101,6	97,3	198,9	101,6	97,3	198,9	16,3	16,3
24	Ángulo 14,34°	112,7	77,1	189,8	112,7	77,1	189,8	37,6	37,6
25	Alineación	93,9	75,7	169,6	93,9	75,7	169,6	32,0	32,0
26	Alineación	99,3	55,5	154,7	99,3	55,5	154,7	42,6	42,6
27	Alineación	114,5	76,9	191,5	114,5	76,9	191,5	40,3	40,3
28	Ángulo 28,78°	94,1	72,4	166,5	94,1	72,4	166,5	59,7	59,7
29	Alineación	76,6	70,0	146,6	76,6	70,0	146,6	42,1	42,1
30	Alineación	87,0	59,5	146,5	87,0	59,5	146,5	55,8	55,8
31	Alineación	90,5	87,3	177,8	90,5	87,3	177,8	45,3	45,3
32	Alineación	82,7	59,9	142,6	82,7	59,9	142,6	49,7	49,7
33	Fin de línea	108,1	-	108,1	108,1	-	108,1	65,6	65,6

La longitud de los gravivanos se encuentra expresada en metros

**TABLA 6: ESFUERZOS HORIZONTALES MÁXIMOS****LÍNEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

APOYO	FUNCIÓN	ESFUERZOS HORIZONTALES POR CONDUCTOR			
		1ª HIPÓTESIS	2ª HIPÓTESIS	3ª HIPÓTESIS	4ª HIPÓTESIS
1	Fin de línea	1.000,0	-	-	1.000,0
2	Ángulo 5,94	198,8	-	150,0	-
3	Alineación	154,3	-	80,0	-
4	Ángulo 10,44°	303,4	-	150,0	-
5	Ángulo 28,64°	493,9	-	150,0	-
6	Ángulo 20,17°	340,4	-	150,0	-
7	Ángulo 44,97°	716,7	-	150,0	-
8	Alineación	80,4	-	80,0	-
9	Ángulo 19,88°	343,5	-	150,0	-
10	Alineación	93,8	-	80,0	-
11	Ángulo 44,15°	736,3	-	150,0	-
12	Ángulo 61,82°	982,9	-	150,0	-
13	Ángulo 3,43°	155,2	-	150,0	-
14	Ángulo 11,06°	253,3	-	150,0	-
15	Ángulo 7,45°	227,4	-	150,0	-
16	Ángulo 7,22°	252,3	-	150,0	-
17	Ang/Ac 52,17°	860,7	-	500,0	1.000,0

Los valores de tensión obtenidos se encuentran en daN.

La longitud de los vanos, de flechas y de distancias entre conductores se encuentra expresada en metros

TABLA 6 (Cont.): ESFUERZOS HORIZONTALES MÁXIMOS

LÍNEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

Tensión horizontal máxima de 1.000 daN

APOYO	FUNCIÓN	ESFUERZOS HORIZONTALES POR CONDUCTOR			
		1ª HIPÓTESIS	2ª HIPÓTESIS	3ª HIPÓTESIS	4ª HIPÓTESIS
18	Ángulo 12,86	288,1	-	150,0	-
19	Ángulo 6,14°	220,3	-	150,0	-
20	Alineación	141,3	-	80,0	-
21	Alineación	140,1	-	80,0	-
22	Ángulo 3,43°	206,4	-	150,0	-
23	Alineación	168,1	-	80,0	-
24	Ángulo 14,34°	377,0	-	150,0	-
25	Alineación	140,5	-	80,0	-
26	Alineación	140,1	-	80,0	-
27	Alineación	138,5	-	80,0	-
28	Ángulo 28,78°	567,3	-	150,0	-
29	Alineación	124,3	-	80,0	-
30	Alineación	124,7	-	80,0	-
31	Alineación	130,0	-	80,0	-
32	Alineación	137,3	-	80,0	-
33	Fin de línea	1.000,0	-	-	1.000,0

Los valores de tensión obtenidos se encuentran en daN.

La longitud de los vanos, de flechas y de distancias entre conductores se encuentra expresada en metros

**TABLA 7.1: ESFUERZOS HORIZONTALES, APOYOS
PROYECTADOS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD****(1ª HIPÓTESIS)****LÍNEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT
SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

1ª HIPÓTESIS: VIENTO							
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	ESFUERZO SOLICITANTE UNITARIO	FACTOR DE CORRECCION	ESFUERZO SOLICITANTE TOTAL	ESFUERZO RESISTENTE	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
1	Fin de línea	Apoyo Existente	910,0	0,840	4.586,4	7.000,0	2,29
2	Ángulo (5,96)	C 2000-20 DC (1,80) CA	198,8	0,885	1.055,6	2.000,0	2,84
3	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	154,3	0,899	832,3	2.000,0	2,88
4	Ángulo (10,44)	C 3000-18 DC (1,80) CA	303,4	0,883	1.607,4	3.000,0	2,24
5	Angulo (28,61)	C 3000-18 DC (1,80) CA	493,9	0,883	2.616,7	3.000,0	1,72
6	Angulo (20,17)	Apoyo Existente	340,4	0,898	1.834,1	3.000,0	2,45
7	Angulo (44,97)	C 7000-16 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-1)	716,7	0,955	4.856,7	7.000,0	2,16
8	Alineación	Apoyo Existente	80,4	0,900	434,2	1.000,0	3,45
9	Ángulo (17,88)	Apoyo Existente	343,2	0,898	1.849,2	2.000,0	1,62
10	Alineación	Apoyo Existente	93,8	0,898	505,4	2.000,0	5,94
11	Ángulo (44,15)	C 7000-18 DC (1,80) CA +SUPL. 1,20 (D-2) Y (D-3)	736,3	0,956	4.973,4	7.000,0	2,11
12	Ángulo (61,82)	Apoyo Existente	982,9	0,894	5.272,3	7.000,0	1,99
13	Angulo (3,43)	Apoyo Existente	155,2	0,912	849,3	2.000,0	3,53
14	Angulo (11,06)	Apoyo Existente	253,3	0,912	1.386,1	2.000,0	2,16
15	Angulo (7,45)	Apoyo Existente	227,4	0,868	1.184,3	2.000,0	2,53
16	Angulo (7,22)	Apoyo Existente	252,3	0,866	1.311,0	3.000,0	3,43
17	Ang/Ancla (52,57)	C 9000-20 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-4)	866,0	0,965	5.764,1	9.000,0	1,87

Los valores obtenidos se encuentran en daN.

Coeficiente de seguridad aplicado de 1,5.

Los esfuerzos resultantes debido a las derivaciones, se encuentran incluidos en los cálculos de los apoyos correspondientes.

Las derivaciones 1, 2 y 4 se encuentran en el vértice del ángulo formado por la línea principal, y por tanto, se encuentran favoreciendo la resistencia del apoyo.

**TABLA 7.1 (cont.): ESFUERZOS HORIZONTALES, APOYOS
PROYECTADOS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD****(1ª HIPÓTESIS)****LÍNEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT
SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

1ª HIPÓTESIS: VIENTO							
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	ESFUERZO SOLICITANTE UNITARIO	FACTOR DE CORRECCION	ESFUERZO SOLICITANTE TOTAL	ESFUERZO RESISTENTE	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
18	Angulo (12,86)	C 2000-16 DC (1,80) CA	288,1	0,868	1.500,4	2.000,0	1,60
19	Angulo (6,14)	C 2000-16 DC (1,80) CA	220,3	0,868	1.147,3	2.000,0	2,61
20	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CS	141,3	0,899	762,2	1.000,0	1,97
21	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	140,1	0,887	745,6	1.000,0	2,01
22	Angulo (3,43)	C 2000-18 DC (1,80) CA	206,4	0,885	1.096,0	2.000,0	2,74
23	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	168,1	0,897	904,7	2.000,0	3,32
24	Angulo (14,34)	C 3000-20 DC (1,80) CA	377,0	0,896	2.026,8	3.000,0	2,22
25	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	140,5	0,899	757,9	1.000,0	1,98
26	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	140,1	0,899	755,7	1.000,0	1,98
27	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	138,5	0,899	747,1	1.000,0	2,01
28	Angulo (28,74)	C 4500-18 DC (1,80) CA	567,5	0,881	2.999,8	4.500,0	2,25
29	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	124,3	0,887	661,5	1.000,0	2,27
30	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	124,7	0,899	672,6	1.000,0	2,23
31	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	130,0	0,899	701,2	1.000,0	2,14
32	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	137,3	0,899	740,6	1.000,0	2,03
33	Fin de línea	C 7000-18 DC (1,80) CA PASO A SUBTERRÁNEO	1000,0	0,881	5.286,0	7.000,0	1,99

Los valores obtenidos se encuentran en daN.
Coeficiente de seguridad aplicado de 1,5.

**TABLA 7.2: ESFUERZOS HORIZONTALES, APOYOS
PROYECTADOS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD****(3ª HIPÓTESIS)****LINEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT
SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

3ª HIPÓTESIS: DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES							
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	ESFUERZO SOLICITANTE UNITARIO	FACTOR DE CORRECCION	ESFUERZO SOLICITANTE TOTAL	ESFUERZO RESISTENTE	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
1	Fin de línea	Apoyo Existente	-	-	-	-	-
2	Ángulo (5,96)	C 2000-20 DC (1,80) CA	150,0	0,885	796,5	2.000,0	3,77
3	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	80,0	0,899	431,5	2.000,0	5,56
4	Ángulo (10,44)	C 3000-18 DC (1,80) CA	150,0	0,883	794,7	3.000,0	4,53
5	Angulo (28,61)	C 3000-18 DC (1,80) CA	199,1	0,883	1.054,8	3.000,0	4,27
6	Angulo (20,17)	Apoyo Existente	150,0	0,898	808,2	3.000,0	5,57
7	Angulo (44,97)	C 7000-16 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-1)	150,0	0,955	859,5	7.000,0	12,22
8	Alineación	Apoyo Existente	80,0	0,900	432,0	1.000,0	3,47
9	Ángulo (17,88)	Apoyo Existente	150,0	0,898	808,2	2.000,0	3,71
10	Alineación	Apoyo Existente	80,0	0,898	431,0	2.000,0	6,96
11	Ángulo (44,15)	C 7000-18 DC (1,80) CA +SUPL. 1,20 (D-2) Y (D-3)	150,0	0,956	860,4	7.000,0	12,20
12	Ángulo (61,82)	Apoyo Existente	150,0	0,894	804,6	7.000,0	13,05
13	Angulo (3,43)	Apoyo Existente	150,0	0,912	820,8	2.000,0	3,65
14	Angulo (11,06)	Apoyo Existente	150,0	0,912	820,8	2.000,0	3,65
15	Angulo (7,45)	Apoyo Existente	150,0	0,868	781,2	2.000,0	3,84
16	Angulo (7,22)	Apoyo Existente	150,0	0,866	779,4	3.000,0	5,77
17	Ang/Ancla (52,57)	C 9000-20 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-4)	500,0	0,965	5.367,0	9.000,0	2,01

Los valores obtenidos se encuentran en daN.

Coeficiente de seguridad aplicado de 1,5.

Los esfuerzos resultantes debido a las derivaciones, se encuentran incluidos en los cálculos de los apoyos correspondientes.

Las derivaciones 1, 2 y 4 se encuentran en el vértice del ángulo formado por la línea principal, y por tanto, se encuentran favoreciendo la resistencia del apoyo.

**TABLA 7.2 (cont.): ESFUERZOS HORIZONTALES, APOYOS
PROYECTADOS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD****(3ª HIPÓTESIS)****LINEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT
SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

3ª HIPÓTESIS: DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES							
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	ESFUERZO SOLICITANTE UNITARIO	FACTOR DE CORRECCION	ESFUERZO SOLICITANTE TOTAL	ESFUERZO RESISTENTE	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
18	Angulo (12,86)	C 2000-16 DC (1,80) CA	150,0	0,868	781,2	2.000,0	3,07
19	Angulo (6,14)	C 2000-16 DC (1,80) CA	150,0	0,868	781,2	2.000,0	3,84
20	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CS	80,0	0,899	431,5	1.000,0	3,48
21	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	80,0	0,887	425,8	1.000,0	3,52
22	Angulo (3,43)	C 2000-18 DC (1,80) CA	150,0	0,885	796,5	2.000,0	3,77
23	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	80,0	0,897	430,6	2.000,0	6,97
24	Angulo (14,34)	C 3000-20 DC (1,80) CA	150,0	0,896	806,4	3.000,0	5,58
25	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	80,0	0,899	431,5	1.000,0	3,48
26	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	80,0	0,899	431,5	1.000,0	3,48
27	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	80,0	0,899	431,5	1.000,0	3,48
28	Angulo (28,74)	C 4500-18 DC (1,80) CA	150,0	0,881	792,9	4.500,0	8,51
29	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	80,0	0,887	425,8	1.000,0	3,52
30	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	80,0	0,899	431,5	1.000,0	3,48
31	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	80,0	0,899	431,5	1.000,0	3,48
32	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	80,0	0,899	431,5	1.000,0	3,48
33	Fin de línea	C 7000-18 DC (1,80) CA PASO A SUBTERRÁNEO	-	-	-	-	-

Los valores obtenidos se encuentran en daN.
Coeficiente de seguridad aplicado de 1,5.

TABLA 7.3: ESFUERZOS HORIZONTALES, APOYOS PROYECTADOS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

(4ª HIPÓTESIS)

LINEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

4ª HIPÓTESIS: ROTURA DE UN CONDUCTOR					
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	TIRO MÁXIMO	ESFUERZO RESISTENTE	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
1	Fin de línea	Apoyo Existente	2.000,0	3.750,0	2,25
2	Ángulo (5,96)	C 2000-20 DC (1,80) CA	-	-	-
3	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	-	-	-
4	Ángulo (10,44)	C 3000-18 DC (1,80) CA	-	-	-
5	Angulo (28,61)	C 3000-18 DC (1,80) CA	-	-	-
6	Angulo (20,17)	Apoyo Existente	-	-	-
7	Angulo (44,97)	C 7000-16 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-1)	-	-	-
8	Alineación	Apoyo Existente	-	-	-
9	Ángulo (17,88)	Apoyo Existente	-	-	-
10	Alineación	Apoyo Existente	-	-	-
11	Ángulo (44,15)	C 7000-18 DC (1,80) CA +SUPL. 1,20 (D-2) Y (D-3)	-	-	-
12	Ángulo (61,82)	Apoyo Existente	-	-	-
13	Angulo (3,43)	Apoyo Existente	-	-	-
14	Angulo (11,06)	Apoyo Existente	-	-	-
15	Angulo (7,45)	Apoyo Existente	-	-	-
16	Angulo (7,22)	Apoyo Existente	-	-	-
17	Ang/Ancla (52,57)	C 9000-20 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-4)	2.000,0	3.750,0	2,25

Los valores obtenidos se encuentran en daN m.

Coefficiente de seguridad aplicado de 1,2.

Los esfuerzos resultantes debido a las derivaciones, se encuentran incluidos en los cálculos de los apoyos correspondientes.

Las derivaciones 1, 2 y 4 se encuentran en el vértice del ángulo formado por la línea principal, y por tanto, se encuentran favoreciendo la resistencia del apoyo.

**TABLA 7.3 (cont.): ESFUERZOS HORIZONTALES, APOYOS
PROYECTADOS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD****(4ª HIPÓTESIS)****LÍNEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT
SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

4ª HIPÓTESIS: ROTURA DE UN CONDUCTOR					
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	TIRO MÁXIMO	ESFUERZO RESISTENTE	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
18	Angulo (12,86)	C 2000-16 DC (1,80) CA	-	-	-
19	Angulo (6,14)	C 2000-16 DC (1,80) CA	-	-	-
20	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CS	-	-	-
21	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	-	-	-
22	Angulo (3,43)	C 2000-18 DC (1,80) CA	-	-	-
23	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	-	-	-
24	Angulo (14,34)	C 3000-20 DC (1,80) CA	-	-	-
25	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	-	-	-
26	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	-	-	-
27	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	-	-	-
28	Angulo (28,74)	C 4500-18 DC (1,80) CA	-	-	-
29	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	-	-	-
30	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	-	-	-
31	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	-	-	-
32	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	-	-	-
33	Fin de línea	C 7000-18 DC (1,80) CA PASO A SUBTERRÁNEO	2.000,0	3.750,0	2,25

Los valores obtenidos se encuentran en daN m.
Coeficiente de seguridad aplicado de 1,2.

**TABLA 8: ESFUERZOS VERTICALES**
EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS PROYECTADOS**LINEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

HIPÓTESIS DE VIENTO							
ESFUERZOS VERTICALES EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS							
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	CARGA VERTICAL POR CONDUCTOR	CARGA VERTICAL POR AISLAMIENTO	CARGA VERTICAL EN PUNTAS DE CRUCETA	ESFUERZO RESISTENTE	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
1	Fin de línea	Apoyo Existente	14,4	38,0	52,4	250,0	7,16
2	Ángulo (5,96)	C 2000-20 DC (1,80) CA	49,5	38,0	87,5	250,0	4,29
3	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	81,8	18,0	99,8	250,0	3,01
4	Ángulo (10,44)	C 3000-18 DC (1,80) CA	66,8	38,0	104,8	250,0	2,86
5	Angulo (28,61)	C 3000-18 DC (1,80) CA	59,3	38,0	97,3	250,0	3,85
6	Angulo (20,17)	Apoyo Existente	16,3	38,0	54,3	250,0	6,91
7	Angulo (44,97)	C 7000-16 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-1)	37,6	38,0	75,6	250,0	4,96
8	Alineación	Apoyo Existente	32,0	16,0	48,0	250,0	7,81
9	Ángulo (17,88)	Apoyo Existente	42,6	38,0	80,6	250,0	4,65
10	Alineación	Apoyo Existente	40,3	16,0	56,3	250,0	6,66
11	Ángulo (44,15)	C 7000-18 DC (1,80) CA +SUPL. 1,20 (D-2) Y (D-3)	59,7	38,0	97,7	250,0	3,84
12	Ángulo (61,82)	Apoyo Existente	42,1	38,0	80,1	250,0	4,68
13	Angulo (3,43)	Apoyo Existente	55,8	38,0	93,8	250,0	4,00
14	Angulo (11,06)	Apoyo Existente	45,3	38,0	83,3	250,0	4,50
15	Angulo (7,45)	Apoyo Existente	49,7	38,0	87,7	250,0	4,28
16	Angulo (7,22)	Apoyo Existente	65,6	38,0	103,6	250,0	3,62
17	Ang/Ancla (52,57)	C 9000-20 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-4)	64,3	38,0	102,3	250,0	2,93

Los valores obtenidos se encuentran en daN.

Los esfuerzos resultantes debido a las derivaciones, se encuentran incluidos en los cálculos de los apoyos correspondientes.

Las derivaciones 1, 2 y 4 se encuentran en el vértice del ángulo formado por la línea principal, y por tanto, se encuentran favoreciendo la resistencia del apoyo.

**TABLA 8 (cont.): ESFUERZOS VERTICALES
EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS PROYECTADOS****LINEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT
SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

HIPÓTESIS DE VIENTO ESFUERZOS VERTICALES EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS							
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	CARGA VERTICAL POR CONDUCTOR	CARGA VERTICAL POR AISLAMIENTO	CARGA VERTICAL EN PUNTAS DE CRUCETA	ESFUERZO RESISTENTE	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
18	Angulo (12,86)	C 2000-16 DC (1,80) CA	46,7	38,0	84,7	250,0	3,54
19	Angulo (6,14)	C 2000-16 DC (1,80) CA	46,3	38,0	84,3	250,0	4,45
20	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CS	85,1	16,0	101,1	250,0	3,71
21	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	68,3	16,0	84,3	250,0	4,45
22	Angulo (3,43)	C 2000-18 DC (1,80) CA	73,7	38,0	111,7	250,0	3,36
23	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	78,9	38,0	116,9	250,0	3,21
24	Angulo (14,34)	C 3000-20 DC (1,80) CA	75,3	38,0	113,3	250,0	3,31
25	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	67,3	18,0	85,3	250,0	4,40
26	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	61,4	18,0	79,4	250,0	4,72
27	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	76,0	18,0	94,0	250,0	3,99
28	Angulo (28,74)	C 4500-18 DC (1,80) CA	66,1	38,0	104,1	250,0	3,60
29	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	58,1	16,0	74,1	250,0	5,06
30	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	58,1	18,0	76,1	250,0	4,93
31	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	70,6	18,0	88,6	250,0	4,23
32	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	56,5	18,0	74,5	250,0	5,03
33	Fin de línea	C 7000-18 DC (1,80) CA PASO A SUBTERRÁNEO	42,9	38,0	80,9	250,0	4,64

Los valores obtenidos se encuentran en daN.

**TABLA 9: ESFUERZOS HORIZONTALES
Y VERTICALES COMBINADOS****LINEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT
SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

HIPÓTESIS DE VIENTO ESFUERZOS HORIZONTALES Y VERTICALES COMBINADOS					
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	ECUACIÓN SOLICITANTE (5H _S + V _S)	ECUACIÓN RESISTENTE (5H _R + V _R)	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
1	Fin de línea	Apoyo Existente	23.246,4	36.200	2,34
2	Ángulo (5,96)	C 2000-20 DC (1,80) CA	5.803,1	10.600	2,74
3	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	4.760,3	10.600	2,67
4	Ángulo (10,44)	C 3000-18 DC (1,80) CA	8.665,9	15.600	2,16
5	Angulo (28,61)	C 3000-18 DC (1,80) CA	13.667,2	15.800	1,73
6	Angulo (20,17)	Apoyo Existente	9.496,2	15.800	2,50
7	Angulo (44,97)	C 7000-16 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-1)	24.737,1	36.200	2,20
8	Alineación	Apoyo Existente	2.458,8	5.600	3,42
9	Ángulo (17,88)	Apoyo Existente	9.729,4	10.600	1,63
10	Alineación	Apoyo Existente	2.864,8	10.600	5,55
11	Ángulo (44,15)	C 7000-18 DC (1,80) CA +SUPL. 1,20 (D-2) Y (D-3)	25.453,3	36.200	2,13
12	Ángulo (61,82)	Apoyo Existente	26.842,0	36.200	2,02
13	Angulo (3,43)	Apoyo Existente	4.809,1	10.600	3,31
14	Angulo (11,06)	Apoyo Existente	7.430,1	10.600	2,14
15	Angulo (7,45)	Apoyo Existente	6.447,7	10.600	2,47
16	Angulo (7,22)	Apoyo Existente	7.176,4	15.800	3,30
17	Ang/Ancla (52,57)	C 9000-20 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-4)	29.434,5	46.200	2,35

Los valores obtenidos se encuentran en daN.

Los esfuerzos resultantes debido a las derivaciones, se encuentran incluidos en los cálculos de los apoyos correspondientes.

Las derivaciones 1, 2 y 4 se encuentran en el vértice del ángulo formado por la línea principal, y por tanto, se encuentran favoreciendo la resistencia del apoyo.

**TABLA 9: ESFUERZOS HORIZONTALES
Y VERTICALES COMBINADOS****LINEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT
SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

HIPÓTESIS DE VIENTO ESFUERZOS HORIZONTALES Y VERTICALES COMBINADOS					
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	ECUACIÓN SOLICITANTE (5H _s + V _s)	ECUACIÓN RESISTENTE (5H _R + V _R)	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
18	Angulo (12,86)	C 2000-16 DC (1,80) CA	8.010,3	10.600	1,59
19	Angulo (6,14)	C 2000-16 DC (1,80) CA	6.242,4	10.600	2,55
20	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CS	4.417,5	5.600	1,90
21	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	4.233,9	5.600	1,98
22	Angulo (3,43)	C 2000-18 DC (1,80) CA	6.150,1	10.600	2,59
23	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	5.105,0	10.600	3,11
24	Angulo (14,34)	C 3000-20 DC (1,80) CA	10.813,6	15.800	2,19
25	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	4.301,1	5.600	1,95
26	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	4.254,9	5.600	1,97
27	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	4.299,3	5.600	1,95
28	Angulo (28,74)	C 4500-18 DC (1,80) CA	15.623,6	23.300	2,24
29	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	3.752,2	5.600	2,24
30	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	3.819,8	5.600	2,20
31	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	4.037,7	5.600	2,08
32	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	4.150,0	5.600	2,02
33	Fin de línea	C 7000-18 DC (1,80) CA PASO A SUBTERRÁNEO	26.915,4	36.200	2,02

Los valores obtenidos se encuentran en daN.

TABLA 10: INCLINACIÓN DE LAS CADENAS DE SUSPENSIÓN EN LA HIPÓTESIS DE VIENTO

LINEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

HIPÓTESIS DE VIENTO						
INCLINACION DE LAS CADENAS EN APOYOS DE ALINEACION						
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	CARGA VERTICAL POR FASE	CARGA VERTICAL MAS PESO DEL AISLAMIENTO	ESFUERZO HORIZONTAL TOTAL POR FASE	ANGULO DE INCLINACIÓN DE LAS CADENAS
1	Fin de línea	Apoyo Existente	-	-	-	-
2	Ángulo (5,96)	C 2000-20 DC (1,80) CA	-	-	-	-
3	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	81,80	99,80	154,30	37,71
4	Ángulo (10,44)	C 3000-18 DC (1,80) CA	-	-	-	-
5	Angulo (28,61)	C 3000-18 DC (1,80) CA	-	-	-	-
6	Angulo (20,17)	Apoyo Existente	-	-	-	-
7	Angulo (44,97)	C 7000-16 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-1)	-	-	-	-
8	Alineación	Apoyo Existente	32,00	48,00	80,40	39,95
9	Ángulo (17,88)	Apoyo Existente	-	-	-	-
10	Alineación	Apoyo Existente	40,30	56,30	93,80	39,80
11	Ángulo (44,15)	C 7000-18 DC (1,80) CA +SUPL. 1,20 (D-2) Y (D-3)	-	-	-	-
12	Ángulo (61,82)	Apoyo Existente	-	-	-	-
13	Angulo (3,43)	Apoyo Existente	-	-	-	-
14	Angulo (11,06)	Apoyo Existente	-	-	-	-
15	Angulo (7,45)	Apoyo Existente	-	-	-	-
16	Angulo (7,22)	Apoyo Existente	-	-	-	-
17	Ang/Ancla (52,57)	C 9000-20 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-4)	-	-	-	-

Los valores obtenidos se encuentran en daN.

El ángulo de separación de las cadenas de aisladores de suspensión nunca excederá de 65°.

**TABLA 10: INCLINACIÓN DE LAS CADENAS DE
SUSPENSIÓN EN LA HIPÓTESIS DE VIENTO****LINEA:** LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT
SELLA (DENIA)**ZONA:** A**CONDUCTOR** 100A1-S1A**NUMERO DE CONDUCTORES** 6

HIPÓTESIS DE VIENTO INCLINACION DE LAS CADENAS EN APOYOS DE ALINEACION						
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	CARGA VERTICAL POR FASE	CARGA VERTICAL MAS PESO DEL AISLAMIENTO	ESFUERZO HORIZONTAL TOTAL POR FASE	ANGULO DE INCLINACIÓN DE LAS CADENAS
18	Angulo (12,86)	C 2000-16 DC (1,80) CA	-	-	-	-
19	Angulo (6,14)	C 2000-16 DC (1,80) CA	-	-	-	-
20	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CS	85,10	101,10	141,30	34,95
21	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	68,30	84,30	140,10	39,73
22	Angulo (3,43)	C 2000-18 DC (1,80) CA	-	-	-	-
23	Alineación	C 2000-20 DC (1,80) CSR	-	-	-	-
24	Angulo (14,34)	C 3000-20 DC (1,80) CA	-	-	-	-
25	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	67,30	85,30	140,50	39,47
26	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	61,40	79,40	140,10	41,42
27	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	76,00	94,00	138,50	36,38
28	Angulo (28,74)	C 4500-18 DC (1,80) CA	-	-	-	-
29	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	58,10	74,10	124,30	39,99
30	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	58,10	76,10	124,70	39,33
31	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	70,60	88,60	130,00	36,27
32	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CSR	56,50	74,50	137,30	42,66
33	Fin de línea	C 7000-18 DC (1,80) CA PASO A SUBTERRÁNEO	-	-	-	-

Los valores obtenidos se encuentran en daN.

El ángulo de separación de las cadenas de aisladores de suspensión nunca excederá de 65°.

TABLA 11: ESFUERZOS HORIZONTALES APOYOS PROYECTADOS

LINEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

HIPÓTESIS DE VIENTO ESFUERZOS VERTICALES EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS			ESFUERZOS HORIZONTALES			ESFUERZOS VERTICALES EN ARMADOS DE APOYOS	ESFUERZOS COMBINADOS EN LOS APOYOS
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	1ª HIPOTESIS VIENTO	3ª HIPOTESIS DESEQUIL. DE TRACCIONES	4ª HIPOTESIS ROTURA DE UN CONDUCTOR	ESFUERZO RESISTENTE	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
1	Fin de línea	Apoyo Existente	2,29	-	2,25	7,16	2,34
2	<i>Ángulo (5,96)</i>	C 2000-20 DC (1,80) CA	<u>2,84</u>	<u>3,77</u>		<u>4,29</u>	<u>2,74</u>
3	<i>Alineación</i>	C 2000-20 DC (1,80) CSR	<u>2,88</u>	<u>5,56</u>	-	<u>3,01</u>	<u>2,67</u>
4	<i>Ángulo (10,44)</i>	C 3000-18 DC (1,80) CA	<u>2,24</u>	<u>4,53</u>	-	<u>2,86</u>	<u>2,16</u>
5	Angulo (28,61)	C 3000-18 DC (1,80) CA	1,72	4,27	-	3,85	1,73
6	<i>Angulo (20,17)</i>	Apoyo Existente	<u>2,45</u>	<u>5,57</u>	-	<u>6,91</u>	<u>2,50</u>
7	<i>Angulo (44,97)</i>	C 7000-16 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-1)	<u>2,16</u>	<u>12,22</u>	-	<u>4,96</u>	<u>2,20</u>
8	Alineación	Apoyo Existente	3,45	3,47	-	7,81	3,42
9	Ángulo (17,88)	Apoyo Existente	1,62	3,71	-	4,65	1,63
10	Alineación	Apoyo Existente	5,94	6,96	-	6,66	5,55
11	Ángulo (44,15)	C 7000-18 DC (1,80) CA +SUPL. 1,20 (D-2) Y (D-3)	2,11	12,20	-	3,84	2,13
12	Ángulo (61,82)	Apoyo Existente	1,99	13,05	-	4,68	2,02
13	Angulo (3,43)	Apoyo Existente	3,53	3,65	-	4,00	3,31
14	Angulo (11,06)	Apoyo Existente	2,16	3,65	-	4,50	2,14
15	<i>Angulo (7,45)</i>	Apoyo Existente	<u>2,53</u>	<u>3,84</u>	-	<u>4,28</u>	<u>2,47</u>
16	<i>Angulo (7,22)</i>	Apoyo Existente	<u>3,43</u>	<u>5,77</u>	-	<u>3,62</u>	<u>3,30</u>
17	<i>Ang/Ancla (52,57)</i>	C 9000-20 DC (1,80) CA + SUPL. 1,20 (D-4)	<u>1,87</u>	<u>2,01</u>	<u>2,25</u>	<u>2,93</u>	<u>2,35</u>

Los apoyos en cursiva se encuentran con *seguridad reforzada* debido a la proximidad de cruzamientos.

TABLA 11: ESFUERZOS HORIZONTALES APOYOS PROYECTADOS

LINEA: LÍNEA EN 20 KV DESDE ST DE JÁVEA (JAVEA) A CT RESORT SELLA (DENIA)

ZONA: A

CONDUCTOR 100A1-S1A

NUMERO DE CONDUCTORES 6

HIPÓTESIS DE VIENTO ESFUERZOS VERTICALES EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS			ESFUERZOS HORIZONTALES			ESFUERZOS VERTICALES EN ARMADOS DE APOYOS	ESFUERZOS COMBINADOS EN LOS APOYOS
Nº	FUNCIÓN	TIPO DE APOYO	1ª HIPOTESIS VIENTO	3ª HIPOTESIS DESEQUIL.DE TRACCIONES	4ª HIPOTESIS ROTURA DE UN CONDUCTOR	ESFUERZO RESISTENTE	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
<u>18</u>	<i>Angulo (12,86)</i>	<i>C 2000-16 DC (1,80) CA</i>	<u>1,60</u>	<u>3,07</u>	-	<u>3,54</u>	<u>1,59</u>
<u>19</u>	<i>Angulo (6,14)</i>	<i>C 2000-16 DC (1,80) CA</i>	<u>2,61</u>	<u>3,84</u>	-	<u>4,45</u>	<u>2,55</u>
20	Alineación	C 1000-20 DC (1,80) CS	1,97	3,48	-	3,71	1,90
21	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	2,01	3,52	-	4,45	1,98
<u>22</u>	<i>Angulo (3,43)</i>	<i>C 2000-18 DC (1,80) CA</i>	<u>2,74</u>	<u>3,77</u>	-	<u>3,36</u>	<u>2,59</u>
<u>23</u>	<i>Alineación</i>	<i>C 2000-20 DC (1,80) CA</i>	<u>3,32</u>	<u>6,97</u>	-	<u>3,87</u>	<u>3,11</u>
24	Angulo (14,34)	C 3000-20 DC (1,80) CA	2,22	5,58	-	3,31	2,19
<u>25</u>	<i>Alineación</i>	<i>C 1000-20 DC (1,80) CSR</i>	<u>1,98</u>	<u>3,48</u>	-	<u>4,40</u>	<u>1,95</u>
<u>26</u>	<i>Alineación</i>	<i>C 1000-20 DC (1,80) CSR</i>	<u>1,98</u>	<u>3,48</u>	-	<u>4,72</u>	<u>1,97</u>
<u>27</u>	<i>Alineación</i>	<i>C 1000-20 DC (1,80) CSR</i>	<u>2,01</u>	<u>3,48</u>	-	<u>3,99</u>	<u>1,95</u>
<u>28</u>	<i>Angulo (28,74)</i>	<i>C 4500-18 DC (1,80) CA</i>	<u>2,25</u>	<u>8,51</u>	-	<u>3,60</u>	<u>2,24</u>
29	Alineación	C 1000-18 DC (1,80) CS	2,27	3,52	-	5,06	2,24
<u>30</u>	<i>Alineación</i>	<i>C 1000-20 DC (1,80) CSR</i>	<u>2,23</u>	<u>3,48</u>	-	<u>4,93</u>	<u>2,20</u>
<u>31</u>	<i>Alineación</i>	<i>C 1000-20 DC (1,80) CSR</i>	<u>2,14</u>	<u>3,48</u>	-	<u>4,23</u>	<u>2,08</u>
<u>32</u>	<i>Alineación</i>	<i>C 1000-20 DC (1,80) CSR</i>	<u>2,03</u>	<u>3,48</u>	-	<u>5,03</u>	<u>2,02</u>
<u>33</u>	<i>Fin de línea</i>	<i>C 7000-18 DC (1,80) CA PASO A SUBTERRÁNEO</i>	<u>1,99</u>	-	<u>2,25</u>	<u>4,64</u>	<u>2,02</u>

Los apoyos en cursiva se encuentran con *seguridad reforzada* debido a la proximidad de cruzamientos.



PROYECTO DE REFORMA DE LINEA DE MEDIA TENSIÓN
DESDE ST JÁVEA (JÁVEA) A CT RESORT SELLA (DÉNIA)