

Irene Royo Sánchez

**DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE REUS (MAS SUNYER)**

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

dirigido por Lluís Massagués Vidal

Grado de Ingeniería Eléctrica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2023

Índice

1	Memoria	1
1.1	Objeto del proyecto	1
1.2	Alcance	1
1.3	Antecedentes.....	1
1.4	Normas y referencias	1
1.4.1	Disposiciones legales y normas aplicadas	1
1.4.2	Programas de cálculo.....	2
1.4.3	Plan de Gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto.....	3
1.4.4	Otras referencias	3
1.5	Definiciones y abreviaturas	3
1.6	Requisitos de Diseño	3
1.6.1	Requisitos Urbanísticos	3
1.6.2	Requisitos eléctricos generales.....	4
1.6.3	Requisitos para el alumbrado público exterior.....	4
1.6.4	Ley Catalana para la Protección del Medio Nocturno.....	6
1.7	Análisis de Soluciones.....	7
1.7.1	Red subterránea de enlace de suministro.....	7
1.7.1.1	Líneas y municipios afectados.....	7
1.7.1.2	Características.....	8
1.7.1.3	Criterios generales	8
1.7.1.4	Conductores	9
1.7.2	Red de Distribución de Media Tensión	9
1.7.2.1	Tipo de trazado	9
1.7.2.2	Esquemas de Distribución	9
1.7.2.2.1	Sistema en anillo.....	9
1.7.2.2.2	Sistema radial	9
1.7.2.3	Conductores	10
1.7.2.3.1	Conductores Unipolares	10
1.7.2.3.2	Conductores multipolares.....	10
1.7.2.4	Aislamiento.....	10
1.7.3	Centro de Transformación	11
1.7.3.1	Clasificación según su emplazamiento.....	11
1.7.3.1.1	Centro de Transformación compacto de superficie.....	11
1.7.3.1.2	Centro de Transformación de Transformación de maniobra.....	11
1.7.3.1.3	Centros de Transformación prefabricado	11
1.7.3.2	Transformadores	11
1.7.4	Red de Distribución de Baja Tensión	11
1.7.4.1	Distribución en redes de Baja de Tensión	11
1.7.4.1.1	Distribución abierta	11
1.7.4.1.2	Distribución cerrada	12
1.7.4.2	Tipo de tendido.....	12
1.7.4.3	Esquema de distribución.....	12
1.7.4.3.1	Esquema TT.....	12
1.7.5	Alumbrado exterior.....	12
1.7.5.1	Disposición de las luminarias	12
1.8	Resultados finales	13
1.8.1	Red de Enlace de Suministro.....	13

1.8.1.1	Generalidades	13
1.8.1.2	Canalizaciones	13
1.8.1.2.1	Tendido de los conductores	13
1.8.1.2.2	Cruzamiento con otros servicios.....	14
1.8.1.2.3	Accesorios	15
1.8.1.2.4	Resumen	16
1.8.1.2.5	Organismos y servicios afectados.....	17
1.8.2	Red de Distribución de Media Tensión	17
1.8.2.1	Generalidades	17
1.8.2.2	Trazado de la Red de Media Tensión	17
1.8.2.3	Canalización	18
1.8.3	Centros de Transformación	19
1.8.3.1	Generalidades	19
1.8.3.2	Ubicación de los Centros de Transformación.....	19
1.8.3.3	Casetas prefabricadas (ORMAZABAL)	19
1.8.3.3.1	Generalidades	19
1.8.3.3.2	Ventilación	19
1.8.3.3.3	Accesos	20
1.8.3.3.4	Cimentación.....	20
1.8.3.3.5	Dimensiones de la estructura	20
1.8.3.3.6	Solera, pavimento y cierres exteriores.....	20
1.8.3.3.7	Ventilación	21
1.8.3.3.8	Condiciones de servicio.....	21
1.8.3.4	Celdas de Media Tensión SF ₆	21
1.8.3.4.1	Descripción de las celdas SF ₆	21
1.8.3.4.1.1	Base y frente	21
1.8.3.4.1.2	Cuba	21
1.8.3.4.1.3	Interruptor / Seccionador / Seccionador de puesta a tierra	22
1.8.3.4.1.4	Interruptor automático	22
1.8.3.4.1.5	Mando	22
1.8.3.4.1.6	Fusibles de Media Tensión (CMP-F).....	22
1.8.3.4.1.7	Conexión entre celdas	22
1.8.3.4.1.8	Conexión entre cables	23
1.8.3.4.1.9	Enclavamientos	23
1.8.3.4.2	Características constructivas.....	23
1.8.3.4.3	Dimensionado del embarrado.....	23
1.8.3.4.4	Comprobación por densidad de corriente.....	24
1.8.3.4.5	Comprobación por sollicitación dinámica	24
1.8.3.4.6	Comprobación por sollicitación térmica.....	24
1.8.3.4.7	Características técnicas de las celdas modulares de SF ₆	24
1.8.3.4.7.1	Celda de Línea	24
1.8.3.4.7.2	Celdas de Protección.....	25
1.8.3.4.8	Fusibles.....	25
1.8.3.5	Transformadores de potencia	25
1.8.3.5.1	Características nominales	25
1.8.3.5.2	Puentes de Media Tensión y Baja Tensión.....	26
1.8.3.5.3	Cuadro de Baja Tensión	26
1.8.3.5.3.1	Zona de acometida, medida y equipos auxiliares	27
1.8.3.5.3.2	Zona de salidas.....	27
1.8.3.5.3.3	Características constructivas.....	27

1.8.3.5.4	Puesta a tierra.....	27
1.8.3.5.4.1	Construcción del sistema de puesta a tierra	28
1.8.3.5.4.2	Circuito de tierra de protección.....	28
1.8.3.5.4.3	Circuito de tierra de servicio.....	28
1.8.3.5.5	Alumbrado del Centro de Transformación.....	28
1.8.3.5.6	Señalización y material de seguridad	29
1.8.4	Red Subterránea de Baja Tensión.....	29
1.8.4.1	Generalidades	29
1.8.4.2	Características técnicas de las salidas.....	29
1.8.4.3	Componentes de la Red de Baja Tensión	29
1.8.4.3.1	Cuadro de Distribución de Baja Tensión.....	29
1.8.4.3.2	Caja de Seccionamiento y Caja General de Protección.....	29
1.8.4.4	Acometidas individuales	31
1.8.4.5	Instalación de puesta a tierra	31
1.8.4.6	Canalizaciones	31
1.8.4.6.1	Zanjas bajo tubo hormigonado	32
1.8.4.6.2	Tendido de cables	33
1.8.4.6.3	Tapado y compactado.....	33
1.8.4.6.4	Cruces y paralelismos.....	33
1.8.5	Instalación eléctrica y cálculo para el alumbrado exterior	34
1.8.5.1	Objetivos del alumbrado público.....	34
1.8.5.2	Características de las luminarias a utilizar	34
1.8.5.2.1	Descripción.....	34
1.8.5.2.2	Aplicaciones principales.....	34
1.8.5.2.3	Características.....	34
1.8.5.2.4	Accesorios	35
1.8.5.2.5	Columnas.....	35
1.8.5.2.6	Cimentaciones de los puntos de luz.....	35
1.8.5.2.6.1	Ejecución.....	35
1.8.5.2.6.1.1	Pernos	35
1.8.5.2.6.1.2	Tuercas y arandelas.....	35
1.8.5.3	Instalación eléctrica para el alumbrado	36
1.8.5.3.1	Empresa suministradora	36
1.8.5.3.2	Conductores	36
1.8.5.3.2.1	Instalación de cables	36
1.8.5.3.2.2	Instalación en aceras y medianas	36
1.8.5.3.2.3	Instalación subterránea en cruces de calzadas	37
1.8.5.3.3	Redes subterráneas	37
1.8.5.3.4	Arquetas.....	37
1.8.5.3.4.1	Arquetas de derivación a punto de luz.....	38
1.8.5.3.4.2	Arquetas para cruce de calle	38
1.8.5.3.5	Esquema básico de la instalación eléctrica.....	38
1.8.5.4	Líneas eléctricas	38
1.8.5.4.1	Líneas y puestas a tierra.....	38
1.8.5.4.2	Sistemas de protección	39
1.8.5.4.3	Cuadro de mando y control	39
1.8.6	Puesta en funcionamiento.....	40
1.8.6.1	Generalidades	40
1.8.6.2	Conductores	41
1.8.6.3	Aparamenta.....	41

1.8.6.4	Pruebas varias	41
1.8.6.5	Medidas luminotécnicas	41
1.8.6.6	Otras medidas	41
1.9	Planificación	42
1.10	Orden de Prioridad entre los Documentos Básicos	45
2	Anexos.....	46
2.1	Previsión	46
2.1.1	Directrices.....	46
2.1.2	Superficies	46
2.1.3	Superficies y previsión de potencia en isla A.....	46
2.1.4	Superficies y previsión de potencia en isla B.....	46
2.1.5	Superficies y previsión de potencia en isla C.....	47
2.1.6	Superficies y previsión de potencia en isla D.....	47
2.1.7	Superficies y previsión de potencia en isla E.....	47
2.1.8	Superficies y previsión de potencia en isla F.....	48
2.1.9	Superficies y previsión de potencia en isla G.....	49
2.1.10	Superficies y previsión de potencia en isla H.....	49
2.1.11	Superficies y previsión de potencia en isla I.....	50
2.1.12	Superficies y previsión de potencia en isla J.....	50
2.1.13	Superficies y previsión de potencia en isla K.....	51
2.1.14	Superficies y previsión de potencia en isla L.....	51
2.1.15	Superficies y previsión de potencia en isla M.....	52
2.1.16	Superficies y previsión de potencia en isla N.....	52
2.1.17	Cálculo de previsión de potencia del alumbrado público.....	52
2.1.18	Reparto de cargas según Centro de Transformación.....	53
2.2	Red Subterránea de Enlace de Suministro.....	53
2.2.1	Cálculo de la sección del cable.....	53
2.2.2	Intensidad máxima admisible en los conductores	53
2.2.3	Intensidad de cortocircuito	54
2.2.4	Caídas de tensión	55
2.3	Red de Media Tensión Interior.....	55
2.3.1	Calculo de la sección del cable.....	55
2.3.2	Intensidad máxima admisible en los conductores	56
2.3.3	Intensidad de cortocircuito	56
2.3.4	Caídas de tensión	57
2.4	Centros de Transformación	58
2.4.1	Potencia demandada	58
2.4.2	Intensidad en Media Tensión.....	58
2.4.3	Intensidad en Baja Tensión.....	58
2.4.4	Cálculo de las corrientes de cortocircuito.....	59
2.4.4.1	Intensidad de cortocircuito en el primario.....	59
2.4.4.2	Intensidad de cortocircuito en el secundario.....	59
2.4.5	Embarrado	59
2.4.6	Puente de unión	60
2.4.7	Protecciones.....	60
2.4.7.1	Protecciones en Alta Tensión	60
2.4.7.2	Protecciones en Baja Tensión.....	61
2.4.8	Dimensiones del Pozo Apagafuegos	61
2.4.9	Ventilación de los Centros de Transformación	61
2.4.10	Diseño del sistema de puestas a tierra	61

2.4.10.1	Características del suelo	61
2.4.10.2	Corrientes máximas de Puesta a Tierra. Tiempo máximo de eliminación de defectos.	61
2.4.10.3	Tipo de Instalaciones de Tierra	62
2.4.10.4	Cálculo de la resistencia del sistema de Puesta a tierra.....	62
2.4.10.4.1	Sistema de puesta a tierra para PFU-4.....	63
2.4.10.5	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación	63
2.4.10.6	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación	64
2.4.10.7	Cálculo de las tensiones aplicadas.....	64
2.4.10.8	Investigación de las tensiones transferibles al exterior	66
2.5	Red de Baja Tensión.....	66
2.5.1	Distribución de cargas	66
2.5.1.1	Ubicación de los Centros de Transformación.....	66
2.5.1.2	Distribución de potencias	67
2.5.2	Características de la Red de Baja Tensión.....	67
2.5.3	Cálculo de secciones de los conductores.....	67
2.5.4	Tabla de resumen de intensidades	67
2.5.4.1	Centro de Transformación 1	68
2.5.4.2	Centro de Transformación 2	68
2.5.4.3	Centro de Transformación 3	68
2.5.4.4	Centro de Transformación 4.....	68
2.5.4.5	Centro de Transformación 5.....	69
2.5.4.6	Centro de Transformación 6.....	69
2.5.4.7	Centro de Transformación 7.....	70
2.5.4.8	Centro de Transformación 8.....	70
2.5.4.9	Centro de Transformación 9.....	71
2.5.4.10	Centro de Transformación 10.....	71
2.5.4.11	Centro de Transformación 11	72
2.5.4.12	Centro de Transformación 12.....	72
2.5.4.13	Centro de Transformación 13.....	73
2.5.4.14	Centro de Transformación 14.....	73
2.5.4.15	Centro de Transformación 15.....	74
2.5.4.16	Centro de Transformación 16.....	74
2.5.4.17	Centro de Transformación 17.....	75
2.5.4.18	Centro de Transformación 18.....	75
2.5.4.19	Centro de Transformación 19.....	75
2.5.4.20	Centro de Transformación 20.....	76
2.5.4.21	Centro de Transformación 21	76
2.5.4.22	Protecciones de las líneas	76
2.5.5	Caídas de tensión.....	76
2.5.6	Tabla de resumen de caídas de tensión.....	77
2.5.6.1	Centro de Transformación 1	77
2.5.6.2	Centro de Transformación 2.....	77
2.5.6.3	Centro de Transformación 3.....	77
2.5.6.4	Centro de Transformación 4.....	78
2.5.6.5	Centro de Transformación 5.....	78
2.5.6.6	Centro de Transformación 6.....	79
2.5.6.7	Centro de Transformación 7.....	79
2.5.6.8	Centro de Transformación 8.....	80
2.5.6.9	Centro de Transformación 9.....	80

2.5.6.10	Centro de Transformación 10	81
2.5.6.11	Centro de Transformación 11	81
2.5.6.12	Centro de Transformación 12	81
2.5.6.13	Centro de Transformación 13	82
2.5.6.14	Centro de Transformación 14	82
2.5.6.15	Centro de Transformación 15	83
2.5.6.16	Centro de Transformación 16	83
2.5.6.17	Centro de Transformación 17	84
2.5.6.18	Centro de Transformación 18	84
2.5.6.19	Centro de Transformación 19	84
2.5.6.20	Centro de Transformación 20	85
2.5.6.21	Centro de Transformación 21	85
2.5.7	Intensidades de Cortocircuito	85
2.5.7.1	Tipos de cortocircuitos	85
2.5.7.2	Cortocircuito tripolar	86
2.5.7.3	Intensidad permanente de cortocircuito en el origen de la línea	86
2.5.7.4	Intensidad permanente de cortocircuito en el final de la línea	86
2.5.7.5	Condiciones generales de cortocircuito	87
2.5.7.6	Cálculo y justificación de una instalación a cortocircuito	87
2.5.8	Tabla de las intensidades de cortocircuito	92
2.5.8.1	Centro de Transformación 1	92
2.5.8.2	Centro de Transformación 2	92
2.5.8.3	Centro de Transformación 3	92
2.5.8.4	Centro de Transformación 4	92
2.5.8.5	Centro de Transformación 5	93
2.5.8.6	Centro de Transformación 6	93
2.5.8.7	Centro de Transformación 7	94
2.5.8.8	Centro de Transformación 8	94
2.5.8.9	Centro de Transformación 9	95
2.5.8.10	Centro de Transformación 10	95
2.5.8.11	Centro de Transformación 11	96
2.5.8.12	Centro de Transformación 12	96
2.5.8.13	Centro de Transformación 13	97
2.5.8.14	Centro de Transformación 14	97
2.5.8.15	Centro de Transformación 15	98
2.5.8.16	Centro de Transformación 16	98
2.5.8.17	Centro de Transformación 17	99
2.5.8.18	Centro de Transformación 18	99
2.5.8.19	Centro de Transformación 19	99
2.5.8.20	Centro de Transformación 20	100
2.5.8.21	Centro de Transformación 21	100
2.6	Alumbrado Público	100
2.6.1	Factores determinantes de la visibilidad	100
2.6.2	Cálculos eléctricos	103
2.6.2.1	Características de la red	103
2.6.2.2	Generalidades	103
2.6.2.3	Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P. 1	103
2.6.2.4	Tabla resumen Línea 2 cuadro A.P. 1	105
2.6.2.5	Tabla resumen Línea 3 cuadro A.P. 1	106
2.6.2.6	Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P. 2	106

2.6.2.7	Tabla resumen Línea 2 cuadro A.P 2	107
2.6.2.8	Tabla resumen de Línea 3 cuadro de A.P 2.....	108
2.6.2.9	Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 3	109
2.6.2.10	Tabla resumen Línea 2 cuadro A.P 3	109
2.6.2.11	Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 4	110
2.6.2.12	Tabla resumen Línea 2 cuadro A.P 4	111
2.6.2.13	Tabla resumen Línea 3 cuadro A.P 4	112
2.6.2.14	Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 5	112
2.6.2.15	Tabla resumen Línea 2 cuadro A.P 5	113
2.6.2.16	Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 6	115
2.6.2.17	Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 6	115
2.6.2.18	Fichas de instrucciones para el instalador	116
2.6.3	Cálculo luminotécnico	118
2.6.3.1	Iluminación de carreteras.....	118
2.6.3.2	Parámetros básicos	120
2.6.3.3	Determinación de Parámetros Básicos	121
2.6.3.3.1	Tipo de vía	121
2.6.3.3.2	Valores recomendados.....	121
2.6.3.3.3	Parámetros constructivos y materiales	121
2.6.3.4	Resultados de los cálculos lumínicos	121
2.6.3.4.1	Calle 1 con un carril de circulación	121
2.6.3.4.2	Calle 2 con dos carriles de circulación	123
2.6.3.4.3	Calle 3 con dos carriles de circulación y mediana.....	125
3	Planos	128
3.1	Plano de situación y emplazamiento	129
3.2	Plano de distribución de cargas	130
3.3	Plano de Red de Baja Tensión.....	131
3.4	Plano de Red de Media Tensión.....	139
3.5	Plano de Centros de Transformación PFU-4.....	140
3.6	Plano de Centro de Transformación (CT3) PFU-4 conectado a la línea	141
3.7	Plano de unión de los Centros de Transformación	142
3.8	Plano de puesta a tierra del Centro de Transformación.....	144
3.9	Plano de Celda Modular de Línea y Celda de Protección 36 kV	145
3.10	Plano de Cuadro de Baja Tensión de 36 kV CBT-AC4	146
3.11	Plano de línea subterránea MT 25 kV 2 circuitos de 3x400 mm ²	147
3.12	Plano de detalle acometidas para suministros mayores a 15 kW	150
3.13	Plano de detalle de zanjas de Media Tensión y Baja Tensión.....	151
3.14	Plano de distribución de las luminarias	153
3.15	Plano del esquema unifilar eléctrico de los Cuadros A.P.....	161
3.16	Plano de detalle del cuadro A.P Cahors	164
3.17	Plano de detalle de la luminaria CLAP-S PRO	165
3.18	Plano de detalle de las columnas	166
3.19	Plano de detalle de las cimentaciones.....	167
3.20	Plano de detalle de la puesta a tierra para alumbrado público.....	168
4	Pliego de Condiciones	169
4.1	Pliego de Condiciones Técnicas Generales	169
4.2	Pliego de Condiciones Técnicas Particulares	182
4.2.1	Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para Instalaciones de Alta Tensión	182

4.2.2	Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para instalaciones de Baja Tensión	195
4.2.3	Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para Centros de Transformación	201
4.2.4	Condiciones Técnicas Particulares para Alumbrado Público.....	208
5	Mediciones	224
5.1	Capítulo I: Red subterránea de enlace de suministro	224
5.2	Capítulo II: Red de Media Tensión	226
5.3	Capítulo III: Centros de transformación.....	228
5.4	Capítulo IV: Red de Baja Tensión.....	230
5.5	Capítulo V: Alumbrado Público	232
5.6	Capítulo VI: Documentación.....	234
6	Presupuesto.....	235
6.1	Cuadro de precios número 1	235
6.1.1	Capítulo I: Red subterránea de enlace de suministro	235
6.1.2	CapítuloII: Red de Media Tensión	237
6.1.3	Capítulo III: Centros de Transformación	239
6.1.4	Capítulo IV: Red de Baja Tensión.....	240
6.1.5	Capítulo V: Alumbrado Público.....	242
6.1.6	Capítulo VI: Documentación.....	244
6.2	Cuadro de precios número 2.....	245
6.2.1	Capítulo I: Red de subterránea de enlace de suministro.....	245
6.2.2	Capítulo II: Red de Media Tensión	247
6.2.3	Capítulo III: Centros de Transformación	250
6.2.4	Capítulo IV: Red de Baja Tensión.....	252
6.2.5	Capítulo V: Alumbrado Público.....	255
6.2.6	Capítulo VI: Documentación.....	259
6.3	Presupuesto	260
6.3.1	Capítulo I: Red subterránea de enlace de suministro	260
6.3.2	Capítulo II: Red de Media Tensión	262
6.3.3	Capítulo III: Centros de Transformación	264
6.3.4	Capítulo IV: Red de Baja Tensión.....	266
6.3.5	Capítulo V: Alumbrado Público.....	268
6.3.6	Capítulo VI: Documentación.....	270
6.4	Resumen del presupuesto	271
7	Estudio de Seguridad y Salud.....	272
7.1	Objeto del proyecto	272
7.2	Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	272
7.3	Derechos y obligaciones.....	273
7.3.1	Derecho a la protección frente los riesgos laborales	273
7.3.2	Principios de la acción preventiva	273
7.3.3	Evaluación de los riesgos	274
7.3.4	Equipos de trabajo y medios de protección.....	275
7.3.5	Información, consulta y participación de los trabajadores	275
7.3.6	Formación de los trabadores.....	275
7.3.7	Medidas de emergencia	275
7.3.8	Riesgo grave e inminente	275
7.3.9	Vigilancia de la salud	275
7.3.10	Documentación.....	276
7.3.11	Coordinación de actividades empresariales.....	276

7.3.12	Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.....	276
7.3.13	Protección de la maternidad	276
7.3.14	Protección de los menores	276
7.3.15	Relaciones de trabajos temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.....	276
7.3.16	Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.....	276
7.4	Servicios de prevención.....	277
7.4.1	Protección y prevención de riesgos profesionales.....	277
7.4.2	Servicios de prevención.....	277
7.5	Consulta y participación de los trabajadores	277
7.5.1	Consulta de los trabajadores	277
7.5.2	Derechos de participación y presentación	277
7.5.3	Delegados de prevención.....	278
7.6	Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo	278
7.6.1	Introducción.....	278
7.6.2	Obligación general del empresario	278
7.7	Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo	279
7.7.1	Obligación general del empresario	279
7.7.2	Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo	279
7.7.3	Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles	280
7.7.4	Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas	280
7.7.5	Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general.....	281
7.7.6	Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta	281
7.8	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción ...	282
7.8.1	Introducción.....	282
7.9	Estudio de seguridad y salud	283
7.9.1	Riesgos más frecuentes de la construcción	283
7.9.2	Medidas preventivas de carácter general.....	283
7.9.3	Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio.....	284
7.10	Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de la obra	287
7.11	5. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores e equipos de protección individual	288
7.11.1	Introducción.....	288
7.11.2	Obligaciones del empresario.	288

**DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL
POLÍGONO INDUSTRIAL DE REUS (MAS SUNYER)**

MEMORIA

Grado de Ingeniería Eléctrica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

1 Memoria

1.1 Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene como finalidad el cálculo y dimensionamiento de una línea de AT que parte desde una subestación eléctrica y comunica con un centro de transformación del polígono industrial, el cual también se debe de calcular la correcta ejecución de la electrificación y alumbrado del Polígono Industrial Mas Sunyer, perteneciente al Termino Municipal de Reus.

1.2 Alcance

El presente proyecto parte desde el cálculo y diseño de la línea eléctrica de alta tensión, hasta la correcta distribución de media y baja tensión, así como la adecuada iluminación de los viales que componen el terreno descrito.

- Las diferentes pautas a seguir para poder llegar al objetivo deseado son:
- Distribución de las Redes de Enlace de Suministro.
- Distribución de las Redes de Media Tensión.
- Selección y distribución de los Centros de Transformación.
- Distribución de las Redes de Baja Tensión.
- Diseño y descripción del alumbrado público.

1.3 Antecedentes

El Polígono Industrial Mas Sunyer está dedicado principalmente al ámbito industrial y logístico. El terreno que se desea electrificar actualmente está en desuso.

Se han presentado propuestas de dividir el polígono en varios sectores, añadiendo en la zona central un sector comercial, ya que como se podrá observar en adelante, las parcelas situadas en el centro tienen una superficie bastante menor al resto.

Dicho polígono está delimitado en el norte por la autopista AP-7, en el sur por la autovía A-7, en el sudeste por la Carretera Bellisens (T-315) y en el noroeste por la Rasa de la Boella.

1.4 Normas y referencias

1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo, Orden del 9 de marzo del 1971.
- Normas Europeas EN.
- Ordenanzas Municipales que regulan o condicionan las instalaciones.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Decreto 842/2002 del 2 de agosto del 2002 e instrucciones Técnicas Complementarias (BOE nº224 de fecha 18 de septiembre de 2002).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el cual se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y las instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, por el cual se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación.
- Orden de 6 de julio de 1984, del Ministerio de Industria y Energía, por el cual se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, y posteriores modificaciones del 18/10/1984 y del 27/10/1984.
- Orden del 23 de junio de 1988, del Ministerio de Industria y Energía, por el cual se actualizan diversas instrucciones técnicas complementarias MIE-RAT del Reglamento

- sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, y posteriores modificaciones del 03/10/1988.
- Orden de 16 de abril de 1980, del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, por el cual se modifica la instrucción técnica complementaria MIE-RAT 06 del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de Transformación.
 - Orden de 10 de marzo de 2000, del Ministerio de Industria y Energía, por la que se modifican las ITC MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18, MIE-RAT 19 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación y posterior modificación 18/10/2000.
 - Orden de 2 de febrero de 1990, del Departamento de Industria y Energía, por el cual se regula el procedimiento de actuación administrativa para la aplicación de reglamentos electrónicos para alta tensión en las instalaciones privadas.
 - Resolución ECF/4548/2006, de 29 de diciembre, por el cual se aprueban a Fecsa Endesa las Normas Técnicas Particulares relativas a la red a las instalaciones de enlace.
 - Real Decreto 1995/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de las instalaciones de energía eléctrica.
 - Instrucciones complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
 - Normas Internacionales CEI.
 - Normas FECSA-ENDESA.
 - Normas y referencias particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica FECSA-ENDESA.
 - Aplicación de las instrucciones complementarias. Orden 6 de abril de 1974 (BOE núm. 90, 15/04/1974).
 - Aislamiento en las instalaciones eléctricas. Resolución del 30 de abril de 1974 (BOE núm. 109, 07/05/1974).
 - Normas particulares para instalaciones de enlace en el suministro de energía eléctrica en baja tensión. Resolución del 24 de febrero del 1983, del Departamento de Industria y Energía. (DOGC núm. 342, 06/07/1983).
 - Real Decreto 2949/192, de 15 de octubre, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 272, 12/11/1982) (C.E BOE núm. 291 y 312, 04 y 29/12/1982 y BOE núm. 44, 21/02/1983)
 - Normas Tecnológicas de la edificación NTE.IEE instalaciones de alumbrado exterior y redes exteriores de distribución, BOE 12-8-78 y 19.6-84.
 - Ley 6/2001, del 31 de mayo, de ordenación ambiental del alumbrado para la protección del medio nocturno. (DOGC 3407 del 12 de junio de 2001).
 - Real Decreto 614/2001 del 8 de junio sobre las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al peligro eléctrico.
 - Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de la evaluación ambiental.
 - Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LRPL).
 - Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo, Orden del 9 de marzo del 1971.

1.4.2 Programas de cálculo

- **DMELECT, S.L. versión 2021 – RedAT.** Cálculo de Redes Eléctricas de Distribución AT.
- **DMELECT, S.L. versión 2021 – CIEBT** Cálculo de esquemas unifilares en instalaciones de Baja Tensión.
- **DMELECT, S.L. versión 2021 – CT.** Cálculo de Centros de Transformación.
- **DMELECT, S.L. versión 2021 – RedBT.** Cálculo de Redes Eléctricas de Distribución BT.
- **DMELECT, S.L. versión 2021 – ALP.** Cálculo de Redes Eléctricas de Alumbrado Público.

- **DIALux evo 11, versión 2023.** Cálculo de proyectos de alumbrado público.

1.4.3 Plan de Gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto

Una vez conferida la obra definitivamente el contratista deberá presentar al Director Técnico con anterioridad, para poder dar lugar a esta, toda la documentación y/o informe que garantice la homologación de los materiales que se van a utilizar, certificados de garantía, la capacidad de los trabajadores que vayan a ser partícipes de la obra. No podrán utilizarse materiales, subcontratas o personal que no hayan sido aprobados por el Director Técnico.

El Director del Proyecto mantendrá el control en toda la duración de la obra y todo lo relacionado con ella, así como la inspección del cumplimiento de todos los requisitos y todas las especificaciones anteriormente aprobadas por el Director Técnico.

El Director Técnico y el Contratista aceptarán y firmarán un documento de Calidad Concertada para poder acreditar que los materiales, personal, instalaciones, etc. cumplen con los requisitos mínimos impartidos por la ley.

El Director Técnico deberá encargar el análisis, ensayo y comprobación de los materiales o instalaciones, cuando esto sea preciso. Tiene tres opciones para poder realizar este ensayo: en un laboratorio oficial, en la propia fábrica originaria o el Contratista bajo su propia inspección.

El Contratista será responsable, mientras dure la ejecución de las obras, de todos los prejuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propietaria o servicio ya sea público o privado, y también, las consecuencias de los actos del personal que realice el trabajo por negligencia o deficiencia en la organización de la obra.

1.4.4 Otras referencias

- Catálogos comerciales de empresas del sector:
<https://www.ormazabal.com/es>
<https://web.gencat.cat>
<https://www.atpiluminacion.com/>
<https://www.salvi.es/>
- Base de datos de precios:
<https://www.cype.es/>

1.5 Definiciones y abreviaturas

En el presente proyecto se ha utilizado el Sistema Internacional de Unidades conforme la norma UNE 82100.

1.6 Requisitos de Diseño

1.6.1 Requisitos Urbanísticos

La superficie total del polígono es de 759.000 m², donde las parcelas están destinadas al uso industrial o uso para el sector económico industrial. No toda la superficie es hábil para la construcción. Por lo tanto, según la normativa urbanística:

- Se mantendrá una distancia mínima de 6 metros entre la calzada y la instalación.
- Se canalizarán todas las líneas eléctricas de forma subterránea, debido a las imposiciones urbanísticas por ser una zona industrial. Se deben respetar unas distancias mínimas obligatorias de seguridad debido a la altura de las naves i/o maniobras que podrían ocasionar averías en el trazado aéreo.
- No toda la superficie de las parcelas será hábiles para su edificación. Según la Normativa Urbanística de la localidad de Reus:
 - Se aplicará un factor de utilización del terreno de 0,5, pudiendo destinar la superficie no útil para parking, zona de recreo u otros menesteres.
 - Se guardará una distancia mínima de 5 metros desde la acera a la zona útil y 3 metros desde el límite lateral o de atrás hasta la zona útil.

1.6.2 Requisitos eléctricos generales

Las instalación de la línea de alta tensión debe estar diseñada para conectarse desde la Subestación Eléctrica de Bellisens hasta el primer centro de transformación del Polígono Industrial Mas Sunyer.

El polígono o zona a electrificar está formado por 229 parcelas. Según perteneciente al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la norma ITC-BT-10 específica que se calculará considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo de 10.350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1. En Cataluña está la administración INCASOL, que tiene un convenio establecido con Endesa, donde se aplica en viviendas y/o zonas industriales una potencia de 50 W por metro cuadrado.

Para la distribución de Redes de Baja Tensión, se deberá cumplir la siguiente normativa:

- La caída de tensión máxima admisible de la línea no debe superar en ningún tramo de la línea el 7 % de la tensión nominal (400 V).
- La intensidad máxima admisible de los conductores debe ser siempre superior a la máxima que circule por estos.
- Para el cálculo eléctrico de la distribución de Baja Tensión correspondiente al alumbrado público, la caída máxima de tensión acumulada no debe superar en ningún tramo el 3 % de la tensión nominal.

Para la distribución de Redes Media Tensión, se deberá cumplir la siguiente normativa:

- La caída de tensión máxima admisible no debe superar en ningún tramo de la línea el 7 % de la nominal (25 kV).
- La intensidad máxima admisible de los conductores debe ser siempre superior a la máxima que circule por estos.
- El conductor a instalar según FECSA-ENDESA será un cable unipolar por fase, de aluminio de 240 mm² de sección, con tensión nominal 18/30 kV capaz de soportar una intensidad en régimen permanente enterrado de 25°C de 415 A.

1.6.3 Requisitos para el alumbrado público exterior

Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

Cuando se conozca la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas o tubos de descarga, las corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases, que tanto estas como aquellos puedan producir, se aplicarán el coeficiente corrector calculado con estos valores. Además de lo indicado en párrafos anteriores, el factor de potencia de cada punto de luz deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que el 3%.

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control.

Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensiones nominales de 0,6/1 kV. El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la **ITC-BT-07**.

Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV. El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

Los cables serán de las características especificadas en la **UNE 21123** e irán entubados.

Los tubos para las canalizaciones subterráneas debe ser los indicados en la **ITC-BT-21** y el grado de protección mecánica el indicado en dicha instrucción, y podrán ir hormigonados en zanja o no.

Cuando vayan hormigonados, el grado de resistencia al impacto será ligero según **UNE-EN 50086-2-4** (anulada y sustituido por **UNE-EN 61386-24**).

Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo y su diámetro interior no será inferior a 60 mm. Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25m por encima del tubo.

La sección del neutro deberá estar adecuada a la sección de las fases, referenciado en la **ITC-BT 07**:

Conductores fase (mm ²)	Sección neutro (mm ²)
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Tabla 1. Sección mínima del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase

La sección mínima a emplear en los conductores de los cables, incluido el neutro, será de 6 mm². En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm²; la sección del neutro será conforme a lo indicado en la Tabla 1 que aparece en la ITC BT-07.

En los cruzamientos de la calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva.

Los equipos eléctricos para montaje exterior irán montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo.

Todas las estructuras metálicas que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior deberán estar unidas equipotencialmente entre sí.

La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se podrá realizar por conexión a red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En las redes de tierra, se

instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.

Aislados, mediante cables de tensión nominal 450/750 V, con cubiertas de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima de 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo, o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

A continuación se mostrará una tabla aprobada por la CIE (1995), donde se indica las nuevas recomendaciones de luminancia:

Categoría	Luminancia media Lm [cd/m ²]	Coeficientes de uniformidad		Control de deslumbramiento TI	Alrededores SR
		Global U ₀	Perturbador TI		
M1	≥2,00	≥0,4	≥0,7	≤10	≥0,5
M2	≥1,50		≥0,5		
M3	≥1,00		--	≤15	--
M4	≥0,75				
M5	≥0,50				

Tabla 2. Valores recomendados por la CIE (1995)

Los valores M2 y M3 hacen referencia a vías urbanas secundarias de conexión a malla básica, como pueden ser carreteras de distribución local o de barrio industrial.

1.6.4 Ley Catalana para la Protección del Medio Nocturno

Esta Ley tiene como objeto la regulación de las instalaciones y los aparatos de alumbrado exterior e interior, por lo que respecta a la contaminación lumínica que pueden producir.

La presente Ley tiene como finalidades:

- Mantener al máximo posible las condiciones naturales de las horas nocturnas, en beneficio de la fauna, de la flora y de los ecosistemas, en general.
- Promover la eficiencia energética de los alumbrados exteriores e interiores mediante el ahorro de energía, sin mengua de la seguridad.
- Evitar la intrusión lumínica en el entorno doméstico y, en todo caso, minimizar sus molestias y sus prejuicios.
- Prevenir y corregir los efectos de la contaminación lumínica en la visión del cielo.

Están exentos del cumplimiento de las obligaciones fijadas por la presente Ley, en los supuestos y con el alcance que sean fijados por vía reglamentaria los puertos, los aeropuertos, las instalaciones ferroviarias, las carreteras, las autovías y las autopistas, etc. En general, las infraestructuras cuya iluminación esté regulada por normas destinadas a garantizar la seguridad de la ciudadanía.

La ley no es aplicable a los puertos, aeropuertos e instalaciones vinculadas con vías ferroviarias, carreteras y autopistas de titulación estatal. Tampoco lo es a instalaciones y dispositivos de señalización de costas, así como instalaciones de las fuerzas y cuerpos de seguridad y de carácter militar.

El alumbrado exterior, tanto el de propiedad pública como el de propiedad privada, se ha de mantener apagado en horario nocturno, tanto en zonas comerciales como en zonas industriales, residenciales o rurales, excepto en los casos siguientes:

Por razones de seguridad.

- Para iluminar calles, caminos, viales, lugares de paso y, mientras sean destinados a este uso, zonas de equipamiento y de aparcamiento.
- Para usos comerciales, industriales, agrícolas, deportivos o recreativos, durante el tiempo de actividad.
- Por motivos justificados, que se han de determinar por vía reglamentaria y se han de haber especificado.

Se prohíben:

- Las luminarias, integrales o monocromáticas, con un flujo de hemisferio superior emitido que supere el 50 por 100 de éste, salvo que iluminen elementos de un especial interés histórico o artístico, de acuerdo con lo sea determinado por vía reglamentaria.
- Las fuentes de luz que mediante proyectores convencionales o láseres, emitan por encima del plano horizontal salvo que iluminen elementos de un especial interés histórico, de acuerdo con lo que sea determinado por vía reglamentaria.
- Los artefactos y dispositivos aéreos de publicidad nocturna.
- La iluminación de grandes extensiones de playa o de costa, excepto por razones de seguridad, en caso de emergencia o en los casos en que sea determinado por vía reglamentaria, en atención a los usos de alumbrado.

1.7 Análisis de Soluciones

1.7.1 Red subterránea de enlace de suministro

1.7.1.1 Líneas y municipios afectados

En primer lugar se debe consultar en la página oficial del Catastro, la ubicación exacta de los puntos que se facilitan

Subestación eléctrica Bellisens de Reus:

- Coordenadas geográficas: 41°06'55.2"N 1°09'49.0"E
- Coordenadas UTM: 345815,78 (X), 4553264,85 (Y)
- Referencia Catastral: 5734111CF4553S0001RJ; 5734104CF4553S0001FJ; 5734105CF4553S0001MJ.

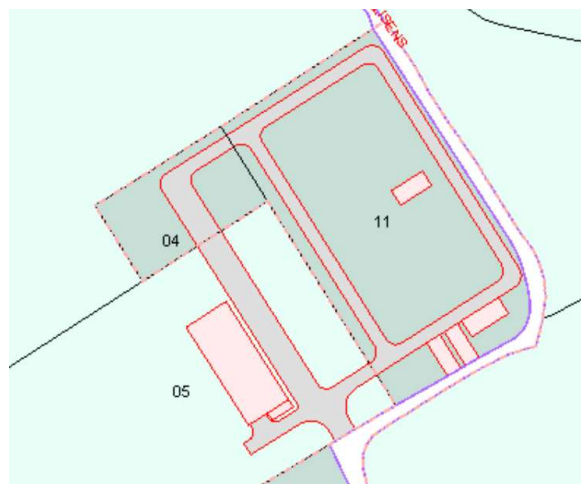


Figura 1. Imagen catastral de la Subestación de Bellisens.



Figura 2. Imagen extraída de Google Earth de la Subestación de Bellissens.

Parcelas de la subestación				
Número	Ref. Catastral	Tipos de terreno	Superficie (m²)	Total superficie (m²)
04	5734104CF4553S0001FJ	Urbano /Suelo sin edificar	279	19.664
05	5734105CF4553S0001MJ	Urbano/Industrial	1.890	
	5734105CF4553S0000XH	Rústico/ Agrario	12.742	
11	5734111CF4553S0001RJ	Urbano/Industrial	1.364	

Tabla 3. Parcelas que constituyen la subestación eléctrica de Bellissens.

1.7.1.2 Características

Las instalación de la línea de alta tensión debe estar diseñada para una corriente eléctrica alterna y trifásica de tensión 25 kV, la frecuencia será de 50 Hz y el nivel de aislamiento de la instalación será de 70/170 kV.

El punto inicial de la línea se conectará con la Subestación Eléctrica de Bellisens de Reus. Se instalará un interruptor automático y la protección de la línea.

Por lo que hace el final de la línea, se considera la conexión con el primer Centro de Transformación del Polígono Industrial Mas Sunyer en Reus.

1.7.1.3 Criterios generales

Se instalarán los siguientes elementos:

- Aparatos de maniobra encapsulados en atmosfera SF6.
- Detectores de paso de defecto.
- Motorización y telecomando de los aparatos de maniobra.
- Automatismos de operación de la red (apertura y reenganche).

Como ya se ha indicado, la tensión nominal de la línea de MT será de 25 kV, mientras que la tensión máxima será de 36 kV.

La caída de tensión en régimen de máxima carga no debe de superar el 7%.

La corriente homopolar debe ser entre 500 A y 1000 A.

Las líneas están protegidas contra sobrecargas, cortocircuitos y defectos a tierra.

Los conductores utilizados son de aluminio (Al), unipolares RH5Z1 Al de 400 mm², instalados en aislamiento seco.

Se cuple que la distancia entre partes activas y masa en las condiciones más desfavorables no sea inferior a 0,32 m.

1.7.1.4 Conductores

La línea está formada por tres conductores unipolares tipo RH5Z1 que garantiza la equivalencia técnica y de seguridad entre la Norma UNE 211620 y la UNE HD 620-5-E-1, incluida en el listado de normas de obligado cumplimiento de la ITC-LAT 02, las características de las cuales se ajustaran a las definidas en la Norma CEI 60502-2, por los cables indicados. La tensión asignada del cable será de 18/30 kV, el conductor será de aluminio de 400 mm², la pantalla será de aluminio monoplaca de 0,3 mm de grueso, el recubrimiento externo estará formado por una capa de material asilado resistente a la erosión y a los contaminantes que puedan encontrarse en el subsuelo.

Designación	Cable de M.T RHV 18/30 kV Al
Sección	400 mm ²
Naturaleza	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado
Intensidad admisible enterrado a 25°C	530 A
Diámetro exterior	46 mm
Resistencia eléctrica a 20°C	0,078 Ω/km
Peso	2320 kg/km
Espesor aislamiento	8 mm

Tabla 4. Características del conductor.

1.7.2 Red de Distribución de Media Tensión

1.7.2.1 Tipo de trazado

Aunque el trazado aéreo tiene un coste menor respecto al subterráneo, este último presenta grandes ventajas que compensan su elevado coste. Sus ventajas son, el poco impacto visual y ambiental que presentan, es decir no afecta a la estética del paisaje. Necesitan un menor mantenimiento, ya que al estar enterradas las líneas, se eliminan ciertos factores que pueden causar apagones como son los cambios meteorológicos y las consecuencias que provocan estos. Presentan un riesgo mínimo de incendios, accidentes, etc. Finalmente, las líneas subterráneas no presentan tanta pérdida por transmisión, ya que presentan una baja impedancia y por lo tanto hay menos pérdidas óhmicas.

Otro motivo por el que no se puede realizar una instalación aérea, es por la obligación que impone respetar las distancias mínimas de seguridad. Con lo cual, la altura de las naves y la posibilidad de circulación de automóviles de gran altura (camiones) imposibilita este tipo de trazado.

1.7.2.2 Esquemas de Distribución

1.7.2.2.1 Sistema en anillo

El sistema de anillo principal es el más común en urbanizaciones y zonas industriales. El inicio y final del anillo se encuentran en el mismo punto o ubicación. La energía es entregada por ambas vías del anillo a las subestaciones ubicadas alrededor del anillo.

En caso de falla en la alimentación, se puede aislar la sección defectuosa mediante los disyuntores de protección, mientras que al mismo tiempo el suministro se sigue manteniendo al resto de las cargas. En este tipo de sistema la operación o arreglo debe ser de forma manual.

1.7.2.2.2 Sistema radial

El sistema radial es aquel que tiene un único camino por el que circula la corriente, parte desde una subestación y se distribuye por forma de "rama". Es el sistema más simple y económico

debido a que es el arreglo que utiliza menor cantidad de equipo. Sin embargo, el mantenimiento de los interruptores es poco efectivo ya que hay que dejar fuera parte de la red, y son los menos fiables ya que una falla afecta a toda la carga.

Se suele usar en zonas urbanas de densidad de carga media y alta donde circulan líneas eléctricas con un importante número de circuitos dando así una mayor confiabilidad.

1.7.2.3 Conductores

1.7.2.3.1 Conductores Unipolares

Se denomina cable unipolar al cable que está formado por un único conductor de cobre o aluminio recubierto con materiales aislantes que le proporcionan distintas características de capacidad y resistencia. Suelen instalarse para usos muy específicos y suelen estar organizados por colores para facilitar su identificación. Tienen grandes capacidades de flexibilidad o rigidez.

Según la normativa FECSA-ENDESA los conductores a usar serán circulares compactos de aluminio, de clase 2 según la norma UNE 21022 y estarán formados por diferentes hilos de aluminio cableados.

Designación	Cable de M.T RHV 18/30 kV Al
Sección	240 mm ²
Naturaleza	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado
Intensidad admisible enterrado a 25°C	415 A
Diámetro exterior	41,5 mm
Resistencia eléctrica a 20°C	0,125 Ω/km
Peso	2095 kg/km
Espesor aislamiento	8 mm

Tabla 5. Características del conductor.

1.7.2.3.2 Conductores multipolares

Los conductores multipolares están conformados por un mayor número de conductores eléctricos. La principal ventaja es su bajo coste por metro, pero el gran inconveniente es su dificultad para operar en caso de falla.

Los cables multipolares permiten agrupar los conductores de un mismo circuito en una misma cubierta de un color específico para su correcta y fácil identificación:

- Negro, gris y marrón: Para las fases.
- Azul: Para el neutro.
- Amarillo/Verde: Para el conductor de protección.

1.7.2.4 Aislamiento

Es el recubrimiento que se presenta alrededor del conductor eléctrico para evitar fugas de corriente. El aislamiento según las normas FECSA-ENDESA será de polietileno reticulado (XLPE), de 8 mm de grueso medio mínimo.

Habrà una parte semiconductor no metálica, asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida de 0,5 mm de grueso medio mínimo, que se pueda separar del aislante sin dejar sobre él trazas de mezcla semiconductor apreciables a simple vista. La parte metálica estará constituida por una corona de hilos de cobre recocido, dispuestos en hélix abierto, sobre el cual se colocará una cinta de cobre recocido en hélix abierto dispuesta en sentido contrario a la anterior. También irá constituido de una pantalla metálica de 16 mm² como mínimo.

La colocación de la pantalla semiconductor interna, de aislamiento y de la pantalla semiconductor externa, en el proceso de fabricación de cables se realizará por triple extrusión simultánea.

La cubierta exterior estará constituida por una capa de un compuesto termoplástico a base de poliolefina. Será de color rojo y su grueso nominal será de 2,75 mm.

1.7.3 Centro de Transformación

Los CT se ubicaran según la normativa MIE-RAT 14 apartado 1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR:

Apartado a): Edificios destinados a alojar en su interior estas instalaciones e independientemente de cualquier local o edificio destinados a otros usos.

Estos edificios podrán tener paredes colindantes con edificios, locales o recintos destinados a almacenes, talleres, servicios, oficinas, etc., afectos al servicio de la instalación, o a viviendas del personal de servicio, si lo hubiere. En estos casos, el local destinado a albergar la instalación eléctrica, tendrá entradas para personal y equipos, independientes de las de otros locales.

1.7.3.1 Clasificación según su emplazamiento

1.7.3.1.1 Centro de Transformación compacto de superficie

Se basa en una estructura diseñada para ser instalada en superficie. Puede incorporar aparataje de MT. Sus principales ventajas son su fácil acceso al interior del CT desde el exterior; su uso tanto temporal como permanente.

El equipamiento se realiza en fábrica, Por lo tanto, las obras se reducen a su instalación en la superficie y el conexionado de las líneas eléctricas.

1.7.3.1.2 Centro de Transformación de Transformación de maniobra

Empleado en redes de media tensión. Presenta tres celdas de interruptor en carga de 36 kV, con aislamiento y tres celdas de SF₆. Su maniobra se realiza desde el exterior. Se utiliza una puerta de dos hojas que permite el acceso directo a la aparataje.

1.7.3.1.3 Centros de Transformación prefabricado

Los más utilizados en la actualidad debido a la poca disponibilidad de locales que puedan alojar un CT. Presentan grandes ventajas, como su reducido tamaño, facilidad de transporte e instalación y máxima resistencia a los agentes atmosféricos. Pueden alojarse bajo la vía pública o en su superficie.

1.7.3.2 Transformadores

El transformador más utilizado siguiendo la normativa de FECSA-ENDESA son los que presentan una capacidad de 630 kVA. Se debe tener en cuenta su posible ampliación en caso de la necesidad de un aumento de potencia en el polígono, en este caso se instalará el transformador que recomiende la compañía suministradora.

1.7.4 Red de Distribución de Baja Tensión

1.7.4.1 Distribución en redes de Baja de Tensión

1.7.4.1.1 Distribución abierta

El tipo de distribución de Baja Tensión será radial o abierto. Reciben corriente por uno de sus extremos, por lo que solo alimentan por el otro extremo libre. Un extremo está conectado con el CT y el otro alimenta al cliente. Están dotadas de protecciones sencillas. Su gran desventaja es la poca garantía de ampliación y la poca fiabilidad que ofrecen a la hora de prestar servicio. Suelen ser usadas en zonas poco pobladas.

1.7.4.1.2 Distribución cerrada

La distribución cerrada se produce cuando se garantiza el suministro desde dos o más líneas, asegurando con más probabilidad la continuidad del suministro al abonado. Supone una mayor fiabilidad, pero también un mayor coste.

1.7.4.2 Tipo de tendido

Las ordenanzas municipales obligando a que todo el tendido de media y baja tensión, se realice por viales públicos y subterráneos, desechado tipo de tendido más económicos como son tendidos en fachada o aéreos.

1.7.4.3 Esquema de distribución

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparatada encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro. La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de alimentación

N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

Otras letras (eventuales); se refieren a la situación relativa del conducto neutro del conductor de protección.

S = Las funciones de neutro y de protección aseguradas por conductores separados.

C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

1.7.4.3.1 Esquema TT

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

Es el más empleado en las redes de distribución pública de baja tensión. El sistema de protección asociado consiste en la combinación de la puesta a tierra de las masas y el uso del interruptor diferencial como elemento de corte ante un fallo de aislamiento en los conductores de la instalación receptora.

1.7.5 Alumbrado exterior

El alumbrado público que se usará para la iluminación del polígono industrial, será tipo LED. Este tipo presenta mejores resultados en cuanto a eficiencia energética en comparación con las luminarias convencionales HID (mercurio, vapor de sodio a alta presión y haluros metálicos).

1.7.5.1 Disposición de las luminarias

La disposición de las luminarias es un factor muy importante, ya que lo que se pretende conseguir es una iluminación homogénea y antideslumbrante, para las calzadas y áreas peatonales.

La disposición será a tresbolillo. Las calzadas con mediana se utilizarán una disposición unilateral con calzada diferenciada. En las curvas para no afectar a la visión de la vía se utilizarán la disposición unilateral y los puntos de luz irán situados en la parte exterior de la calzada.

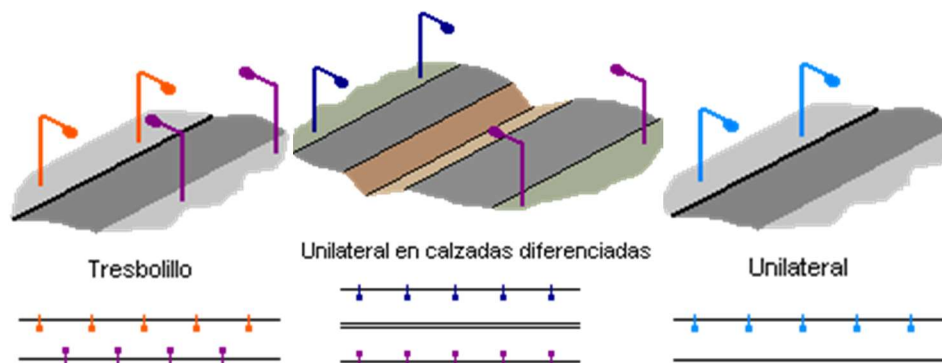


Figura 3. Tipos de disposición de las luminarias.

1.8 Resultados finales

1.8.1 Red de Enlace de Suministro

1.8.1.1 Generalidades

La línea subterránea constará de dos tramos de un circuito.

Tanto el primer circuito como el segundo, se iniciarán a SE Bellisens, en terrenos adyacentes a la carretera T-315, irá canalizado por terrenos de ámbito público, por acera (tierra) de terrenos adyacentes a la carretera T-315, a la autopista A-7 i a la Riera Mas de Sostres, y finalizará en el primer Centros de Transformación instalado en el Polígono Mas Sunyer.

La longitud de la canalización subterránea será de 0,977 km por acera (tierra) y 0,88 km por calzada con un tendido total de 2,17 km (1,085 km por circuito).

Los tramos subterráneos, están proyectados según lo indicado en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias aprobada en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero. Así mismo se tendrá en consideración el REBT aprobado por Decreto 842/2002, el Decreto 120/92 de 28 de abril y la Orden de 5 de julio de 1993 sobre redes subterráneas de Servicio Público. Los conductores se enterraran a una profundidad no inferior a 90 cm.

El trazado se efectuará por zonas que ofrezcan rasantes presentes o futuras que puedan permanecer permanentes.

La línea en este tramo subterráneo, está formada por tres conductores unipolares, las características de las cuales e ajustarán a las definidas en la norma UNE 211620. Norma que según informe de seguridad equivalente emitido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo presenta equivalencia técnica y de seguridad con la Norma UNE-HD 620-5-E-1, incluida en el listado de normas de obligado cumplimiento de la ITC-LAT 02.

1.8.1.2 Canalizaciones

A continuación se detallan las características de los materiales utilizados en este proyecto para la ejecución de la línea de MT. En la confección de las zanjas y que se adaptan a las especificaciones técnicas de la empresa distribuidora, Endesa Distribución Eléctrica, S.L.

1.8.1.2.1 Tendido de los conductores

Las canalizaciones, llevado a casos de fuerza mayor, se ejecutaran por terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, preferentemente bajo las primeras y se evitaran ángulos

pronunciados. El trazado será como más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud en aceras o fachadas de los edificios principales.

En marcar el trazado por las aceras, se tendrá en cuenta el radio mínimo que sea necesario dejar en las curvas según la sección del conductor o conductores que se deban canalizar.

Sección [mm ²]	Diámetro exterior aprox. [mm]	Radio mínimo de curvatura del tendido [mm]	Radio mínimo de curvatura instalado [mm]
150	37,7	1131	565,5
240	41,5	1245	622,5
400	48,5	1455	727,5

Tabla 6. Radio de curvatura para un conductor de 400 mm².

Los cables se dispondrán enterrados directamente en el terreno. Bajo las aceras, en las zonas de entrada y salida de vehículos a las fincas, los cuales no se prevean el paso de vehículos de gran tonelaje, se dispondrán dentro de tubo en seco (sin hormigonar). En los accesos a fincas de vehículos de gran tonelaje y en los cruzamientos de la calzada, se dispondrán dentro de tubos hormigonados.

La profundidad dentro de la parte superior del cable no será menor de 80 cm bajo acera, ni de 1 metro bajo calzada. Cuando haya impedimentos que no permitan conseguir las profundidades mencionadas, se podrán reducir estos parámetros siempre y cuando se añadan protecciones mecánicas suficientes, según el Decreto 120/92 y la Resolución TRI/301/2006.

El tendido se realizará de acuerdo con los siguientes puntos:

- La cama de la zanja que recibirá el cable será lisa y estará exenta de aristas vivas, piedras, restos de runas, etc. Se dispondrán una capa de tierra de río de mina lavada de granulometría entre 0,2 y 1 mm, limpia, suelta y exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, que cubran la anchura total de la zanja con un grueso de 0,06 m.
- El cable se extenderá sobre esta capa de tierra y se cubrirá con otra capa de tierra de 0,24 m de grueso, de manera que la tierra llegará hasta 0,30 m por encima de la cama de la zanja y cubrirá su anchura total.
- Sobre la capa anterior se colocarán placas de polietileno (PE) como protección mecánica.

A continuación, se extenderá otra capa de tierra de 0,20 m de grueso, sin piedras ni runa, apisonada con medios manuales. El resto de tierra se extenderá por capas de 0,15 m, apisonadas por medios mecánicos. Entre 0,10 y 0,20 m por debajo del pavimento se pondrá una cinta de señalización que avise de la existencia de cables eléctricos de MT.

Las canalizaciones para la serán bajo acera (tierra) con unas dimensiones de 0,45 m x 1,10 m.

1.8.1.2.2 Cruzamiento con otros servicios

Los cables subterráneos de MT cuando estén enterrados directamente en el terreno deberán cumplir los siguientes requisitos.

En caso de no poder respetar las distancias que se señalan en los apartados de Cruzamientos, Paralelismos y Proximidades para cada uno de los casos descritos a continuación, se aplicará el Decreto 120/92 de 28 de abril, y la resolución TRI/301/2006 de 3 de febrero. Las condiciones a cumplir en los cruzamientos de cables subterráneos de MT son los siguientes.

Cruzamientos con calles y carreteras

Los cables se colocarán en tubos hormigonados en toda su longitud con una profundidad de 1 metro. Siempre que sea posible, el cruzamiento se hará perpendicular al eje del vial.

Cruzamientos con ferrocarriles

Los cables se colocarán en tubos hormigonados, perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto la cara inferior de la travesía. Los mencionados tubos ultrapasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

Cruzamientos con otros conductores de energía eléctrica

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica de MT de una misma empresa será de 0,30 m. La distancia mínima entre cables de MT de empresas diferentes o entre uno de MT y uno de BT será de 0,30 m. La distancia del punto de cruzamiento a las uniones, cuando existan, será superior a 1 m. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se extienda en dicho lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Cruzamientos con cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica de MT y los de telecomunicación será de 0,30 m. La distancia desde el punto de cruzamiento a las uniones, tanto del cable de energía como el de comunicación, será superior a 1 m. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se extienda en dicho lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Cruzamiento con canalizaciones de agua y gas

La separación mínima entre cables de energía eléctrica de MT y canalizaciones de agua o gas será de 0,30 m. Se evitará el cruzamiento para la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de las uniones de la canalización eléctrica, situando unas u otras a una distancia superior a 1 m del cruzamiento. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se extienda en dicho lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Se procurará evitar que los cables subterráneos de MT queden en el mismo plano vertical que las otras conducciones.

Paralelismos con otros conductores de energía eléctrica

La separación mínima entre cables de MT de una misma empresa será de 0,30m. si los cables de MT instalados en paralelo son de empresas diferentes, o si un cable es de MT y otro de BT, la separación mínima será de 0,30 m. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se extienda en dicho lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Paralelismos con cables de telecomunicación

Se deberá de mantener una distancia mínima de 0,30 m entre los cables de energía eléctrica de MT y los de telecomunicación. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se extienda en dicho lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Paralelismos con canalizaciones de agua y gas

Hará falta mantener una distancia mínima de 0,30 m entre los cables de energía eléctrica de MT y las canalizaciones de agua y gas, excepto para las canalizaciones de agua de alta presión (más de 4 bar) donde la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre las uniones de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua o gas será de 1. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se extienda en dicho lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

En el caso de conducciones de agua se procurará que estas queden por debajo del cable eléctrico. Cuando se trate de canalizaciones de gas se tomarán, a más, medidas para evitar la posible acumulación de gas: tapar las bocas de los tubos y conductos, y asegurar la ventilación de las cámaras de registro de la canalización eléctrica o llenarlas con arena.

1.8.1.2.3 Accesorios**Terminales**

Los terminales y empalmes serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, sin aumentar la resistencia eléctrica de estos. Los terminales a instalar harán falta que sean adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Se realizará siguiendo la norma correspondiente cuando exista, o su defecto, las instrucciones del fabricante. Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en sus cajas terminales.

Tubulares de polietileno de 200 mm

Los tubulares utilizados en este proyecto para la protección de los cables tienen las siguientes características:

Material	Polietileno (PE)
Tipo	Tubo doble pared (interior lisa, exterior corrugada)
Dimensiones	Diámetro exterior 200 mm Diámetro interior 169 mm
Resistencia a compresión	>450N
Resistencia a impacto	Tipo N (uso normal)
Color	Rojo o Naranja

Tabla 7. Características mecánicas de los tubos.

Los tubulares utilizados en este proyecto serán fabricados por compañías homologadas por la distribuidora de energía, en este caso, Endesa Distribución.

El tubular deberá de llevar una marca indeleble indicando el nombre o marca del fabricante, la designación el número de lote o las dos últimas cifras del año de fabricación así como la norma UNE de aplicación, este caso la UNE EN 50086-2-4.

Placas de Protección

Las placas de protección utilizadas en este proyecto tienen las siguientes características técnicas:

Material	Polietileno (PE)
Densidad mínima	0,94 g/cm ³
Resistencia a tracción	10 daN (en unión de placas)
Resistencia a impacto	50 J

Tabla 8. Características mecánicas de las placas.

Las placas de protección utilizadas en este proyecto serán fabricadas por compañías homologadas por la distribuidora de energía, en este caso, Endesa Distribución.

Las placas de protección deberán tener en un lugar visible y que sea indeleble el riesgo eléctrico el cual protegen.

Cintas de Señalización

Las cintas de señalización utilizadas en este proyecto tienen las siguientes características técnicas:

Ancho	15 ± 0,5 cm
Grueso	0,1 ± 0,01 mm
Color	Amarillo vivo con impresión indeleble con tinta negra
Resistencia a tracción	100 kg/cm ²
Resistencia a impacto	80 kg/cm ²

Tabla 9. Características mecánicas de las cintas de señalización.

Las cintas de señalización utilizadas en este proyecto serán fabricadas por compañías homologadas por la distribuidora de energía, Endesa Distribución.

1.8.1.2.4 Resumen

Tipo	Línea subterránea
Finalidad	Tendido nueva red MT
Origen	SE Bellisens
Final	Primer CT a instalar en el Polígono Industrial Mas Sunyer
Término municipal afectado	Reus
Tensión	25000 V
Longitud	1,994 km

Nombre de circuitos	Dos circuitos
Nombre de cables	Tres por circuito
Material conductor	Aluminio
Sección de los conductores	400 mm ²
Tensión del cable subterráneo	18/30 kV
Nivel de aislamiento	70/170 kV

Tabla 10. Características de la línea de enlace de suministro.

1.8.1.2.5 Organismos y servicios afectados

Organismo afectado	Descripción de la afectación
Ayuntamiento de Reus	Licencia de obras
Ministerio de Fomento	Cruzamiento con autopista A-7
Generalitat de Catalunya	Paralelismo con carretera T-315
ACA	Paralelismo con Riera Mas de Sostre

Tabla 11. Organismos y servicios afectados.

1.8.2 Red de Distribución de Media Tensión

1.8.2.1 Generalidades

El tipo de distribución que se efectuará será el subterráneo, debido a imposiciones urbanísticas por ser una zona industrial y razones de seguridad. Se obliga a respetar las distancias mínimas de seguridad debido a la altura de las naves; maniobras que podrían ocasionar averías en el trazado aéreo y paso de vehículos de gran altura como grúas o camiones.

La distribución subterránea se realizará en anillo cerrado; contemplando una posible ampliación del polígono en un futuro.

El primer tipo de conductor, que trazará el recorrido desde la subestación receptora hasta el primer centro de maniobra, estará constituido por tres conductores unipolares de aluminio de 400 mm² y tensión nominal 25 kV eficaces. Esta es la línea suministradora, quedando dentro del objeto de este proyecto.

El recorrido más utilizado para la distribución desde subestaciones transformadoras, es de tipo radial, ya que existen muchas salidas desde ese punto.

Cada centro de transformación, siguiendo las normas técnicas FECSA-ENDESA, debe recibir una entrada de 25 kV y tendrá sus correspondientes salidas de 400/230 V. Se dejara en cada CT instalado un espacio de reserva para la ubicación de una nueva celda SF₆, en caso de ampliación de potencia.

La red subterránea de media tensión estará formada por tres conductores unipolares de aluminio de sección 240 mm². Estos deben tener una forma circular compacta, campo radial, con aislamiento seco termoestable y tensión nominal (U_0/U) 18/30 kV eficaces.

(U_0 : Tensión eficaz nominal a 50 H entre cada conductor y la pantalla del cable.

U: Tensión eficaz nominal a 50 HZ entre conductores)

1.8.2.2 Trazado de la Red de Media Tensión

Para la distribución de la red, como la señalización, las protecciones para las zanjas, pasos, accesos a naves; deberán cumplir con el reglamento de BT, como las imposiciones urbanísticas del municipio donde se realizará la obra y si es preciso las recomendaciones de la normativa FECSA-ENDESA.

El trazado de la línea se realizará por debajo de las aceras y calzadas existentes, teniendo en cuenta los servicios afectados y con la disposición de los permisos correspondientes por parte de los organismos administrativos, tal y como se indica en el pliego de condiciones administrativas.

El trazado de la red de MT se encuentra más detallado en el Plano 4: Plano de Red de Media Tensión.

1.8.2.3 Canalización

Las canalizaciones, dado los casos de fuerza mayor, se ejecutarán por terrenos de dominio público, bajo las aceras y/o calzadas, preferentemente bajo las primeras y se evitarán ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en todo momento a su longitud en aceras y/o calzadas.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrán en cuenta el radio mínimo que haga falta dejar en las curvas según la sección del conductor o conductores que se hayan de canalizar.

Los cables se dispondrán enterrados directamente en el terreno. Bajo la aceras, en las zonas de entrada y salida de vehículos a las fincas, las cuales no se prevea el paso de vehículos de gran tonelaje, se dispondrán dentro de tubo seco (sin hormigonar). En los accesos a fincas de vehículos de gran tonelaje y en los cruces de la calzada, se dispondrán dentro de tubos hormigonados.

La profundidad hasta la parte superior del cable no será menor de 0,80 m bajo la acera, ni de 1 metro bajo la calzada. Cuando haya impedimentos que no permitan conseguir las profundidades mencionadas, se podrán reducir estos parámetros siempre y cuando se añadan protecciones mecánicas suficientes, según el decreto 120/92 y la Resolución TRI/301/2006.

Los radios de curvatura de un cable o cables de MT ha de ser superior 30 veces su diámetro durante el tendido, y a 15 veces su diámetro una vez instalado. A continuación se muestra una tabla con los radios mínimos de curvatura en función de las secciones normalizadas:

Sección [mm ²]	Diámetro exterior aprox. [mm]	Radio mínimo de curvatura del tendido [mm]	Radio mínimo de curvatura instalado [mm]
150	37,7	1131	565,5
240	41,5	1245	622,5
400	48,5	1455	727,5

Tabla 12. Radio de curvatura para un conductor de 240 mm².

Será necesaria la instalación de arquetas cada 100 m y en los cambios de sentido. Las arquetas serán prefabricadas de 115 x 115 x 115 cm y una vez colocadas, se rellenarán de arena hasta el 50 % de su altura, con la finalidad de amortiguar las vibraciones que se pudiesen transmitir desde el exterior. Encima de esta capa se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise de acuerdo con el acabado superficial de la zanja.

La apertura de la zanja se realizará mediante una retroexcavadora o mano cuando sea necesario. Se extraerá tierra a una profundidad de 90 cm y una anchura de 40 cm para no y dos circuitos. Para tres o cuatro circuitos se realizará una excavación de 110 cm.

El tendido en aceras se realizará de acuerdo con los siguientes puntos:

- La cama de la zanja que recibirá el cable será lisa y estará exenta de aristas vivas, guijarros, piedras, restos de runas, etc. Se dispondrá una capa de arena de río de mina lavada de granulometría entre 0,2 y 1 mm, limpia, suelta y exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, que cubra la anchura total de la zanja con un grueso de 6 cm.
- El cable se extenderá sobre esta capa de arena y se cubrirá con otra capa de arena de 0,24 m de grueso, de manera que la arena llegará hasta 0,3 m por encima de la cama de la zanja y cubrirá su anchura total. La distancia entre los ejes de los cables debe ser de 20 cm.

Sobre la capa anterior se colocaran placas de polietileno (PE) como protección mecánica.

A continuación, se extenderá otra capa de tierra de 0,20 m de grueso, sin piedras, ni runas, apisonada por medios manuales. El resto de tierra se extenderá por capas de 0,15 m, apisonadas por medios mecánicos. A 0,10 m por encima del pavimento, se pondrá una cinta de señalización que avise de la existencia de los cables eléctricos de MT. Finalmente, el acabado superficial de 0,15 m, será el mismo que la acera ya existente.

El tendido en calzadas se realizará de acuerdo con los siguientes puntos:

- La cama de la zanja que recibirá el cable será lisa y estará exenta de aristas vivas, guijarros, piedras, restos de runas, etc. Se dispondrá una capa de hormigón H-100, que cubra la anchura total de la zanja con un grueso de 0,06 m.
- El cable con cubierta de PVC rojo se extenderá sobre esta capa de hormigón y se cubrirá con otra capa de hormigón de 0,24 m de grueso, de manera que el hormigón llegará hasta 0,3 m por encima de la cama de la zanja y cubrirá su anchura total.

Sobre la capa anterior se rellenará la zanja en tongadas de 15 cm de grueso, sin piedras, ni runas, apisonada por medios mecánicos. A 0,10 m por encima del pavimento, se pondrá una cinta de señalización que avise de la existencia de los cables eléctricos de MT. Finalmente, se acabará de rellenar la zanja con el acabado superficial con una profundidad de 0,28 m y será el mismo propio que la calzada existente.

El tendido del conductor se realizará con rodillos cuando la longitud sea superior a 150 m para que estos no se deterioren ni provoquen en un futuro averías.

1.8.3 Centros de Transformación

1.8.3.1 Generalidades

Los CT serán propiedad de la compañía suministradora FECSA-ENDESA. El número de transformadores se calculará según la potencia demandada, calculada en el apartado 2.4.1 del Anexo.

La tensión prevista más elevada para el material será de 36 kV. Excepto para los transformadores de potencia, fusibles, pararrayos, que se adecuaran a la tensión de servicio.

La tensión de alimentación será de 25 kV trifásica a 50 Hz y con una salida de 400/230 V.

Se instalarán transformadores de 630 kVA. Los centros de transformación utilizados serán del tipo monobloque de hormigón prefabricado. La calidad de las casetas ha sido reconocida por UNESA, a través de los resultados obtenidos por los ensayos realizados según la RU 1303 A.

1.8.3.2 Ubicación de los Centros de Transformación

Para ubicar los CT se seguirán los siguientes criterios:

- Distribución de carga: Tendrán que soportar cargas similares, de esta forma se evitará la saturación de los transformadores respecto al resto.
- Simetría: Se ubicarán de forma que la distancia entre ellos sea similar (prevaleciendo siempre la distribución de carga).
- Posibilidad de ampliación: La distribución debe estar pensada para garantizar posibles aumentos de carga eléctrica en un futuro.

1.8.3.3 Casetas prefabricadas (ORMAZABAL)

1.8.3.3.1 Generalidades

El modelo de Centro de Transformación que va a ser utilizado será los monobloque de la marca ORMAZABAL. Los modelos a instalar serán el PFU-4.

La envolvente de estos Centros de Transformación es de hormigón armado vibrado, y se compone de 2 partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Todas las armaduras de hormigón están unidas entre sí y al colector de tierra, según la RU 1303, y las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 k Ω respecto a la tierra de la envolvente.

El acabado estándar del Centro se realiza con pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes, y color marrón en techos, puertas y rejillas.

1.8.3.3.2 Ventilación

Las rejillas de ventilación son con láminas en forma de ‘‘V’’ invertida, que combinada con una rejilla mosquitera y con su posición de montaje, permite la perfecta ventilación del transformador.

Esta ventilación queda avalada en el protocolo nº 93066-1-E para transformadores de potencia inferior o igual a 630 kVA y el protocolo nº 92202-1-E para transformadores de potencia mayor. Estos protocolos han sido realizados por el personal de ensayos e investigaciones industriales LABEIN, de acuerdo con la normativa RU1303A.

1.8.3.3.3 Accesos

Para el acceso se dispone de dos tipos de puertas, una para el acceso del personal técnico y otro para el acceso directo del transformador. El número de accesos se acomoda a la necesidad de cada tipo de prefabricado y tipo de suministro.

1.8.3.3.4 Cimentación

Para la ubicación del CT PFU-4 es necesaria una excavación de 5,26 m de ancho por 3,18 de hondo y una profundidad de 0,56 m, sobre este fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm de espesor.

1.8.3.3.5 Dimensiones de la estructura

PFU-4		
Dimensiones exteriores	Longitud (m)	4,46
	Anchura (m)	2,38
	Altura (m)	3,24
	Superficie (m²)	10,7
	Altura vista (m)	2,78
Dimensiones interiores	Longitud (m)	4,28
	Anchura (m)	2,20
	Altura (m)	2,55
	Superficie (m²)	9,4
Dimensiones excavación	Longitud (m)	5,26
	Anchura (m)	3,18
	Profundidad (m)	0,56
Peso (kg)	12500	

Tabla 13. Dimensiones de un Centro de Transformación PFU-4.

1.8.3.3.6 Solera, pavimento y cierres exteriores

Sobre la placa base, y a una altura de 0,46 m está situada la solera, quedando un espacio vacío entre las dos, que permite el paso de los conductores de media y baja tensión, a los que se accede a través de unas troneras cubierta con losas.

Los agujeros de paso para los conductores de Media Tensión y Baja Tensión y paso de tierras están semiperforados. Únicamente se perforarán totalmente los agujeros necesarios para el nuevo suministro.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones o personal técnico, puertas del transformador y rejillas de ventilación.

Las puertas de chapa de acero para el personal técnico o peatones tienen unas dimensiones de 0,90 x 2,10 m. La puerta del transformador la tiene de 1,26 x 2,10 m. Ambas puertas pueden abrirse hasta un ángulo de 180 °.

La puerta de acceso para el personal técnico dispone de un sistema de cerrado diseñado por ORMAZABAL con la finalidad de garantizar la seguridad del funcionamiento y evitar la apertura

imprevista. Las puertas tienen dos puntos de anclaje, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

1.8.3.3.7 Ventilación

Las rejillas de ventilación del transformador están situadas en la parte posterior del transformador y en la parte inferior de la puerta de acceso al mismo. Fundamentalmente, el aire envolverá totalmente el transformador, principal punto de calor, para poder realizar una eficaz refrigeración por termosifón.

Para los agujeros de ventilación se dispondrá de un sistema de rejillas que no permitan la entrada de agua ni de animales pequeños. Todas las rejillas de ventilación estarán instaladas de manera que no estén en contacto con el sistema equipotencial y estarán separadas al menos 0,10 m de los armados de los muros.

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.

1.8.3.3.8 Condiciones de servicio

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m².
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m² (144 km/h).
- Sobrecarga en el piso: 400 kg/m².

1.8.3.4 Celdas de Media Tensión SF₆

Se instalarán celdas modulares en los CT del tipo CGM de ORMAZABAL. Este sistema está formado por diferentes modelos de apartamiento unifuncional y multifuncional. Dispone de una gama de celdas compactas (RMU) con asilamiento en SF₆ para redes de Media Tensión hasta 36 kV.

1.8.3.4.1 Descripción de las celdas SF₆

Las celdas modulares de Media Tensión de SF₆ están constituidas por:

- Base y frente
- Cuba
- Interruptor/Seccionador/ Seccionador de puesta a tierra
- Interruptor automático
- Mando
- Fusibles
- Conexión entre celdas
- Conexión con cables
- Enclavamientos

1.8.3.4.1.1 Base y frente

La parte frontal está pintada e incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la misma y los accesos los accionamientos del mando.

En la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

1.8.3.4.1.2 Cuba

La cuba, de acero inoxidable, contiene el interruptor, el embarrado y portafusibles, y el gasSF6 se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares (salvo para celdas especiales usadas en instalaciones más de 200 metros de altitud).

El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda la vida útil de la celda, sin necesidad de reposición de gas. Para la comprobación de la presión en su interior, se puede incluir un manómetro visible desde el exterior de la celda.

La cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o a la apramenta del Centro de Transformación.

El embarrado incluido en la cuba esta dimensionado para soportar, además de la intensidad asignada, las intensidades térmica y dinámica asignadas.

1.8.3.4.1.3 Interruptor / Seccionador / Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesta a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesta a tierra).

Estos elementos son de maniobra independiente, de forma que su velocidad de actuación no depende de la velocidad de accionamiento del operario.

El corte de la corriente se produce en el paso del interruptor de conectado a seccionado, empleando la velocidad de las cuchillas y el soplado de SF₆.

1.8.3.4.1.4 Interruptor automático

El interruptor automático de corte en vacío consta de 3 ampollas, en las que se ha practicado el vacío. En su interior se encuentran los dos polos; el fijo, orientado hacia la parte posterior de la celda; y el móvil, orientado hacia la parte frontal, para ser accionado por el mando de este interruptor automático.

La existencia de un seccionador en la celda permite realizar pruebas sobre el interruptor automático.

1.8.3.4.1.5 Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o monitorizada.

1.8.3.4.1.6 Fusibles de Media Tensión (CMP-F)

En las celdas CMP-F los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante.

Los 3 tubos, inmersos en SF₆, son perfectamente estancos respecto del gas, y cuando están cerrados, lo son también respecto del exterior, garantizando la insensibilidad a la polución externa y a las inundaciones. Esto se consigue mediante un sistema de cierre rápido con membrana. Esta membrana cumple también otra misión: el accionamiento del interruptor para su apertura, que puede tener origen en:

- La acción del percutor de un fusible cuando éste se funde.
- La sobrepresión interna del portafusibles por calentamiento excesivo del fusible.

1.8.3.4.1.7 Conexión entre celdas

El elemento empleado para realizar la conexión eléctrica y mecánica entre celdas, se denomina ORMALINK (conjunto de unión).

El conjunto de unión está formado por tres adaptadores elastoméricos enchufables que, montados entre las tulipas (salidas de los embarrados) existentes en los laterales de las celdas a unir, dan continuidad al embarrado y sellan la unión, controlando el campo eléctrico por medio de las correspondientes capas semiconductoras.

El diseño y composición del ORMALIMK, además de imposibilitar las descargas parciales, permite mantener los valores característicos del aislamiento, intensidades asignadas y de cortocircuito que las celdas tienen por separado.

1.8.3.4.1.8 Conexión entre cables

Las acometidas de Media Tensión y las salidas a transformador o celda de medida se realizan con cables. Las uniones de estos cables con los pasatapas correspondientes en las celdas CGM deben ejecutarse con terminales enchufables de conexión sencilla (enchufables) o reforzada (atornillables), apantallados o no apantallados.

1.8.3.4.1.9 Enclavamientos

Los enclavamientos de seguridad estándar en las celdas CGM impiden:

- Conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente que no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- Quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, que no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

1.8.3.4.2 Características constructivas

Celdas CML-36:

Tensión nominal [kV]	Nivel de aislamiento				Intensidades		
	Frecuencia industrial 50 Hz (1 min)		Impulso tipo rayo		Int. Nominal [A]	Int. Corta Duración (1 s) [kA]	Capacidad de cierre [kA]
	A tierra y entre fases [kV]	A la distancia de secc. [kV]	A tierra y entre fases [kV]	A la dist. De secc. [kV]			
36	70	80	170	195	630	16	40

Tabla 14. Características constructivas de las CML-36.

Celda CMP-F-36:

Tensión nominal [kV]	Nivel de aislamiento				Intensidades		
	Frecuencia industrial 50 Hz (1 min)		Impulso tipo rayo		Int. Nominal [A]	Int. Corta Duración (1 s) [kA]	Capacidad de cierre antes/después de fusibles [kA]
	A tierra y entre fases [kV]	A la distancia de secc. [kV]	A tierra y entre fases [kV]	A la dist. De secc. [kV]			
36	70	80	170	195	630	16	40/2,5

Tabla 15. Características constructivas de las CMP-F-36.

1.8.3.4.3 Dimensionado del embarrado

Las celdas utilizadas por ORMAZABAL han sido ensayadas y certificadas para los valores indicados en la placa de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de las celdas.

Las celdas elegidas para el Centro de Transformación tienen las siguientes características eléctricas:

Tensión nominal [kV]	Tensión máxima de servicio [kV]	Intensidad nominal [A]	Tensión de ensayo a 50 Hz (1 min) [kV]	Tensión de ensayo tipo rayo [kV]	Intensidad térmica [A]	Intensidad dinámica [kA]
25	36	630	70	170	16	40

Tabla 16. Características constructivas del embarrado.

Las principales características del embarrado de estas celdas son:

- Construcción a partir de pletina de cobre electrolítico de 50 x 5 mm.
- Calculada para soportar un cortocircuito en el cierre de 16 kA, durante 1 s.
- Intensidad nominal permanente de 630 A.
- Embarrado con lector de tierra a partir de pletina de cobre de 30 x 3 mm a lo largo de la celda.

1.8.3.4.4 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente nos permite verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el material del embarrado cuando por éste circule una corriente igual a la corriente nominal máxima. Este valor, ha sido obtenido mediante cálculos teóricos, y puede ser comprobado a través de un ensayo de intensidad nominal que, con objeto de establecer un margen de seguridad, se considerará la intensidad del bucle, que es de 630 A.

Este valor aplicado a las celdas CGM, se ha obtenido a partir del certificado correspondiente a través del protocolo 93101901, realizado por los laboratorios de ORMAZABAL.

1.8.3.4.5 Comprobación por sollicitación dinámica

Las celdas de ORMAZABAL certifican que:

Se cubre el valor necesitado para la densidad de corriente, que el conductor es capaz de conducir sin superar la densidad máxima posible para el material del embarrado. Esta certificación se ha obtenido con el protocolo 93101901 realizado por los laboratorios ORMAZABAL.

Que la intensidad dinámica de cortocircuito valorada aproximadamente en 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito 11,55 kA. Por lo que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 2,5 \cdot 11,55 = 28,75 \text{ kA} < 40 \text{ kA} \quad (1)$$

Para las celdas CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 642/93 realizado por los laboratorios de KEMA de Holanda.

1.8.3.4.6 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación por sollicitación térmica permite comprobar que por motivo de cortocircuito o la aparición de cualquier otro defecto, no se producirá un calentamiento excesivo de la celda. En este caso también tendrán la certificación adecuada que garantice el cumplimiento de dicho valor, mediante un ensayo realizado. En este caso, la intensidad considerada es la intensidad eficaz de cortocircuito:

$$I_{cc}(\text{ter}) = 11,55 < 16 \text{ kA} \quad (2)$$

Para las celdas CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 642/93 realizado por los laboratorios de KEMA de Holanda.

1.8.3.4.7 Características técnicas de las celdas modulares de SF₆

1.8.3.4.7.1 Celda de Línea

La Celda de Línea o celda de interruptor-seccionador, con aislamiento SF₆, incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor, que integra en el interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y

asilamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior frontal mediante bornes enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de alimentación.

La Celda de Línea tiene un tensión nominal asignada (U_n) de 36 kV; una intensidad nominal (I_n) de 630 A. Sus medidas son 0,42 m de ancho, 1,80 m de alto, 0,85 de fondo y 145 kg de peso (añadiendo un mando monitorizado).

1.8.3.4.7.2 Celdas de Protección

La Celda de Protección con Fusibles (CMP-F), además de un interruptor igual al de la celda de línea, incluye la protección con fusibles, permitiendo su asociación o combinación con el interruptor.

La celda de interruptor-seccionador, con aislamiento y corte, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornes enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a este interruptor. Presenta también, captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de alimentación.

La Celda de Protección con Fusibles tiene un tensión nominal asignada (U_n) de 36 kV; una intensidad nominal (I_n) de 630 A. Sus medidas son 0,48 m de ancho, 1,80 m de alto, 1,035 m de fondo y 270 kg de peso (para celdas RPTA).

1.8.3.4.8 Fusibles

Las celdas CMP-F ayudan con la protección de posibles cortocircuitos en MT que puedan producirse en el transformador.

Estos fusibles realizan una función de protección de manera ultrarrápida, muy inferiores que los de los interruptores automáticos, ya que evitan incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Para una correcta protección del transformador se utilizarán tres fusibles de 40 A con una tensión asignada de 36 kV.

Los fusibles han sido seleccionados para asegurar que:

- Permiten el funcionamiento continuado a la intensidad nominal.
- No producen disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en que la intensidad es muy superior a la nominal, y de una duración intermedia.
- No se producen disparos cuando se producen corrientes entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones de suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, éstas deberán ser evitadas incluyendo un relé de protección de sobrecargas o en su defecto, una protección térmica del transformador.

1.8.3.5 Transformadores de potencia

Los transformadores seleccionados para la instalación de los Centros de Transformación, son transformadores trifásicos reductores de tensión con neutro accesible en el secundario. Los transformadores serán de 630 kVA con una tensión primaria de 25 kV y una tensión secundaria de 400 V. La refrigeración será natural y de aceite.

Todos los transformadores contarán con un termómetro para verificar que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

1.8.3.5.1 Características nominales

Transformador	630 kVA
Marca	CONRADIS

Modelo/Tipo	630/36/25B20
Tensión asignada	36 kV/420
Regulación sin tensión	±2,5
Pérdidas en vacío [W]	1450
Pérdidas en cortocircuito [W]	6650
Intensidad en vacío al 100% de Vn	1,8
Impedancia de cortocircuito % a 75°C	4,5
Nivel de aislamiento	50 Hz – 70 kV
Tipo de refrigerante	Aceite mineral (UNE 21-320/5-IEC 296)
Norma	UNE 21428, EN-60076, IEC 76
Potencia nominal [kVA]	630
Calentamiento máximo (Cu aislante)	65/60 °C
Peso total/Peso del aceite	800/354
Conexión (CEI)	Dyn11

Tabla 17. Características nominales del transformador.

1.8.3.5.2 Puentes de Media Tensión y Baja Tensión

El puente de Media Tensión tiene como función conectar eléctricamente la celda de protección del transformador, CGM-CMP-F, con el primario del transformador.

Está formado por tres cables DHV unipolares 18/30 kV 3x1x150 mm² Al. La conexión se realizará mediante terminaciones EUROMOLD de 36 kV, sistema enchufable modelo M-400 RL en celda de SF₆, y mediante terminales bimetálicos en el transformador.

El puente de Baja Tensión tiene como función conectar eléctricamente el secundario del transformador con el cuadro de BT. Está formado por cables RV 0,6/1 kV de 240 mm², tres por cada fase y dos por el neutro si el transformador es de 630 kVA.

1.8.3.5.3 Cuadro de Baja Tensión

El cuadro de Baja Tensión será el modelo CBT-AC4 de la marca ORMAZABAL. Este cuadro está compuesto de 4 salidas para la distribución de energía en Baja Tensión. Se exige este modelo ya que tiene un uso para transformadores de hasta 1000 kVA.

Cuenta con seccionamiento en cabecera mediante pletinas deslizantes, 4 salidas. Cada salida estará formada por 3 cables que corresponderán a cada fase de 240 mm², y uno para el neutro de 150 mm². Las fases estarán protegidas por fusibles de tipo cuchilla de 400 A (según la normativa FECSA-ENDESA y según el tramo), mientras que el neutro estará conectado directamente al embarrado del cuadro.

En el cuadro se distinguen tres zonas:

- Zona de acometida.
- Zona de seccionamiento
- Zona de salidas o distribución.



Figura 4. Cuadro de Baja Tensión de los Centros de Transformación.

1.8.3.5.3.1 Zona de acometida, medida y equipos auxiliares

La zona de acometida, medida y equipos auxiliares está situada en la parte superior del módulo CBT-AC 4. Está constituida por un compartimento que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua en su interior.

El acceso a este compartimento se realiza por una puerta abisagrada en dos puntos.

Dentro de este compartimento hay cuatro unidades unipolares acoplables entre sí, que hacen la función del seccionador.

1.8.3.5.3.2 Zona de salidas

La zona de salidas constituye otro compartimento, donde se aloja únicamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida (cuatro salidas en total). Esta protección se realiza mediante fusibles colocados en bases trifásicas pero maniobradas monofásicamente. Las maniobras de apertura pueden realizarse en carga.

1.8.3.5.3.3 Características constructivas

Las dimensiones máximas del CBT serán las siguientes:

- Anchura: 580 mm.
- Altura: 1700 mm.
- Fondo máximo: 290 mm.

1.8.3.5.4 Puesta a tierra

Siguiendo las normas de FECSA-ENDESA y el REBT, todo Centro de Transformación deberá estar provisionado con una instalación de puesta a tierra. La puesta a tierra es la unión eléctrica directa sin fusibles, ni protección, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, a través de una toma de tierra con un electrodo o grupo de estos enterrados. La finalidad de la puesta a tierra es conseguir que en el conjunto de instalaciones no exista una diferencia de potencial peligrosa, y que a la vez, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de las descargas de origen atmosférico.

El procedimiento a seguir para el diseño de una instalación de puesta a tierra es:

- Determinación del tipo de suelo y estudio de sus características.
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo para la eliminación del defecto.
- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior y en el acceso al CT.
- Comprobar que las tensiones de paso en el exterior y en el acceso son inferiores a los valores definidos en la ITC 13 del RCE.
- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligroso, y estudio de las formas de eliminación o reducción
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.
- Construida la instalación de tierra se realizarán las correspondientes verificaciones ‘‘in situ’’.

1.8.3.5.4.1 Construcción del sistema de puesta a tierra

El sistema de tierras estará formado por electrodos de Cu puesto a tierra mediante picas unidas por el propio electrodo conductor. El conductor de Cu tendrá una resistencia mecánica adecuada y ofrecerá una elevada resistencia a la corrosión. Los empalmes y uniones deben realizarse con medios que aseguren la unión permanente y no experimenten calentamientos superiores a los del conductor.

Se instalarán dos tipos de circuitos de puesta a tierra totalmente independientes, que deberán estar separados a una distancia de 12,42 m entre sí. Estos circuitos tienen la denominación de:

- Circuito de tierra de protección.
- Circuito de tierra de servicio.

1.8.3.5.4.2 Circuito de tierra de protección

A él se conectarán todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, per que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Pueden ser:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Envoltentes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Puertas metálicas de los locales.
- Vallas y cercas metálicas.
- Columnas, soportes, pórticos, etc.
- Estructuras y armaduras metálicas de los edificios prefabricados.
- Carcasa del transformador.

1.8.3.5.4.3 Circuito de tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en el lado de BT, debido a faltas en la red de MT, en el neutro de la red de BT, se conectará una toma de tierra independiente de la red de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra. Para tal fin, se emplea un cable de Cu aislado de 0,6/1 kV.

1.8.3.5.5 Alumbrado del Centro de Transformación

En el interior del Centro de Transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

1.8.3.5.6 Señalización y material de seguridad

Tanto las puertas de acceso, como las puertas y pantallas de protección llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1,410, modelo AE-10.

Las celdas prefabricadas llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva. En un lugar bien visible del interior del CT se situarán un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente, respiración boca a boca y masaje cardíaco, las ‘‘5 Reglas de Oro’’. Su tamaño será como mínimo UE A-3.

El operario dispondrá, en el interior del CT, de una banqueta aislante para el caso de maniobra y manipulación de diferentes elementos que normalmente están en tensión.

1.8.4 Red Subterránea de Baja Tensión

1.8.4.1 Generalidades

Los conductores utilizados para la toda la red subterránea de BT, serán conductores de aluminio unipolares según la norma ENDESA CNL 00100 tipo RV, de tensión nominal 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de PVC. La red de distribución estará enterrada en zanja y trifásica.

Los conductores serán trifásicos y contarán con fusibles de protección contra sobrecargas y cortocircuitos instalados en el cuadro de distribución de BT. El tipo de conductor seleccionado es un RV 0,6/1 kV 3x1x240 mm² + 1x150 mm² Al. La intensidad máxima admisible de este tipo de conductor es de 430 A y la de los fusibles de protección 400 A, según la ITC BT-07.

Se asegurará la posibilidad de ampliación de potencias sin necesidad de realizar aperturas de zanjas o sustituciones de red para ampliar la sección de los conductores.

1.8.4.2 Características técnicas de las salidas

Se respetará una cierta tolerancia para la posible ampliación de potencia del polígono, por lo que las salidas contarán con una distribución radial.

1.8.4.3 Componentes de la Red de Baja Tensión

La red de distribución de BT estará constituida por los siguientes elementos:

1.8.4.3.1 Cuadro de Distribución de Baja Tensión

El Cuadro de Baja Tensión, como se ha explicado anteriormente estará formado por un módulo de acometida (AC-4) y un módulo de ampliación (AM-4).

1.8.4.3.2 Caja de Seccionamiento y Caja General de Protección

La caja de seccionamiento (CS) permite la entrada y salida de la línea de distribución a la vez que deriva hacia la caja general de protección del cliente. La entrada y salida de la línea de distribución, se efectuará siempre por la base de la caja. La salida hacia la caja general de protección del cliente desde el interior de la caja de seccionamiento, se efectuará por la parte superior de ésta.

El material utilizado será poliéster autoextinguible, armado con fibra de vidrio y cumplirá con las condiciones requeridas para superar los ensayos de resistencia al fuego de acuerdo con lo indicado en la Norma UNE-EN 60695-2-10, Norma UNE-EN 60695-2-11, Norma UNE-EN 60695-2-12 y Norma UNE-EN 60695-2-13.

El cierre de la caja de seccionamiento se realizará mediante tornillos imperdibles de cabeza triangular de 11 mm de lado, con un orificio de 2 mm de diámetro que permita el paso de hilo del precinto.

La caja de seccionamiento (CS), se instalará en un nicho y debe cumplir las siguientes dimensiones mínimas:

Dimensiones CS	
Altura	1,05 m + CGP
Anchura	0,30 m + CGP
Profundidad	0,30 m

Tabla 18. Dimensiones Caja de Seccionamiento.

La CS debe permitir una entrada y una salida de red principal y una salida para abonado, las dos primeras serán por la parte inferior y la última por la parte superior de la caja de seccionamiento. Las pletinas donde se conectarán los conductores son de cobre de 30 x 4 mm y están situadas en la parte inferior de la caja de seccionamiento. Estas pletinas, tanto de entrada como de salida, estarán conectadas mediante fusibles o cuchillas, dependiendo de si los conductores son de diferente sección.

Para las instalaciones con una carga mayor de 180 kW, la CS y la CM constituirán la Caja General de Protección (TMF-10). Se instalarán según lo indicado en el Plano 12: Plano de detalle acometidas para suministros mayores a 15 kW. Las medidas de la TMF-10 para suministros entre 139 y 277 kW son las siguientes:

Dimensiones TMF-10 (200 a 400 A)	
Altura	1,44 m
Anchura	0,81 m
Profundidad	0,17 m

Tabla 19. Dimensiones de TMF-10 para un suministro de hasta 400 A.

Para las instalaciones con una carga entre 55 kW y 111 kW, la CS y la CM constituirán la Caja General de Protección (TMF-10). Se instalarán según lo indicado en el Plano 12. Las medidas de la TMF-10 para suministros entre 139 y 277 kW son las siguientes:

Dimensiones TMF-10 (80 a 160 A)	
Altura	1,44 m
Anchura	0,63 m
Profundidad	0,17 m

Tabla 20. Dimensiones de TMF-10 para un suministro de hasta 160 A.

Las cajas de seccionamiento irán instaladas en un nicho contenido en un monolito. Debe estar situado en un lugar de uso común de libre y fácil acceso, directo desde la calle y procurando su proximidad a la red de distribución o al CT. Debe estar preparado para ser integrado en la fachada o valla de las futuras construcciones, si así lo desea la propiedad.

La ubicación de las CS+CGP se realizarán de acuerdo la compañía suministradora junto con la propiedad. Ver Plano 3 desde la hoja 1 hasta la 8.

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la ITC-BT 04 Apartado 3, a partir de 10 kW en industrias será el Ingeniero Eléctrico de cada nave industrial, el que decida las modificaciones y ajustes para la potencia contratada.

1.8.4.4 Acometidas individuales

Todas las acometidas de las naves estarán formadas por cuatro conductores, 3 de fase y uno de neutro, para suministros trifásicos. Estas alimentarán a las cajas de protección y medida (CPM) de cada abonado.

Respecto a la potencia máxima prevista se tendrá que elegir diferentes conjuntos de medición, teniendo en cuenta la previsión de potencia y la potencia a contratar que la compañía suministradora oferte para el rango elegido.

1.8.4.5 Instalación de puesta a tierra

Debe quedar asegurada la continuidad del neutro en todo momento, este conductor no podrá ser interrumpido, salvo que dicha interrupción se realice mediante uniones amovibles en el neutro, próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas con herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

El conductor neutro de cada una de las salidas se conectará directamente a tierra a través de piquetas de 2 m de longitud de acero aleado con cobre, conectadas a un conductor desnudo de 50 mm² y que finalizará en la pletina del neutro. Las piquetas estarán enterradas verticalmente en el interior de la zanja.

La puesta a tierra del neutro de la red de BT será independiente a la tierra del CT ya que la tensión de defecto $V_d = V$ es superior a 1000 V.

Se realizará con cable aislado, RV 0,6/1 kV entubado e independiente de la red, con secciones mínimas de Cu de 50 mm², unido a la pletina del neutro del cuadro de BT. El conductor de neutro a tierra se instalará a una profundidad de 60 cm y podrá ser instalado tanto éste como las picas, dentro de cualquiera de las zanjas de BT.

Una vez realizada la instalación de tierras, se efectuará por personal técnicamente cualificado, la comprobación de la instalación, revisando los valores de resistencia según señala la ITC BT-18. Estos valores deberán resultar muy inferiores al valor de tensión de contacto mínimo impuesto por el REBT.

1.8.4.6 Canalizaciones

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de las naves, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos. La distancia a las fachadas no será inferior a 60 cm.

La distancia a las fachadas no será inferior a 0,6 m.

Las zanjas deberán ser realizadas por el trayecto más corto posible.

Cuando la canalización transcurra paralela a otros servicios (agua, gas, teléfono, etc), la distancia mínima a éstos será de 0,2 m. Esta distancia se seguirá respetando para los cruces con estas conducciones.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja tensión o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT 07.

Las zanjas deberán ser realizadas por el trayecto más corto posible.

En el caso de no poseer información suficiente de los terrenos en los que se han de ubicar las canalizaciones, y antes de iniciar la apertura de las zanjas, se deberán realizar catas de prueba cada 6 u 8 m con el fin de comprobar los servicios existentes y determinar la mejor ubicación para el tendido. Al marcar el trazado de zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar en los cambios de dirección, no permitiendo en ningún caso ángulos superiores a 90°.

Para las secciones normalizadas de los cables de baja tensión los radios mínimos de curvatura son:

Sección [mm ²]	Diámetro exterior aprox. [mm]	Radio mínimo de curvatura del tendido [mm]	Radio mínimo de curvatura instalado [mm]
50	14	280	140
95	18	360	180
150	21	420	210
240	27	540	270

Tabla 21. Radio de curvatura para un conductor de 240 y 150 mm².

Siempre que sea posible se dejarán “puentes” cada 10 m a modo de que no queden los conductores tensos, con el fin de evitar desprendimientos de tierras, sobre todo en días de lluvia. La apertura de las zanjas se realizará preferentemente a máquina, excepto cuando no sea posible, que se optará por apertura manual.

El fondo de las zanjas deberá estar en terreno firme para evitar posibles corrimientos debido a los esfuerzos de estiramientos de los cables.

Se procurará dejar, si es posible, un paso de 0,50 m entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de éste en la zanja. Las tierras se mantendrán limpias de escombros.

Los cables de BT podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de BT y 0,25 m con los cables de AT. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC BT-07.

Las dimensiones de las zanjas serán de 0,70 m x 0,40 m para la red de BT. Las zanjas mixtas tendrán una dimensión de 0,60 m x 0,95 m y 0,50 m x 1,20 m.

En todo caso, la profundidad hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,60 m en acera, ni de 0,80 m en calzada. Ver Plano 13: Plano de detalle de zanjas de Media Tensión y Baja Tensión.

Si con motivo de las obras de apertura aparecen instalaciones de otros servicios, se tomarán las precauciones debidas para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las condiciones en que se encontraban inicialmente y respetando las distancias en los cruzamientos y paralelismos.

1.8.4.6.1 Zanjas bajo tubo hormigonado

Los tubulares hormigonados se instalarán en los cruces de calles y calzadas, siempre se dejarán tubulares libres de reserva para posibles ampliaciones.

Los tubulares serán de polietileno (PE) de doble pared, interior lisa y exterior corrugada con un diámetro exterior de 160 mm e interior de 135 mm para la red de MT y 140 mm y 116 mm respectivamente para la red de BT. Tendrán una resistencia a la compresión superior a 450 N.

	Media Tensión	Baja Tensión
Exterior	160	140
Interior	135	116

Tabla 22. Diámetro de los tubos para alojar los cables eléctricos de Baja Tensión.

La zanja donde se colocarán los tubulares deberá estar abierta en su totalidad para poder dar una ligera pendiente, y así evitar la acumulación de agua en el interior de los tubos. Cuando la longitud de los tubulares sea superior a 100 m en MT o 50 m en BT y en los cambios de dirección con ángulos superiores a 60 °, se instalarán arquetas de registro con el fin de no someter a los cables a un exceso de esfuerzo de tracción y facilitar los trabajos de tendido.

Los tubos dispondrán de ensambles que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro de los cables.

El bloqueo de los tubos se realizará con hormigón de resistencia HM-10 cuando provenga de planta o con una dosificación de cemento de 200 kg/m^3 cuando se realice a pie de obra, evitando que la lechada se introduzca en el interior de los tubos por los ensambles.

Terminando el tubular, se procederá a su limpieza interior haciendo pasar una esfera metálica de diámetro ligeramente inferior a la del tubular, con movimiento de vaivén, para eliminar las posibles filtraciones de cemento y posteriormente, de forma similar, un escobillón o bolsa de trapos, para barrer los residuos que pudieran quedar.

Finalmente, los tubos quedarán sellados con espumas expansibles impermeables e ignífugas.

1.8.4.6.2 Tendido de cables

El tendido de cables es la parte con más riesgo para posibles averías o daños por defectos de ángulos, empalmes defectuosos, suciedad, etc., de los tubos de protección. Es considerada una parte muy delicada, y por este motivo se deben seguir una serie de pasos cuidadosamente.

Previamente a realizar el tendido, se deberá realizar un estudio de cuál es la posición óptima para colocar la bobina. Ésta estará suspendida a unos 15 cm del suelo, por medio de una barra o eje que pasará por el agujero central. La bobina ayudará a la extracción del cable, mediante su rotación y tirando del cable por la parte superior.

La entrada del nuevo cableado se realizará mediante una pendiente suave, realizada con arena fina (6 cm para MT y 3 cm para BT), y se deberá proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la superficie.

Los cables monofásicos de MT se dispondrán en triángulo equilátero, para evitar desequilibrios en las fases. Los cables de BT estarán dispuestos dos a dos en paralelo.

Los cables se encintarán cada 1,5 m para evitar que puedan moverse debido a los esfuerzos electrodinámicos generados por un cortocircuito.

Para realizar el tendido en las curvas se colocarán varios rodillos, evitando que el cable sufra esfuerzos de tracción, la máxima tracción admisible en tramos con curvas es de $450 \times R$ (daN), siendo R el radio de la curvatura del cable.

Los cables tendidos solo podrán ser desplazados manualmente en el interior de la zanja, sin uso de palancas u otros útiles para evitar posibles daños.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C no será posible realizar ningún tendido debido a la rigidez que toma el aislamiento de los cables.

El esfuerzo máximo de tracción que puede soportar un cable unipolar de aluminio de MT es de 3 daN/mm^2 . En ningún momento el esfuerzo del cable puede superar los 2500 daN.

Una vez instalado el cable, deberán taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores. Se colocará un circuito por cada tubo para reducir la reactancia.

1.8.4.6.3 Tapado y compactado

Una vez realizado el tendido y protección de los cables, se procederá al tapado y compactado de la zanja procediendo como sigue: el relleno de las zanjas se efectuará por capas sucesivas de 0,15 m de espesor; las cuales serán compactadas, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación del relleno se debe alcanzar una densidad mínima de 95 %.

La protección de los cables se realizará mediante placas de polietileno (PE). Por encima de las placas de PE y a 20 cm como mínimo se colocará una cinta de color amarillo que advertirá de la existencia de cables eléctricos de acuerdo con la norma RU-0205.

Si al efectuar la excavación se observa que la tierra contiene cascotes, escombros o tiene abundancia de piedras, no se utilizarán dichas tierras para el relleno; aportándose unas nuevas.

1.8.4.6.4 Cruces y paralelismos

Se deberá respetar una distancia mínima de 0,25 m entre los conductores de MT y BT.

En los casos en los que no puedan respetarse las distancias mínimas entre conductores, se realizarán separaciones con elementos de adecuada resistencia mecánica que aislen al último cable que se tienda con respecto del anterior, y así nuevamente.

El DOG nº 1649 del 25/09/92 de la Generalitat de Catalunya especifica que la protección entre conductores se podrá realizar mediante ladrillos macizos de 290 x 140 x 40 mm, con una capa de arena de 20 mm mínimo.

1.8.5 Instalación eléctrica y cálculo para el alumbrado exterior

1.8.5.1 Objetivos del alumbrado público

La iluminación artificial durante la noche es uno de los requisitos imprescindibles para el habitabilidad de las zonas urbanas modernas y, en menor grado, de las zonas rurales, y también es necesaria para la realización de un gran número de actividades lúdicas, comerciales o productivas, a más de la mejora de la seguridad de la ciudadanía; refuerza la prevención de riesgos laborales en espacios concretos, y es necesaria para garantizar la seguridad industrial de determinadas instalaciones.

Un diseño o uso inadecuado de las instalaciones de alumbrado produce contaminación lumínica, tanto que puede afectar a los ecosistemas y tener consecuencias generales para el medio ambiente en general. A más, un alumbrado nocturno excesivo o incorrecto puede causar molestias e invadir el ámbito privado.

Se debe de intentar mantener, al máximo posible, las condiciones naturales de la noche en beneficio para las personas, la fauna, la flora y los ecosistemas en general. Promover la eficacia energética de la iluminación exterior; evitar la intrusión de luz artificial no necesaria y prevenir o corregir los efectos perturbadores de la contaminación luminosa en la visión del cielo.

1.8.5.2 Características de las luminarias a utilizar

La luminaria elegida para la iluminación del Polígono tanto para calles principales como para calles secundarias es el siguiente modelo de la casa comercial "Salvi":

- Tipo de luminaria: CLAP S PRO
- Tipo de lámpara: LED 105 W

1.8.5.2.1 Descripción

Luminaria LED vial de medio tamaño. Muy eficiente y funciona. Diseñada para cubrir las necesidades básicas del alumbrado para todo tipo de vías con la máxima eficiencia.

1.8.5.2.2 Aplicaciones principales

- Carreteras, autopistas y autovías
- Calles
- Avenidas
- Zonas residenciales

1.8.5.2.3 Características

Luminaria LED compacta de diseño ovalado con un brazo de diseño esbelto. Muy práctica y funcional, diseñada para cubrir las necesidades básicas del alumbrado para todo tipo de vías con la máxima eficiencia. Diseño: L. Elizalde. Ideal para iluminar carreteras, autopistas y autovías, calles, avenidas, zonas residenciales. Para instalar de 4 a 9m de altura. Compuesta de cuerpo, tapa superior y fijación en aleación de aluminio tipo EN AC 44300 de bajo contenido en cobre (<0,1%). Entrada de cable mediante prensaestopas metálico. Fijación vertical sobre columna con entrada macho Ø60mm. Abisagrada en la parte trasera mediante varilla de acero inoxidable y cerrado manualmente mediante tornillo de acero inoxidable, junta de estanquidad de silicona cerrada, y válvula de compensación de presión para eliminar la entrada de humedad. Placa para fijación de auxiliares eléctricos y electrónicos en parte superior. Tornillería de acero inoxidable AISI304.

Peso aproximado: 3,5 kg.

Cumple con los grados IP66 e IK08.

Difusor de vidrio plano templado y grupo óptico con LEDs de alta eficiencia en disposición lineal. Los LED fijados al cuerpo principal transmite el calor por conducción, y el cuerpo mismo disipa por convección el calor exterior de forma eficiente. Set de lentes independientes de diseño propio en OMMA óptico con rendimiento de hasta el 93 %. Opcionalmente reflector trasero recuperador de flujo en PMMA inyectado y aluminado con alto índice de reflexión (95 %). La amplia gama de lentes y reflectores disponibles permite solucionar todas las necesidades fotométricas de forma óptima.

Temperatura de color: 3000 K o 4000 K. Opcionalmente para zonas con protección medioambiental: 2200 K o 2700 K.

FHS < 0,1 %.

Vida útil: L90B10 > 100.000 h (consultar según tipo de LED y configuración).

Voltaje: AC 220 V – 240 V / 50-60 Hz. Clase I / Clase II opcional.

Normas: IEC60598, IEC 62031, IEC 62471, IEC 60529, EN 55015, IEC 61000, IEC 61547, IEC 62493, IEC 62471, IEC 61437, IEC 62384, EN 50102, CE. ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001.

1.8.5.2.4 Accesorios

Soporte de montaje variado

1.8.5.2.5 Columnas

Se instalarán columnas de 8 metros, de tipo AM-10, conicidad 12,5% y serán construidas en chapa de acero galvanizadas. Dispondrán de una puerta de registro y pernos de anclaje (según RD 2643/18-12-85, BOE de 24-01-86)

Las columnas dispondrán de la toma de tierra, formada por un conductor $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$.

El conductor interior será de $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ y 1.000 V de tensión de servicio.

1.8.5.2.6 Cimentaciones de los puntos de luz

Las cimentaciones de los puntos de luz serán de hormigón H-250, determinando su dimensión según la altura del punto de luz.

Para las cimentaciones de los puntos de luz se utilizarán cuatro pernos de anclaje que serán de acero F-111, según la norma UNE 36011, doblados en forma de U y galvanizados, en rosca métrica en la parte superior, y llevarán una doble abrazadera de 60 mm de diámetro soldado a 4 pernos. Para mayor detalle se puede observar el Plano 19: Plano de detalle de las cimentaciones.

1.8.5.2.6.1 Ejecución

Finalizada la excavación se ejecutará la cimentación, situado previamente de forma correcta la plantilla con los cuatro pernos con doble abrazadera, nivelada exactamente y fija. Se situarán correctamente y con una curvatura idónea en los tubos metálicos flexibles, para que pasen de forma holgada los conductores. El tiraje y resto de operaciones de hormigonado se realizarán de tal forma que no varíe de ninguna manera la posición de los pernos y tubos metálicos.

Transcurrido el tiempo necesario para el perfecto cimentado, se procederá a la instalación de las arandelas y tuercas en los pernos, que deberán nivelarse. Una vez realizada esta operación, se levantará el soporte de forma que la base se asiente sobre los pernos ya fijados. La fijación se realizará mediante arandelas y tuercas, instalando, si se cree conveniente, contratuercas.

Acabada la sujeción del soporte se rellenará mediante hormigón H-250 en las cimentaciones sobre acera donde se conozca la cota final, se rellenará de hormigón hasta dicha cota.

1.8.5.2.6.1.1 Pernos

Para las cimentaciones e los soportes se utilizarán cuatro pernos de acero F-111 galvanizados, y sus medidas y dimensiones se determinaran en función de la altura de los apoyos.

1.8.5.2.6.1.2 Tuercas y arandelas

Las tuercas serán métricas y de cadmio.
Las arandelas serán cuadradas de acero y galvanizadas.

1.8.5.3 Instalación eléctrica para el alumbrado

1.8.5.3.1 Empresa suministradora

La empresa suministradora es FECSA-ENDESA, las condiciones de suministro son las siguientes:

Corriente alterna

Distribución trifásica con neutro: 3x400 V + N

Tensión entre fase y neutro: 230 V

Frecuencia de trabajo: 50 Hz

Se cumplirá con la normativa descrita en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en la ITC BT-09. En esta instrucción técnica se especifica que la tensión admisible desde el cuadro de mando hasta el punto de luz más alejado, será de un 3 % sobre la tensión nominal entre fases, siendo para este caso la tensión nominal de:

$$400 V \cdot \frac{30}{100} = 12 V \quad (3)$$

Siguiendo la ITC BT-09, la instalación se realiza con un factor de corrección de potencia mayor o igual a 0,9. Por lo que cada luminaria tendrá instalado su condensador de capacidad adecuado incluido los equipos.

1.8.5.3.2 Conductores

La sección de las redes subterráneas, incluido el neutro, será como mínimo de 6 mm².

Se utilizarán exclusivamente conductores de cobre tetrapolares (clase 5), de tensión asignada 0,6/1 kV, con aislamientos de polietileno reticulado (XLPE), con cubierta de policloruro de vinilo (PVC) y en tubo de acero flexible.

1.8.5.3.2.1 Instalación de cables

Los cables se montarán en un tramo entre el punto de acometida y el destino excepto cuando se hayan previsto las conexiones para este proyecto. Los cables penetrarán en los equipos y en las cajas mediante prensaestopas adecuados a la zona.

Cuando los cables crucen bajo carreteras o se indique de esta manera se realizará bajo tubo de PVC rígido, empotrado en hormigón y enterrado a una profundidad mínima de 60 cm del nivel del suelo.

El cable alimentará en serie cada una de las columnas del circuito. La conexión se realizará mediante una regleta dentro de la columna, a la altura de la puerta de registros, donde se colocará un fusible. De esta regleta arrancará el conductor de alimentación para la lámpara.

Las derivaciones de los conductores enterrados se realizarán mediante cajas de derivación adecuadas para una tensión de servicio de 1.000 V, con bornes conectados montados sobre aisladores.

Se ha considerado los siguientes tipos de instalaciones de cable de zanja:

- Instalación subterránea en aceras y medianas.
- Instalación subterránea en calzada.

1.8.5.3.2.2 Instalación en aceras y medianas

Las zanjas bajo aceras y medianas, pavimentadas o de suelos de tierra, tendrán una profundidad adecuada, aproximadamente de 60 cm, de manera que la generatriz superior de los tubos metálicos flexibles quede a una distancia de 40 cm sobre la rasante del pavimento o suelo de tierra.

La anchura de la zanja será de 40 cm, pudiéndose admitir, previa autorización de la Dirección de Obra, una anchura de 30 cm en el caso de la existencia de otras canalizaciones y servicios que dificulten l ejecución de la zanja del alumbrado público.

El fondo de la zanja se dejará limpio de piedras y cascotes, nivelándolo convenientemente.

Se rellenará en su totalidad con una capa de 10 cm de arena limpia compactada moderadamente y destinada al drenaje de fluidos. A continuación se colocarán los tubos metálicos flexibles, y sobre los mismos se echará una capa final de arena de 10 cm por encima de ésta se extenderá una cinta de plástico de señalización. El resto de la zanja se rellenará de tierra moderadamente compactada, hasta conseguir que no queden depresiones. El acabado de la zanja se ejecutará reponiendo el tipo de pavimento existente inicialmente o proyectado.

1.8.5.3.2.3 Instalación subterránea en cruces de calzadas

La zanja para cruces de calzada tendrá un profundidad adecuada, aproximadamente de 85 cm, de manera que la generatriz superior de los tubos de PVC rígidos más próximos a la calzada se encuentre a una distancia de 70 cm bajo la misma.

La anchura de la zanja será de 40 cm. El fondo de la zanja se dejará limpio de piedras y runa, preparando un lecho de hormigón HM-10 de 10 cm de espesor sobre el que se colocarán dos tubos de PVC rígido, de 11 cm de diámetro a 3 cm de distancia entre sí, e instalando sobre estos tubos recostados en el lecho de hormigón separados de PVC tipo "Telefónica" cada 80 cm, recubriendo los tubos con hormigón HM-10, 10 cm sobre la generatriz superior de los tubos. El resto de zanja se rellenará de tierra moderadamente compactada hasta conseguir que no quede depresiones.

En todos los tipos de zanjas, entre dos arquetas consecutivas, los tubos de PVC rígido, serán continuo sin ningún tipo de conexión y las canalizaciones no serán en ningún caso horizontales sino ligeramente convexa hasta las arquetas.

El acabado e la zanja se ejecutará reponiendo el tipo de pavimento existente inicialmente o el proyectado.

1.8.5.3.3 Redes subterráneas

En las redes subterráneas los conductores serán de cobre del tipo VV 0,6/1 k, según denominación de las normas UNE y serán unipolares constituidos por tres conductores independientes o fases iguales y asimismo de idéntica sección para el conductor neutro, debido a las tensiones de pico, sobre-intensidades en la arrancada y armónicos que se presentan en el caso de las lámparas de descarga.

La sección mínima a emplear en redes subterráneas, incluido el neutro, será de 6 mm². En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm², la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-07.

La instalación de los conductores de alimentación a las lámparas se realizará en Cu, bipolares, tensión asignada 0,6/1 kV, de 2x2,5 mm² de sección, protegidos por c/c fusibles calibrados de 6 A.

En los circuitos eléctricos, con el objeto de proteger al conductor, se instalarán fusibles calibrados en cada cambio de sección. Éstos estarán situados en la línea de menor sección donde se produzca el cambio, en una caja de PVC con dimensiones, estanqueidad y aislamiento suficientes para soportar 2,5 veces la tensión servicio así como la humedad y la condensación.

De acuerdo con la ITC-BT-09 cada punto de luz estará dotado de dispositivos de protección contra cortocircuitos, por lo que en todas las arquetas de derivación a puntos de luz se instalará una caja de las mismas características técnicas a la anteriormente y de dimensiones adecuadas dotadas de fichas de conexión y fisibles calibrados que cumplen la norma UNE-20520.

1.8.5.3.4 Arquetas

Se pueden diferenciar dos tipos de arqueta para el presente proyecto:

- Arquetas de derivación a punto de luz (aceras, medianas y jardines).
- Arquetas de cruce de calle

En ambos casos se debe aplicar una pequeña inclinación en las caras superiores para evitar la entrada de agua.

1.8.5.3.4.1 Arquetas de derivación a punto de luz

Se colocará como mínimo una arqueta por punto de luz y en cada cambio de dirección. Dimensiones: Profundidad: 70 cm mínimo, sección horizontal: 40 x 40 cm. Para la ejecución se utilizará hormigón de resistencia característica HM-20, con un espesor en las paredes de 0,15 m y una profundidad de 0,70 m.

Si las arquetas se construyen de ladrillo se enfoscarán las paredes laterales interiores. El fondo de la arqueta estará formada por el propio terreno, libre de cualquier pegote de hormigón, donde se dejará un lecho de grava gruesa de 0,10 m de profundidad, para facilitar el drenaje.

No se pavimentará en ningún caso su base. Las arquetas cumplirán con lo estipulado en la norma EN 124-1994. El marco y la tapa serán cuadrados, y tendrán las siguientes dimensiones: exteriores del marco (400x435), tapa (390x390), paso libre a arqueta (345x345). En aceras las tapas serán de Clase C250 (Carga de rotura > 25 Toneladas).

Se dará una pequeña inclinación a las caras superiores con el fin de evitar la entrada de agua. En el caso de jardines, las arquetas de derivación a punto de luz se situarán en los caminos peatonales junto a las cimentaciones y en línea con las zanjas.

1.8.5.3.4.2 Arquetas para cruce de calle

Para el cruce de una calzada, se colocará a cada lado del cruce una arqueta con la siguientes características: una dimensión de profundidad de 80 cm mínimo y una sección horizontal de 40x40 cm. La ejecución será igual que para las arquetas de derivación.

1.8.5.3.5 Esquema básico de la instalación eléctrica

La red de alimentación de los puntos de luz desde el centro de mando y medida, se ha de realizar a través de circuitos abiertos, reduciendo la longitud de los mismos y equilibrando las cargas con el objetivo de unificar las secciones.

Siguiendo, la Instrucciones ITC-BT 09 e ITC-BT 44, los conductores de alimentación de los puntos de luz han de estar constituidos por tres conductores independientes o fases iguales y uno también independiente o de la misma sección para el conductor neutro. Las secciones podrán ser los siguientes:

- 4x6 mm²
- 4x10 mm²

La instalación funcionará con reductor de flujo, permitiendo que las primeras horas el alumbrado funcione al 100% de todos los puntos de luz hasta las 22:00 h de la noche, y conforme pase esta hora se irá reduciendo un 35-40%.

Se tendrá cuidado especial con la distribución uniforme de las cargas a toda la línea a fin de evitar desequilibrios entre fases.

1.8.5.4 Líneas eléctricas

Las líneas eléctrica se proyectaran enterradas e irán protegidas con un tubo de plástico de 90 mm de diámetro mínimo a la profundidad de 40 cm. En cruces de calles y carreteras se enterrarán a 80 cm de profundidad con un tubo de PVC

1.8.5.4.1 Líneas y puestas a tierra

Las líneas eléctricas se proyectaran enterradas e irán protegidas con un tubo de plástico de 63 mm de diámetro mínimo a la profundidad de 40 cm. En los cruces de calles y por donde exista la circulación de vehículos, se enterrarán a 0,80 m de profundidad con un tubo de PVC rígido de 90 mm de diámetro hormigonado en todos los lados.

La sección mínima de los conductores para la red subterránea será de 6 mm².

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima e irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.

La red general estará formada por una pica de acero y recubrimiento de cobre de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, enterrada verticalmente justo en la base de las columnas con una interdistancia de entre 100 m y 150 m. También estará formada por un conductor de cobre de 35 mm², que unirá todas las columnas metálicas.

Para que la resistencia a tierra sea adecuada, esta no deberá superar los 37 Ohmios.

Tal y como se indica en la ITC-BT 18, la puesta a tierra deberá ser comprobada obligatoriamente por parte de los servicios oficiales, en el momento de dar de alta la instalación para su funcionamiento.

En el caso de obtener una resistencia a tierra superior a la indicada, se instalarán tantas puestas a tierra como sean necesarias para reducir dicho valor y obtener el resultado deseado.

Con el objeto de garantizar la total continuidad de la línea de puesta a tierra cuando se acabe la bobina del conductor de cobre en la arqueta correspondiente, se efectuará una soldadura de plata.

1.8.5.4.2 Sistemas de protección

En los circuitos eléctricos con cambio de sección, se instalarán fusibles calibrados con el fin de proteger el conductor. Estos se situarán en la línea de menor sección, en una caja de PVC con dimensiones, estanqueidad y asilamiento suficiente para soportar 2,5 veces la tensión de servicio, la humedad y condensación.

Siguiendo la ITC-BT 09 cada punto de luz estará dotado de dispositivos de protección contra cortocircuitos, por lo que los puntos de luz se instalarán una caja de derivación de las mismas características a la señalada con anterioridad.

1.8.5.4.3 Cuadro de mando y control

Los cuadros de mando y control estarán situados cerca del centro de transformación, que será el punto de partida de nuestra instalación.

En el interior de estos irán instalados los elementos necesarios para conexión y desconexión de los circuitos, tanto manual como automáticamente, y contadores de consumo eléctrico.

La envolvente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP55, según UNE-EN 60529 e IK10 según UNE-EN 50.102, y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2 m y 0,3 m. El armario se montará sobre una base de hormigón H-200 con fijación adecuada para garantizar su estabilidad y deberá cumplir con las cotas libres para alojar un TMF1.

El cuadro de alumbrado público 1 estará compuesto por los siguientes elementos:

- 1 Ud. armario de poliéster prensado, protección IP-669, de 2150x1120x480 mm
- 3 Ud. base fusible de 25 A con fusibles de 25 A.
- 1 Ud. Interruptor general automático IV, 40 A.
- 1 Ud. interruptor diferencial IV, 40 A, 300 mA.
- 1 Ud. Límite sobretensión C, 50 A.
- 1 Ud. célula fotoeléctrica.
- 1 Ud. interruptor horario.
- 1 Ud. interruptor magnetotérmico IV, 16 A.
- 2 Ud. interruptor magnetotérmico IV, 10 A.
- C/c fusibles para protección de circuitos a células y contactores de 6 A.

El cuadro de alumbrado público 2 estará compuesto por los siguientes elementos:

- 1 Ud. armario de poliéster prensado, protección IP-669, de 2150x1120x480 mm
- 3 Ud. base fusible de 25 A con fusibles de 40 A.
- 1 Ud. Interruptor general automático IV, 40 A.
- 1 Ud. interruptor diferencial IV, 25 A, 300 mA.
- 1 Ud. Límite sobretensión C, 50 A.
- 1 Ud. célula fotoeléctrica.
- 1 Ud. interruptor horario.

- 1 Ud. interruptor magnetotérmico IV, 16 A.
- 2 Ud. interruptor magnetotérmico IV, 10 A.
- C/c fusibles para protección de circuitos a células y contactores de 6 A.

El cuadro de alumbrado público 3 estará compuesto por los siguientes elementos:

- 1 Ud. armario de poliéster prensado, protección IP-669, de 2150x1120x480 mm
- 3 Ud. base fusible de 25 A con fusibles de 40 A.
- 1 Ud. Interruptor general automático IV, 40 A.
- 1 Ud. interruptor diferencial IV, 25 A, 300 mA.
- 1 Ud. Límite sobretensión C, 50 A.
- 1 Ud. célula fotoeléctrica.
- 1 Ud. interruptor horario.
- 2 Ud. interruptor magnetotérmico IV, 10 A.
- C/c fusibles para protección de circuitos a células y contactores de 6 A.

El cuadro de alumbrado público 4 estará compuesto por los siguientes elementos:

- 1 Ud. armario de poliéster prensado, protección IP-669, de 2150x1120x480 mm
- 3 Ud. base fusible de 25 A con fusibles de 40 A.
- 1 Ud. Interruptor general automático IV, 40 A.
- 1 Ud. interruptor diferencial IV, 25 A, 300 mA.
- 1 Ud. Límite sobretensión C, 50 A.
- 1 Ud. célula fotoeléctrica.
- 1 Ud. interruptor horario.
- 3 Ud. interruptor magnetotérmico IV, 10 A.
- C/c fusibles para protección de circuitos a células y contactores de 6 A.

El cuadro de alumbrado público 5 estará compuesto por los siguientes elementos:

- 1 Ud. armario de poliéster prensado, protección IP-669, de 2150x1120x480 mm
- 3 Ud. base fusible de 25 A con fusibles de 40 A.
- 1 Ud. Interruptor general automático IV, 40 A.
- 1 Ud. interruptor diferencial IV, 25 A, 300 mA.
- 1 Ud. Límite sobretensión C, 50 A.
- 1 Ud. célula fotoeléctrica.
- 1 Ud. interruptor horario.
- 2 Ud. interruptor magnetotérmico IV, 10 A.
- C/c fusibles para protección de circuitos a células y contactores de 6 A.

El cuadro de alumbrado público 6 estará compuesto por los siguientes elementos:

- 1 Ud. armario de poliéster prensado, protección IP-669, de 2150x1120x480 mm
- 3 Ud. base fusible de 25 A con fusibles de 40 A.
- 1 Ud. Interruptor general automático IV, 40 A.
- 1 Ud. interruptor diferencial IV, 25 A, 300 mA.
- 1 Ud. Límite sobretensión C, 50 A.
- 1 Ud. célula fotoeléctrica.
- 1 Ud. interruptor horario.
- 2 Ud. interruptor magnetotérmico IV, 10 A.
- C/c fusibles para protección de circuitos a células y contactores de 6 A.

1.8.6 Puesta en funcionamiento

1.8.6.1 Generalidades

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el contratista tendrá que hacer las pruebas adecuadas para demostrar que todo el equipo, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas, estando en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Director de Obra o su representante.

Los resultados de las pruebas se recogerán en el protocolo correspondiente indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo.

1.8.6.2 Conductores

Los conductores de baja tensión, antes de su puesta en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre fase y tierra; que se hará antes y después de efectuar el relleno de la zanja.

Para el alumbrado se medirá la resistencia de aislamiento después de que todos los aparatos (armaduras, etc.) hayan sido conectados a excepción de la colocación de las lámparas.

1.8.6.3 Aparamenta

Antes de poner los cuadros en tensión se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases, y entre fase y tierra. Estas mediciones se repetirán con los interruptores en posición de funcionamiento y los contactos abiertos.

Se ajustarán todas las protecciones, mediante fuentes de intensidad y cronómetro, realizándose pruebas selectivas.

Se comprobará y ajustará la alineación y el deslizamiento de los contactos de acuerdo con las instrucciones del fabricante, se medirá la resistencia de aislamiento entre fases, y entre fases y tierra, de los interruptores en posición de cierre y sin estar conectados.

Antes de que la aparamenta esté en funcionamiento, todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores han de ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán los enclavamientos correspondientes.

1.8.6.4 Pruebas varias

Se comprobará la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y conexiones y se medirá la resistencia de cada red parcial, previa separación de la red general.

Se comprobarán todas las alarmas del equipo eléctrico, simulando condiciones anormales.

1.8.6.5 Medidas luminotécnicas

La medida de la iluminancia, se realizará mediante un luxómetro de responsividad V y corrección de cosenos (Cos), colocado en posición horizontal y a distancia de tierra menor a 20 cm.

Las medidas se efectuarán de derecha a izquierda de la luminaria en 15 puntos, tres de ellos correspondientes al eje transversal de la calzada que pasa por la luminaria y cuya medida es única, y la lectura de los otros 12 puntos se calculará realizando la media aritmética de los 6 puntos simétricos respecto a este eje.

La iluminación media será, como máximo, inferior en un 12 % a la calculada de proyecto, y en un 10 % respectivamente las uniformidades media y extrema de iluminación.

1.8.6.6 Otras medidas

Se comprobará el cumplimiento del régimen de distancias entre cruzamientos y paralelismos de las redes eléctricas y cuantos ensayos y comprobaciones se estimen necesarios ejecutar y como mínimo la comprobación de la alineación de los puntos de luz y la separación:

- Nivelación de los puntos de luz.
- Verticalidad: Desplome máximo en 3 por mil.
- Horizontalidad: La luminaria nunca estará por debajo del plano horizontal siendo el valor normal de inclinación 5°, pudiéndose permitir una inclinación máxima de 15° en casos especiales debidamente justificados.

- Separación entre puntos de luz: Diferirá como máximo, entre dos consecutivos, en un 5 % de la separación especificada en los planos, o, en el su caso, a la correspondiente de replanteo.

1.9 Planificación

La planificación de un proyecto depende de principalmente de la estrategia y eficacia con la que desarrolles las actividades que se deban llevar a cabo. En este caso, la electrificación de un polígono va relacionada con la temporalización del trabajo.

Las actividades a realizar estarán esquematizadas en el siguiente Diagrama de Gantt, donde se relacionará las actividades a desarrollar con su duración respectiva. Estas actividades están divididas en Alta Tensión, Media Tensión, Baja Tensión y Alumbrado Público:

1.10 Orden de Prioridad entre los Documentos Básicos

El orden establecido sobre la prioridad de los documentos básicos del proyecto es el siguiente:

1. Planos
2. Presupuesto
3. Pliego de condiciones
4. Anexo
5. Memoria

Firma:



Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Irene Royo Sánchez

Fecha: Junio de 2023

**DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL
POLÍGONO INDUSTRIAL DE REUS (MAS SUNYER)**

ANEXOS

Grado de Ingeniería Eléctrica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

2 Anexos

2.1 Previsión

La previsión de potencia de las naves industriales se calculará a partir de su superficie y siguiendo los criterios establecidos por el REBT i la normativa INCASOL.

Según la ITC-BT-10, se calculará considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 10.350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

En Cataluña está la administración INCASOL, que tiene un convenio establecido con Endesa, donde se aplica en viviendas y/o zonas industriales una potencia de 50 W por metro cuadrado.

2.1.1 Directrices

La Normativa Urbanística de la localidad de Reus establece las siguientes directrices:

- En la totalidad de las parcelas se aplicará un factor de utilización del terreno de estas de 0,5, pudiendo destinar la superficie no útil para parking, zona de recreo u otros menesteres.
- Se guardará una distancia mínima de 5 metros desde la acera a la zona útil y 3 metros desde el límite lateral o de atrás hasta la zona útil.

Siguiendo el REBT y la normativa FECSA-ENDESA, la caída de tensión máxima permitida será del 7 %. La intensidad que circule por los conductores no deberá superar la intensidad máxima admisible.

2.1.2 Superficies

El polígono industrial Mas Sunyer, ocupa una superficie total de 759.000 m². Está constituido por 229 parcelas, que ocupan una superficie de 420.677 m². Se podrá edificar una nave industrial en las parcelas de mayor superficie y el resto de parcelas estarán dedicadas al sector económico. En función de su superficie se demandará una potencia específica de acuerdo con la instrucción ITC BT-10 del RBT i la normativa de INCASOL. El conjunto de naves o superficie útil del polígono ocupa 199.446,5 m².

Haciendo referencia al plano número 2 ‘‘Plano de Emplazamiento’’, el polígono está constituido por 14 islas, enumeradas de la A a la N, con un total de 229 parcelas. A continuación se mostrarán diferentes tablas donde se resumirán las potencias previstas y aparentes de cada nave.

2.1.3 Superficies y previsión de potencia en isla A

Nº Parcela	Superficie total (m ²)	Superficie útil (m ²)	Potencia prevista (kW)
1	7045	3522,5	440,3
2	8451	4225,5	528,2
3	10910	5455	681,9
4	19550	9775	1221,9
5	16600	8300	1037,5
TOTAL			3909,8

Tabla 1. Superficies y previsión de potencia en isla A.

2.1.4 Superficies y previsión de potencia en isla B

Nº Parcela	Superficie total (m ²)	Superficie útil (m ²)	Potencia prevista (kW)
1	23601	11800,5	1475,1

Tabla 2. Superficies y previsión de potencia en isla B.

2.1.5 Superficies y previsión de potencia en isla C

Nº Parcela	Superficie total (m ²)	Superficie útil (m ²)	Potencia prevista (kW)
1	5560	2780	347,5
2	5100	2550	318,8
3	5100	2550	318,8
4	5300	2650	331,3
5	5250	2625	328,1
6	7000	3500	437,5
7	8633	4316,5	539,6
8	13218	6609	826,1
9	13143	6571,5	821,4
TOTAL			4269,0

Tabla 3. Superficies y previsión de potencia en isla C.**2.1.6 Superficies y previsión de potencia en isla D**

Nº Parcela	Superficie total (m ²)	Superficie útil (m ²)	Potencia prevista (kW)
1	3463	1731,5	216,4
2	3404	1702	212,8
3	3573	1786,5	223,3
4	6687	3343,5	417,9
5	3452	1726	215,8
6	1838	919	114,9
7	3505	1752,5	219,1
8	4000	2000	250,0
9	4001	2000,5	250,1
10	4000	2000	250,0
11	6946	3473	434,1
TOTAL			2804,3

Tabla 4. Superficies y previsión de potencia en isla D.**2.1.7 Superficies y previsión de potencia en isla E**

Nº Parcela	Superficie total (m ²)	Superficie útil (m ²)	Potencia prevista (kW)
1	1215	607,5	30,4
2	1215	607,5	30,4
3	690	345	17,3
4	690	345	17,3
5	690	345	17,3
6	690	345	17,3
7	690	345	17,3
8	690	345	17,3
9	690	345	17,3
10	690	345	17,3
11	690	345	17,3
12	690	345	17,3
13	690	345	17,3
14	690	345	17,3
15	690	345	17,3
16	690	345	17,3

17	690	345	17,3
18	690	345	17,3
19	690	345	17,3
20	690	345	17,3
21	690	345	17,3
22	690	345	17,3
23	690	345	17,3
24	690	345	17,3
25	690	345	17,3
26	690	345	17,3
27	690	345	17,3
28	690	345	17,3
29	1215	607,5	30,4
30	1144	572	28,6
TOTAL			569,6

Tabla 5. Superficies y previsión de potencia en isla E.**2.1.8 Superficies y previsión de potencia en isla F**

Nº Parcela	Superficie total (m2)	Superficie útil (m2)	Potencia prevista (kW)
1	1202	601	30,1
2	1202	601	30,1
3	683	341,5	17,1
4	683	341,5	17,1
5	682	341	17,1
6	683	341,5	17,1
7	683	341,5	17,1
8	682	341	17,1
9	682	341	17,1
10	682	341	17,1
11	683	341,5	17,1
12	682	341	17,1
13	683	341,5	17,1
14	682	341	17,1
15	682	341	17,1
16	683	341,5	17,1
17	682	341	17,1
18	682	341	17,1
19	683	341,5	17,1
20	683	341,5	17,1
21	682	341	17,1
22	682	341	17,1
23	683	341,5	17,1
24	683	341,5	17,1
25	683	341,5	17,1
26	683	341,5	17,1
27	682	341	17,1
28	682	341	17,1
29	1131	565,5	28,3
30	1203	601,5	30,1
TOTAL			563,2

Tabla 6. Superficies y previsión de potencia en isla F.

2.1.9 Superficies y previsión de potencia en isla G

Nº Parcela	Superficie total (m2)	Superficie útil (m2)	Potencia prevista (kW)
1	1202	601	30,1
2	1203	601,5	30,1
3	683	341,5	17,1
4	682	341	17,1
5	682	341	17,1
6	683	341,5	17,1
7	682	341	17,1
8	683	341,5	17,1
9	682	341	17,1
10	682	341	17,1
11	683	341,5	17,1
12	682	341	17,1
13	683	341,5	17,1
14	682	341	17,1
15	682	341	17,1
16	683	341,5	17,1
17	682	341	17,1
18	682	341	17,1
19	683	341,5	17,1
20	683	341,5	17,1
21	683	341,5	17,1
22	682	341	17,1
23	682	341	17,1
24	683	341,5	17,1
25	683	341,5	17,1
26	683	341,5	17,1
27	682	341	17,1
28	682	341	17,1
29	1203	601,5	30,1
30	1124	562	28,1
TOTAL			563

Tabla 7. Superficies y previsión de potencia en isla G.**2.1.10 Superficies y previsión de potencia en isla H**

Nº Parcela	Superficie total (m2)	Superficie útil (m2)	Potencia prevista (kW)
1	5067	2533,5	316,7
2	4026	2013	251,6
3	1932	966	120,8
4	2274	1137	142,1
5	3484	1742	217,8
6	3480	1740	217,5
TOTAL			1266,4

Tabla 8. Superficies y previsión de potencia en isla H.

2.1.11 Superficies y previsión de potencia en isla I

Nº Parcela	Superficie total (m2)	Superficie útil (m2)	Potencia prevista (kW)
1	967	483,5	24,2
2	1153	576,5	28,8
3	690	345	17,3
4	690	345	17,3
5	690	345	17,3
6	690	345	17,3
7	690	345	17,3
8	690	345	17,3
9	690	345	17,3
10	690	345	17,3
11	690	345	17,3
12	690	345	17,3
13	690	345	17,3
14	690	345	17,3
15	690	345	17,3
16	690	345	17,3
17	690	345	17,3
18	690	345	17,3
19	690	345	17,3
20	690	345	17,3
21	690	345	17,3
22	690	345	17,3
23	690	345	17,3
24	690	345	17,3
25	1152	576	28,8
26	1152	576	28,8
TOTAL			491,2

Tabla 9. Superficies y previsión de potencia en isla I.**2.1.12 Superficies y previsión de potencia en isla J**

Nº Parcela	Superficie total (m2)	Superficie útil (m2)	Potencia prevista (kW)
1	1140	570	28,5
2	1141	570,5	28,5
3	682	341	17,1
4	683	341,5	17,1
5	682	341	17,1
6	683	341,5	17,1
7	682	341	17,1
8	682	341	17,1
9	683	341,5	17,1
10	682	341	17,1
11	683	341,5	17,1
12	682	341	17,1
13	683	341,5	17,1
14	683	341,5	17,1
15	683	341,5	17,1
16	683	341,5	17,1
17	683	341,5	17,1

18	683	341,5	17,1
19	682	341	17,1
20	683	341,5	17,1
21	682	341	17,1
22	683	341,5	17,1
23	682	341	17,1
24	682	341	17,1
25	1141	570,5	28,5
26	1141	570,5	28,5
TOTAL			490,2

Tabla 10. Superficies y previsión de potencia en isla J.

2.1.13 Superficies y previsión de potencia en isla K

Nº Parcela	Superficie total (m2)	Superficie útil (m2)	Potencia prevista (kW)
1	1140	570	28,5
2	955	477,5	23,9
3	682	341	17,1
4	682	341	17,1
5	682	341	17,1
6	683	341,5	17,1
7	682	341	17,1
8	682	341	17,1
9	683	341,5	17,1
10	683	341,5	17,1
11	683	341,5	17,1
12	682	341	17,1
13	682	341	17,1
14	683	341,5	17,1
15	683	341,5	17,1
16	683	341,5	17,1
17	683	341,5	17,1
18	683	341,5	17,1
19	682	341	17,1
20	683	341,5	17,1
21	683	341,5	17,1
22	683	341,5	17,1
23	682	341	17,1
24	682	341	17,1
25	1140	570	28,5
26	1141	570,5	28,5
TOTAL			485,6

Tabla 11. Superficies y previsión de potencia en isla K.

2.1.14 Superficies y previsión de potencia en isla L

Nº Parcela	Superficie total (m2)	Superficie útil (m2)	Potencia prevista (kW)
1	3058	1529	191,1
2	2166	1083	135,4
3	2299	1149,5	143,7
4	2087	1043,5	130,4

5	2273	1136,5	142,1
TOTAL	742,7		

Tabla 12. Superficies y previsión de potencia en isla L.**2.1.15 Superficies y previsión de potencia en isla M**

Nº Parcela	Superficie total (m2)	Superficie útil (m2)	Potencia prevista (kW)
1	4347	2173,5	271,7
2	4782	2391	298,9
3	4349	2174,5	271,8
4	3404	1702	212,8
5	1888	944	118,0
6	2350	1175	146,9
7	2275	1137,5	142,2
8	2275	1137,5	142,2
9	2249	1124,5	140,6
10	2249	1124,5	140,6
TOTAL	1885,8		

Tabla 13. Superficies y previsión de potencia en isla M.**2.1.16 Superficies y previsión de potencia en isla N**

Nº Parcela	Superficie total (m2)	Superficie útil (m2)	Potencia prevista (kW)
1	2250	1125	140,6
2	2279	1139,5	142,4
3	2222	1111	138,9
4	2263	1131,5	141,4
5	2288	1144	143,0
6	2314	1157	144,6
7	2146	1073	134,1
8	2084	1042	130,3
9	2176	1088	136,0
10	2152	1076	134,5
11	2131	1065,5	133,2
12	2063	1031,5	128,9
13	2276	1138	142,3
14	2063	1031,5	128,9
TOTAL	1919,2		

Tabla 14. Superficies y previsión de potencia en isla N.

Para el cálculo de potencias a instalar se ha utilizado un coeficiente de simultaneidad de 1:

- Potencia total a instalar (sin tener en cuenta el alumbrado): 21.428,9 kW

2.1.17 Cálculo de previsión de potencia del alumbrado público

La luminaria seleccionada para realizar el alumbrado público es del fabricante Salvi modelo Clap S PRO, con un flujo luminoso de 11.468 lm y una potencia por lámpara de 105 W.

Lámparas	Potencia unidad	Coefficiente de REBT	Potencia (kW)	S (kVA)
503	105	-	52.815	58.683

Tabla 15. Previsión de potencia de alumbrado público.

2.1.18 Reparto de cargas según Centro de Transformación

CT	ISLA	POTENCIA TOTAL (kW)
1	A	250
2	B + A.P 1	61,55
3	C	450
4	D + A.P 3	555,15
5	E	303
6	E	266,6
7	F + A.P 4	308,95
8	F + A.P 2	275,25
9	G	299,6
10	G	263,4
11	H	350
12	I	260,6
13	I	230,6
14	J	296,4
15	J	193,8
16	K + A.P 6	295,69
17	K	193,8
18	L	250
19	M + A.P 5	509,35
20	N	350
21	N	350

Tabla 16. Reparto de cargas según Centros de Transformación.

2.2 Red Subterránea de Enlace de Suministro

2.2.1 Cálculo de la sección del cable

La línea, en este tramo subterráneo, estará formada por tres conductores unipolares y dos circuitos, tipo RHZ1 Al, las características de las cuales se ajustarán a las definidas en la Norma UNE 211620. La tensión asignada del cable será de 18/30 kV, el conductor será de aluminio de 400 mm², el recubrimiento externo estará formado por una capa de material aislante resistente a la erosión y a los contaminantes que puedan encontrarse en el subsuelo.

2.2.2 Intensidad máxima admisible en los conductores

Para calcular la sección del cable correspondiente a la red subterránea de media tensión, primer debemos saber cuál será la intensidad que circulará. Este dato lo obtendremos a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (1)$$

Primero, realizaremos un cálculo para saber cuál es la densidad máxima admisible de corriente en régimen permanente y a 50 Hz:

$$\sigma = 1,113 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible del cable es de:

$$I_{max} = \sigma \cdot S \quad (2)$$

I_{max}: Intensidad máxima admisible del cable (A).

σ: Densidad de corriente (A/mm²).

S: Sección del conductor (mm^2)

Utilizando la fórmula 2, obtenemos los siguientes resultados:

$$I_{max} = 1,113 \frac{A}{\text{mm}^2} \cdot 400 \text{ mm}^2 = 445 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible (A)	Densidad de corriente (A/mm^2)	Sección del conductor (mm^2)
445	1,113	400

Tabla 17. Valores constructivos de los conductores.

2.2.3 Intensidad de cortocircuito

Para obtener la intensidad de cortocircuito utilizaremos la siguiente fórmula donde se incluye la potencia aparente de cortocircuito (500 MVA), dato suministrado por la compañía FECSA-ENDESA:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (3)$$

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito (A)

S_{cc}: Potencia aparente de cortocircuito (MVA)

V: Tensión de la red (kV)

$$I_{cc} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 25} = 11,55 \text{ kA}$$

La relación entre la sección del cable y la intensidad de cortocircuito viene dada por la expresión:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t} = K \cdot S \quad (4)$$

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito (A)

t: tiempo de duración del cortocircuito (s)

K = 93 (según UNE 20435)

S : Sección del conductor (mm^2)

A continuación se mostrará una tabla con las intensidades de cortocircuito en función de las secciones de los conductores y la duración del cortocircuito:

Sección del conductor (mm^2)	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5	3
150	44,6	31,5	25,8	19,9	18,2	22,6	11,5	10	8,9	8,1
240	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16	14,3	13
400	118,9	84,1	68,6	53,2	48,5	37,6	30,7	26,6	23,8	21,7

Tabla 18. Duración de cortocircuito según sección del conductor.

Siguiendo la normativa de FECSA-ENDESA, donde especifica que la duración del cortocircuito de 0,5 s para la potencia de cortocircuito de la red, podemos calcular la sección mínima del conductor:

$$S = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} \quad (5)$$

$$S = \frac{11500 \cdot \sqrt{0,5}}{93} = 88 \text{ mm}^2$$

Obtenemos una sección mínima de 88 mm² para soportar cortocircuitos con una duración de 0,5 s. Se optará por adaptar toda la red con una sección de 240 mm² y así disponer de margen para posibles ampliaciones de potencia demandada. Para el tendido de conductor desde la Subestación Receptora de Bellisens hasta el primer CT del polígono industrial, se optará por una sección de 400 mm².

Debido a que la nueva línea que se conectará la red de distribución existente, desde la subestación transformadora, se desconoce el valor de la potencia conectada. La compañía suministradora, FECSA-ENDESA, será la encargada de definir los tramos abiertos y cerrados según las necesidades de explotación de la red.

La intensidad máxima que soporta el cable RH5Z1 18/30 kV 1x400 mm² Al + H25 en instalación subterránea 1 metro es de 445 A.

La capacidad de transporte máxima del cable, viene definida por la siguiente expresión:

$$S_n = I_n \cdot \sqrt{3} \cdot U \quad (6)$$

$$S_n = 445 \text{ A} \cdot \sqrt{3} \cdot 25 \cdot 10^3 \text{ V} = 19,27 \text{ MVA}$$

$$S_n = 19,27 \text{ MVA} \cdot 0,7 = 13,48 \text{ MVA}$$

Dada que la potencia del polígono real siguiendo el REBT es mayor a este resultado, se ha optado por instalar dos líneas.

2.2.4 Caídas de tensión

$$u(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} (R_{20} \cdot \cos \varphi + X \cdot \sen \varphi) \quad (7)$$

Siendo:

U: Tensión [kV]

P: Potencia [kW]

L: Longitud [km]

R₂₀: Resistencia a 20 °C [Ω /km]

X: Reactancia [Ω /km]

Debido a que la nueva línea subterránea se conectará a la red de distribución existente, se desconoce el valor de la potencia conectada. Siendo la compañía suministradora la encargada de definir los tramos abiertos y cerrados según sus necesidades de explotación de la red.

2.3 Red de Media Tensión Interior

2.3.1 Cálculo de la sección del cable

Para la distribución de Media Tensión del Polígono Mas Sunyer, escogeremos un cable unipolar de 240 mm² con tensión nominal de 18/30 kV.

Los requisitos mínimos que se deben cumplir al realizar el dimensionado de la sección de los conductores de la Red de Media Tensión son:

- Que la caída de tensión acumulada no supere en ningún tramo de la línea el 7 % de la tensión nominal (25 kV).
- Que la intensidad de corriente que circule por los conductores no sea superior a la intensidad nominal de estos.
- Dependiendo de la sección que obtenemos en los cálculos, se instalaran conductores con una sección de 240 mm² Al o 400 mm² Al. Al tratarse de un sistema trifásico de distribución, utilizaremos un conductor por fase.

2.3.2 Intensidad máxima admisible en los conductores

Se aplicará el mismo método utilizado para la Red de Alta Tensión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

Primero, realizaremos un cálculo para saber cuál es la densidad máxima admisible de corriente en régimen permanente y a 50 Hz:

$$\sigma = 1,708 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible del cable es de:

$$I_{max} = \sigma \cdot S$$

I_{max}: Intensidad máxima admisible del cable (A).

σ: Densidad de corriente (A/mm²).

S: Sección del conductor (mm²)

Utilizando la fórmula 2, obtenemos los siguientes resultados:

$$I_{max} = 1,708 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \cdot 240 \text{ mm}^2 = 410 \text{ A} \quad (3)$$

Intensidad máxima admisible (A)	Densidad de corriente (A/ mm ²)	Sección del conductor (mm ²)
410	1,708	240

Tabla 19. Valores constructivos según la sección del conductor.

La potencia máxima que podrá transportar el conductor es:

$$S_{max} = I_n \cdot \sqrt{3} \cdot U = 410 \text{ A} \cdot \sqrt{3} \cdot 25 \cdot 10^3 \text{ V} = 14,20 \text{ MVA}$$

2.3.3 Intensidad de cortocircuito

Para obtener la intensidad de cortocircuito utilizaremos la siguiente fórmula donde se incluye la potencia aparente de cortocircuito (500 MVA), dato suministrado por la compañía FECSA-ENDESA:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V}$$

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito (A)

S_{cc}: Potencia aparente de cortocircuito (MVA)

V: Tensión de la red (kV)

$$I_{cc} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 25} = 11,55 \text{ kA}$$

La relación entre la sección del cable y la intensidad de cortocircuito viene dada por la expresión:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t} = K \cdot S$$

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito (A)

t: tiempo de duración del cortocircuito (s)

$K = 93$ (según UNE 20435)

S : Sección del conductor (mm^2)

A continuación se mostrará una tabla con las intensidades de cortocircuito en función de las secciones de los conductores y la duración del cortocircuito:

Sección del conductor (mm^2)	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5	3
150	44,6	31,5	25,8	19,9	18,2	22,6	11,5	10	8,9	8,1
240	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16	14,3	13
400	118,9	84,1	68,6	53,2	48,5	37,6	30,7	26,6	23,8	21,7

Tabla 20. Duración de cortocircuito según sección del conductor.

Siguiendo la normativa de FECSA-ENDESA, donde especifica que la duración del cortocircuito de 0,5 s para la potencia de cortocircuito de la red, podemos calcular la sección mínima del conductor:

$$S = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

$$S = \frac{11500 \cdot \sqrt{0,5}}{93} = 88 \text{ mm}^2$$

Obtenemos una sección mínima de 88 mm^2 para soportar cortocircuitos con una duración de 0,5 s. Se optará por adaptar toda la red con una sección de 240 mm^2 y así disponer de margen para posibles ampliaciones de potencia demandada.

2.3.4 Caídas de tensión

Las caídas de tensión en la red de Media Tensión deben ser prácticamente menospreciables ya que se ha intentado mantener un equilibrio de potencias y de distancias. Las caídas de tensión se calcularán con la misma fórmula mencionada en el apartado de la Red de Alta Tensión:

$$u(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} (R_{20} \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Siendo:

U: Tensión [kV]

P: Potencia [kW]

L: Longitud [km]

R₂₀: Resistencia a 20 °C [Ω/km]

X: Reactancia [Ω/km]

La compañía suministradora ‘FECSA-ENDESA’ informa que la tensión es de $25 \text{ kV} \pm 3 \%$ que mediante las diferentes tomas de los transformadores se puede regular.

Línea	Potencia [kW]	Longitud [km]	Tensión [V]	Caída de tensión [%]	Caída de tensión [V]
1	450	0,695	24.997,73	0,009	2,272
2	50	0,205	24.996,18	0,015	3,821
3	250	0,725	24.995,73	0,017	4,268
4	550	0,230	24.994,33	0,023	5,672
5	350	0,280	24.994,01	0,024	5,994

6	250	0,019	24.993,71	0,025	6,29
7	260,6	0,125	24.993,69	0,025	6,31
8	296,4	0,210	24.993,62	0,026	6,38
9	500	0,019	24.993,56	0,026	6,44
10	350	0,485	24.993,56	0,026	6,44
11	350	0,200	24.993,81	0,025	6,192
12	291,8	0,305	24.993,98	0,024	6,018
13	193,8	0,019	24.994,33	0,023	5,67
14	299,6	0,125	24.994,35	0,023	5,65
15	299,6	0,019	24.994,53	0,022	5,47
16	193,8	0,120	24.994,55	0,022	5,45
17	230,6	0,019	24.994,81	0,021	5,20
18	303	0,340	24.994,84	0,021	5,16
19	266,6	0,125	24.995,74	0,017	4,26
20	263,6	0,125	24.996,10	0,016	9,90
21	263,4	0,360	24.966,49	0,014	3,51

Tabla 21. Caída de tensión en las líneas de distribución de la Red de Media Tensión.

2.4 Centros de Transformación

2.4.1 Potencia demandada

La potencia demanda por el polígono asciende a 21.428,9 kW (suma total de potencia de cada parcela y el alumbrado público).

Debido al sobredimensionamiento del polígono industrial, se ha tenido en cuenta una reducción de potencia a 50 kW en las parcelas con una potencia prevista superior a 100 kW. La potencia total instalada será de 6.313,74 kW.

Se instalará un total de 21 transformadores de 630 kVA del fabricante ORMAZABAL, modelo PFU-4. La distribución de los diferentes Centros de Transformación según la demanda de potencia queda demostrado la Tabla 16 del apartado 2.1.18 de este documento.

2.4.2 Intensidad en Media Tensión

La intensidad en el primario del transformador se calcula aplicado la siguiente fórmula:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (8)$$

I_p: Intensidad en el primario (A)

S: Potencia del transformador (kVA)

U_p: Tensión en el primario (kV)

La tensión que alimenta el primario del transformador, tiene un valor de 25 kV y las potencias de los transformadores son de 630 kVA. La intensidad, por lo tanto, de los transformadores da como resultado:

- Para un transformador de 630 kVA:

$$I_p = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 25} = 14,55 \text{ A}$$

2.4.3 Intensidad en Baja Tensión

La intensidad en el secundario del transformador se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (9)$$

I_s: Intensidad del secundario (A)

S: Potencia del transformador (kVA)

U_s: Tensión del secundario (V)

- Para un transformador de 630 kVA:

$$I_p = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 909,33 \text{ A}$$

2.4.4 Cálculo de las corrientes de cortocircuito

2.4.4.1 Intensidad de cortocircuito en el primario

La intensidad de cortocircuito en el primario está calculada en el apartado 2.3.3, obteniendo como resultado un valor de 11,55 kA.

Este corriente no depende de la capacidad del transformador, sino de la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión, que habíamos especificado anteriormente el valor de 500 MVA.

2.4.4.2 Intensidad de cortocircuito en el secundario

Para calcular la intensidad de cortocircuito en los bornes de Baja Tensión del transformador, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$I_{cc,s} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_{cc} \cdot U_s} \quad (10)$$

I_{cc,s}: Corriente de cortocircuito en el secundario (A)

S: Potencia aparente del transformador (kVA)

U_{cc}: Tensión del cortocircuito del transformador (%)

U_s: Tensión secundaria (V)

Escogeremos un valor de $U_{cc} = 4,5 \%$, para los transformadores de 630 kVA. Por lo que obtenemos:

$$I_{cc,s} = \frac{100 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 4,5 \cdot 400} = 20,21 \text{ kA}$$

2.4.5 Embarrado

El embarrado es la parte encargada de distribuir la energía eléctrica. Está formado por un número de barras que depende directamente del sistema de alimentación. Dichas barras deben estar diseñadas de tal forma que soporte la intensidad asignada, sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6, conforme a la normativa vigente se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

Siguiendo la normativa vigente de la compañía suministradora FECSA-ENDESA, deberá soportar en Media Tensión una corriente de corta duración de 20 kA y un valor de cresta de cortocircuito admisible de 50 kA. Y para Baja Tensión estará previsto para una intensidad de 1600 A y de 12 kA para una corriente de corta duración.

2.4.6 Puente de unión

La unión entre los bornes del transformador y el cuadro de protección de BT se efectuará mediante cables aislados unipolares de tipo RV 0,6/1 kV, que se ajustaran a lo que se especifica en la Norma GE CNL001. La instalación se efectuara en agrupaciones tetrapolares (R, S, N, T), formando haces.

Teniendo en cuenta el apartado 2.3.4 de este Anexo, la intensidad máxima prevista es de 909,33 A para transformadores de 630 kVA y de 1443,36 A para transformadores de 1000 kVA.

La unión entre el cuadro de protección de BT y el transformador se efectuará por medio de cables aislados de aluminio, unipolares, tipo RV 0,6/1 kV. Los cables de 240 mm² admiten una intensidad máxima de 410 A, por lo que debemos calcular el número de cables por fase, teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$n > \frac{I_{m\acute{a}x}}{I_{cond}} \quad (11)$$

n: número de conductores unipolares de 240 mm²

I_{máx}: Intensidad máxima en el secundario del transformador

I_{cond}: Intensidad máxima admisible del conductor

Aplicando la fórmula obtenemos que para un transformador de 630 kVA:

$$n > \frac{909,33 \text{ A}}{410 \text{ A}} \rightarrow n > 2,22$$

Teniendo en cuenta que el número de conductores no puede ser decimal, redondearemos estos resultados, quedando así un número de **3 conductores para los transformadores de 630 kVA**.

Las características de los puentes en función de las potencias serán las siguientes (normativa FECSA-ENDESA):

Potencias del transformador (kVA)	Nombre y sección (Al) de conductores	
	B2	
	Fases	Neutro
630	9x1x240 mm ²	3x1x240 mm ²

Tabla 22. Nombre de conductores en centros de transformación.

2.4.7 Protecciones

2.4.7.1 Protecciones en Alta Tensión

La protección de los transformadores en AT d estos CT's se realiza utilizando celdas de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Los fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que las corrientes de cortocircuito hayan alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformado en vacío.
- Soporta la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles, se escogerá, por tanto, en función de la potencia del transformador a proteger, en unas condiciones previstas de sobrecarga < 30% y temperatura <50 °C, para una tensión de servicio de 25 kV y se realiza en función de la potencia del transformador a proteger.

Una forma de calcular el fusible según las indicaciones anteriores será multiplicar por 2,5 la intensidad nominal del transformador y coger el valor del fusible superior estándar.

$$I_{fusible} = I_{NP} \cdot 2,5 \quad (12)$$

I_{fusible}: Intensidad mínima del fusible [A]

I_{NP} : Intensidad nominal del transformador en el primario [A]

Aplicando la fórmula número ___, obtenemos los siguientes resultados:

- Transformador 630 kVA

$$I_{fusible} = 14,55 \cdot 2,5 = 36,38 \text{ A}$$

Por lo tanto, siguiendo la normativa de FECSA-ENDESA sobre el amperaje de los fusibles, se seleccionará un fusible de 40 A para los transformadores de 630.

2.4.7.2 Protecciones en Baja Tensión

En el circuito de Baja Tensión de cada transformador se instalará un Cuadro de Distribución de 8 salidas. Para el cálculo del calibre de los fusibles y los efectos electromecánicos en el cuadro de baja tensión, se debe calcular la amplitud máxima de la primera cresta. La máxima amplitud (I_m) se deduce del valor eficaz de la corriente de cortocircuito simétrica, calculada en el apartado 2.4.4.2 Intensidad de cortocircuito en el secundario.

$$I_m = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc} \quad (13)$$

Resultados calculados en los apartados 2.5.4.1 hasta 2.5.4.22.

2.4.8 Dimensiones del Pozo Apagafuegos

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad de volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

2.4.9 Ventilación de los Centros de Transformación

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot k \cdot \sqrt{h} \cdot \Delta T^3} \quad (14)$$

Siendo:

W_{cu}: Pérdidas en el cobre del transformador [kW]

W_{fe}: Pérdidas en el hierro del transformador [kW]

k: Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h: Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida [m]

ΔT: Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15 °C.

S_r: Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador [m²]

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

2.4.10 Diseño del sistema de puestas a tierra

2.4.10.1 Características del suelo

Para el diseño e instalación de las puestas a tierra, debemos estudiar las características del suelo donde se realizará la instalación. Se determina una resistividad superficial de 150 Ω·m.

2.4.10.2 Corrientes máximas de Puesta a Tierra. Tiempo máximo de eliminación de defectos.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 300.
- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

2.4.10.3 Tipo de Instalaciones de Tierra

Para el diseño de las puestas a tierra, debemos diferenciar dos tipos:

- **Tierra de Protección:** Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.
- **Tierra de Servicio:** Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm y longitud 2 m, unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realiza con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

2.4.10.4 Cálculo de la resistencia del sistema de Puesta a tierra

Para realizar el cálculo de la resistencia del sistema de Puesta Tierra, se ha utilizado el método UNESA, conforme la normativa MIE-RAT- 13:

- Tensión de servicio: 25.000 V
- Puesta a tierra del neutro: Desconocida
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión: 10000 V
- Características del terreno:
 - ρ terreno ($\Omega \cdot m$): 150
 - ρ_H hormigón ($\Omega \cdot m$): 3000

Diferenciamos dos tipos de diseño de puesta a tierra destinado para las casetas PFU 4:

Tierra de protección:

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto, se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K r \cdot \rho \text{ [}\Omega\text{]} \quad (15)$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = I_{d\text{máx}} [A] \quad (16)$$

- Aumento del potencial de tierra, U_E :

$$U_E = R_t \cdot I_d [V] \quad (17)$$

2.4.10.4.1 Sistema de puesta a tierra para PFU-4

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-35/5/42
- Geometría: Anillo
- Dimensiones [m]: 5x3,5
- Profundidad del electrodo [m]: 0,5
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas [m]: 2

Los parámetros característicos del electrodo son:

- **Kr**: de la resistencia [$\Omega / \Omega \cdot m$] = 0,089
- **Kp**: de la tensión [$V / ((\Omega \cdot m)A)$] = 0,0201
- **Kc**: de la tensión de contacto exterior [$V / ((\Omega \cdot m)A)$] = 0,044

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,089 \cdot 150 = 13,35 \Omega$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 A$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 13,35 \cdot 300 = 4005 V$$

Tierra de Servicio

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo [m]: 0.5
- Número de picas: 3
- Longitud de las picas [m]: 2
- Separación entre picas [m]: 3

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, K_r [$\Omega / \Omega \cdot m$] = 0,135

Sustituyendo valores:

$$R_{t, \text{neutro}} = K_r \cdot \rho = 0,135 \cdot 150 = 20,25 \Omega$$

2.4.10.5 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

- Para PFU-4:

$$U'p = Kp \cdot \rho \cdot Id \quad (18)$$

Siendo:

U'p: tensión exterior [V]

Kp: tensión de paso [V/(($\Omega \cdot m$)A)]

ρ : resistividad en el terreno [$\Omega \cdot m$]

Id: intensidad máxima [A]

Aplicando la fórmula obtenemos el resultado siguiente:

$$U'p = 0,0201 \cdot 150 \cdot 300 = 904,5 \text{ V}$$

2.4.10.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'p(acc) = Kc \cdot \rho \cdot Id \quad (19)$$

- Para PFU-4:

$$U'p(acc) = Kc \cdot \rho \cdot Id = 0,044 \cdot 150 \cdot 300 = 1980 \text{ V}$$

Siendo:

U'p: tensión de contacto interior [V]

Kc: tensión de paso en el acceso [V/(($\Omega \cdot m$)A)]

ρ : resistividad en el terreno [$\Omega \cdot m$]

Id: intensidad máxima [A]

2.4.10.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Upa = 10 \cdot Uca \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_s \cdot Cs}{1000} \right) \quad (20)$$

$$Upa = 10 \cdot Uca \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Rac + 3 \cdot \rho_s \cdot Cs + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H}{1000} \right)$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_H}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right) \quad (21)$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_H}}{2 \cdot h_H + 0,106} \right)$$

$$t = t' + t''$$

Siendo:

Upa: tensión de paso admisible en el exterior [V]

Upa (acc): tensión en el acceso admisible [V]

Uca: tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1) [V]

Rac: resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc. [Ω]

Cs: coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

CH: coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.

hs: espesor de la capa superficial del terreno [m]

hH: espesor de la capa de hormigón [m]

ρ : resistividad natural del terreno [$\Omega \cdot m$]

ρ_s : resistividad superficial del suelo [$\Omega \cdot m$]

ρ_H : resistividad del hormigón, 3000 [$\Omega \cdot m$]

t: tiempo de duración de la falta [s]

t': tiempo de desconexión inicial [s]

t'': tiempo de la segunda desconexión [s]

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0,7 \text{ s}$$

$$t = t' = 0,7 \text{ s}$$

Sustituyendo valores:

Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1) $U_{ca}=165,2 \text{ V}$.

Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc. $R_{ac}=2000 \Omega$

Coficiente reductor de la resistencia superficial del suelo $C_s=1$

Coficiente reductor de la resistencia del hormigón $C_H=0,67$

Espesor de la capa superficial del terreno $h_s=0,1 \text{ m}$

Espesor de la capa de hormigón $h_H=0,1 \text{ m}$

Resistividad natural del terreno $\rho=150 \Omega \cdot m$

Resistividad superficial del suelo $\rho_s=150 \Omega \cdot m$

Resistividad del hormigón, $\rho_H=3000 \Omega \cdot m$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso:

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'_p = 904,5 \text{ V}$	\leq	$U_{pa} = 9746.8 \text{ V}$
Tensión de paso en el acceso	$U'_p (\text{acc}) = 1980 \text{ V}$	\leq	$U_{pa} (\text{acc}) = 18978.56 \text{ V}$

Tabla 23. Valores de tensión de paso en el exterior y acceso.

Tensión e intensidad de defecto:

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 4005 \text{ V}$	\leq	$U_{bt} = 10000 \text{ V}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A}$	$=$	$I_d = 300 \text{ A}$

Tabla 24. Valores de tensión e intensidad de defecto.**2.4.10.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior**

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima ($D_{n,p}$), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_{n,p} \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} \quad (22)$$

Siendo:

ρ : Resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$]

I_d = Intensidad de defecto [A]

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos que:

$$D_{n,p} \geq \frac{150 \cdot 300}{2000 \cdot \pi} = 7,16 \text{ m}$$

Resistividad del terreno $\rho = 150 \Omega \cdot m$

Intensidad de defecto $I_d = 300 \text{ A}$

2.5 Red de Baja Tensión**2.5.1 Distribución de cargas**

La distribución de parcelas y su potencia individual, es la condición principal de la ubicación de los centros de transformación.

Se debe mantener los requisitos mínimos de servicio, no sobrepasar un 7 % las caídas de tensión y no superar las capacidades de los conductores.

2.5.1.1 Ubicación de los Centros de Transformación

Para la ubicación de los Centros de Transformación, se ha tenido en cuenta las distancias desde el punto de suministro hasta la C.G.P de cada parcela.

De esta manera, los Centros de Transformación quedan distribuidos de la siguiente manera:

Nombre del CT	Isla
CT1	Isla A
CT 2	Isla B
CT 3	Isla C
CT 4	Isla D
CT 5 y CT 6	Isla E
CT 7 y CT 8	Isla F
CT 9 y CT 10	Isla G
CT 11	Isla H
CT 12 y CT 13	Isla I

CT 14 y CT 15	Isla J
CT 16 y CT 17	Isla K
CT 18	Isla L
CT 19	Isla M
CT 20 y CT 21	Isla N

Tabla 25. Distribución geométrica de los Centros de Transformación.

2.5.1.2 Distribución de potencias

Para la distribución en Baja Tensión se empleará conductores de aluminio 3x1x240 + 1x150 Al. Es decir tres cables unipolares de 240 mm² para las fases y un cable para el neutro de 150 mm². El aislamiento estará constituido por polietileno reticulado. En caso de que la previsión de carga sea inferior que la petición de potencia real, se podrán realizar trasvases de carga sin sobresaturar los conductores. La distribución de cargas se realizará de forma que la saturación del conductor quede dentro de un intervalo entre el 70/80 %.

2.5.2 Características de la Red de Baja Tensión

La red de Baja Tensión es la encargada de realizar la distribución de la energía desde los CT hasta las CGP. Las características de la red de BT son las siguientes:

- Tensión: Trifásica 400/230 V
- Caída de tensión máxima: 5 %
- Cosφ: 1
- Coeficiente de simultaneidad: 1
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica:
XLPE, EPR: 20 °C
PVC: 20 °C

2.5.3 Cálculo de secciones de los conductores

Las secciones de los conductores de los circuitos de distribución serán de 240 mm² utilizando conductores de aluminio. Se debe conocer antes las saturaciones en los diferentes tramos para poder realizar un diseño flexible y adecuado a la previsión de carga.

Proceso de cálculo:

Siguiendo la ITC-BT-07, para la elección de la sección de los conductores, es imprescindible conocer los valores siguientes:

- Potencia a transportar.
- Tensión en origen de la línea (400 V).
- Factor de potencia en la instalación (cosφ=1).

Conociendo los valores mencionados y, mediante la siguiente fórmula hallamos la I_{nom} :

$$I_{nom} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} \quad (23)$$

Siendo:

I_{nom} : Intensidad nominal [A]

P: Potencia [W]

U: Tensión [V]

Cosφ: factor de potencia

Los conductores escogidos son ternas de cables rígidos unipolares con neutro con aislamiento XLPE (polietileno reticulado con temperatura máxima en el conductor de 90 °C).

2.5.4 Tabla de resumen de intensidades

Aplicando la fórmula 23 obtenemos los siguientes resultados.

Para la protección del cable, se eligen fusibles de calibre inferior a la I_{max} .

Las características del conductor son:

- $I_{max} = 410 \text{ A}$
- Constante material $[m/(\rho \cdot \text{mm}^2)] = 35$
- Sección $[\text{mm}^2] = 3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

2.5.4.1 Centro de Transformación 1

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT1 – CGP1	50	30	72,17	216,51
CGP1 – CGP2	50	185	72,17	144,34
CGP2 – CGP3	50	320	72,17	72,17
Salida 2				
CT1 – CGP4	50	135	72,17	144,34
CGP4 – CGP5	50	225	72,17	72,17

Tabla 26. Intensidades nominales del CT1.

2.5.4.2 Centro de Transformación 2

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT2 – CGP6	50	60	72,17	72,17

Tabla 27. Intensidades nominales del CT2.

2.5.4.3 Centro de Transformación 3

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT3 – CGP7	50	60	72,17	216,51
CGP7 – CGP8	50	120	72,17	144,34
CGP8 – CGP9	50	145	72,17	72,17
Salida 2				
CT3 – CGP10	50	205	72,17	216,51
CGP10 – CGP11	50	265	72,17	144,34
CGP11 – CGP12	50	330	72,17	72,17
Salida 3				
CT3 – CGP13	50	455	72,17	216,51
CGP13 – CGP14	50	470	72,17	144,34
CGP14 – CGP15	50	500	72,17	72,17

Tabla 28. Intensidades nominales del CT3.

2.5.4.4 Centro de Transformación 4

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT4 – CGP16	50	105	72,17	216,51
CGP16 – CGP17	50	150	72,17	144,34
CGP17 – CGP18	50	210	72,17	72,17
Salida 2				
CT3 – CGP19	50	95	72,17	216,51

CGP19 – CGP20	50	135	72,17	144,34
CGP20 – CGP21	50	175	72,17	72,17
Salida 3				
CT4 – CGP22	50	295	72,17	216,51
CGP22 – CGP23	50	330	72,17	144,34
CGP23 – CGP24	50	390	72,17	72,17
Salida 4				
CT4 – CGP25	50	415	72,17	216,51
CGP25 – CGP26	50	430	72,17	144,34

Tabla 29. Intensidades nominales del CT4.

2.5.4.5 Centro de Transformación 5

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT5 – CGP27	30,4	65	43,88	68,85
CGP27 – CGP28	17,3	80	24,97	24,97
Salida 2				
CT5 – CGP29	17,3	105	24,97	99,88
CGP29 – CGP30	17,3	120	24,97	74,91
CGP30 – CGP31	17,3	130	24,97	49,94
CGP31 – CGP32	17,3	145	24,97	24,97
Salida 3				
CT5 – CGP33	17,3	170	24,97	49,94
CGP33 – CGP34	17,3	185	24,97	24,97
Salida 4				
CT5 – CGP35	30,4	60	43,88	68,85
CGP35 – CGP36	17,3	80	24,97	24,97
Salida 5				
CT5 – CGP37	17,3	105	24,97	99,88
CGP37 – CGP38	17,3	120	24,97	74,91
CGP38 – CGP39	17,3	130	24,97	49,94
CGP39 – CGP40	17,3	140	24,97	24,97
Salida 6				
CT5 – CGP41	17,3	180	24,97	49,94
CGP41 – CGP42	17,3	195	24,97	24,97

Tabla 30. Intensidades nominales del CT5.

2.5.4.6 Centro de Transformación 6

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT6 – CGP43	30,4	65	43,88	68,85
CGP43 – CGP44	17,3	75	24,97	24,97
Salida 2				
CT6 – CGP45	17,3	90	24,97	49,94
CGP45 – CGP46	17,3	105	24,97	24,97
Salida 3				
CT6 – CGP47	17,3	125	24,97	74,91
CGP47 – CGP48	17,3	140	24,97	49,94
CGP48 – CGP49	17,3	155	24,97	24,97
Salida 4				

CT6 – CGP50	28,6	60	41,28	68,85
CGP50– CGP51	17,3	80	24,97	24,97
Salida 5				
CT6 – CGP52	17,3	90	24,97	49,94
CGP52 – CGP53	17,3	105	24,97	24,97
Salida 6				
CT6 – CGP54	17,3	125	24,97	74,91
CGP54– CGP55	17,3	140	24,97	49,94
CGP55– CGP56	17,3	155	24,97	24,97

Tabla 31. Intensidades nominales del CT6.**2.5.4.7 Centro de Transformación 7**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT7 – CGP57	30,1	65	43,45	68,13
CGP57 – CGP58	17,1	80	24,68	24,68
Salida 2				
CT7 – CGP59	17,1	95	24,68	98,73
CGP59 – CGP60	17,1	110	24,68	74,05
CGP60 – CGP61	17,1	120	24,68	49,36
CGP61 – CGP62	17,1	135	24,68	24,68
Salida 3				
CT7 – CGP63	17,1	160	24,68	49,36
CGP63– CGP64	17,1	175	24,68	24,68
Salida 4				
CT7 – CGP65	30,1	65	43,45	68,13
CGP65– CGP66	17,1	80	24,68	24,68
Salida 5				
CT7 – CGP67	17,1	95	24,68	98,73
CGP67 – CGP68	17,1	110	24,68	74,05
CGP68– CGP69	17,1	120	24,68	49,36
CGP69– CGP70	17,1	135	24,68	24,68
Salida 6				
CT7 – CGP71	17,1	160	24,68	49,36
CGP71– CGP72	17,1	175	24,68	24,68

Tabla 32. Intensidades nominales del CT7.**2.5.4.8 Centro de Transformación 8**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT8 – CGP73	28,3	65	40,85	65,53
CGP73 – CGP74	17,1	75	24,68	24,68
Salida 2				
CT8 – CGP75	17,1	100	24,68	49,36
CGP75 – CGP76	17,1	115	24,68	24,68
Salida 3				
CT8 – CGP77	17,1	125	24,68	74,05
CGP77– CGP78	17,1	140	24,68	49,36
CGP78– CGP79	17,1	155	24,68	24,68
Salida 4				

CT8 – CGP80	30,1	65	43,45	68,13
CGP80– CGP81	17,1	80	24,68	24,68
Salida 5				
CT8 – CGP82	17,1	105	24,68	49,36
CGP82 – CGP83	17,1	120	24,68	24,68
Salida 6				
CT8 – CGP84	17,1	125	24,68	74,05
CGP84– CGP85	17,1	140	24,68	49,36
CGP85– CGP86	17,1	155	24,68	24,68

Tabla 33. Intensidades nominales del CT8.**2.5.4.9 Centro de Transformación 9**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT9 – CGP87	30,1	65	43,45	68,13
CGP87– CGP88	17,1	80	24,68	24,68
Salida 2				
CT9 – CGP89	17,1	95	24,68	98,73
CGP89 – CGP90	17,1	110	24,68	74,05
CGP90 – CGP91	17,1	120	24,68	49,36
CGP91 – CGP92	17,1	135	24,68	24,68
Salida 3				
CT9 – CGP93	17,1	160	24,68	49,36
CGP93– CGP94	17,1	175	24,68	24,68
Salida 4				
CT9 – CGP95	30,1	65	43,45	68,13
CGP95– CGP96	17,1	80	24,68	24,68
Salida 5				
CT9 – CGP97	17,1	95	24,68	98,73
CGP97 – CGP98	17,1	110	24,68	74,05
CGP98– CGP99	17,1	120	24,68	49,36
CGP99– CGP100	17,1	135	24,68	24,68
Salida 6				
CT9 – CGP101	17,1	160	24,68	49,36
CGP101– CGP102	17,1	175	24,68	24,68

Tabla 34. Intensidades nominales del CT9.**2.5.4.10 Centro de Transformación 10**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT10 – CGP103	28,1	65	40,56	65,24
CGP103 – CGP104	17,1	75	24,68	24,68
Salida 2				
CT10 – CGP105	17,1	100	24,68	49,36
CGP105– CGP106	17,1	115	24,68	24,68
Salida 3				
CT10 – CGP107	17,1	125	24,68	74,05
CGP107– CGP108	17,1	140	24,68	49,36
CGP108– CGP109	17,1	155	24,68	24,68
Salida 4				

CT10 – CGP110	30,1	65	43,45	68,13
CGP110– CGP111	17,1	80	24,68	24,68
Salida 5				
CT10 – CGP112	17,1	105	24,68	49,36
CGP112 – CGP113	17,1	120	24,68	24,68
Salida 6				
CT10 – CGP114	17,1	125	24,68	74,05
CGP114– CGP115	17,1	140	24,68	49,36
CGP115– CGP116	17,1	155	24,68	24,68

Tabla 35. Intensidades nominales del CT10.**2.5.4.11 Centro de Transformación 11**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT11 – CGP117	50	40	72,17	216,51
CGP117– CGP118	50	85	72,17	144,34
CGP118 – CGP119	50	105	72,17	72,17
Salida 2				
CT11 – CGP120	50	150	72,17	144,34
CGP120 – CGP121	50	160	72,17	72,17
Salida 3				
CT11 – CGP122	50	300	72,17	72,17

Tabla 36. Intensidades nominales del CT11.**2.5.4.12 Centro de Transformación 12**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT12 – CGP123	24,2	65	34,93	59,90
CGP123 – CGP124	17,3	80	24,97	24,97
Salida 2				
CT9 – CGP125	17,3	95	24,97	74,91
CGP125 – CGP126	17,3	110	24,97	49,94
CGP126 – CGP127	17,3	120	24,97	24,97
Salida 3				
CT9 – CGP128	17,3	160	24,97	49,94
CGP128– CGP129	17,3	175	24,97	24,97
Salida 4				
CT9 – CGP130	28,8	65	41,57	66,54
CGP130– CGP131	17,3	80	24,97	24,97
Salida 5				
CT9 – CGP132	17,3	95	24,97	74,91
CGP132– CGP133	17,3	110	24,97	49,94
CGP133– CGP134	17,3	120	24,97	24,97
Salida 6				
CT9 – CGP135	17,3	160	24,97	49,94
CGP135– CGP136	17,3	175	24,97	24,97

Tabla 37. Intensidades nominales del CT12.

2.5.4.13 Centro de Transformación 13

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT13 – CGP137	28,8	65	41,57	66,54
CGP137 – CGP138	17,3	75	24,97	24,97
Salida 2				
CT12 – CGP139	17,3	105	24,97	99,88
CGP139 – CGP140	17,3	120	24,97	74,91
CGP140 – CGP141	17,3	135	24,97	49,94
CGP141 – CGP142	17,3	150	24,97	24,97
Salida 3				
CT9 – CGP9143	28,8	60	41,57	66,54
CGP143 – CGP144	17,3	75	24,97	24,97
Salida 4				
CT9 – CGP145	17,3	110	24,97	99,88
CGP145 – CGP146	17,3	125	24,97	74,91
CGP146 – CGP147	17,3	140	24,97	49,94
CGP147 – CGP148	17,3	155	24,97	24,97

Tabla 38. Intensidades nominales del CT13.**2.5.4.14 Centro de Transformación 14**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT14 – CGP149	28,5	60	41,14	65,82
CGP149 – CGP150	17,1	75	24,68	24,68
Salida 2				
CT14 – CGP151	17,1	105	24,68	98,73
CGP151 – CGP152	17,1	120	24,68	74,05
CGP152 – CGP153	17,1	135	24,68	49,36
CGP153 – CGP154	17,1	150	24,68	24,68
Salida 3				
CT14 – CGP155	17,1	165	24,68	49,36
CGP155 – CGP156	17,1	180	24,68	24,68
Salida 4				
CT14 – CGP157	28,5	60	41,14	65,82
CGP157 – CGP158	17,1	75	24,68	24,68
Salida 5				
CT14 – CGP159	17,1	105	24,68	98,73
CGP159 – CGP160	17,1	120	24,68	74,05
CGP160 – CGP161	17,1	135	24,68	49,36
CGP161 – CGP162	17,1	150	24,68	24,68
Salida 6				
CT14 – CGP163	17,1	165	24,68	49,36
CGP163 – CGP164	17,1	180	24,68	24,68

Tabla 39. Intensidades nominales del CT14.

2.5.4.15 Centro de Transformación 15

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT15 – CGP165	28,5	65	41,14	65,82
CGP165 – CGP166	17,1	80	24,68	24,68
Salida 2				
CT15 – CGP167	17,1	105	24,68	98,73
CGP167 – CGP168	17,1	120	24,68	74,05
CGP168 – CGP169	17,1	135	24,68	49,36
Salida 3				
CT15 – CGP170	28,5	65	41,14	49,36
CGP170 – CGP171	17,1	80	24,68	24,68
Salida 4				
CT15 – CGP172	17,1	105	41,14	65,82
CGP172 – CGP173	17,1	120	24,68	24,68
CGP173 – CGP174	17,1	135	24,68	98,73

Tabla 40. Intensidades nominales del CT15.**2.5.4.16 Centro de Transformación 16**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT16 – CGP175	23,9	60	34,50	59,18
CGP175 – CGP176	17,1	75	24,68	24,68
Salida 2				
CT16 – CGP177	17,1	105	24,68	98,73
CGP177 – CGP178	17,1	120	24,68	74,05
CGP178 – CGP179	17,1	135	24,68	49,36
CGP179 – CGP180	17,1	150	24,68	24,68
Salida 3				
CT16 – CGP181	17,1	165	24,68	49,36
CGP181 – CGP182	17,1	180	24,68	24,68
Salida 4				
CT16 – CGP183	28,5	60	41,14	65,82
CGP183 – CGP184	17,1	75	24,68	24,68
Salida 5				
CT16 – CGP185	17,1	105	24,68	98,73
CGP185 – CGP186	17,1	120	24,68	74,05
CGP186 – CGP187	17,1	135	24,68	49,36
CGP187 – CGP188	17,1	150	24,68	24,68
Salida 6				
CT9 – CGP189	17,1	165	24,68	49,36
CGP189 – CGP190	17,1	180	24,68	24,68

Tabla 41. Intensidades nominales del CT16.

2.5.4.17 Centro de Transformación 17

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT17 – CGP191	28,5	65	41,14	65,82
CGP191 – CGP192	17,1	80	24,68	24,68
Salida 2				
CT9 – CGP193	17,1	105	24,68	98,73
CGP193 – CGP194	17,1	120	24,68	74,05
CGP194 – CGP195	17,1	135	24,68	49,36
Salida 3				
CT9 – CGP196	28,5	65	41,14	49,36
CGP196 – CGP197	17,1	80	24,68	24,68
Salida 4				
CT9 – CGP198	17,1	105	41,14	65,82
CGP198 – CGP199	17,1	120	24,68	24,68
CGP199 – CGP200	17,1	135	24,68	98,73

Tabla 42. Intensidades nominales del CT17.**2.5.4.18 Centro de Transformación 18**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT18 – CGP201	50	90	72,17	216,51
CGP201 – CGP202	50	105	72,17	144,34
CGP202 – CGP203	50	160	72,17	72,17
Salida 2				
CT18 – CGP204	50	90	72,17	144,34
CGP204 – CGP205	50	105	72,17	72,17

Tabla 43. Intensidades nominales del CT18.**2.5.4.19 Centro de Transformación 19**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT19 – CGP206	50	55	72,17	216,51
CGP206 – CGP207	50	70	72,17	144,34
CGP207 – CGP208	50	115	72,17	72,17
Salida 2				
CT19 – CGP209	50	40	72,17	216,51
CGP209 – CGP210	50	85	72,17	144,34
CGP210 – CGP211	50	140	72,17	72,17
Salida 3				
CT19 – CGP212	50	195	72,17	72,17
Salida 4				
CT19 – CGP213	50	245	72,17	216,51
CGP213 – CGP214	50	335	72,17	144,34
CGP214 – CGP215	50	350	72,17	72,17

Tabla 44. Intensidades nominales del CT19.

2.5.4.20 Centro de Transformación 20

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT20 – CGP216	50	40	72,17	288,68
CGP216 – CGP217	50	90	72,17	216,51
CGP217 – CGP218	50	135	72,17	144,34
CGP218 – CGP219	50	145	72,17	72,17
Salida 2				
CT20 – CGP220	50	20	72,17	216,51
CGP220 – CGP221	50	70	72,17	144,34
CGP221 – CGP222	50	120	72,17	72,17

Tabla 45. Intensidades nominales del CT20.**2.5.4.21 Centro de Transformación 21**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	Inom [A]	I.cálculo (línea) [A]
Salida 1				
CT21 – CGP223	50	70	72,17	216,51
CGP223 – CGP224	50	110	72,17	144,34
CGP224 – CGP225	50	120	72,17	72,17
Salida 2				
CT21 – CGP226	50	25	72,17	288,68
CGP226 – CGP227	50	65	72,17	216,51
CGP227 – CGP228	50	120	72,17	144,34
CT228 – CGP229	50	160	72,17	72,17

Tabla 46. Intensidades nominales del CT21.**2.5.4.22 Protecciones de las líneas**

Todas las líneas irán protegidas con un fusible de 400 A.

2.5.5 Caídas de tensión

Según la ITC-BT-11, donde se hace referencia a las condiciones de servicio impuestas por la compañía suministradora, la caída de tensión máxima permitida en los cables destinados a la distribución en Baja Tensión será del 7%.

Dicha caída de tensión se calcula mediante:

$$c. d. t = \frac{P \cdot l}{C \cdot U \cdot s} \quad (24)$$

Siendo:

P: Potencia [W].

l: Longitud [m].

C: Constante del material Al = 35 [m/(Ω·mm²)].

U: Tensión en origen [V].

s: Sección [mm²].

La elección del neutro, de acuerdo con la ITC-BT-07, su sección nominal tiene que ser por lo menos igual a la mitad de las fases.

- Constante material = 35[m/(Ω·mm²)]
- U = 400 V
- s = 240 mm²

Para calcular la caída de tensión en Voltios:

$$c.d.t = \sqrt{3} \cdot I \cdot \left[\left(\frac{l \cdot \cos\varphi}{k \cdot s \cdot n} \right) + \left(\frac{Xu \cdot l \cdot \sin\varphi}{1000 \cdot n} \right) \right]$$

Siendo:

I: Longitud [m].

I: Intensidad [A].

Cosφ: Factor de potencia.

k: Conductividad

U: Tensión en origen [V].

s: Sección [mm²].

n: Número de conductores por fase.

Xu: Reactancia por unidad de longitud [mΩ/m]

2.5.6 Tabla de resumen de caídas de tensión

2.5.6.1 Centro de Transformación 1

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT1 – CGP1	50	30	0,305	0,076
CGP1 – CGP2	50	185	0,877	0,219
CGP2 – CGP3	50	320	1,380	0,345
Salida 2				
CT1 – CGP4	50	135	0,858	0,214
CGP4 – CGP5	50	225	1,132	0,283

Tabla 47. Caídas de tensión del CT1.

2.5.6.2 Centro de Transformación 2

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT2 – CGP6	50	60	0,183	0,046

Tabla 48. Caídas de tensión del CT2.

2.5.6.3 Centro de Transformación 3

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT3 – CGP7	50	60	0,611	0,153
CGP7 – CGP8	50	120	0,992	0,248
CGP8 – CGP9	50	145	1,068	0,267
Salida 2				
CT3 – CGP10	50	205	2,086	0,522
CGP10 – CGP11	50	265	2,722	0,68
CGP11 – CGP12	50	330	2,889	0,722
Salida 3				
CT3 – CGP13	50	455	4,631	1,158
CGP13 – CGP14	50	470	4,726	1,181
CGP14 – CGP15	50	500	4,878	1,22

Tabla 49. Caídas de tensión del CT3.

2.5.6.4 Centro de Transformación 4

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT4 – CGP16	50	105	1,069	0,267
CGP16 – CGP17	50	150	1,354	0,339
CGP17 – CGP18	50	210	1,537	0,384
Salida 2				
CT3 – CGP19	50	95	0,967	0,242
CGP19 – CGP20	50	135	1,221	0,305
CGP20 – CGP21	50	175	1,343	0,336
Salida 3				
CT4 – CGP22	50	295	3,002	0,751
CGP22 – CGP23	50	330	3,225	0,806
CGP23 – CGP24	50	390	3,407	0,852
Salida 4				
CT4 – CGP25	50	415	2,636	0,659
CGP25 – CGP26	50	430	2,682	0,671

Tabla 50. Caídas de tensión del CT4.**2.5.6.5 Centro de Transformación 5**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT5 – CGP27	30,4	65	0,189	0,047
CGP27 – CGP28	17,3	80	0,204	0,051
Salida 2				
CT5 – CGP29	17,3	105	0,448	0,112
CGP29 – CGP30	17,3	120	0,496	0,124
CGP30 – CGP31	17,3	130	0,517	0,129
CGP31 – CGP32	17,3	145	0,533	0,133
Salida 3				
CT5 – CGP33	17,3	170	0,356	0,089
CGP33 – CGP34	17,3	185	0,371	0,093
Salida 4				
CT5 – CGP35	30,4	60	0,174	0,044
CGP35 – CGP36	17,3	80	0,195	0,049
Salida 5				
CT5 – CGP37	17,3	105	0,448	0,112
CGP37 – CGP38	17,3	120	0,496	0,124
CGP38 – CGP39	17,3	130	0,517	0,129
CGP39 – CGP40	17,3	140	0,538	0,134
Salida 6				
CT5 – CGP41	17,3	180	0,377	0,094
CGP41 – CGP42	17,3	195	0,392	0,098

Tabla 51. Caídas de tensión del CT5.

2.5.6.6 Centro de Transformación 6

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT6 – CGP43	30,4	65	0,189	0,047
CGP43 – CGP44	17,3	75	0,199	0,050
Salida 2				
CT6 – CGP45	17,3	90	0,188	0,047
CGP45 – CGP46	17,3	105	0,204	0,051
Salida 3				
CT6 – CGP47	17,3	125	0,396	0,099
CGP47– CGP48	17,3	140	0,427	0,107
CGP48– CGP49	17,3	155	0,538	0,134
Salida 4				
CT6 – CGP50	28,6	60	0,181	0,045
CGP50– CGP51	17,3	80	0,197	0,059
Salida 5				
CT6 – CGP52	17,3	90	0,188	0,047
CGP52 – CGP53	17,3	105	0,204	0,051
Salida 6				
CT6 – CGP54	17,3	125	0,396	0,099
CGP54– CGP55	17,3	140	0,427	0,107
CGP55– CGP56	17,3	155	0,538	0,134

Tabla 51. Caídas de tensión del CT6.**2.5.6.7 Centro de Transformación 7**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT7 – CGP57	30,1	65	0,187	0,047
CGP57 – CGP58	17,1	80	0,202	0,051
Salida 2				
CT7 – CGP59	17,1	95	0,401	0,100
CGP59 – CGP60	17,1	110	0,448	0,112
CGP60 – CGP61	17,1	120	0,468	0,117
CGP61 – CGP62	17,1	135	0,484	0,121
Salida 3				
CT7 – CGP63	17,1	160	0,331	0,083
CGP63– CGP64	17,1	175	0,346	0,087
Salida 4				
CT7 – CGP65	30,1	65	0,187	0,047
CGP65– CGP66	17,1	80	0,202	0,051
Salida 5				
CT7 – CGP67	17,1	95	0,401	0,100
CGP67 – CGP68	17,1	110	0,448	0,112
CGP68– CGP69	17,1	120	0,468	0,117
CGP69– CGP70	17,1	135	0,484	0,121
Salida 6				
CT7 – CGP71	17,1	160	0,331	0,083
CGP71– CGP72	17,1	175	0,346	0,087

Tabla 52. Caídas de tensión del CT7.

2.5.6.8 Centro de Transformación 8

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT8 – CGP73	28,3	65	0,152	0,038
CGP73 – CGP74	17,1	75	0,172	0,043
Salida 2				
CT8 – CGP75	17,1	100	0,196	0,049
CGP75 – CGP76	17,1	115	0,212	0,053
Salida 3				
CT8 – CGP77	17,1	125	0,438	0,109
CGP77– CGP78	17,1	140	0,479	0,120
CGP78– CGP79	17,1	155	0,490	0,122
Salida 4				
CT8 – CGP80	30,1	65	0,187	0,047
CGP80– CGP81	17,1	80	0,202	0,051
Salida 5				
CT8 – CGP82	17,1	105	0,207	0,052
CGP82 – CGP83	17,1	120	0,222	0,056
Salida 6				
CT8 – CGP84	17,1	125	0,438	0,109
CGP84– CGP85	17,1	140	0,479	0,120
CGP85– CGP86	17,1	155	0,490	0,122

Tabla 53. Caídas de tensión del CT8.**2.5.6.9 Centro de Transformación 9**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT9 – CGP87	30,1	65	0,187	0,047
CGP87– CGP88	17,1	80	0,202	0,051
Salida 2				
CT9 – CGP89	17,1	95	0,401	0,100
CGP89 – CGP90	17,1	110	0,448	0,112
CGP90 – CGP91	17,1	120	0,468	0,117
CGP91 – CGP92	17,1	135	0,484	0,121
Salida 3				
CT9 – CGP93	17,1	160	0,331	0,083
CGP93– CGP94	17,1	175	0,346	0,087
Salida 4				
CT9 – CGP95	30,1	65	0,187	0,047
CGP95– CGP96	17,1	80	0,202	0,051
Salida 5				
CT9 – CGP97	17,1	95	0,401	0,100
CGP97 – CGP98	17,1	110	0,448	0,112
CGP98– CGP99	17,1	120	0,468	0,117
CGP99– CGP100	17,1	135	0,484	0,121
Salida 6				
CT9 – CGP101	17,1	160	0,331	0,083
CGP101– CGP102	17,1	175	0,346	0,087

Tabla 54. Caídas de tensión del CT9.

2.5.6.10 Centro de Transformación 10

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT10 – CGP103	28,1	65	0,152	0,038
CGP103 – CGP104	17,1	75	0,172	0,043
Salida 2				
CT10 – CGP105	17,1	100	0,196	0,049
CGP105 – CGP106	17,1	115	0,212	0,053
Salida 3				
CT10 – CGP107	17,1	125	0,438	0,109
CGP107 – CGP108	17,1	140	0,479	0,120
CGP108 – CGP109	17,1	155	0,490	0,122
Salida 4				
CT10 – CGP110	30,1	65	0,187	0,047
CGP110 – CGP111	17,1	80	0,202	0,051
Salida 5				
CT10 – CGP112	17,1	105	0,207	0,052
CGP112 – CGP113	17,1	120	0,222	0,056
Salida 6				
CT10 – CGP114	17,1	125	0,438	0,109
CGP114 – CGP115	17,1	140	0,479	0,120
CGP115 – CGP116	17,1	155	0,490	0,122

Tabla 55. Caídas de tensión del CT10.**2.5.6.11 Centro de Transformación 11**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT11 – CGP117	50	40	0,407	0,102
CGP117 – CGP118	50	85	0,693	0,173
CGP118 – CGP119	50	105	0,754	0,188
Salida 2				
CT11 – CGP120	50	150	0,953	0,238
CGP120 – CGP121	50	160	0,983	0,246
Salida 3				
CT11 – CGP122	50	300	1,906	0,476
CGP122 – CGP123	50	340	2,028	0,507

Tabla 56. Caídas de tensión del CT11.**2.5.6.12 Centro de Transformación 12**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT12 – CGP124	24,2	65	0,138	0,035
CGP124 – CGP125	17,3	80	0,154	0,039
Salida 2				
CT9 – CGP126	17,3	95	0,301	0,075
CGP126 – CGP127	17,3	110	0,332	0,083
CGP127 – CGP128	17,3	120	0,348	0,087

Salida 3				
CT9 – CGP129	17,3	160	0,314	0,078
CGP129– CGP130	17,3	175	0,33	0,082
Salida 4				
CT9 – CGP131	28,8	65	0,168	0,042
CGP131– CGP132	17,3	80	0,187	0,046
Salida 5				
CT9 – CGP133	17,3	95	0,301	0,075
CGP133– CGP134	17,3	110	0,332	0,083
CGP134– CGP135	17,3	120	0,348	0,087
Salida 6				
CT9 – CGP136	17,3	160	0,314	0,078
CGP136– CGP137	17,3	175	0,33	0,082

Tabla 57. Caídas de tensión del CT12.

2.5.6.13 Centro de Transformación 13

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT13 – CGP138	28,8	65	0,182	0,046
CGP138 – CGP139	17,3	75	0,193	0,048
Salida 2				
CT12 – CGP140	17,3	105	0,448	0,112
CGP140 – CGP141	17,3	120	0,496	0,124
CGP141 – CGP142	17,3	135	0,527	0,132
CGP142– CGP143	17,3	150	0,543	0,136
Salida 3				
CT9 – CGP9144	28,8	60	0,182	0,046
CGP144– CGP145	17,3	75	0,193	0,048
Salida 4				
CT9 – CGP146	17,3	110	0,470	0,117
CGP146 – CGP147	17,3	125	0,517	0,129
CGP147– CGP148	17,3	140	0,549	0,137
CGP148– CGP149	17,3	155	0,564	0,141

Tabla 58. Caídas de tensión del CT13.

2.5.6.14 Centro de Transformación 14

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT14 – CGP150	28,5	60	1,839	0,460
CGP150 – CGP151	17,1	75	2,079	0,520
Salida 2				
CT14 – CGP152	17,1	105	2,346	0,586
CGP152 – CGP153	17,1	120	2,882	0,721
CGP153 – CGP154	17,1	135	3,420	0,855
CGP154 – CGP155	17,1	150	3,660	0,915
Salida 3				
CT14 – CGP156	17,1	165	5,913	1,478
CGP156– CGP157	17,1	180	6,153	1,538
Salida 4				
CT14 – CGP158	28,5	60	1,839	0,460

CGP158– CGP159	17,1	75	2,079	0,520
Salida 5				
CT14 – CGP160	17,1	105	2,346	0,586
CGP160 – CGP161	17,1	120	2,882	0,721
CGP161– CGP162	17,1	135	3,420	0,855
CGP162– CGP163	17,1	150	3,660	0,915
Salida 6				
CT14 – CGP164	17,1	165	5,913	1,478
CGP164– CGP165	17,1	180	6,153	1,538

Tabla 59. Caídas de tensión del CT14.**2.5.6.15 Centro de Transformación 15**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT15 – CGP166	28,5	65	0,180	0,045
CGP166 – CGP167	17,1	80	0,196	0,049
Salida 2				
CT15 – CGP168	17,1	105	0,328	0,082
CGP168– CGP169	17,1	120	0,359	0,090
CGP169 – CGP170	17,1	135	0,375	0,094
Salida 3				
CT15 – CGP171	28,5	65	0,180	0,045
CGP171– CGP172	17,1	80	0,196	0,049
Salida 4				
CT15 – CGP173	17,1	105	0,328	0,082
CGP173– CGP174	17,1	120	0,359	0,090
CGP174– CGP175	17,1	135	0,375	0,094

Tabla 60. Caídas de tensión del CT15.**2.5.6.16 Centro de Transformación 16**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT16 – CGP176	23,9	60	1,670	0,417
CGP176 – CGP177	17,1	75	2,233	0,558
Salida 2				
CT16 – CGP178	17,1	105	2,346	0,586
CGP178 – CGP179	17,1	120	2,882	0,721
CGP179 – CGP180	17,1	135	3,420	0,855
CGP180 – CGP181	17,1	150	3,660	0,915
Salida 3				
CT16 – CGP182	17,1	165	5,913	1,478
CGP182– CGP183	17,1	180	6,153	1,538
Salida 4				
CT16 – CGP184	28,5	60	1,992	0,498
CGP184– CGP185	17,1	75	2,233	0,558
Salida 5				
CT16 – CGP186	17,1	105	2,346	0,586
CGP186 – CGP187	17,1	120	2,882	0,721
CGP187– CGP188	17,1	135	3,420	0,855
CGP188– CGP189	17,1	150	3,660	0,915

Salida 6				
CT9 – CGP190	17,1	165	5,913	1,478
CGP190– CGP191	17,1	180	6,153	1,538

Tabla 61. Caídas de tensión del CT16.**2.5.6.17 Centro de Transformación 17**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT17 – CGP192	28,5	65	0,180	0,045
CGP192 – CGP193	17,1	80	0,196	0,049
Salida 2				
CT9 – CGP194	17,1	105	0,328	0,082
CGP194– CGP195	17,1	120	0,359	0,090
CGP195 – CGP196	17,1	135	0,375	0,094
Salida 3				
CT9 – CGP197	28,5	65	0,180	0,045
CGP197– CGP198	17,1	80	0,196	0,049
Salida 4				
CT9 – CGP199	17,1	105	0,328	0,082
CGP199– CGP200	17,1	120	0,359	0,090
CGP200– CGP201	17,1	135	0,375	0,094

Tabla 62. Caídas de tensión del CT17.**2.5.6.18 Centro de Transformación 18**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT18 – CGP202	50	90	0,916	0,229
CGP202 – CGP203	50	105	1,011	0,253
CGP203 – CGP204	50	160	1,179	0,295
Salida 2				
CT18 – CGP205	50	90	0,570	0,143
CGP205 – CGP206	50	105	0,617	0,154

Tabla 63. Caídas de tensión del CT18.**2.5.6.19 Centro de Transformación 19**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT19 – CGP207	50	55	0,56	0,14
CGP207 – CGP208	50	70	0,655	0,164
CGP208 – CGP209	50	115	0,792	0,198
Salida 2				
CT19 – CGP210	50	40	0,407	0,102
CGP210 – CGP211	50	85	0,693	0,173
CGP211 – CGP212	50	140	0,861	0,215
Salida 3				
CT19 – CGP213	50	195	0,594	0,149
Salida 4				
CT19 – CGP214	50	245	2,493	0,623

CGP214 – CGP215	50	335	3,065	0,766
CGP215 – CGP216	50	350	3,111	0,778

Tabla 64. Caídas de tensión del CT19.**2.5.6.20 Centro de Transformación 20**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT20 – CGP217	50	40	0,591	0,148
CGP217 – CGP218	50	90	1,1	0,275
CGP218 – CGP219	50	135	1,386	0,346
CGP219 – CGP220	50	145	1,732	0,433
Salida 2				
CT20 – CGP221	50	20	0,204	0,051
CGP221 – CGP222	50	70	0,521	0,130
CGP222 – CGP223	50	120	0,674	0,168

Tabla 65. Caídas de tensión del CT20.**2.5.6.21 Centro de Transformación 21**

Tramo	Potencia total [kW]	Longitud [m]	c.d.t [V]	c.d.t [%]
Salida 1				
CT21 – CGP224	50	70	1,239	0,310
CGP224 – CGP225	50	110	1,952	0,488
CGP225 – CGP226	50	120	2,298	0,574
Salida 2				
CT21 – CGP227	50	25	0,369	0,092
CGP227 – CGP228	50	65	1,077	0,269
CGP228 – CGP229	50	120	2,058	0,514
CT229 – CGP230	50	160	3,441	0,860

Tabla 66. Caídas de tensión del CT21.**2.5.7 Intensidades de Cortocircuito**

El cortocircuito es un defecto franco (impedancia de defecto nula) entre dos partes de una instalación a distinta potencia, y con una duración menor a 5 segundos. Estos defectos pueden ser motivados por contacto accidental o por fallo de aislamiento, y pueden darse entre fases, fase y neutro, fase y masa o fase y tierra.

Un cortocircuito es, por tanto, una sobreintensidad con valores muy por encima de la intensidad nominal que se establece en un circuito o línea. Esto produce elevaciones de temperatura en los aislamientos, reduciendo su vida útil y dando lugar a arcos eléctricos. Cuando esto ocurre, es necesario desconectar el circuito lo más rápidamente posible.

La ITC-BT-22 nos dice que en el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos, cuya capacidad de corte (poder de corte) estará de acuerdo con la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

2.5.7.1 Tipos de cortocircuitos

Primeramente, estudiaremos los cortocircuitos como defectos francos, es decir, contactos directos (impedancia nula entre puntos bajo tensiones diferentes), ya que este tipo de defectos producen mayores intensidades de cortocircuito que los producidos por medio de arcos eléctricos (casos más frecuentes).

En segundo lugar, señalaremos que en los circuitos trifásicos se pueden presentar las siguientes clases de cortocircuitos:

- Cortocircuito tripolar simétrico
- Cortocircuito asimétrico entre fase y tierra
- Cortocircuito asimétrico entre 2 fases sin contacto a tierra
- Cortocircuito asimétrico entre fase y neutro sin contacto a tierra

Se analizarán los cortocircuitos en Baja Tensión con potencia en el lado de Alta Tensión infinita, lo que significa que los elementos de la parte alta no limitan la intensidad de cortocircuito demandada en BT. Debido a esto, se obtendrán mayores intensidades de cortocircuito.

Se estudiarán los cortocircuitos en cualquier punto de la instalación proyectada y con esta en vacío. La máxima intensidad de cortocircuito se establece para un cortocircuito tripolar trifásico simétrico, y la menor para un cortocircuito fase-neutro.

2.5.7.2 Cortocircuito tripolar

La intensidad permanente de cortocircuito vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_t} \quad (25)$$

Siendo:

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito [A].

U: Tensión compuesta o de la línea [V].

Z_t: Impedancia total de la instalación de Baja Tensión, hasta el punto de c.c. [Ω].

Si estamos en bornes de un transformador la Z_t será la impedancia de c.c. del transformador y se puede expresar en función de la tensión de c.c. en tanto por ciento (U_{cc} %).

2.5.7.3 Intensidad permanente de cortocircuito en el origen de la línea

$$I_{pcc} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_t} \quad (26)$$

Siendo:

I_{pcc}: Intensidad permanente de cortocircuito [A].

C_t: Coeficiente de tensión.

U: Tensión compuesta o de la línea [V].

Z_t: Impedancia total de la instalación de Baja Tensión, hasta el punto de c.c. [$m\Omega$].

A partir de esta fórmula se obtendrá la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en una línea, determinada por un cortocircuito tripolar y en el origen de ésta, sin estar limitada por la propia impedancia del conductor. Este valor es necesario para determinar el poder de corte del elemento de protección a sobrecorrientes situado en el origen de todo circuito.

2.5.7.4 Intensidad permanente de cortocircuito en el final de la línea

$$I_{pccf} = \frac{C_t \cdot U_f}{2 \cdot Z_T} \quad (27)$$

Siendo:

I_{pccf}: Intensidad permanente de cortocircuito al final de la línea [A].

C_t: Coeficiente de tensión.

U_f : Tensión monofásica [V].

Z_T : Impedancia total de la instalación de Baja Tensión más la propia línea o circuito [$m\Omega$].

Con esta fórmula, se obtendrá la mínima intensidad de cortocircuito para una línea determinada por un cortocircuito fase-neutro y al final de la línea o circuito en estudio. Se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a corriente de cortocircuito, ya que es condición imprescindible que la I_{pccf} sea mayor o igual que la intensidad de disparados electromagnético para una curva determinada en interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético, o que sea mayor o igual que la intensidad de fusión de los fusibles en 5 segundos, cuando se utilizan estos elementos de protección a cortocircuito.

Con intensidades de cortocircuito grandes, actuará el disparador electromagnético o fundirá el fusible de protección; el problema se presenta con intensidades de cortocircuito pequeñas, pues en estos casos puede caer por detrás del disparador electromagnético, actuando por tanto, el relé térmico y no pudiendo asegurar el tiempo de desconexión en los límites adecuados (se sabe con toda seguridad que cuando actúa el disparador electromagnético se produce la desconexión en tiempos inferiores a 0,1 s).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_T = (R_T^2 + X_T^2)^{1/2} \quad (28)$$

R_T : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_T : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R_T = \frac{U_{rcc}}{100} \cdot \frac{U^2}{S_n} \quad (29)$$

$$Z_T = \frac{U_{cc}}{100} \cdot \frac{U^2}{S_n} \quad (30)$$

$$X_T = (Z_T^2 - R_T^2)^{1/2} \quad (31)$$

Siendo:

S_n : Potencia nominal del transformador [kVA].

U_{rcc} y U_{cc} : Tensiones de cortocircuito del transformador [%].

2.5.7.5 Condiciones generales de cortocircuito

Factor de tensión:

Corriente de c.c. máxima: $C_{t_{\max}} = 1,05$

Corriente de c.c. mínima: $C_{t_{\min}} = 0,95$

C_t : Se denomina coeficiente de tensión y su interpretación es que la tensión, debido la impedancia, cae o sube un 15 %. A partir de este porcentaje obtenemos el valor por defecto en tanto por uno de 1,05 para el máximo y 0,95 para el mínimo.

Coeficiente de resistividad:

$C_R = 1,5$ (R 20°C)

C_R : Se denomina coeficiente de resistividad. Su interpretación es que durante un cortocircuito se produce una elevación de temperatura del conductor, de ahí la resistividad y por tanto la resistencia. Esto se toma para la temperatura media durante el cortocircuito, que es 1,5 veces la resistividad (y la resistencia a su vez) a 20 °C.

2.5.7.6 Cálculo y justificación de una instalación a cortocircuito

La norma UNE 20460 señala que en caso de cortocircuitos, los dispositivos de corte o protección de los conductores deben tener un poder de corte (máxima intensidad de c.c. a soportar sin deterioro) mayor o igual que la corriente permanente de c.c. prevista en el punto de su instalación y deben intervenir con

una rapidez tal que los cables a proteger no superen la temperatura de c.c., que será la máxima temperatura admisible por un cable o conductor.

A continuación se presentan las temperaturas máximas para cables aislados, en función de su aislamiento:

Temperatura máxima del conductor (°C)		
Aislamiento	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Policloruro de vinilo (PVC)	70	160
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno propileno (EPR)	90	250

Tabla 67. Temperatura máxima del conductor (°C).

La temperatura de régimen permanente es la temperatura de vida útil o industrialmente aceptable para un cable aislado, aquella a la que un conductor puede trabajar perfectamente en equilibrio térmico con el ambiente, sin que el aislamiento sufra deterioro ni envejecimiento.

La temperatura de c.c. es la máxima temperatura permisible para un cable, por encima de la cual se produce deterioro del aislamiento, pudiendo dar lugar a arcos eléctricos, causa de muchos incendios. No podemos permitir que un cable supere dicha temperatura.

Para comprobar las secciones de los conductores de la instalación a cortocircuito y para la elección del dispositivo de protección contra cortocircuito en una línea eléctrica, debemos relacionar la intensidad de cortocircuito con la duración del mismo, para que los conductores no alcancen las temperaturas máximas de cortocircuito señaladas.

Tiempo de desconexión

Los cortocircuitos, producen grandes intensidades con respecto a la I_n de la línea, produciendo elevaciones de temperatura peligrosas para los cables y pudiendo dar lugar a incendios, de ahí que se daba a desconectar el defecto lo antes posible. Esto trae una consecuencia importante y es que el cable no puede establecer un equilibrio térmico con el ambiente, por lo tanto, toda la energía liberada en forma de calor debe ser absorbida por el conductor (proceso adiabático).

La energía absorbida, dependiendo del calor específico del conductor, produce en él una elevación de temperatura, la cual no puede superar la temperatura de c.c., por tanto, este hecho determinará el tiempo máximo que el conductor puede soportar la I_{pccF} . El proceso de formulación se basa en el principio de conservación de la energía:

Energía liberada durante el c.c. = Energía liberada por el conductor

- Energía liberada durante el c.c. será:

$$E_t = R \cdot I^2 \cdot t \quad (32)$$

- La energía absorbida por el conductor será:

$$E_{abs} = C_e \cdot S \cdot L(T_{cc} - T_{rp}) \quad (33)$$

Siendo:

T_{cc} : Temperatura de c.c.

T_{rp} : Temperatura de régimen permanente

Igualando las dos expresiones descritas anteriormente y sustituyendo la resistencia eléctrica por la siguiente expresión:

$$R = \frac{l}{k \cdot S} \quad (34)$$

Se obtiene:

$$\frac{l}{k \cdot S} \cdot I^2 \cdot t = Ce \cdot S \cdot L(T_{cc} - T_{rp})$$

$$I^2 \cdot t = Ce \cdot S^2$$

Siendo Ce una constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento. La norma UNE muestra el valor de esta constante en la siguiente tabla:

Aislamiento			
Metal	PVC	XLPE, EPR	Goma Butílica
Cu	13.225	20.449	18.225
Al	5.476	8.836	7.569

Tabla 68. Constante de aislamiento según el material del conductor.

Estos valores vendrán dados para ‘S’ en mm²; ‘t’ en s e ‘I’ en A. De la anterior expresión, obtenemos el tiempo máximo que un conductor de características dadas soporta una I_{pcc}:

$$t_{mcicc} = \frac{Ce \cdot s^2}{I_{pcc}^2} \quad (35)$$

Siendo:

t_{mcicc}: Tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una I_{pcc}.

Ce: Constante que depende de la naturaleza del conductor y su aislamiento.

s: Sección del conductor [mm²].

I_{pcc}: Intensidad permanente de cortocircuito al final de la línea [A].

Los valores obtenidos a través de esta fórmula pueden ser comparados con el tiempo de desconexión de los elementos de corte y protección.

Curvas electromagnéticas

Los interruptores automáticos están dotados de dos mecanismos internos de disparo (uno magnético y uno térmico). En este apartado nos centraremos en sistema de corte electromagnético que es adecuado para la protección a cortocircuitos. Constan de dos dispositivos para la protección a sobrecargas:

- Sobrecargas: El relé térmico actúa por calentamiento de un elemento calibrado.
- Cortocircuitos: El relé electromagnético actúa por campo electromagnético.

A continuación se muestra la gráfica de la curva de disparo:

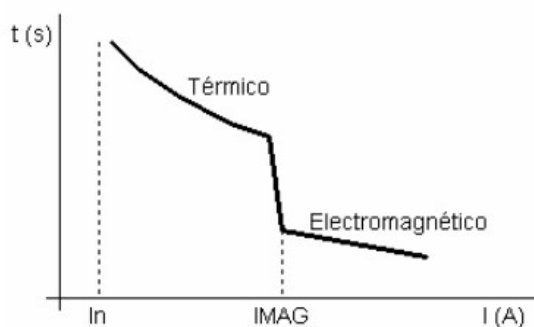


Figura 1. Intensidad y tiempo de disparo del disparador electromagnético.

La actuación de las curvas viene determinada por la zona de cortocircuitos (relé electromagnético, la cual su corriente denominaremos I_{MAG}).

Las curvas electromagnéticas en vigor según norma europea (EN), son B, C, D y MA. Así pues, un interruptor automático de una intensidad nominal dada (In), se puede encontrar en varias curvas, B, C, D y MA.

Para una correcta protección a cortocircuitos, se debe estudiar el uso correcto de dichas curvas, estudiando también su forma de actuación. Cabe destacar, que las curvas se clasifican en función de la zona de disparo electromagnético (I_{MAG}), teniendo:

CURVA B	$I_{MAG} = 5 I_n$
CURVA C	$I_{MAG} = 10 I_n$
CURVA D	$I_{MAG} = 20 I_n$

El disparador electromagnético actúa del modo siguiente para las distintas curvas:

Curva	Intensidad	Tiempo de disparo electromagnético (s)
B	$\geq 5I_n$	
C	$\geq 10I_n$	Disparo $t < 0,1$ s
D y MA	$\geq 20I_n$	

Tabla 69. Intensidad y tiempo de disparo del disparador electromagnético.

La línea puede quedar perfectamente protegida a c.c. si se verifican dos condiciones:

- 1) La I_{pccF} (A) al final del conductor debe ser mayor o igual que la I_{MAG} para alguna de las curvas señaladas, y para un interruptor de intensidad nominal I_n .

CURVA B	$I_{pccF} (A) \geq 5 I_n$
CURVA C	$I_{pccF} (A) \geq 10 I_n$
CURVA D y MA	$I_{pccF} (A) \geq 20 I_n$

En este caso, tendremos la seguridad de que dicho interruptor (I_n) abrirá (para la curva que verifique la anterior expresión) en un tiempo inferior a 0,1 s.

- 2) De la condición anterior se deduce que, en las circunstancias señaladas, el defecto durará menos de 0,1 s.

Por lo tanto, la segunda condición es inmediata si el conductor soporta dicha I_{pccF} 0,1 s o más, es decir, si $t_{micc} \geq 0,1$ s quedará asegurada la protección a c.c.

Es evidente que ha de darse las dos condiciones, pues si alguna no se verifica, pueden surgir graves consecuencias.

Si no se verifica la segunda condición, significa que no podemos asegurar con certeza que el conductor soporte la I_{pccF} , con lo cual se puede producir un calentamiento excesivo en su aislamiento, pudiendo llegar a la temperatura de c.c., y como consecuencia producirse arcos eléctricos y posibles incendios.

Si no se verifica la primera condición, las consecuencias pueden ser las mismas, pues si en el interruptor (I_n), para cualquier curva posible, la I_{MAG} no se ve superada por la I_{pccF} , no se produce disparo del relé electromagnético, no pudiendo asegurar la desconexión del defecto para $t < 0,1$ s. Por lo tanto, la I_{pccF} entra en la zona de actuación del relé térmico y el tiempo de disparo se alarga, con frecuencia más de lo necesario para el conductor (t_{micc}), siendo esta la principal causa de incendios.

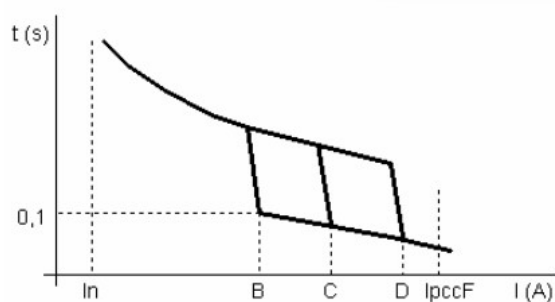


Figura 2. Tiempo de disparo según curva del disparador electromagnético.

En la figura anterior, se aprecia como en las condiciones descritas, el interruptor de intensidad nominal I_n desconectará la parte defectuosa en $t_d < 0,1$ s.

Tiempo de fusión del fusible

Para la intensidad de c.c. que se establece, el fusible se funde (desconecta) antes que el conductor alcance su máxima temperatura de cortocircuito.

Para determinar el tiempo de fusión del fusible es necesario conocer un punto de su curva (intensidad-tiempo), $t = 5$ s e IF5:

$$cte. fusible = I_{FS}^2 \cdot t \quad (36)$$

Siendo:

I_{FS} : Intensidad de fusión de fusibles en 5 s.

t: tiempo [5 s].

Por lo tanto:

$$t_{ficc} = cte. sible / I_{pccF}^2 \quad (37)$$

Siendo:

I_{pccF} : Intensidad permanente de cortocircuito en el fin de la línea [A].

t_{ficc} : Tiempo de fusión del fusible a una determinada intensidad de cortocircuito [s].

Longitud máxima protegida a cortocircuito

Para determinar la longitud máxima protegida aplicamos la siguiente ecuación:

$$L_{MAX} = \frac{0,8 \cdot U_F}{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{\left(\frac{1,5}{k \cdot s \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{Xu}{n \cdot 1000}\right)^2}} \quad (38)$$

Siendo:

L_{MAX} : Longitud máxima del conductor protegido a cortocircuito [m].

U_F : Tensión de fase [V].

k: Conductividad.

s: Sección del conductor [mm²].

Xu: Reactancia por unidad de longitud [mΩ/m]. Xu = 0,1 mΩ/m.

n: Número de conductores por fase.

2.5.8 Tabla de las intensidades de cortocircuito

2.5.8.1 Centro de Transformación 1

Tramo	Longitud [m]	I_{pccI} [kA]	I_{pccF} [kA]	t_{micc} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT1 – CGP1	30	21,79346	20,51955	1,20876681	0,0019
CGP1 – CGP2	185	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP2 – CGP3	320	14,01758	8,80987	6,55751346	0,01030744
Salida 2					
CT1 – CGP4	135	17,91173	13,57868	2,76034321	0,00433885
CGP4 – CGP5	225	15,38305	10,28061	4,8154893	0,00756924

Tabla 70. Intensidad de cortocircuito del CT1.

2.5.8.2 Centro de Transformación 2

Tramo	Longitud [m]	I_{pccI} [kA]	I_{pccF} [kA]	t_{micc} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT2 – CGP6	60	20,56976	18,0677	1,55909453	0,00245067

Tabla 71. Intensidad de cortocircuito del CT2.

2.5.8.3 Centro de Transformación 3

Tramo	Longitud [m]	I_{pccI} [kA]	I_{pccF} [kA]	t_{micc} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT3 – CGP7	60	20,56976	18,0677	1,55909453	0,00245067
CGP7 – CGP8	120	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP8 – CGP9	145	17,59784	13,12242	2,95563175	0,00464582
Salida 2					
CT3 – CGP10	205	15,8908	10,87821	4,3009393	0,00676044
CGP10 – CGP11	265	13,6094	8,40511	7,20429333	0,01132409
CGP11 – CGP12	330	12,59073	7,45671	9,1534262	0,01438784
Salida 3					
CT3 – CGP13	455	11,12854	6,23096	13,1089608	0,00465536
CGP13 – CGP14	470	10,9263	6,07257	13,8017174	0,00419975
CGP14 – CGP15	520	10,29957	5,59728	16,2451649	0,00303139

Tabla 72. Intensidad de cortocircuito del CT3.

2.5.8.4 Centro de Transformación 4

Tramo	Longitud [m]	I_{pccI} [kA]	I_{pccF} [kA]	t_{micc} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT4 – CGP16	105	19,93526	15,87817	2,01872562	0,00317314
CGP16 – CGP17	150	18,35485	13,47056	2,80483223	0,00440878
CGP17 – CGP18	210	16,53462	11,12354	4,1133167	0,00646553
Salida 2					
CT3 – CGP19	95	20,31358	16,51181	1,86676146	0,00293427
CGP19 – CGP20	135	18,85996	14,19963	2,52420216	0,00396767

CGP20 – CGP21	175	17,55884	12,39284	3,31387792	0,00520893
Salida 3					
CT4 – CGP22	295	14,42706	8,86492	6,47632372	0,01017983
CGP22– CGP23	330	13,6915	8,17108	7,6228832	0,01198205
CGP23 – CGP24	390	12,577	7,19774	9,82394406	0,01544179
Salida 4					
CT4 – CGP25	415	12,16031	6,85563	10,8288777	0,0170214
CGP25– CGP26	430	11,92231	6,66516	11,4566338	0,01800814

Tabla 73. Intensidad de cortocircuito del CT4.

2.5.8.5 Centro de Transformación 5

Tramo	Longitud [m]	I _{pccI} [kA]	I _{pccF} [A]	t _{micc} [s]	t _{ficc} [s]
Salida 1					
CT5 – CGP27	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP27 – CGP28	80	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 2					
CT5 – CGP29	105	18,23468	14,06347	2,57331652	0,00404487
CGP29 – CGP30	120	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071
CGP30 – CGP31	130	16,42788	11,54354	3,81944417	0,0060036
CGP31 – CGP32	145	18,23468	14,06347	2,57331652	0,00404487
Salida 3					
CT5 – CGP33	170	20,56976	18,0677	1,55909453	0,00245067
CGP33– CGP34	185	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 4					
CT5 – CGP35	60	18,90868	15,12747	2,22405534	0,00349589
CGP35– CGP36	80	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
Salida 5					
CT5 – CGP37	105	18,07206	13,81738	2,66579524	0,00419024
CGP37 – CGP38	120	17,44421	12,90433	3,05637944	0,00480418
CGP38 – CGP39	130	16,8511	12,0934	3,48001692	0,00547007
CGP39 – CGP40	140	16,42788	11,54354	3,81944417	0,0060036
Salida 6					
CT5 – CGP41	180	16,56696	11,72168	3,70423447	0,00582251
CGP41– CGP42	195	16,15555	11,20178	4,05605759	0,00637552

Tabla 74. Intensidad de cortocircuito del CT5.

2.5.8.6 Centro de Transformación 6

Tramo	Longitud [m]	I _{pccI} [kA]	I _{pccF} [A]	t _{micc} [s]	t _{ficc} [s]
Salida 1					
CT6 – CGP43	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP43 – CGP44	75	19,99315	16,99485	1,76215262	0,00276984
Salida 2					
CT6 – CGP45	90	19,43964	16,01731	1,98380522	0,00311825
CGP45 – CGP46	105	18,90868	15,12747	2,22405534	0,00349589
Salida 3					
CT6 – CGP47	125	18,23468	14,06347	2,57331652	0,00404487
CGP47– CGP48	140	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071
CGP48– CGP49	155	16,42788	11,54354	3,81944417	0,0060036
Salida 4					

CT6 – CGP50	60	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP50– CGP51	80	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 5					
CT6 – CGP52	90	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP52 – CGP53	105	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
Salida 6					
CT6 – CGP54	125	17,29275	12,69262	3,15918919	0,00496578
CGP54– CGP55	140	16,8511	12,0934	3,48001692	0,00547007
CGP55– CGP56	155	14,51352	9,2637	5,93074466	0,00932226

Tabla 75. Intensidad de cortocircuito del CT6.

2.5.8.7 Centro de Transformación 7

Tramo	Longitud [m]	I _{pccI} [kA]	I _{pccF} [A]	t _{mice} [s]	t _{ficc} [s]
Salida 1					
CT7 – CGP57	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP57 – CGP58	80	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 2					
CT7 – CGP59	95	19,26018	15,71134	2,06182469	0,00324088
CGP59 – CGP60	110	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
CGP60 – CGP61	120	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP61 – CGP62	135	17,91173	13,57868	2,76034321	0,00433885
Salida 3					
CT7 – CGP63	160	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
CGP63– CGP64	175	16,70802	11,9049	3,59109329	0,00564467
Salida 4					
CT7 – CGP65	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP65– CGP66	80	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 5					
CT7 – CGP67	95	19,26018	15,71134	2,06182469	0,00324088
CGP67 – CGP68	110	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
CGP68– CGP69	120	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP69– CGP70	135	17,91173	13,57868	2,76034321	0,00433885
Salida 6					
CT7 – CGP71	160	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
CGP71– CGP72	175	16,70802	11,9049	3,59109329	0,00564467

Tabla 76. Intensidad de cortocircuito del CT7.

2.5.8.8 Centro de Transformación 8

Tramo	Longitud [m]	I _{pccI} [kA]	I _{pccF} [A]	t _{mice} [s]	t _{ficc} [s]
Salida 1					
CT8 – CGP73	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP73 – CGP74	75	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 2					
CT8 – CGP75	100	19,0832	15,41483	2,14190750	0,003366763
CGP75 – CGP76	115	18,56692	14,57897	2,39455329	0,00376388
Salida 3					
CT8 – CGP77	125	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071
CGP77– CGP78	140	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
CGP78– CGP79	155	16,8511	12,0934	3,48001692	0,00547007

Salida 4					
CT8 – CGP80	65	20,76716	18,4476	1,49554142	0,00235077
CGP80– CGP81	80	19,99315	16,99485	1,76215262	0,00276984
Salida 5					
CT8 – CGP82	105	19,26018	15,71134	2,06182469	0,00324088
CGP82 – CGP83	120	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
Salida 6					
CT8 – CGP84	125	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071
CGP84– CGP85	140	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
CGP85– CGP86	155	16,8511	12,0934	3,48001692	0,00547007

Tabla 77. Intensidad de cortocircuito del CT8.

2.5.8.9 Centro de Transformación 9

Tramo	Longitud [m]	I_{pccL} [kA]	I_{pccF} [A]	t_{micc} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT9 – CGP87	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP87– CGP88	80	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 2					
CT9 – CGP89	95	19,26018	15,71134	2,06182469	0,00324088
CGP89 – CGP90	110	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
CGP90 – CGP91	120	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP91 – CGP92	135	17,91173	13,57868	2,76034321	0,00433885
Salida 3					
CT9 – CGP93	160	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
CGP93– CGP94	175	16,70802	11,9049	3,59109329	0,00564467
Salida 4					
CT9 – CGP95	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP95– CGP96	80	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 5					
CT9 – CGP97°	95	19,26018	15,71134	2,06182469	0,00324088
CGP97 – CGP98	110	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
CGP98– CGP99	120	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP99 – CGP100	135	17,91173	13,57868	2,76034321	0,00433885
Salida 6					
CT9– CGP101	160	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
CGP101– CGP102	175	16,70802	11,9049	3,59109329	0,00564467

Tabla 78. Intensidad de cortocircuito del CT89

2.5.8.10 Centro de Transformación 10

Tramo	Longitud [m]	I_{pccL} [kA]	I_{pccF} [A]	t_{micc} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT10 – CGP103	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP103 – CGP104	75	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 2					
CT10 – CGP105	100	19,0832	15,41483	2,14190750	0,003366763
CGP105– CGP106	115	18,56692	14,57897	2,39455329	0,00376388
Salida 3					
CT10 – CGP107	125	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071
CGP107– CGP108	140	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
CGP108– CGP109	155	16,8511	12,0934	3,48001692	0,00547007

Salida 4					
CT10 – CGP110	65	20,76716	18,4476	1,49554142	0,00235077
CGP110– CGP111	80	19,99315	16,99485	1,76215262	0,00276984
Salida 5					
CT10 – CGP112	105	19,26018	15,71134	2,06182469	0,00324088
CGP112 – CGP113	120	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
Salida 6					
CT10 – CGP114	125	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071
CGP114– CGP115	140	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
CGP115– CGP116	155	16,8511	12,0934	3,48001692	0,00547007

Tabla 79. Intensidad de cortocircuito del CT10.

2.5.8.11 Centro de Transformación 11

Tramo	Longitud [m]	I_{pccI} [kA]	I_{pccF} [A]	t_{micc} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT11 – CGP117	40	21,37508	19,65624	1,31727757	0,00207057
CGP117– CGP118	85	19,62161	16,33301	1,90785663	0,00299887
CGP118 – CGP119	105	18,90868	15,12747	2,22405534	0,00349589
Salida 2					
CT11 – CGP120	150	17,44421	12,90433	3,05637944	0,00480418
CGP120 – CGP121	160	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
Salida 3					
CT11 – CGP122	300	13,70943	8,50292	7,0395031	0,01106506
CGP122 – CGP123	340	12,94461	7,77666	8,41573336	0,01322829

Tabla 80. Intensidad de cortocircuito del CT11.

2.5.8.12 Centro de Transformación 12

Tramo	Longitud [m]	I_{pccI} [kA]	I_{pccF} [A]	t_{micc} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT12 – CGP124	65	20,76716	18,4476	1,49554142	0,00235077
CGP124 – CGP125	80	20,18277	17,34153	1,69240137	0,00266021
Salida 2					
CT9 – CGP126	95	19,26018	15,71134	2,06182469	0,00324088
CGP126 – CGP127	110	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
CGP127 – CGP128	120	18,23468	14,06347	2,57331652	0,00404487
Salida 3					
CT9 – CGP129	160	17,44421	12,90433	3,05637944	0,00480418
CGP129– CGP130	175	16,99623	12,28738	3,37100667	0,00529873
Salida 4					
CT9 – CGP131	65	20,56976	18,0677	1,55909453	0,00245067
CGP131– CGP132	80	19,99315	16,99485	1,76215262	0,00276984
Salida 5					
CT9 – CGP133	95	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
CGP133– CGP134	110	18,23468	14,06347	2,57331652	0,00404487
CGP134– CGP135	120	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071
Salida 6					
CT9 – CGP136	160	17,44421	12,90433	3,05637944	0,00480418
CGP136– CGP137	175	16,99623	12,28738	3,37100667	0,00529873

Tabla 81. Intensidad de cortocircuito del CT12.

2.5.8.13 Centro de Transformación 13

Tramo	Longitud [m]	I _{pccL} [kA]	I _{pccF} [A]	t _{micc} [s]	t _{ficc} [s]
Salida 1					
CT13 – CGP138	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,0025538
CGP138 – CGP139	75	19,99315	16,99485	1,8339704	0,0028827
Salida 2					
CT12 – CGP140	105	18,90868	15,12747	2,22405534	0,00349589
CGP140 – CGP141	120	18,39963	14,31724	2,482902	0,0039028
CGP141 – CGP142	135	17,91173	13,57868	2,7603432	0,0043389
CGP142 – CGP143	150	17,44421	12,90433	3,05637944	0,00480418
Salida 3					
CT9 – CGP9144	60	20,56976	18,0677	1,55909453	0,00245067
CGP144 – CGP145	75	19,99315	16,99485	1,76215262	0,00276984
Salida 4					
CT9 – CGP146	110	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
CGP146 – CGP147	125	18,23468	14,06347	2,57331652	0,00404487
CGP147 – CGP148	140	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071
CGP148 – CGP149	155	17,29275	12,69262	3,15918919	0,00496578

Tabla 82. Intensidad de cortocircuito del CT13.**2.5.8.14 Centro de Transformación 14**

Tramo	Longitud [m]	I _{pccL} [kA]	I _{pccF} [A]	t _{micc} [s]	t _{ficc} [s]
Salida 1					
CT14 – CGP150	60	20,56976	18,0677	1,5590945	0,0024507
CGP150 – CGP151	75	19,99315	16,99485	1,7621526	0,0027698
Salida 2					
CT14 – CGP152	105	19,0832	15,41483	2,1419075	0,00336676
CGP152 – CGP153	120	18,56692	14,57897	2,39455329	0,00376388
CGP153 – CGP154	135	18,07206	13,81738	2,66579524	0,00419024
CGP154 – CGP155	150	17,59784	13,12242	2,95563175	0,00464582
Salida 3					
CT14 – CGP156	165	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
CGP156 – CGP157	180	16,70802	11,9049	3,59109329	0,00564467
Salida 4					
CT14 – CGP158	60	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP158 – CGP159	75	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 5					
CT14 – CGP160	105	18,90868	15,12747	2,22405534	0,00349589
CGP160 – CGP161	120	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP161 – CGP162	135	17,91173	13,57868	2,76034321	0,00433885
CGP162 – CGP163	150	17,44421	12,90433	3,05637944	0,00480418
Salida 6					
CT14 – CGP164	165	16,99623	12,28738	3,37100667	0,00529873
CGP164 – CGP165	180	16,56696	11,72168	3,70423447	0,00582251

Tabla 83. Intensidad de cortocircuito del CT14.

2.5.8.15 Centro de Transformación 15

Tramo	Longitud [m]	I_{pccL} [kA]	I_{pccF} [A]	t_{micc} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT15 – CGP166	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP166 – CGP167	80	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 2					
CT15 – CGP168	105	18,90868	15,12747	2,22405534	0,00349589
CGP168 – CGP169	120	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP169 – CGP170	135	17,91173	13,57868	2,76034321	0,00433885
Salida 3					
CT15 – CGP171	65	20,56976	18,0677	1,55909453	0,00245067
CGP171 – CGP172	80	19,99315	16,99485	1,76215262	0,00276984
Salida 4					
CT15 – CGP173	105	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
CGP173 – CGP174	120	18,23468	14,06347	2,57331652	0,00404487
CGP174 – CGP175	135	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071

Tabla 84. Intensidad de cortocircuito del CT15.**2.5.8.16 Centro de Transformación 16**

Tramo	Longitud [m]	I_{pccL} [kA]	I_{pccF} [A]	t_{micc} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT16 – CGP176	60	20,56976	18,0677	1,5590945	0,0024507
CGP176 – CGP177	75	19,99315	16,99485	1,7621526	0,0027698
Salida 2					
CT16 – CGP178	105	19,0832	15,41483	2,1419075	0,00336676
CGP178 – CGP179	120	18,56692	14,57897	2,39455329	0,00376388
CGP179 – CGP180	135	18,07206	13,81738	2,66579524	0,00419024
CGP180 – CGP181	150	17,59784	13,12242	2,95563175	0,00464582
Salida 3					
CT16 – CGP182	165	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
CGP182 – CGP183	180	16,70802	11,9049	3,59109329	0,00564467
Salida 4					
CT16 – CGP184	60	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP184 – CGP185	75	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 5					
CT16 – CGP186	105	18,90868	15,12747	2,22405534	0,00349589
CGP186 – CGP187	120	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP187 – CGP188	135	17,91173	13,57868	2,76034321	0,00433885
CGP188 – CGP189	150	17,44421	12,90433	3,05637944	0,00480418
Salida 6					
CT9 – CGP190	165	16,99623	12,28738	3,37100667	0,00529873
CGP190 – CGP191	180	16,56696	11,72168	3,70423447	0,00582251

Tabla 85. Intensidad de cortocircuito del CT16.

2.5.8.17 Centro de Transformación 17

Tramo	Longitud [m]	I_{pccL} [kA]	I_{pccF} [A]	t_{mice} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT17 – CGP192	65	20,37496	17,69907	1,6247154	0,00255381
CGP192 – CGP193	80	19,80611	16,65877	1,83397042	0,00288273
Salida 2					
CT9 – CGP194	105	18,90868	15,12747	2,22405534	0,00349589
CGP194 – CGP195	120	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP195 – CGP196	135	17,91173	13,57868	2,76034321	0,00433885
Salida 3					
CT9 – CGP197	65	20,56976	18,0677	1,55909453	0,00245067
CGP197 – CGP198	80	19,99315	16,99485	1,76215262	0,00276984
Salida 4					
CT9 – CGP199	105	18,7366	14,84895	2,3082705	0,00362826
CGP199 – CGP200	120	18,23468	14,06347	2,57331652	0,00404487
CGP200 – CGP201	135	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071

Tabla 86. Intensidad de cortocircuito del CT17.**2.5.8.18 Centro de Transformación 18**

Tramo	Longitud [m]	I_{pccL} [kA]	I_{pccF} [A]	t_{mice} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT18 – CGP202	90	19,43964	16,01731	1,98380522	0,00311825
CGP202 – CGP203	105	18,90868	15,12747	2,22405534	0,00349589
CGP203 – CGP204	160	17,14344	12,48704	3,2640679	0,00513063
Salida 2					
CT18 – CGP205	90	19,43964	16,01731	1,98380522	0,00311825
CGP205 – CGP206	105	18,90868	15,12747	2,22405534	0,00349589

Tabla 87. Intensidad de cortocircuito del CT18.**2.5.8.19 Centro de Transformación 19**

Tramo	Longitud [m]	I_{pccL} [kA]	I_{pccF} [A]	t_{mice} [s]	t_{ficc} [s]
Salida 1					
CT19 – CGP207	55	20,76716	18,4476	1,49554142	0,00235077
CGP207 – CGP208	70	20,18277	17,34153	1,69240137	0,00266021
CGP208 – CGP209	115	18,56692	14,57897	2,39455329	0,00376388
Salida 2					
CT19 – CGP210	40	21,37508	19,65624	1,31727757	0,00207057
CGP210 – CGP211	85	19,62161	16,33301	1,90785663	0,00299887
CGP211 – CGP212	140	17,75367	13,34712	2,85695277	0,00449071
Salida 3					
CT19 – CGP213	195	16,15555	11,20178	4,05605759	0,00637552
Salida 4					
CT19 – CGP214	245	14,90277	9,74161	5,3631101	0,00843002
CGP214 – CGP215	335	13,03594	7,86083	8,23647495	0,01294652
CGP215 – CGP216	350	12,76543	7,61344	8,78044105	0,01380156

Tabla 88. Intensidad de cortocircuito del CT19.

2.5.8.20 Centro de Transformación 20

Tramo	Longitud [m]	I _{pecl} [kA]	I _{peccF} [A]	t _{micc} [s]	t _{ficc} [s]
Salida 1					
CT20 – CGP217	40	21,37508	19,65624	1,31727757	0,00207057
CGP217 – CGP218	90	19,43964	16,01731	1,98380522	0,00311825
CGP218 – CGP219	135	17,91173	13,57868	2,76034321	0,00433885
CGP219 – CGP220	145	22,22227	21,4273	1,10851938	0,00174243
Salida 2					
CT20 – CGP221	20	20,18277	17,34153	1,69240137	0,00266021
CGP221 – CGP222	70	18,39963	14,31724	2,48290201	0,00390276
CGP222 – CGP223	120	16,46894	11,51514	3,83830733	0,00603325

Tabla 89. Intensidad de cortocircuito del CT20.**2.5.8.21 Centro de Transformación 21**

Tramo	Longitud [m]	I _{pecl} [kA]	I _{peccF} [A]	t _{micc} [s]	t _{ficc} [s]
Salida 1					
CT21 – CGP224	70	19,60535	15,8337	2,030081	0,00319099
CGP224 – CGP225	110	17,2885	11,56147	3,80760666	0,005985
CGP225 – CGP226	120	15,70389	9,79308	5,30688389	0,00834164
Salida 2					
CT21 – CGP227	25	22,00657	20,96805	1,15760956	0,00181959
CGP227 – CGP228	65	20,05487	16,831	1,79662877	0,00282404
CGP228 – CGP229	120	16,90321	10,97126	4,22829399	0,00664625
CT229 – CGP230	160	11,54929	6,31949	12,7442455	0,02003207

Tabla 90. Intensidad de cortocircuito del CT21.**2.6 Alumbrado Público****2.6.1 Factores determinantes de la visibilidad**

La visibilidad viene condicionada por una serie de factores de diferente naturaleza. Unos pueden estar técnicamente controlados, como es la fotometría de las luminarias instaladas o la temperatura de la luz. Sin embargo, otros factores no pueden estar controlados por los estudios técnicos, como por ejemplo las características del objeto a observar o el paisaje.

Existen varias variables que influyen a la visibilidad y que son objeto del estudio técnico:

- **Illuminancia:** Indica la cantidad de luz que llega a una superficie y se define como flujo luminoso recibido por una unidad de superficie.

$$E = \frac{d\phi}{ds} \quad (39)$$

Si la expresamos en función de la intensidad luminosa

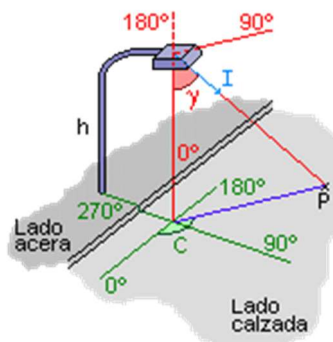


Figura 3. Esquema de la intensidad luminosa.

$$E_H = \frac{I(C, \gamma)}{h^2} \cdot \cos^3 \gamma \quad (40)$$

Siendo I la intensidad recibida por el punto P en la dirección definida por el par de ángulos (C, γ) y la h la altura del foco luminoso. Si el punto está iluminado por más de una lámpara, la iluminancia total recibida es entonces:

$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I(C_i, \gamma_i)}{h_i^2} \cdot \cos^3 \gamma_i$$

- **Luminancia:** La luminancia, por contra, es una medida de la luz que llega al ojo procedente de los objetos y es la responsable de excitar la retina provocando la visión. Esta luz proviene de la reflexión que sufre la iluminancia cuando incide sobre los cuerpos. Se puede definir, pues, como la porción de intensidad luminosa por unidad de superficie que es reflejada por la calzada en dirección al ojo.

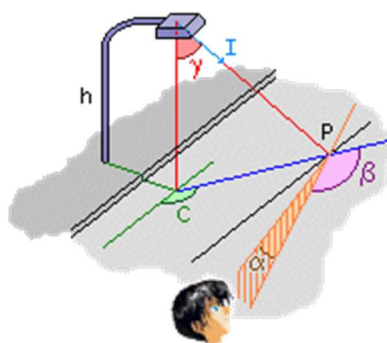


Figura 4. Esquema de la luminancia.

$$L = q(\beta, \gamma) \cdot E_H \quad (41)$$

Donde q es el coeficiente de luminancia en el punto P que depende básicamente del ángulo de incidencia γ y del ángulo entre el plano de incidencia y el de observación β. El efecto del ángulo de incidencia α es despreciable para la mayoría de conductores (automovilistas con campo visual entre 60 y 160 mpor delante y una altura de 1,5 m sobre el suelo) y no se tiene en cuenta. Así queda:

$$L = \frac{I(C, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma}{h^2} \cdot q(\beta, \gamma)$$

Por comodidad de cálculo, se define el término:

$$r(\beta, \gamma) = q(\beta, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma$$

Quedando finalmente:

$$L = \frac{I(C, \gamma) \cdot r(\beta, \gamma)}{h^2}$$

Y si el punto está iluminado por más de una lámpara, resulta

$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I(C_i, \gamma_i) \cdot r(\beta_i, \gamma_i)}{h_i^2}$$

Los valores de $r(\beta, \gamma)$ se encuentran tabulados o incorporados a programas de cálculo y dependen de las características de los pavimentos utilizados en la vía.

- **Criterios de calidad (Coeficientes de uniformidad, deslumbramiento y coeficiente de iluminación en los alrededores):** Para determinar si una instalación es adecuada y cumple con todos los requisitos de seguridad y visibilidad necesarios se establecen una serie de parámetros que sirven como criterios de calidad. Son la luminancia media (L_m , L_{AV}), los coeficientes de uniformidad (U_0 , U_L), el deslumbramiento (TI , G) y el coeficiente de iluminación de los alrededores.

Como criterios de calidad y evaluación de la uniformidad de la iluminación en la vía se analizan el rendimiento visual en términos del coeficiente global de uniformidad U_0 y la comodidad visual mediante el coeficiente longitudinal de uniformidad U_L (medio a lo largo de la línea central).

$$U_0 = \frac{L_{min}}{L_m} \quad (42)$$

$$U_L = \frac{L_{min}}{L_{max}} \quad (43)$$

El **deslumbramiento** producido por las farolas o los reflejos en la calzada, es un problema considerable por sus posibles repercusiones. En sí mismo, no es más que una sensación molesta que dificulta la visión pudiendo, en casos extremos, llegar a provocar ceguera transitoria. Se hace necesario, por tanto, cuantificar este fenómeno y establecer unos criterios de calidad que eviten estas situaciones peligrosas para usuarios.

Se llama **deslumbramiento molesto** a aquella sensación desagradable que sufrimos cuando la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa. Este fenómeno se evalúa de acuerdo a una escala numérica, obtenida de estudios estadísticos, que va del deslumbramiento insoportable al inapreciable.

G	Deslumbramiento	Evaluación del alumbrado
1	Insoportable	Malo
3	Molesto	Inadecuado
5	Admisible	Regular
7	Satisfactorio	Bueno
9	Inapreciable	Excelente

Tabla 91. Índice de deslumbramiento.

Donde la fórmula de G se calcula a partir de características de la luminaria y la instalación.

Actualmente no se utiliza mucho porque se considera que siempre que no se excedan los límites del deslumbramiento perturbador este está bajo control.

El **deslumbramiento perturbador** se produce por la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa. No obstante, este fenómeno no lleva necesariamente asociado una sensación incómoda como el deslumbramiento molesto. Para evaluar la pérdida de visión se utiliza el criterio del incremento de umbral (TI) expresado en tanto por ciento:

$$TI = 65 \cdot \frac{L_v}{L_m^{0,5}} \quad (44)$$

Donde L_v es la luminancia de velo equivalente y L_m es la luminancia media de la calzada.

El **coeficiente de iluminación en los alrededores** (*Surround Ratio*, SR) es una medida de la iluminación en las zonas limítrofes de la vía. De esta manera se asegura que los objetos, vehículos

o peatones que se encuentren allí sean visibles para los conductores. SR se obtiene calculando la iluminancia media de una franja de 5 m de ancho a cada lado de la calzada.



Figura 5. Esquema de la calzada para el cálculo del coeficiente de iluminación.

Donde la fórmula del SLI (índice específico de la luminaria) se calcula a partir de las características de esta.

2.6.2 Cálculos eléctricos

2.6.2.1 Características de la red

2.6.2.2 Generalidades

La intensidad nominal, caídas de tensión e intensidades de cortocircuito de cada tramo que forma el alumbrado público, se calculará de la misma forma que en los apartados 2.5.3; 2.5.5; 2.5.7 del presente Anexo.

Para determinar los cálculos, tenemos en cuenta las siguientes características de la red:

- Tensión: 400/230 V (trifásica/monofásica)
- Caída de tensión máxima: 3%
- $\cos\phi = 0,9$
- Tipo de conductor: cobre
- Conductividad eléctrica del cobre: $\gamma_{Cu20} = 58 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$

Como se puede observar en el Plano 14: Plano de distribución de las luminarias y Plano 15: Plano del esquema unifilar eléctrico de los Cuadros A.P.

2.6.2.3 Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P. 1

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pccI} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{mcicc} [s]
1	105	10	9,09	0,059	0,026	11,1744	9,90275	1,30526E-05
2	105	35	9,09	0,225	0,098	7,46437	4,61559	6,00835E-05
3	105	35	9,09	0,366	0,159	5,42645	3,03621	0,00013885
4	105	15	2,27	0,453	0,196	4,61559	2,50872	0,000203379
Empalme								
5	105	35	2,27	0,496	0,215	3,38906	1,77929	0,000404312
6	105	35	2,27	0,559	0,242	2,66348	1,37628	0,000675766
7	105	35	1,82	0,629	0,273	2,13481	1,09255	0,001072327
8	105	35	1,82	0,642	0,278	1,81719	0,92534	0,001494883
9	105	35	1,82	0,705	0,305	1,58112	0,80242	0,001987955
10	105	35	1,36	0,769	0,333	1,39896	0,70828	0,002551526
11	105	35	1,36	0,754	0,327	1,25423	0,63388	0,003185634
12	105	15	1,36	0,796	0,345	1,20094	0,60657	0,003478949
13	105	35	0,45	0,86	0,372	1,09255	0,55115	0,004213765
Empalme								
14	105	35	6,36	0,881	0,382	0,99032	0,49903	0,005139924
empalme								

15	105	25	2,27	0,54	0,234	3,67123	1,94112	0,000339708
16	105	25	2,27	0,594	0,257	3,03621	1,58112	0,000512012
17	105	35	1,82	0,642	0,278	2,50872	1,29245	0,000766271
18	105	35	1,82	0,684	0,296	2,08291	1,06507	0,001128376
19	105	35	1,82	0,746	0,323	1,81719	0,92534	0,001494883
20	105	35	1,36	0,768	0,333	1,61105	0,81795	0,001913183
21	105	35	1,36	0,804	0,348	1,44661	0,73285	0,002383306
22	105	35	1,36	0,865	0,375	1,31244	0,66376	0,002905279
23	105	35	0,91	0,864	0,374	1,20094	0,60657	0,003478949
24	105	35	0,91	0,905	0,392	1,09255	0,55115	0,004213765
25	105	15	0,91	0,951	0,412	1,05184	0,53038	0,004550255
26	105	40	0,45	0,932	0,404	0,96767	0,4875	0,00538593
27	105	40	0,45	0,977	0,423	0,88655	0,44627	0,006427093
28	105	40	0,45	1,043	0,451	0,81795	0,41146	0,007560573
29	105	40	0,45	0,999	0,732	0,75242	0,37827	0,008945532
30	105	40	0,45	1,046	0,453	0,6966	0,35003	0,010447189
31	105	40	4,09	1,112	0,481	0,6535	0,32824	0,011880288
empalme								
32	105	35	4,09	0,583	0,252	3,26301	1,70798	0,000438778
33	105	35	3,64	0,687	0,298	2,58384	1,33306	0,000720295
34	105	35	3,64	0,744	0,322	2,13481	1,09255	0,001072327
35	105	35	3,64	0,807	0,349	1,81719	0,92534	0,001494883
36	105	35	3,18	0,939	0,407	1,58112	0,80242	0,001987955
37	105	35	3,18	0,979	0,424	1,37628	0,6966	0,002637807
38	105	35	3,18	1,003	0,434	1,25423	0,63388	0,003185634
39	105	35	2,73	1,153	0,499	1,15197	0,58151	0,003785259
40	105	35	0,91	1,156	0,501	1,05184	0,53038	0,004550255
41	105	40	0,45	1,25	0,541	0,95673	0,48194	0,005510919
42	105	40	0,42	1,201	0,52	0,86834	0,43703	0,006701738
43	105	40	0,42	1,173	0,508	0,80242	0,40359	0,00785831
44	105	40	1,82	1,314	0,569	0,75242	0,37827	0,008945532
empalme								
45	105	25	1,82	1,14	0,494	0,99032	0,49903	0,005139924
46	105	40	1,36	1,303	0,565	0,90553	0,45591	0,006158171
47	105	40	1,36	1,296	0,561	0,83408	0,41964	0,007268691
48	105	40	1,36	1,268	0,549	0,77307	0,38872	0,00847103
49	105	40	0,91	1,427	0,618	0,72655	0,36517	0,009598863
50	105	40	0,91	1,419	0,614	0,67979	0,34153	0,010973679
51	105	40	0,91	1,364	0,591	0,63388	0,31834	0,012630704
52	105	40	0,45	1,535	0,665	0,58963	0,296	0,014609204
53	105	40	0,45	1,527	0,661	0,55844	0,28027	0,016295089
54	105	40	0,45	1,433	0,621	0,53038	0,26613	0,018072669
55	105	40	0,45	1,599	0,692	0,505	0,25334	0,019943549
56	105	35	0,45	1,591	0,689	0,48194	0,24173	0,021905283
Empalme								
57	105	25	0,45	0,814	0,353	1,02634	0,51738	0,004781792
58	105	40	0,45	0,865	0,375	0,93557	0,47118	0,005765491
59	105	40	0,45	0,919	0,398	0,85087	0,42816	0,006982288
Empalme								
60	105	40	5	0,833	0,361	0,94603	0,4765	0,005637469
Empalme								

110	105	35	0,45	0,881	0,382	0,87735	0,4416	0,006563747
-----	-----	----	------	-------	-------	---------	--------	-------------

Tabla 92. Línea 1, cuadro A.P 1.

El nudo con mayor caída de tensión del cuadro A.P 1 es el número 55, que nos indica un valor de 0,382%<3%, tal y como exige el REBT.

2.6.2.4 Tabla resumen Línea 2 cuadro A.P 1

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pcc1} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{mcc} [s]
Empalme								
61	105	25	0,91	0,078	0,034	9,23971	6,52195	1,17548E-05
62	105	20	0,45	0,089	0,038	7,46437	4,61559	2,34701E-05
63	105	20	0,45	0,093	0,04	5,75478	3,26301	4,69606E-05
64	105	20	0,45	0,102	0,044	4,61559	2,50872	7,94448E-05
65	105	20	4,09	0,115	0,05	3,8297	2,03343	0,000120924
Empalme								
66	105	35	4,09	0,163	0,071	6,11852	3,52477	4,02447E-05
67	105	35	3,64	0,233	0,101	4,39251	2,37061	8,89713E-05
68	105	35	3,64	0,31	0,134	3,38906	1,77929	0,000157934
69	105	35	3,64	0,395	0,171	2,74806	1,42239	0,000247134
70	105	35	3,18	0,441	0,191	2,307	1,18416	0,000356574
71	105	35	3,18	0,518	0,224	1,98622	1,01404	0,00048625
72	105	35	3,18	0,603	0,261	1,74291	0,88655	0,000636156
73	105	35	2,73	0,625	0,27	1,55227	0,78747	0,00080631
74	105	35	2,73	0,702	0,304	1,39896	0,70828	0,00099669
75	105	35	2,73	0,787	0,341	1,27305	0,64354	0,00120731
76	105	35	2,27	0,785	0,34	1,16784	0,58963	0,001438172
77	105	35	2,27	0,862	0,373	1,07863	0,54405	0,001689244
78	105	35	2,27	0,947	0,41	1,00204	0,505	0,001960592
79	105	15	0,45	0,898	0,389	0,96767	0,4875	0,002103879
Empalme								
80	105	40	0,45	0,958	0,415	0,88655	0,44627	0,002510583
81	105	40	0,45	1,006	0,435	0,81795	0,41146	0,002953349
82	105	40	0,45	0,951	0,412	0,75918	0,38169	0,003432009
83	105	25	0,45	1,009	0,437	0,71427	0,35896	0,003880412
Empalme								
84	105	65	1,36	0,981	0,425	0,91533	0,46089	0,002353832
Empalme								
85	105	40	1,36	0,993	0,43	0,84239	0,42386	0,002783076
86	105	40	1,36	1,073	0,464	0,7802	0,39233	0,003248381
87	105	40	0,91	1,04	0,45	0,72655	0,36517	0,003749556
88	105	40	0,91	1,086	0,47	0,66902	0,33609	0,004426483
89	105	40	0,91	1,165	0,504	0,62916	0,31595	0,005008795
90	105	40	0,45	1,132	0,49	0,59378	0,29809	0,005626978
91	105	40	0,45	1,139	0,493	0,56216	0,28215	0,006280727
92	105	40	0,45	1,218	0,528	0,53373	0,26782	0,006970822
93	105	40	2,72	1,185	0,513	0,50804	0,25487	0,007697196

Tabla 93. Línea 2, cuadro A.P 1.

2.6.2.5 *Tabla resumen Línea 3 cuadro A.P 1*

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pccI} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
Empalme								
94	105	15	2,72	0,028	0,012	10,563	8,60328	6,75526E-06
95	105	20	2,72	0,056	0,024	8,00932	5,1295	1,90029E-05
96	105	20	1,82	0,088	0,038	6,11852	3,52477	4,02447E-05
97	105	20	1,82	0,124	0,054	4,8603	2,66348	7,04808E-05
98	105	20	1,82	0,136	0,059	4,0016	2,13481	0,000109711
99	105	20	1,36	0,168	0,073	3,38906	1,77929	0,000157934
100	105	20	1,36	0,204	0,088	2,93387	1,52444	0,000215154
101	105	20	1,36	0,2	0,087	2,58384	1,33306	0,000281365
102	105	20	0,91	0,232	0,1	2,307	1,18416	0,000356574
103	105	20	0,91	0,268	0,116	2,08291	1,06507	0,000440772
104	105	20	0,91	0,248	0,107	1,89799	0,96767	0,000533968
105	105	20	0,45	0,28	0,121	1,74291	0,88655	0,000636156
106	105	20	0,45	0,316	0,137	1,61105	0,81795	0,000747337
107	105	20	0,45	0,28	0,121	1,49759	0,75918	0,000867522
108	105	20	0,45	0,312	0,135	1,39896	0,70828	0,00099669
109	105	20	0,45	0,348	0,151	1,31244	0,66376	0,001134875

Tabla 94. Línea 3, cuadro A.P 1.

2.6.2.6 *Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 2*

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pccI} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
1	105	10	3,64	0,024	0,01	11,1744	9,90275	1,30526E-05
Empalme								
2	105	20	3,18	0,064	0,028	8,60328	5,75478	3,86503E-05
3	105	20	3,18	0,107	0,046	6,52195	3,8297	8,72731E-05
4	105	20	3,18	0,163	0,07	4,8603	2,66348	0,000180431
5	105	20	2,73	0,185	0,082	4,0016	2,13481	0,000280861
6	105	20	2,73	0,228	0,099	3,38906	1,77929	0,000404312
7	105	20	2,73	0,275	0,119	2,93387	1,52444	0,000550794
8	105	20	2,27	0,281	0,122	2,58384	1,33306	0,000720295
9	105	20	2,27	0,316	0,137	2,37061	1,21819	0,000862541
10	105	20	2,27	0,363	0,157	2,13481	1,09255	0,001072327
11	105	20	1,82	0,355	0,154	1,94112	0,99032	0,001305145
12	105	20	1,82	0,396	0,171	1,77929	0,90553	0,001561005
13	105	20	1,82	0,443	0,192	1,64213	0,83408	0,001839901
14	105	20	1,36	0,419	0,181	1,52444	0,77307	0,002141768
15	105	20	1,36	0,46	0,199	1,42239	0,72035	0,002466737
16	105	20	1,36	0,507	0,219	1,33306	0,67436	0,002814663
17	105	20	0,91	0,466	0,202	1,25423	0,63388	0,003185634
18	105	20	0,91	0,508	0,22	1,18416	0,59798	0,003579618
19	105	20	0,91	0,555	0,24	1,12147	0,56592	0,003996685
20	105	20	0,45	0,498	0,216	1,06507	0,53712	0,004436774
21	105	20	0,45	0,54	0,234	1,01404	0,51111	0,004899832
22	105	20	0,45	0,586	0,254	0,96767	0,4875	0,00538593
Empalme								
23	105	40	5,91	0,16	0,069	7,46437	4,61559	6,00835E-05

24	105	20	5,91	0,224	0,097	5,75478	3,26301	0,000120219
Empalme								
25	105	40	2,73	0,308	0,134	3,67123	1,94112	0,000339708
26	105	20	2,73	0,355	0,154	3,03621	1,58112	0,000512012
27	105	20	2,27	0,403	0,175	2,66348	1,37628	0,000675766
28	105	20	2,27	0,412	0,179	2,37061	1,21819	0,000862541
29	105	20	2,27	0,451	0,195	2,13481	1,09255	0,001072327
30	105	20	1,82	0,499	0,216	1,94112	0,99032	0,001305145
31	105	20	1,82	0,492	0,213	1,77929	0,90553	0,001561005
32	105	20	1,82	0,531	0,23	1,64213	0,83408	0,001839901
33	105	20	1,36	0,579	0,251	1,52444	0,77307	0,002141768
34	105	20	1,36	0,556	0,241	1,42239	0,72035	0,002466737
35	105	20	1,36	0,595	0,258	1,33306	0,67436	0,002814663
36	105	20	0,91	0,643	0,278	1,25423	0,63388	0,003185634
37	105	20	0,91	0,604	0,262	1,18416	0,59798	0,003579618
38	105	20	0,91	0,643	0,278	1,12147	0,56592	0,003996685
39	105	20	0,45	0,691	0,299	1,06507	0,53712	0,004436774
40	105	20	0,45	0,636	0,276	1,01404	0,51111	0,004899832
41	105	20	0,45	0,675	0,292	0,96767	0,4875	0,00538593
42	105	20	0,45	0,267	0,116	4,61559	2,50872	0,000203379
Empalme								
43	105	20	3,18	0,321	0,139	3,8297	2,03343	0,000309565
44	105	20	2,73	0,336	0,146	3,26301	1,70798	0,000438778
45	105	20	2,73	0,379	0,164	2,83801	1,47166	0,00059101
46	105	20	2,73	0,433	0,187	2,50872	1,29245	0,000766271
47	105	20	2,27	0,432	0,187	2,24665	1,15197	0,000964556
48	105	20	2,27	0,475	0,206	2,03343	1,03893	0,001185871
49	105	20	2,27	0,529	0,229	1,85672	0,94603	0,001430211
50	105	20	1,82	0,512	0,222	1,70798	0,86834	0,00169758
51	105	20	1,82	0,555	0,24	1,58112	0,80242	0,001987955
52	105	20	1,82	0,608	0,263	1,47166	0,74578	0,002301381
53	105	20	1,36	0,576	0,25	1,37628	0,6966	0,002637807
54	105	20	1,36	0,619	0,268	1,29245	0,6535	0,002997221
55	105	20	1,36	0,672	0,291	1,21819	0,61541	0,003379721
56	105	20	0,91	0,624	0,207	1,15197	0,58151	0,003785259
57	105	20	0,91	0,667	0,289	1,09255	0,55115	0,004213765
58	105	20	0,91	0,72	0,312	1,03893	0,5238	0,004665294
59	105	20	0,45	0,656	0,284	0,99032	0,49903	0,005139924
60	105	20	0,45	0,699	0,303	0,94603	0,4765	0,005637469
61	105	20	0,45	0,752	0,326	0,90553	0,45591	0,006158171
62	105	20	0,45	0,723	0,313	0,92534	0,46598	0,005894886

Tabla 95. Línea 1, cuadro A.P 2.

2.6.2.7 Tabla resumen Línea 2 cuadro A.P 2

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pcc1} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
Empalme								
63	105	20	3,64	0,081	0,035	8,00932	5,1295	1,90029E-05
64	105	20	3,18	0,127	0,055	6,11852	3,52477	4,02447E-05
65	105	20	3,18	0,173	0,075	4,8603	2,66348	7,04808E-05

66	105	20	3,18	0,204	0,088	4,0016	2,13481	0,000109711
67	105	20	2,73	0,25	0,108	3,38906	1,77929	0,000157934
68	105	20	2,73	0,296	0,128	2,93387	1,52444	0,000215154
69	105	20	2,73	0,31	0,134	2,58384	1,33306	0,000281365
70	105	20	2,27	0,348	0,15	2,37061	1,21819	0,00033693
71	105	20	2,27	0,385	0,167	2,18933	1,12147	0,000397553
72	105	40	2,27	0,386	0,167	1,98622	1,01404	0,00048625
73	105	40	1,82	0,453	0,196	1,70798	0,86834	0,000663117
74	105	40	1,82	0,528	0,229	1,47166	0,74578	0,000898977
75	105	40	1,82	0,529	0,229	1,29245	0,6535	0,00117079
76	105	40	1,36	0,603	0,261	1,15197	0,58151	0,001478617
77	105	40	1,36	0,678	0,293	1,03893	0,5238	0,00182238
78	105	40	1,36	0,646	0,28	0,94603	0,4765	0,002202136
79	105	40	0,91	0,72	0,312	0,86834	0,43703	0,002617867
80	105	40	0,91	0,795	0,344	0,80242	0,40359	0,003069652
81	105	40	0,91	0,731	0,317	0,74578	0,37491	0,003557263
82	105	40	0,45	0,805	0,349	0,6966	0,35003	0,004080933
83	105	40	0,45	0,88	0,381	0,6535	0,32824	0,004640737
84	105	40	0,45	0,787	0,341	0,61096	0,30676	0,0053134
85	105	40	0,45	0,861	0,373	0,57753	0,2899	0,005949406
86	105	15	3,64	0,936	0,405	0,54757	0,2748	0,006621198

Tabla 96. Línea 2, cuadro A.P 2.

2.6.2.8 Tabla resumen de Línea 3 cuadro de A.P 2

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pccL} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
Empalme								
87	105	15	3,64	0,04	0,017	10,563	8,60328	6,75526E-06
88	105	20	3,64	0,084	0,036	8,00932	5,1295	1,90029E-05
89	105	35	3,18	0,168	0,073	5,1295	2,83801	6,20786E-05
90	105	20	3,18	0,22	0,095	4,18858	2,24665	9,90602E-05
91	105	20	3,18	0,244	0,106	3,52477	1,85672	0,000145036
92	105	20	2,73	0,296	0,128	3,03621	1,58112	0,000200005
93	105	15	2,73	0,337	0,146	2,74806	1,42239	0,000247134
94	105	20	2,73	0,365	0,158	2,307	1,18416	0,000356574
95	105	20	2,27	0,417	0,181	2,08291	1,06507	0,000440772
96	105	20	2,27	0,468	0,203	1,89799	0,96767	0,000533968
97	105	15	2,27	0,453	0,196	1,77929	0,90553	0,000609768
98	105	35	1,82	0,529	0,229	1,55227	0,78747	0,00080631
99	105	40	1,82	0,62	0,268	1,33306	0,67436	0,001099478
100	105	40	1,82	0,607	0,263	1,20094	0,60657	0,001358965
101	105	40	1,36	0,689	0,298	1,07863	0,54405	0,001689244
102	105	40	1,36	0,773	0,335	0,97886	0,4932	0,00205553
103	105	40	1,36	0,74	0,32	0,88655	0,44627	0,002510583
104	105	40	0,91	0,817	0,354	0,82594	0,41551	0,002896057
105	105	40	0,91	0,907	0,393	0,75918	0,38169	0,003432009
106	105	40	0,91	0,84	0,364	0,70239	0,35296	0,004013461
107	105	40	0,45	0,925	0,401	0,6535	0,32824	0,004640737
108	105	40	0,45	1,014	0,439	0,61096	0,30676	0,0053134
109	105	40	0,45	0,909	0,394	0,57753	0,2899	0,005949406
110	105	40	0,45	0,992	0,429	0,54757	0,2748	0,006621198

111	105	40	0,45	1,081	0,468	0,51738	0,25958	0,007420404
------------	------------	-----------	-------------	--------------	--------------	----------------	----------------	--------------------

Tabla 97. Línea 3, cuadro A.P 2.

El nudo con mayor caída de tensión del cuadro A.P 2 es el número 55, que nos indica un valor de 0,468%<3%, tal y como exige el REBT.

2.6.2.9 Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 3

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pcc1} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
1	105	20	1,82	0,027	0,012	9,90275	7,46437	8,97395E-06
2	105	35	1,36	0,053	0,023	6,52195	3,8297	3,40911E-05
3	105	35	1,36	0,085	0,037	4,61559	2,50872	7,94448E-05
4	105	35	1,36	0,123	0,053	3,52477	1,85672	0,000145036
5	105	35	0,91	0,125	0,054	2,83801	1,47166	0,000230863
6	105	40	0,91	0,153	0,066	2,43775	1,25423	0,000317845
7	105	40	0,91	0,199	0,086	1,98622	1,01404	0,00048625
8	105	40	0,45	0,181	0,078	1,67441	0,85087	0,000690627
9	105	40	0,45	0,217	0,094	1,44661	0,73285	0,000930979
10	105	40	5,91	0,262	0,114	1,27305	0,64354	0,00120731

Tabla 98. Línea 1, cuadro A.P 3.**2.6.2.10 Tabla resumen Línea 2 cuadro A.P 3**

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pcc1} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
Empalme								
11	105	15	0,91	0,055	0,024	10,563	8,60328	2,7021E-05
12	105	35	0,91	0,089	0,039	6,52195	3,8297	0,00013636
13	105	35	0,45	0,101	0,044	4,61559	2,50872	0,00031778
14	105	35	0,45	0,119	0,051	3,67123	1,94112	0,00053079
15	105	35	0,45	0,153	0,066	2,83801	1,47166	0,00092345
16	105	35	0,45	0,141	0,061	2,37061	1,21819	0,00134772
17	105	35	0,45	0,159	0,069	2,08291	1,06507	0,00176309
18	105	35	5	0,193	0,084	1,77929	0,90553	0,00243907
Empalme								
19	105	45	3,64	0,183	0,079	5,75478	3,26301	0,00018784
20	105	35	3,18	0,264	0,114	4,18858	2,24665	0,00039624
21	105	35	3,18	0,306	0,132	3,26301	1,70798	0,00068559
22	105	35	3,18	0,343	0,148	2,66348	1,37628	0,00105588
23	105	35	0,91	0,428	0,185	2,37061	1,21819	0,00134772
Empalme								
24	105	40	0,91	0,401	0,174	1,94112	0,99032	0,00203929
25	105	40	0,45	0,485	0,21	1,64213	0,83408	0,00287485
26	105	40	0,45	0,48	0,208	1,42239	0,72035	0,00385428
27	105	40	0,45	0,455	0,197	1,25423	0,63388	0,00497755
28	105	40	0,45	0,538	0,233	1,12147	0,56592	0,00624482
29	105	40	1,36	0,533	0,231	1,01404	0,51111	0,00765599
Empalme								
30	105	20	1,36	0,227	0,098	3,67123	1,94112	0,00053079
31	105	35	0,91	0,258	0,112	3,14568	1,64213	0,00074168
32	105	35	0,91	0,276	0,119	2,58384	1,33306	0,00112546
33	105	35	0,91	0,284	0,123	2,18933	1,12147	0,00159021

34	105	35	0,45	0,322	0,14	1,89799	0,96767	0,00213587
35	105	35	0,45	0,34	0,147	1,67441	0,85087	0,00276251
36	105	35	0,45	0,324	0,14	1,49759	0,75918	0,00347009
37	105	35	0,45	0,36	0,156	1,37628	0,6966	0,00412157
38	105	35	0,45	0,373	0,161	1,29245	0,6535	0,00468316
Empalme								
39	105	20	1,36	0,437	0,189	2,13481	1,09255	0,00167551
Empalme								
40	105	20	1,36	0,426	0,184	2,08291	1,06507	0,00176309
41	105	40	1,36	0,437	0,189	1,74291	0,88655	0,00254462
42	105	40	0,91	0,53	0,23	1,49759	0,75918	0,00347009
43	105	40	0,91	0,543	0,235	1,31244	0,66376	0,0045395
44	105	40	0,91	0,522	0,226	1,16784	0,58963	0,00575269
45	105	40	0,45	0,616	0,267	1,05184	0,53038	0,00710977
46	105	40	0,45	0,632	0,273	0,94603	0,4765	0,00880855
47	105	40	0,45	0,595	0,258	0,80242	0,40359	0,01227861
48	105	40	0,45	0,689	0,298	0,74578	0,37491	0,01422905
49	105	40	0,45	0,7	0,303*	0,70239	0,35296	0,01605384

Tabla 99. Línea 2, cuadro A.P 3.

El nudo con mayor caída de tensión del cuadro A.P 3 es el número 49, que nos indica un valor de 0,303% < 3%, tal y como exige el REBT.

2.6.2.11 Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 4

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pcc1} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{mcc} [s]
1	105	25	4,55	0,071	0,031	9,23971	6,52195	1,17548E-05
2	105	20	4,09	0,128	0,055	6,96932	4,18858	2,84994E-05
Empalme								
3	105	35	0,91	0,157	0,068	4,8603	2,66348	7,04808E-05
4	105	35	0,91	0,182	0,079	3,8297	2,03343	0,000120924
5	105	35	0,91	0,187	0,081	2,93387	1,52444	0,000215154
6	105	35	0,45	0,221	0,096	2,43775	1,25423	0,000317845
7	105	35	0,45	0,249	0,108	2,08291	1,06507	0,000440772
8	105	35	0,45	0,227	0,098	1,81719	0,92534	0,000583939
9	105	35	0,45	0,261	0,113	1,61105	0,81795	0,000747337
10	105	35	0,45	0,287	0,124	1,47166	0,74578	0,000898977
Empalme								
11	105	30	3,18	0,169	0,073	5,42645	3,03621	5,42383E-05
12	105	35	1,82	0,201	0,087	4,0016	2,13481	0,000109711
13	105	35	1,36	0,238	0,103	3,14568	1,64213	0,000185419
14	105	20	1,36	0,257	0,111	2,58384	1,33306	0,000281365
15	105	30	1,36	0,279	0,121	2,307	1,18416	0,000356574
16	105	35	0,91	0,316	0,137	1,98622	1,01404	0,00048625
17	105	35	0,91	0,31	0,134	1,77929	0,90553	0,000609768
18	105	35	0,91	0,343	0,149	1,55227	0,78747	0,00080631
19	105	35	0,45	0,38	0,165	1,39896	0,70828	0,00099669
20	105	35	0,45	0,352	0,153	1,27305	0,64354	0,00120731
21	105	35	0,45	0,381	0,165	1,18416	0,59798	0,001398288
22	105	35	0,45	0,418	0,181	1,09255	0,55115	0,001646002
Empalme								
23	105	25	1,36	0,189	0,082	4,39251	2,37061	8,89713E-05

24	105	35	1,36	0,208	0,09	3,52477	1,85672	0,000145036
25	105	35	0,91	0,217	0,094	2,83801	1,47166	0,000230863
26	105	35	0,91	0,249	0,108	2,37061	1,21819	0,00033693
27	105	35	0,91	0,272	0,118	2,03343	1,03893	0,000463231
28	105	35	0,45	0,257	0,111	1,77929	0,90553	0,000609768
29	105	35	0,45	0,289	0,125	1,58112	0,80242	0,000776545
30	105	35	0,45	0,312	0,135	1,42239	0,72035	0,000963569

Tabla 100. Línea 1, cuadro A.P 4.**2.6.2.12 Tabla resumen Línea 2 cuadro A.P 4**

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pccI} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{mcc} [s]
Empalme								
31	105	30	4,55	0,057	0,025	9,90275	7,46437	8,97395E-06
32	105	35	3,18	0,126	0,055	6,52195	3,8297	3,40911E-05
33	105	20	3,18	0,159	0,069	5,1295	2,83801	6,20786E-05
34	105	20	3,18	0,2	0,087	4,18858	2,24665	9,90602E-05
35	105	35	2,73	0,269	0,117	3,26301	1,70798	0,000171397
36	105	35	2,73	0,301	0,13	2,66348	1,37628	0,000263971
37	105	35	2,73	0,333	0,144	2,43775	1,25423	0,000317845
38	105	35	2,27	0,412	0,178	2,03343	1,03893	0,000463231
39	105	35	2,27	0,422	0,183	1,77929	0,90553	0,000609768
40	105	35	2,27	0,477	0,206	1,58112	0,80242	0,000776545
41	105	35	1,82	0,548	0,237	1,42239	0,72035	0,000963569
42	105	35	1,82	0,534	0,231	1,29245	0,6535	0,00117079
43	105	35	1,82	0,589	0,255	1,18416	0,59798	0,001398288
44	105	25	1,36	0,666	0,288	1,07863	0,54405	0,001689244
45	105	35	1,36	0,622	0,269	1,01404	0,51111	0,001913997
46	105	35	1,36	0,682	0,295	0,93557	0,47118	0,002252145
47	105	35	0,91	0,754	0,326	0,87735	0,4416	0,002563964
48	105	35	0,91	0,69	0,299	0,82594	0,41551	0,002896057
49	105	35	0,91	0,746	0,323	0,7802	0,39233	0,003248381
50	105	35	0,45	0,818	0,354	0,73926	0,37161	0,003620722
51	105	35	0,45	0,73	0,316	0,70239	0,35296	0,004013461
52	105	35	0,45	0,786	0,34	0,66902	0,33609	0,004426483
53	105	35	0,45	0,858	0,371*	0,63867	0,32076	0,004859702
Empalme								
54	105	30	1,36	0,086	0,037	6,52195	3,8297	3,40911E-05
55	105	35	1,36	0,1	0,043	4,61559	2,50872	7,94448E-05
56	105	35	0,91	0,114	0,049	3,8297	2,03343	0,000120924
57	105	15	0,91	0,132	0,057	3,38906	1,77929	0,000157934
58	105	35	0,91	0,128	0,056	2,74806	1,42239	0,000247134
59	105	35	0,45	0,147	0,064	2,307	1,18416	0,000356574
60	105	10	0,45	0,168	0,073	2,08291	1,06507	0,000440772

Tabla 101. Línea 2, cuadro A.P 4.

El nudo con mayor caída de tensión del cuadro A.P 4 es el número 53, que nos indica un valor de 0,371% < 3%, tal y como exige el REBT.

2.6.2.13 Tabla resumen Línea 3 cuadro A.P 4

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pcc1} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
Empalme								
61	105	10	4,55	0,029	0,013	11,1744	9,90275	5,09869E-06
62	105	35	4,09	0,117	0,051	7,46437	4,61559	2,34701E-05
63	105	15	4,09	0,147	0,064	6,11852	3,52477	4,02447E-05
Empalme								
64	105	20	2,73	0,187	0,081	6,11852	3,52477	4,02447E-05
65	105	35	1,36	0,227	0,098	4,8603	2,66348	7,04808E-05
66	105	35	1,36	0,248	0,107	3,67123	1,94112	0,000132698
67	105	35	1,36	0,283	0,122	2,93387	1,52444	0,000215154
68	105	35	0,91	0,303	0,131	2,43775	1,25423	0,000317845
69	105	40	0,91	0,332	0,144	2,03343	1,03893	0,000463231
70	105	40	0,91	0,375	0,162	1,70798	0,86834	0,000663117
71	105	40	0,45	0,367	0,159	1,47166	0,74578	0,000898977
72	105	40	0,45	0,396	0,171	1,29245	0,6535	0,00117079
73	105	40	0,45	0,439	0,19	1,15197	0,58151	0,001478617
Empalme								
74	105	20	0,91	0,216	0,094	4,0016	2,13481	0,000109711
75	105	35	0,91	0,232	0,1	3,26301	1,70798	0,000171397
76	105	35	0,91	0,247	0,107	2,66348	1,37628	0,000263971
77	105	35	0,45	0,284	0,123	2,24665	1,15197	0,00037678
78	105	35	0,45	0,304	0,132	1,94112	0,99032	0,000509822
79	105	35	0,45	0,297	0,129	1,67441	0,85087	0,000690627
80	105	35	0,45	0,335	0,145	1,49759	0,75918	0,000867522
81	105	35	0,45	0,352	0,152	1,37628	0,6966	0,001030393
Empalme								
82	105	20	1,36	0,181	0,079	4,39251	2,37061	8,89713E-05
83	105	35	0,91	0,221	0,096	3,38906	1,77929	0,000157934
84	105	35	0,91	0,219	0,095	2,74806	1,42239	0,000247134
85	105	35	0,91	0,253	0,11	2,307	1,18416	0,000356574
86	105	35	0,45	0,293	0,127	1,98622	1,01404	0,00048625
87	105	35	0,45	0,267	0,115	1,74291	0,88655	0,000636156
88	105	35	0,45	0,301	0,13	1,55227	0,78747	0,00080631
89	105	35	0,45	0,341	0,148	1,39896	0,70828	0,00099669

Tabla 102. Línea 3, cuadro A.P 4.**2.6.2.14 Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 5**

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pcc1} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
1	105	10	6,85	0,043	0,019	11,1744	9,90275	5,09869E-06
2	105	35	6,36	0,193	0,083	6,96932	4,18858	2,84994E-05
3	105	35	6,36	0,301	0,13	4,8603	2,66348	7,04808E-05
4	105	35	6,36	0,444	0,192	3,52477	1,85672	0,000145036
5	105	35	5,91	0,594	0,257	2,74806	1,42239	0,000247134
6	105	20	5,91	0,656	0,284	2,37061	1,21819	0,00033693
Empalme								
7	105	30	5,91	0,743	0,322	2,13481	1,09255	0,000418878
8	105	35	2,27	0,834	0,361	1,85672	0,94603	0,000558676

9	105	15	2,27	0,838	0,363	1,64213	0,83408	0,000718711
10	105	25	2,27	0,863	0,374	1,55227	0,78747	0,00080631
Empalme								
11	105	25	0,45	0,95	0,411	1,42239	0,72035	0,000963569
12	105	35	0,45	0,894	0,387	1,27305	0,64354	0,00120731
13	105	35	0,45	0,914	0,396	1,15197	0,58151	0,001478617
14	105	35	0,45	1,003	0,434	1,06507	0,53712	0,001733115
Empalme								
15	105	15	1,36	0,954	0,413	1,47166	0,74578	0,000898977
16	105	20	0,91	0,903	0,391	1,37628	0,6966	0,001030393
17	105	35	0,91	0,919	0,398	1,25423	0,63388	0,001244388
18	105	35	0,45	1,022	0,443	1,13652	0,57361	0,001519626
19	105	15	0,45	0,967	0,419	1,09255	0,55115	0,001646002
20	105	40	0,45	0,97	0,42	0,97886	0,4932	0,00205553
21	105	40	0,45	1,078	0,467*	0,88655	0,44627	0,002510583
22	105	40	0,45	1,036	0,449	0,81795	0,41146	0,002953349
Empalme								
23	105	35	0,45	0,982	0,425	1,31244	0,66376	0,001134875
24	105	35	0,45	0,919	0,398	1,18416	0,59798	0,001398288
25	105	35	0,45	0,935	0,405	1,07863	0,54405	0,001689244
26	105	35	0,45	1,035	0,448	1,00204	0,505	0,001960592
Empalme								
27	105	25	1,36	0,752	0,326	1,89799	0,96767	0,000533968
28	105	20	1,36	0,791	0,343	1,74291	0,88655	0,000636156
29	105	35	0,91	0,822	0,356	1,55227	0,78747	0,00080631
30	105	35	0,91	0,816	0,353	1,39896	0,70828	0,00099669
31	105	35	0,91	0,863	0,374	1,27305	0,64354	0,00120731
32	105	35	0,45	0,87	0,377	1,16784	0,58963	0,001438172
33	105	35	0,45	0,864	0,374	1,07863	0,54405	0,001689244
34	105	35	0,45	0,908	0,393	1,01404	0,51111	0,001913997
Empalme								
35	105	20	1,82	0,77	0,333	1,94112	0,99032	0,000509822
36	105	35	1,36	0,815	0,353	1,70798	0,86834	0,000663117
37	105	25	1,36	0,806	0,349	1,55227	0,78747	0,00080631
38	105	20	1,36	0,85	0,368	1,44661	0,73285	0,000930979
39	105	35	0,91	0,875	0,379	1,31244	0,66376	0,001134875
40	105	35	0,91	0,87	0,377	1,20094	0,60657	0,001358965
41	105	35	0,91	0,922	0,399	1,10682	0,55844	0,001603308
42	105	35	0,45	0,923	0,4	1,02634	0,51738	0,001867888
43	105	35	0,45	0,92	0,398	0,94603	0,4765	0,002202136
44	105	35	0,45	0,97	0,42	0,89594	0,45104	0,002457762

Tabla 103. Línea 1, cuadro A.P 5.

El nudo con mayor caída de tensión del cuadro A.P 5 es el número 21, que nos indica un valor de 0,467%<3%, tal y como exige el REBT.

2.6.2.15 Tabla resumen Línea 2 cuadro A.P 5

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pcc1} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
45	105	30	6,82	0,126	0,054	8,60328	5,75478	1,50978E-05
46	105	35	2,73	0,188	0,081	5,42645	3,03621	5,42383E-05

47	105	35	2,27	0,269	0,116	3,8297	2,03343	0,000120924
48	105	35	2,27	0,284	0,123	2,93387	1,52444	0,000215154
49	105	35	2,27	0,347	0,15	2,37061	1,21819	0,00033693
50	105	15	1,82	0,42	0,182	2,18933	1,12147	0,000397553
51	105	35	1,82	0,39	0,169	1,85672	0,94603	0,000558676
52	105	35	1,82	0,452	0,196	1,61105	0,81795	0,000747337
53	105	25	1,36	0,563	0,244	1,47166	0,74578	0,000898977
54	105	40	1,36	0,488	0,211	1,29245	0,6535	0,00117079
Empalme								
55	105	40	1,36	0,631	0,273	1,15197	0,58151	0,001478617
Empalme								
56	105	20	0,91	0,535	0,232	1,21819	0,61541	0,001320204
57	105	40	0,91	0,672	0,291	1,09255	0,55115	0,001646002
58	105	60	0,91	0,573	0,248	0,94603	0,4765	0,002202136
59	105	35	0,45	0,631	0,273	0,87735	0,4416	0,002563964
60	105	35	0,45	0,764	0,331	0,81795	0,41146	0,002953349
61	105	35	0,45	0,622	0,269	0,75918	0,38169	0,003432009
62	105	35	0,45	0,68	0,294	0,71427	0,35896	0,003880412
63	105	35	0,45	0,811	0,351	0,67979	0,34153	0,004286593
Empalme								
64	105	25	4,09	0,19	0,082	6,11852	3,52477	4,02447E-05
65	105	35	1,82	0,234	0,101	4,18858	2,24665	9,90602E-05
66	105	35	1,36	0,271	0,117	3,14568	1,64213	0,000185419
67	105	35	1,36	0,321	0,139	2,50872	1,29245	0,000299325
68	105	35	1,36	0,336	0,146	2,08291	1,06507	0,000440772
69	105	35	0,91	0,373	0,162	1,77929	0,90553	0,000609768
70	105	15	0,91	0,404	0,175	1,67441	0,85087	0,000690627
71	105	35	0,91	0,397	0,172	1,47166	0,74578	0,000898977
72	105	35	0,45	0,434	0,188	1,31244	0,66376	0,001134875
73	105	30	0,45	0,475	0,206	1,20094	0,60657	0,001358965
74	105	40	0,45	0,443	0,192	1,07863	0,54405	0,001689244
75	105	40	0,45	0,482	0,209	0,97886	0,4932	0,00205553
76	105	40	0,45	0,528	0,229	0,89594	0,45104	0,002457762
Empalme								
77	105	30	2,27	0,235	0,102	4,39251	2,37061	8,89713E-05
78	105	35	1,82	0,264	0,114	3,26301	1,70798	0,000171397
79	105	35	1,82	0,308	0,134	2,66348	1,37628	0,000263971
80	105	35	1,82	0,36	0,156	2,18933	1,12147	0,000397553
81	105	35	1,36	0,362	0,157	1,85672	0,94603	0,000558676
82	105	10	1,36	0,386	0,167	1,77929	0,90553	0,000609768
83	105	35	1,36	0,428	0,185	1,61105	0,81795	0,000747337
84	105	35	0,91	0,408	0,177	1,44661	0,73285	0,000930979
85	105	35	0,91	0,447	0,194	1,31244	0,66376	0,001134875
86	105	35	0,91	0,485	0,21	1,23595	0,62451	0,001282009
87	105	40	0,45	0,448	0,194	1,10682	0,55844	0,001603308
88	105	40	0,45	0,491	0,213	1,00204	0,505	0,001960592
89	105	40	0,45	0,538	0,233	0,91533	0,46089	0,002353832

Tabla 104. Línea 2, cuadro A.P 5.

2.6.2.16 Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 6

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pccL} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
1	105	15	1,36	0,015	0,006	10,563	8,60328	2,755E-05
2	105	25	1,36	0,039	0,017	7,46437	4,61559	2,347E-05
3	105	20	0,91	0,059	0,025	5,75478	3,26301	4,696E-05
4	105	35	0,91	0,071	0,031	4,0016	2,13481	0,0001097
5	105	35	0,91	0,099	0,043	3,14568	1,64213	0,0001854
6	105	35	0,45	0,126	0,055	2,58384	1,33306	0,0002813
7	105	35	0,45	0,111	0,048	2,18933	1,12147	0,0003975
8	105	35	0,45	0,139	0,06	1,89799	0,96767	0,0005339
9	105	35	0,45	0,166	0,072	1,67441	0,85087	0,0006906

Tabla 105. Línea 1, cuadro A.P 6.

2.6.2.17 Tabla resumen Línea 1 cuadro A.P 6

Punto de luz	Potencia [W]	Longitud [m]	I.Calc [A]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{pccL} [kA]	I_{pccF} [kA]	T_{meicc} [s]
10	105	35	4,55	0,103	0,044	8,00932	5,1295	1,90029E-05
11	105	20	4,09	0,147	0,064	6,11852	3,52477	4,02447E-05
Empalme								
12	105	25	0,91	0,167	0,072	4,61559	2,50872	7,94448E-05
13	105	40	0,91	0,208	0,09	3,26301	1,70798	0,000171397
14	105	40	0,91	0,203	0,088	2,50872	1,29245	0,000299325
15	105	40	0,45	0,231	0,1	2,03343	1,03893	0,000463231
16	105	40	0,45	0,272	0,118	1,70798	0,86834	0,000663117
Empalme								
17	105	20	1,36	0,173	0,075	4,8603	2,66348	7,04808E-05
18	105	35	1,36	0,205	0,089	3,52477	1,85672	0,000145036
19	105	20	1,36	0,236	0,102	3,03621	1,58112	0,000200005
20	105	25	0,91	0,259	0,112	2,58384	1,33306	0,000281365
21	105	40	0,91	0,273	0,118	2,08291	1,06507	0,000440772
22	105	40	0,91	0,32	0,139	1,74291	0,88655	0,000636156
23	105	40	0,45	0,355	0,154	1,49759	0,75918	0,000867522
24	105	40	0,45	0,335	0,145	1,33306	0,67436	0,001099478
25	105	40	0,45	0,381	0,165	1,18416	0,59798	0,001398288
26	105	40	0,45	0,416	0,18	1,06507	0,53712	0,001733115
Empalme								
27	105	45	1,82	0,207	0,09	3,8297	2,03343	0,000120924
28	105	40	1,82	0,269	0,117	2,83801	1,47166	0,000230863
29	105	40	1,36	0,28	0,121	2,24665	1,15197	0,00037678
30	105	40	1,36	0,335	0,145	1,85672	0,94603	0,000558676
31	105	40	1,36	0,397	0,172	1,58112	0,80242	0,000776545
32	105	40	0,91	0,376	0,163	1,37628	0,6966	0,001030393
33	105	40	0,91	0,431	0,186	1,21819	0,61541	0,001320204
34	105	40	0,91	0,493	0,214	1,09255	0,55115	0,001646002
35	105	40	0,45	0,44	0,19	0,99032	0,49903	0,002007783
36	105	40	0,45	0,495	0,214	0,90553	0,45591	0,002405535
37	105	40	0,45	0,557	0,241*	0,83408	0,41964	0,002839332

Tabla 106. Línea 12 cuadro A.P 6.

El nudo con mayor caída de tensión del cuadro A.P 6 es el número 37, que nos indica un valor de 0,241% < 3%, tal y como exige el REBT.

2.6.2.18 **Fichas de instrucciones para el instalador**

A continuación se añadirán las fichas con las instrucciones para el posterior montaje de los cuadros de alumbrado público, destinadas al instalador:

SUBMINISTRAMENTS INDIVIDUALS FINS A 15 kW																																										
INSTRUCCIONS PER A L'INSTAL·LADOR																																										
Efectueu la instal·lació segons l'esquema i les dades de la columna marcada amb "X"																																										
En acabar la instal·lació entregueu el Certificat d' Instal·lació Elèctrica de Baixa Tensió juntament amb aquest imprès, a les nostres oficines o Punt de Servei																																										
En el nivell d'electrificació elevada es podrà contractar qualsevol potència normalitzada fins a 14,49 kW																																										
POTÈNCIA SOL·LICITADA	11.550 kW <input type="checkbox"/> MONOFÀSIC <input checked="" type="checkbox"/> TRIFÀSIC																																									
POTÈNCIA MÀXIMA (kW) QUE ES POT CONTRACTAR	<table border="1"> <tr> <th colspan="11">MONOFÀSIC</th> <th colspan="7">TRIFÀSIC</th> </tr> <tr> <td>0,34</td><td>0,69</td><td>0,80</td><td>1,15</td><td>1,72</td><td>2,30</td><td>3,45</td><td>4,60</td><td>5,75</td><td>6,90</td><td>8,05</td><td>9,20</td><td>10,35</td><td>11,50</td><td>14,49</td><td>1,03</td><td>2,07</td><td>2,42</td><td>3,46</td><td>5,19</td><td>6,92</td><td>10,39</td><td>13,85</td> </tr> </table>	MONOFÀSIC											TRIFÀSIC							0,34	0,69	0,80	1,15	1,72	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	14,49	1,03	2,07	2,42	3,46	5,19	6,92	10,39	13,85
MONOFÀSIC											TRIFÀSIC																															
0,34	0,69	0,80	1,15	1,72	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	14,49	1,03	2,07	2,42	3,46	5,19	6,92	10,39	13,85																				
NIVELL D'ELECTRIFICACIÓ																																										
Bàsica Elevada																																										
PROTECCIÓ DIFERENCIAL	<table border="1"> <tr> <td>Corrent assignat (A)</td> <td>40</td> <td>63</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Sensibilitat (mA)</td> <td>30</td> <td>30 o 300</td> <td>30 o 300</td> </tr> </table>	Corrent assignat (A)	40	63	40	Sensibilitat (mA)	30	30 o 300	30 o 300																																	
Corrent assignat (A)	40	63	40																																							
Sensibilitat (mA)	30	30 o 300	30 o 300																																							
PROTECCIÓ SOBRETENSIÓ (V)																																										
- Obligatori per a la protecció contra les sobretensions permanents - Per a la protecció contra les sobretensions transitòries segons la ITC-BT-23 del REBT																																										
INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC	<table border="1"> <tr> <td>Corrent assignat (A)</td> <td>25 A</td> <td>30 A</td> <td>35 A</td> <td>40 A</td> <td>63 A</td> <td>40 A</td> </tr> <tr> <td>Poder de tall (kA)</td> <td>≥ 4,5</td> <td>≥ 4,5</td> <td>≥ 4,5</td> <td>≥ 4,5</td> <td>≥ 4,5</td> <td>≥ 4,5</td> </tr> </table>	Corrent assignat (A)	25 A	30 A	35 A	40 A	63 A	40 A	Poder de tall (kA)	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5																											
Corrent assignat (A)	25 A	30 A	35 A	40 A	63 A	40 A																																				
Poder de tall (kA)	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5																																				
INTERRUPTOR CONTROL DE POTÈNCIA (A)	<table border="1"> <tr> <td>1,5</td><td>3</td><td>3,5</td><td>5</td><td>7,5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td><td>45</td><td>50</td><td>63</td><td>1,5</td><td>3</td><td>3,5</td><td>5</td><td>7,5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td> </tr> </table>	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	63	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20																		
1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	63	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20																				
CONDUCTORS	<table border="1"> <tr> <td>Cu</td> <td>10 mm²</td> <td>16 mm²</td> <td>16 mm²</td> </tr> </table>	Cu	10 mm ²	16 mm ²	16 mm ²																																					
Cu	10 mm ²	16 mm ²	16 mm ²																																							
CAIXA DE PROTECCIÓ I MESURA	<table border="1"> <tr> <td>Tipus</td> <td>CPM1-D2</td> <td>CPM2-D4</td> </tr> <tr> <td>Comptador</td> <td>10 (60) A</td> <td>10 (60) A</td> </tr> <tr> <td>Fusibles</td> <td>63 A gG</td> <td>100 A gG</td> </tr> </table>	Tipus	CPM1-D2	CPM2-D4	Comptador	10 (60) A	10 (60) A	Fusibles	63 A gG	100 A gG																																
Tipus	CPM1-D2	CPM2-D4																																								
Comptador	10 (60) A	10 (60) A																																								
Fusibles	63 A gG	100 A gG																																								
EMBRANCAMENT	<input type="checkbox"/> Aèria posada sobre façana <input checked="" type="checkbox"/> Subterrània																																									
	<input type="checkbox"/> Aèria tibada sobre suports <input type="checkbox"/> Aèria-Subterrània																																									
	Aèria RZ 0,6/1 kV 2x16 Al (tub 40 mm)																																									
	Aèria amb pal RV o DV 0,6/1 kV 2x1x50 Al (tub 90mm)																																									
Subterrània RV o DV 0,6/1 kV 4x25 Al (tub 40 mm)																																										
Subterrània RV o DV 0,6/1 kV 4x1x50 Al (tub 90mm)																																										

Figura 6. Instrucciones para el instalador cuadro A.P 1.

SUBMINISTRAMENTS INDIVIDUALS FINS A 15 kW																																										
INSTRUCCIONS PER A L'INSTAL·LADOR																																										
Efectueu la instal·lació segons l'esquema i les dades de la columna marcada amb "X"																																										
En acabar la instal·lació entregueu el Certificat d' Instal·lació Elèctrica de Baixa Tensió juntament amb aquest imprès, a les nostres oficines o Punt de Servei																																										
En el nivell d'electrificació elevada es podrà contractar qualsevol potència normalitzada fins a 14,49 kW																																										
POTÈNCIA SOL·LICITADA	11.655 kW <input type="checkbox"/> MONOFÀSIC <input checked="" type="checkbox"/> TRIFÀSIC																																									
POTÈNCIA MÀXIMA (kW) QUE ES POT CONTRACTAR	<table border="1"> <tr> <th colspan="11">MONOFÀSIC</th> <th colspan="7">TRIFÀSIC</th> </tr> <tr> <td>0,34</td><td>0,69</td><td>0,80</td><td>1,15</td><td>1,72</td><td>2,30</td><td>3,45</td><td>4,60</td><td>5,75</td><td>6,90</td><td>8,05</td><td>9,20</td><td>10,35</td><td>11,50</td><td>14,49</td><td>1,03</td><td>2,07</td><td>2,42</td><td>3,46</td><td>5,19</td><td>6,92</td><td>10,39</td><td>13,85</td> </tr> </table>	MONOFÀSIC											TRIFÀSIC							0,34	0,69	0,80	1,15	1,72	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	14,49	1,03	2,07	2,42	3,46	5,19	6,92	10,39	13,85
MONOFÀSIC											TRIFÀSIC																															
0,34	0,69	0,80	1,15	1,72	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	14,49	1,03	2,07	2,42	3,46	5,19	6,92	10,39	13,85																				
NIVELL D'ELECTRIFICACIÓ																																										
Bàsica Elevada																																										
PROTECCIÓ DIFERENCIAL	<table border="1"> <tr> <td>Corrent assignat (A)</td> <td>40</td> <td>63</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Sensibilitat (mA)</td> <td>30</td> <td>30 o 300</td> <td>30 o 300</td> </tr> </table>	Corrent assignat (A)	40	63	40	Sensibilitat (mA)	30	30 o 300	30 o 300																																	
Corrent assignat (A)	40	63	40																																							
Sensibilitat (mA)	30	30 o 300	30 o 300																																							
PROTECCIÓ SOBRETENSIÓ (V)																																										
- Obligatori per a la protecció contra les sobretensions permanents - Per a la protecció contra les sobretensions transitòries segons la ITC-BT-23 del REBT																																										
INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC	<table border="1"> <tr> <td>Corrent assignat (A)</td> <td>25 A</td> <td>30 A</td> <td>35 A</td> <td>40 A</td> <td>63 A</td> <td>40 A</td> </tr> <tr> <td>Poder de tall (kA)</td> <td>≥ 4,5</td> <td>≥ 4,5</td> <td>≥ 4,5</td> <td>≥ 4,5</td> <td>≥ 4,5</td> <td>≥ 4,5</td> </tr> </table>	Corrent assignat (A)	25 A	30 A	35 A	40 A	63 A	40 A	Poder de tall (kA)	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5																											
Corrent assignat (A)	25 A	30 A	35 A	40 A	63 A	40 A																																				
Poder de tall (kA)	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5	≥ 4,5																																				
INTERRUPTOR CONTROL DE POTÈNCIA (A)	<table border="1"> <tr> <td>1,5</td><td>3</td><td>3,5</td><td>5</td><td>7,5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td><td>45</td><td>50</td><td>63</td><td>1,5</td><td>3</td><td>3,5</td><td>5</td><td>7,5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td> </tr> </table>	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	63	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20																		
1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	63	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20																				
CONDUCTORS	<table border="1"> <tr> <td>Cu</td> <td>10 mm²</td> <td>16 mm²</td> <td>16 mm²</td> </tr> </table>	Cu	10 mm ²	16 mm ²	16 mm ²																																					
Cu	10 mm ²	16 mm ²	16 mm ²																																							
CAIXA DE PROTECCIÓ I MESURA	<table border="1"> <tr> <td>Tipus</td> <td>CPM1-D2</td> <td>CPM2-D4</td> </tr> <tr> <td>Comptador</td> <td>10 (60) A</td> <td>10 (60) A</td> </tr> <tr> <td>Fusibles</td> <td>63 A gG</td> <td>100 A gG</td> </tr> </table>	Tipus	CPM1-D2	CPM2-D4	Comptador	10 (60) A	10 (60) A	Fusibles	63 A gG	100 A gG																																
Tipus	CPM1-D2	CPM2-D4																																								
Comptador	10 (60) A	10 (60) A																																								
Fusibles	63 A gG	100 A gG																																								
EMBRANCAMENT	<input type="checkbox"/> Aèria posada sobre façana <input checked="" type="checkbox"/> Subterrània																																									
	<input type="checkbox"/> Aèria tibada sobre suports <input type="checkbox"/> Aèria-Subterrània																																									
	Aèria RZ 0,6/1 kV 2x16 Al (tub 40 mm)																																									
	Aèria amb pal RV o DV 0,6/1 kV 2x1x50 Al (tub 90mm)																																									
Subterrània RV o DV 0,6/1 kV 4x25 Al (tub 40 mm)																																										
Subterrània RV o DV 0,6/1 kV 4x1x50 Al (tub 90mm)																																										

Figura 7. Instrucciones para el instalador cuadro A.P 2.

SUBMINISTRAMENTS INDIVIDUALS FINS A 15 kW

INSTRUCCIONS PER A L'INSTAL-LADOR

Efectueu la instal·lació segons l'esquema i les dades de la columna marcada amb "X"

En acabar la instal·lació entregueu el Certificat d' Instal·lació Elèctrica de Baixa Tensió juntament amb aquest imprès, a les nostres oficines o Punt de Servei

En el nivell d'electrificació elevada es podrà contractar qualsevol potència normalitzada fins a 14,49 kW

POTÈNCIA SOL LICITADA	5,145 kW		MONOFÀSIC	<input type="checkbox"/>	TRIFÀSIC	<input checked="" type="checkbox"/>																				
POTÈNCIA MÀXIMA (kW) QUE ES POT CONTRACTAR	MONOFÀSIC											TRIFÀSIC														
	0,34	0,69	0,80	1,15	1,72	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	14,49	1,03	2,07	2,42	3,46	5,19	6,92	10,39	13,85			
NIVELL D'ELECTRIFICACIÓ	Bàsica											Elevada														
PROTECCIÓ DIFERENCIAL	Corrent assignat (A) 40											63														
	Sensibilitat (mA) 30											30 o 300														
PROTECCIÓ SOBRETENSIÓ (V)	- Obligatori per a la protecció contra les sobretensions permanents																									
	- Per a la protecció contra les sobretensions transients segons la ITC-BT-23 del REBT																									
INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC	Corrent assignat (A) 25 A											30 A			35 A			40 A			63 A			40 A		
	Poder de tall (kA) ≥ 4,5											≥ 4,5			≥ 4,5			≥ 4,5			≥ 4,5					
INTERRUPTOR CONTROL DE POTÈNCIA (A)	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	63	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20			
CONDUCTORS	Cu 10 mm²											16 mm²						16 mm²								
CAIXA DE PROTECCIÓ I MESURA	Tipus CPM1-D2											CPM2-D4														
	Comptador 10 (60) A											10 (50) A														
	Fusibles 63 A gG											100 A gG						63 A gG								
EMBRANCAMENT	<input type="checkbox"/> Aèria posada sobre façana											<input checked="" type="checkbox"/> Subterrània														
	<input type="checkbox"/> Aèria tibada sobre suports											<input type="checkbox"/> Aèria-Subterrània														
	Aèria	RZ 0,6/1 kV 2x16 Al (tub 40 mm)											RZ 0,6/1 kV 4x25 Al (tub 40 mm)													
	Subterrània	RV o DV 0,6/1 kV 2x1x50 Al (tub 90mm)											RV o DV 0,6/1 kV 4x1x50 Al (tub 90mm)													

Figura 8. Instrucciones para el instalador cuadro A.P 3.

SUBMINISTRAMENTS INDIVIDUALS FINS A 15 kW

INSTRUCCIONS PER A L'INSTAL-LADOR

Efectueu la instal·lació segons l'esquema i les dades de la columna marcada amb "X"

En acabar la instal·lació entregueu el Certificat d' Instal·lació Elèctrica de Baixa Tensió juntament amb aquest imprès, a les nostres oficines o Punt de Servei

En el nivell d'electrificació elevada es podrà contractar qualsevol potència normalitzada fins a 14,49 kW

POTÈNCIA SOL LICITADA	9,345 kW		MONOFÀSIC	<input type="checkbox"/>	TRIFÀSIC	<input checked="" type="checkbox"/>																				
POTÈNCIA MÀXIMA (kW) QUE ES POT CONTRACTAR	MONOFÀSIC											TRIFÀSIC														
	0,34	0,69	0,80	1,15	1,72	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	14,49	1,03	2,07	2,42	3,46	5,19	6,92	10,39	13,85			
NIVELL D'ELECTRIFICACIÓ	Bàsica											Elevada														
PROTECCIÓ DIFERENCIAL	Corrent assignat (A) 40											63														
	Sensibilitat (mA) 30											30 o 300														
PROTECCIÓ SOBRETENSIÓ (V)	- Obligatori per a la protecció contra les sobretensions permanents																									
	- Per a la protecció contra les sobretensions transients segons la ITC-BT-23 del REBT																									
INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC	Corrent assignat (A) 25 A											30 A			35 A			40 A			63 A			40 A		
	Poder de tall (kA) ≥ 4,5											≥ 4,5			≥ 4,5			≥ 4,5			≥ 4,5					
INTERRUPTOR CONTROL DE POTÈNCIA (A)	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	63	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20			
CONDUCTORS	Cu 10 mm²											16 mm²						16 mm²								
CAIXA DE PROTECCIÓ I MESURA	Tipus CPM1-D2											CPM2-D4														
	Comptador 10 (60) A											10 (50) A														
	Fusibles 63 A gG											100 A gG						63 A gG								
EMBRANCAMENT	<input type="checkbox"/> Aèria posada sobre façana											<input checked="" type="checkbox"/> Subterrània														
	<input type="checkbox"/> Aèria tibada sobre suports											<input type="checkbox"/> Aèria-Subterrània														
	Aèria	RZ 0,6/1 kV 2x16 Al (tub 40 mm)											RZ 0,6/1 kV 4x25 Al (tub 40 mm)													
	Subterrània	RV o DV 0,6/1 kV 2x1x50 Al (tub 90mm)											RV o DV 0,6/1 kV 4x1x50 Al (tub 90mm)													

Figura 9. Instrucciones para el instalador cuadro A.P 4.

SUBMINISTRAMENTS INDIVIDUALS FINS A 15 kW

INSTRUCCIONS PER A L'INSTAL·LADOR
 Efectueu la instal·lació segons l'esquema i les dades de la columna marcada amb "X"
 En acabar la instal·lació entregueu el Certificat d' Instal·lació Elèctrica de Baixa Tensió juntament amb aquest imprès, a les nostres oficines o Punt de Servei
 En el nivell d'electrificació elevada es podrà contractar qualsevol potència normalitzada fins a 14,49 kW

POTÈNCIA SOL LICITADA	9.345 kW		MONOFÀSIC	<input type="checkbox"/>	TRIFÀSIC	<input checked="" type="checkbox"/>																				
POTÈNCIA MÀXIMA (kW) QUE ES POT CONTRACTAR	MONOFÀSIC											TRIFÀSIC														
	0,34	0,69	0,80	1,15	1,72	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	14,49	1,03	2,07	2,42	3,46	5,19	6,92	10,39	13,85			
NIVELL D'ELECTRIFICACIÓ	Bàsica											Elevada														
PROTECCIÓ DIFERENCIAL	Corrent assignat (A): 40											63														
	Sensibilitat (mA): 30											30 o 300														
PROTECCIÓ SOBRETENSIÓ (V)	- Obligatori per a la protecció contra les sobretensions permanents - Per a la protecció contra les sobretensions transients segons la ITC-BT-23 del REBT																									
INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC	Corrent assignat (A): 25 A											30 A			35 A			40 A			63 A					
	Poder de tall (kA): ≥ 4,5											≥ 4,5			≥ 4,5			≥ 4,5								
INTERRUPTOR CONTROL DE POTÈNCIA (A)	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	63	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20			
CONDUCTORS	Cu 10 mm²											16 mm²														
CAIXA DE PROTECCIÓ I MESURA	Tipus: CPM1-D2											CPM2-D4														
	Comptador: 10 (60) A											10 (90) A														
	Fusibles: 63 A gG											100 A gG														
EMBRANCAMENT	<input type="checkbox"/> Aèria posada sobre façana											<input checked="" type="checkbox"/> Subterrània														
	<input type="checkbox"/> Aèria tibada sobre suports											<input type="checkbox"/> Aèria-Subterrània														
	Aèria	RZ 0,6/1 kV 2x16 Al (tub 40 mm)											RZ 0,6/1 kV 4x25 Al (tub 40 mm)													
	Aèria amb pal	RV o DV 0,6/1 kV 2x1x50 Al (tub 90mm)											RV o DV 0,6/1 kV 4x1x50 Al (tub 90mm)													

Figura 10. Instrucciones para el instalador cuadro A.P 5.

SUBMINISTRAMENTS INDIVIDUALS FINS A 15 kW

INSTRUCCIONS PER A L'INSTAL·LADOR
 Efectueu la instal·lació segons l'esquema i les dades de la columna marcada amb "X"
 En acabar la instal·lació entregueu el Certificat d' Instal·lació Elèctrica de Baixa Tensió juntament amb aquest imprès, a les nostres oficines o Punt de Servei
 En el nivell d'electrificació elevada es podrà contractar qualsevol potència normalitzada fins a 14,49 kW

POTÈNCIA SOL LICITADA	3.885 kW		MONOFÀSIC	<input type="checkbox"/>	TRIFÀSIC	<input checked="" type="checkbox"/>																				
POTÈNCIA MÀXIMA (kW) QUE ES POT CONTRACTAR	MONOFÀSIC											TRIFÀSIC														
	0,34	0,69	0,80	1,15	1,72	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	14,49	1,03	2,07	2,42	3,46	5,19	6,92	10,39	13,85			
NIVELL D'ELECTRIFICACIÓ	Bàsica											Elevada														
PROTECCIÓ DIFERENCIAL	Corrent assignat (A): 40											63														
	Sensibilitat (mA): 30											30 o 300														
PROTECCIÓ SOBRETENSIÓ (V)	- Obligatori per a la protecció contra les sobretensions permanents - Per a la protecció contra les sobretensions transients segons la ITC-BT-23 del REBT																									
INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC	Corrent assignat (A): 25 A											30 A			35 A			40 A			63 A					
	Poder de tall (kA): ≥ 4,5											≥ 4,5			≥ 4,5			≥ 4,5								
INTERRUPTOR CONTROL DE POTÈNCIA (A)	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	63	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20			
CONDUCTORS	Cu 10 mm²											16 mm²														
CAIXA DE PROTECCIÓ I MESURA	Tipus: CPM1-D2											CPM2-D4														
	Comptador: 10 (60) A											10 (90) A														
	Fusibles: 63 A gG											100 A gG														
EMBRANCAMENT	<input type="checkbox"/> Aèria posada sobre façana											<input checked="" type="checkbox"/> Subterrània														
	<input type="checkbox"/> Aèria tibada sobre suports											<input type="checkbox"/> Aèria-Subterrània														
	Aèria	RZ 0,6/1 kV 2x16 Al (tub 40 mm)											RZ 0,6/1 kV 4x25 Al (tub 40 mm)													
	Aèria amb pal	RV o DV 0,6/1 kV 2x1x50 Al (tub 90mm)											RV o DV 0,6/1 kV 4x1x50 Al (tub 90mm)													

Figura 11. Instrucciones para el instalador cuadro A.P 6.

2.6.3 Cálculo luminotécnico

Para el llevar a cabo el proyecto de alumbrado público, hay distintas metodologías a seguir. Al tratarse de la iluminación de carreteras en especial y utilizando los programas de Salvi y Dialux, se ha seguido el siguiente proceso:

2.6.3.1 Iluminación de carreteras

Se usará como referencia la ITC-EA 02 que incluye a su vez la normativa CIE nº 115-1995 y 2010: Las clases de alumbrado M están destinadas a conductores de vehículos motorizados en carreteras, vías urbanas y residenciales, en las que se dan velocidades de conducción moderadas a altas. En las tablas 107, 108 y 109 se establecen las clases de alumbrado para cada tipo de vía:

Tipo	Descripción	Velocidad [km/h]	Usuarios	Clases de alumbrado
1	Autopistas y autovías interurbanas (calzadas separadas)	≤ 120	Motorizados	M2-M3
2	Autovías urbanas y vías rápidas (calzadas separadas)	≤ 120	Motorizados con intensidad de tráfico elevada	M1-M2
3	Carreteras interurbanas Enlaces y conexiones	≤ 90	Motorizados Vehículos lentos	M2-M3
4	Vías urbanas y rondas de circunvalación - Penetrantes - Radiales - De distribución a distritos	≤ 90	Motorizados Ciclistas Peatones	M1-M2
5	Vías urbanas de malla básica. - Avenidas principales - Travesías de poblaciones	≤ 70	Motorizados Vehículos lentos Ciclistas Peatones	M2-M3
6	Vías urbanas secundarias de conexión a malla básica: - Bulevares - Distribuidores locales - Calles	≤ 50	Motorizados Vehículos lentos Ciclistas Peatones	M3-M4
7	Carreteras locales en áreas rurales Calles pacificadas Vías vecinales Accesos urbano a zonas residenciales	≤ 30	Motorizados Vehículos lentos Ciclistas Peatones	M4-M5

Tabla 107. Clasificación del alumbrado según las características de la vía.

Clase de alumbrado	Luminancia de la superficie de la carretera para condición seca y húmeda de la superficie de la calzada				Deslumbramiento incapacitado	Alumbrado de alrededores
	Condiciones seca			Húmedas	Condiciones seca	Condiciones secas
	L_m (referencia) [cd/m ²]	U_0 (mínima)	U_i (mínima)	U_w (mínima)		
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

Tabla 108. Niveles de iluminación según la clasificación de la vía (calzadas).

Clase de alumbrado	Luminancia horizontal			Requisitos adicionales si se necesita reconocimiento facial	
	E_m (referencia) [lux]	E_{min} [lux]	f_{ti} (Máxima) [%]	E_v [lux]	E_{sc} [lux]
P1	15,00	3,00	20	5,0	5,0
P2	10,00	2,00	25	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	25	2,5	1,5

P4	5,00	1,00	30	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	30	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	35	0,6	0,2

Las clases de alumbrado P de esta tabla están destinados para peatones y ciclistas en aceras, carriles bici, carriles de emergencia y otras áreas de carretera que se encuentran separadas o junto la calzada de una vía de tráfico, y para vías residenciales, calles peatonales, áreas de aparcamiento, zonas de colegios, etc.

Tabla 109. Niveles de luminancia según la clasificación de la vía (aceras).

2.6.3.2 Parámetros básicos

Es recomendable escoger los elementos básicos que forman parte de un sistema de iluminación:

- Tipo de luminaria
- Lámparas
- Soportes
- Disposición

Luminarias: Se debe de tener en cuenta sus características en función de las necesidades que han de cumplir. Las características a tener en cuenta son la forma y distribución de luz, el rendimiento del conjunto luminaria-lámpara, la instalación y el mantenimiento.

Lámparas: Para las lámparas de debe de estudiar el tono de iluminación, la eficiencia energética y el coste.

Soporte: Al tratarse de una instalación en un polígono el tipo de soporte que se utilizará serán las columnas, ya que es la más común.

Disposición: Teniendo en cuenta la anchura de la calle y la altura de la luminaria podemos tener distintos tipos de disposición:

- Unilateral
- Bilateral
- Tresbolillo

	Relación entre la altura del montaje y la anchura de la vía	
	Mínimo	Máximo
Unilateral	0,85	1
Tresbolillo	0,5	0,85
Bilateral	0,33	0,5

Tabla 110. Relación anchura y altura según tipo de disposición de luminarias.

En el caso de **tramos rectos de vías con dos o más calzadas** separadas por una mediana se pueden colocar las luminarias sobre la mediana o considerar las dos calzadas de forma independiente. Si la mediana es estrecha se pueden colocar farolas de doble brazo que dan una buena orientación visual y tienen muchas ventajas constructivas y de instalación por su simplicidad. Si la mediana es muy ancha es preferible tratar las calzadas de forma separada. Pueden combinarse los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas. En este último caso es recomendable poner las luminarias en el lado contrario a la mediana porque de esta forma incitamos al usuario a circular por el carril de la derecha.

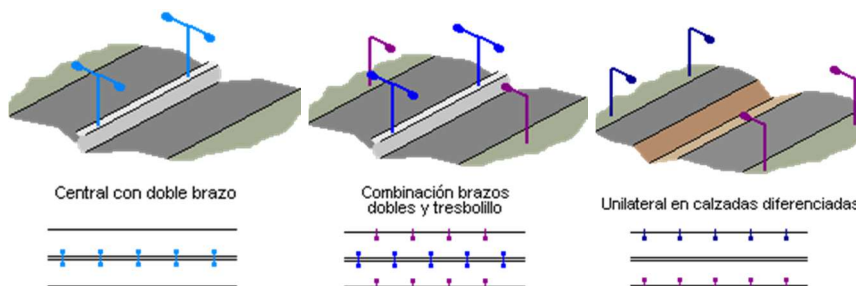


Figura 12. Disposición de luminarias para calzadas con mediana.

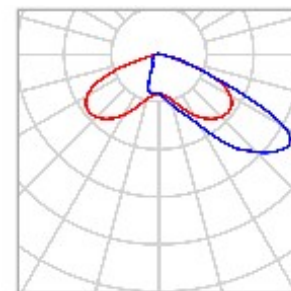
2.6.3.3 Determinación de Parámetros Básicos

A continuación definiremos que tipo de vías constituyen el polígono.

2.6.3.3.1 Tipo de vía

Se trata de un tipo de vía con una cantidad de tráfico considerable, carreteras radiales y de distribución a distritos con la clasificación de control de tráfico. Teniendo en cuenta que el polígono tendrá una zona comercial, las aceras deben estar iluminadas.

El tipo de vía es M2, con acera de tipo P1.



2.6.3.3.2 Valores recomendados

Para un tipo de calzada M2, se recomiendan los siguientes valores:

- Luminancia media L, (cd/m²): > 1,50
- Uniformidad:
 - Global mínima U0: > 0,40
 - Deslumbramiento ≤ 10
- $G \geq 6$

Para una acera P1, se recomiendan los siguientes valores:

- Iluminancia media E_m: 15 lux

2.6.3.3.3 Parámetros constructivos y materiales

Existen tres tipos de vías distintas, dos de ellas tendrán una distribución a tresbolillo, y la calle principal la cual cuenta con una mediana, dispondrá de una distribución unilateral en calzadas separadas.

- Altura del punto de luz será: 8 m
- Modelo de la luminaria: Salvi Clap S
- Potencia: 105 W
- Flujo de la lámpara: 11.468 lm

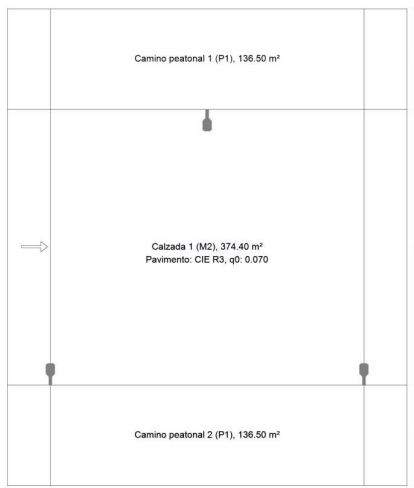
2.6.3.4 Resultados de los cálculos lumínicos

Se han utilizado una plataforma SALVI y el programa DIALux

2.6.3.4.1 Calle 1 con un carril de circulación

Dimensiones geográficas:

- Anchura del camino peatonal 1: 3,50 m
- Anchura de la calzada: 9,60 m (Cantidad de carriles de tránsito: 1)
- Anchura del camino peatonal 2: 3,50 m



Distancia entre mástiles	39.000 m
(1) Altura de punto de luz	8.000 m
(2) Saliente del punto de luz	0.500 m
(3) Inclinación del brazo	0.0°
(4) Longitud del brazo	0.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 105.0 W
Consumo	5460.0 W/km
ULR / ULOR	0.01 / 0.01
Intensidad luminica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 378 cd/klm ≥ 80°: 38.0 cd/klm ≥ 90°: 3.68 cd/klm
Clase de potencia luminica Los valores de intensidad luminica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia luminica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*3
Clase de índice de deslumbramiento	D.4
MF	0.80

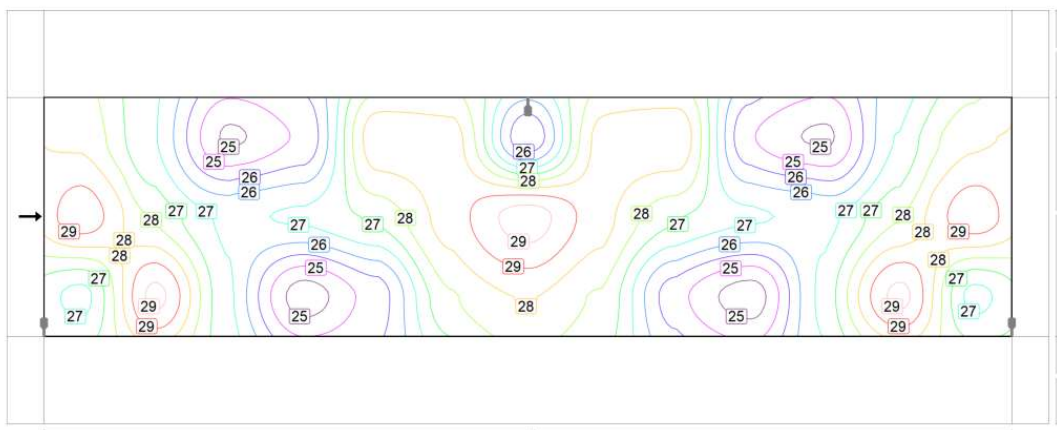
Resultados para campos de evaluación

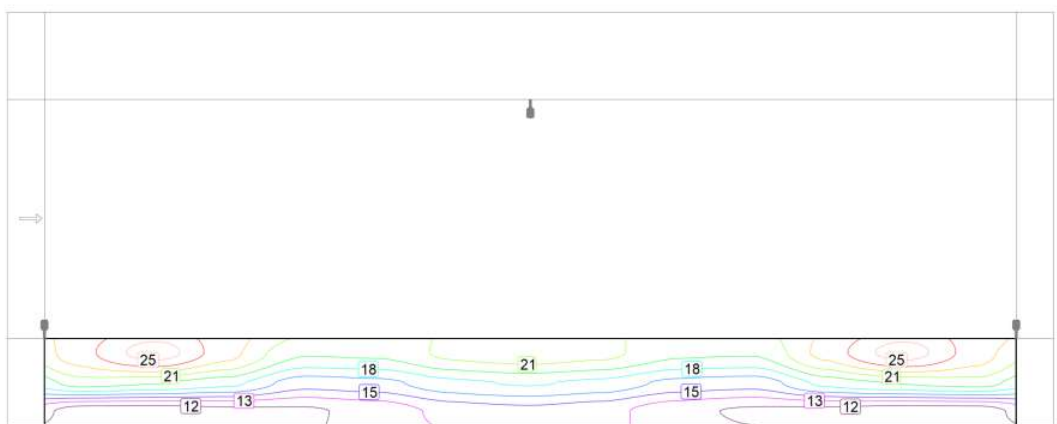
Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.80.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (P1)	E_m	17.24 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	10.78 lx	≥ 3.00 lx	✓
Calzada 1 (M2)	L_m	1.50 cd/m ²	≥ 1.50 cd/m ²	✓
	U_o	0.67	≥ 0.40	✓
	U_l	0.79	≥ 0.70	✓
	TI	5 %	≤ 10 %	✓
	$R_{ef}^{(1)}$	0.35	-	
Camino peatonal 2 (P1)	E_m	17.33 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	11.33 lx	≥ 3.00 lx	✓

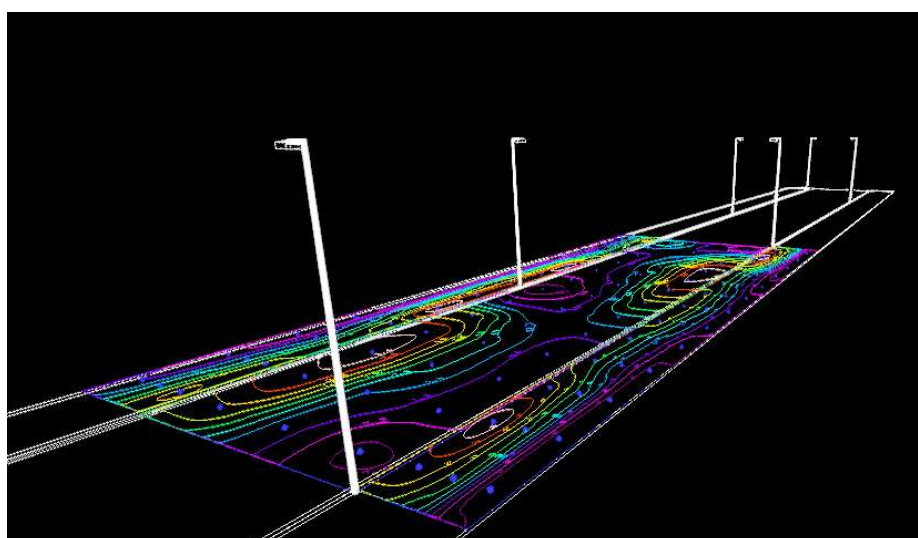
(1) Informativo, no es parte de la evaluación

Líneas Isolux:





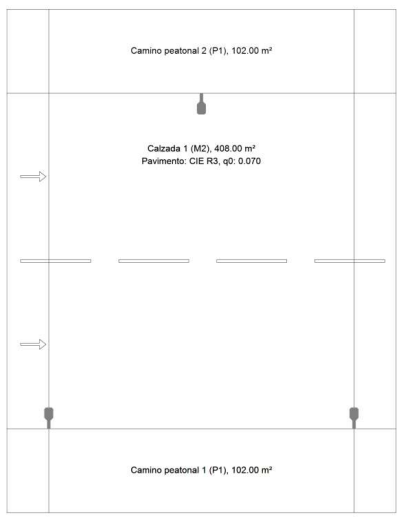
Vista 3D del proyecto:



2.6.3.4.2 *Calle 2 con dos carriles de circulación*

Dimensiones geográficas:

- Anchura del camino peatonal 1: 3,00 m
- Anchura de la calzada: 12 m (Cantidad de carriles de tránsito: 2)
- Anchura del camino peatonal 2: 3,00 m



Distancia entre mástiles	34.000 m
(1) Altura de punto de luz	8.000 m
(2) Saliente del punto de luz	0.500 m
(3) Inclínación del brazo	0.0°
(4) Longitud del brazo	0.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 105.0 W
Consumo	6090.0 W/km
ULR / ULOR	0.01 / 0.01
Intensidad lumínica máx	≥ 70°: 378 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 80°: 38.0 cd/klm
	≥ 90°: 3.68 cd/klm
Clase de potencia lumínica	G*3
Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	
Clase de índice de deslumbramiento	D.4
MF	0.80

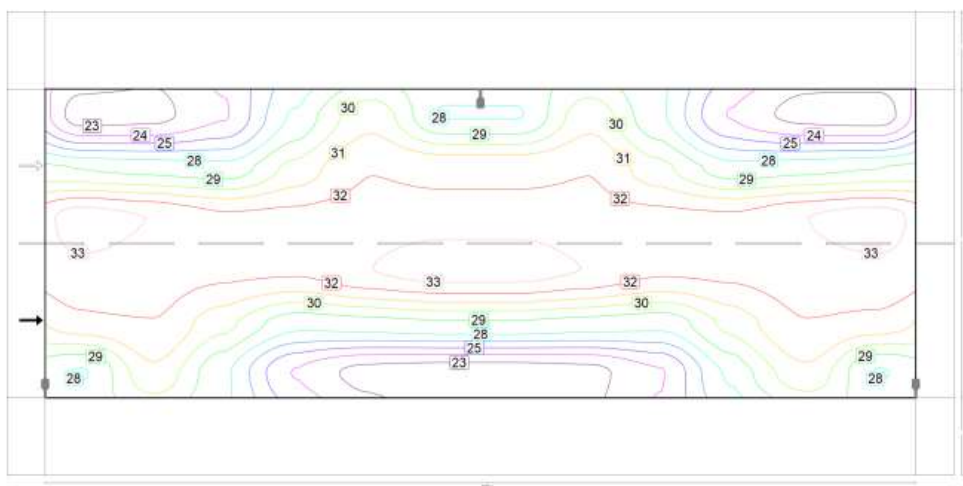
Resultados para campos de evaluación

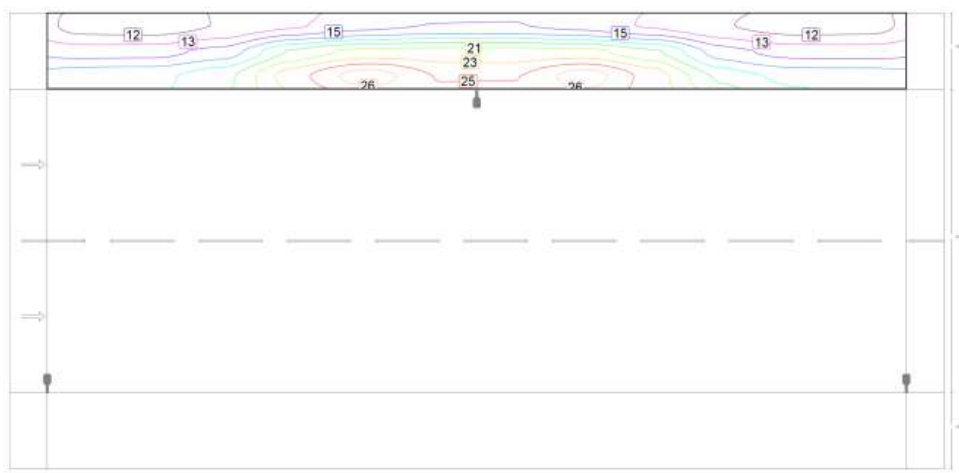
Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.80.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 2 (P1)	E_m	17.49 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	10.98 lx	≥ 3.00 lx	✓
Calzada 1 (M2)	L_m	1.57 cd/m ²	≥ 1.50 cd/m ²	✓
	U_0	0.64	≥ 0.40	✓
	U_l	0.70	≥ 0.70	✓
	TI	5 %	≤ 10 %	✓
	$R_{gl}^{(1)}$	0.40	-	
Camino peatonal 1 (P1)	E_m	17.49 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	10.98 lx	≥ 3.00 lx	✓

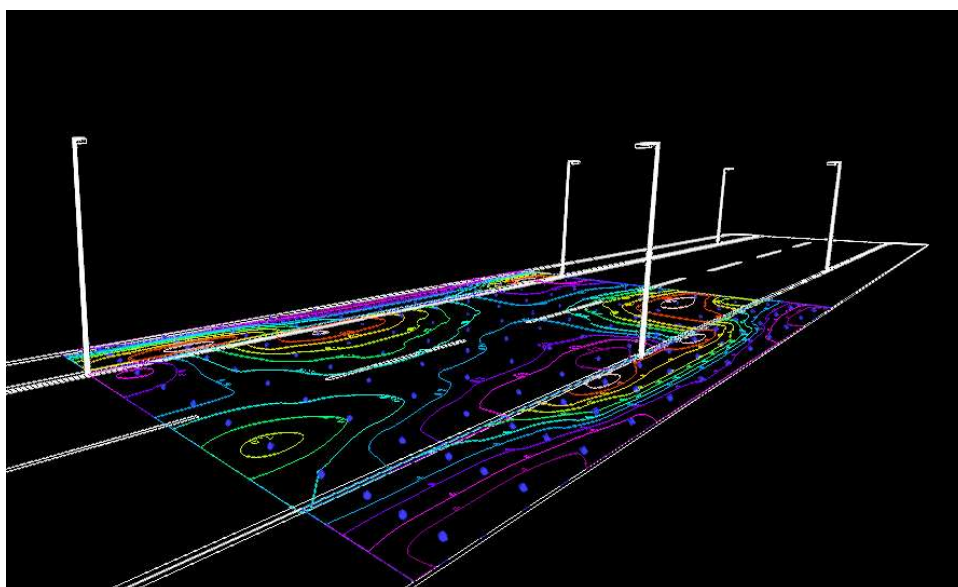
(1) Informativo, no es parte de la evaluación

Líneas Isolux:





Vista 3D del proyecto:



2.6.3.4.3 *Calle 3 con dos carriles de circulación y mediana*

Dimensiones geográficas:

- Anchura del camino peatonal 1: 3,50 m
- Anchura de la calzada 1: 8 m (Cantidad de carriles de tránsito: 2)
- Anchura de la línea verde: 9 m
- Anchura de la calzada 2: 8 m (Cantidad de carriles de tránsito: 2)
- Anchura del camino peatonal 2: 3,50 m

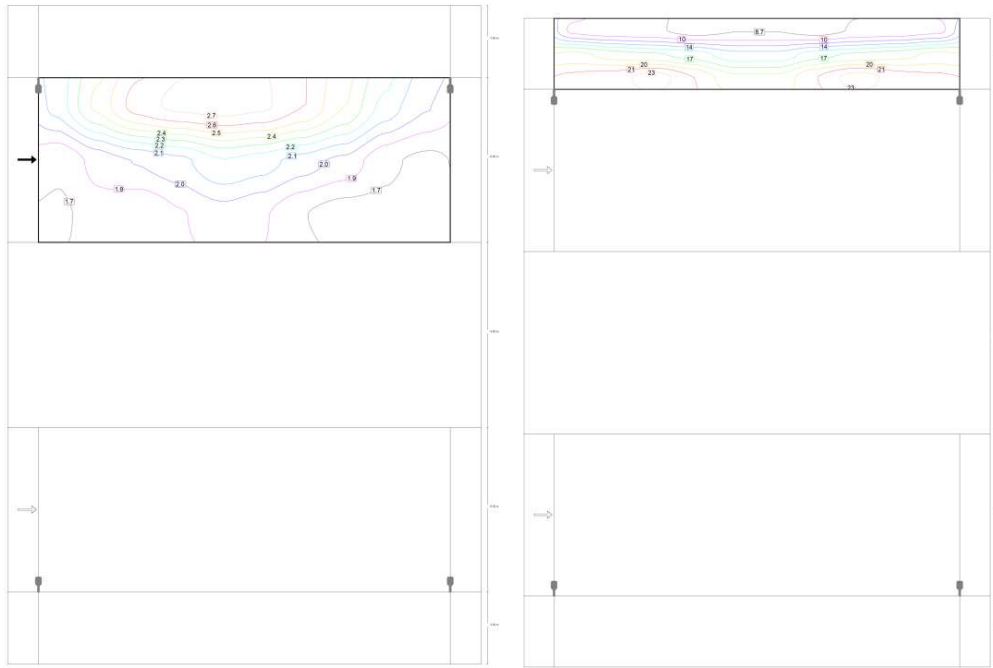
	Distancia entre mástiles	20.000 m
	(1) Altura de punto de luz	8.000 m
	(2) Saliente del punto de luz	0.500 m
	(3) Inclinación del brazo	0.0°
	(4) Longitud del brazo	0.500 m
	Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 105.0 W
	Consumo	10500.0 W/km
	ULR / ULOR	0.01 / 0.01
	Intensidad luminica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 378 cd/klm ≥ 80°: 38.0 cd/klm ≥ 90°: 3.68 cd/klm
	Clase de potencia luminica Los valores de intensidad luminica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia luminica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*3
	Clase de índice de deslumbramiento	D.4
	MF	0.80

Resultados para campos de evaluación

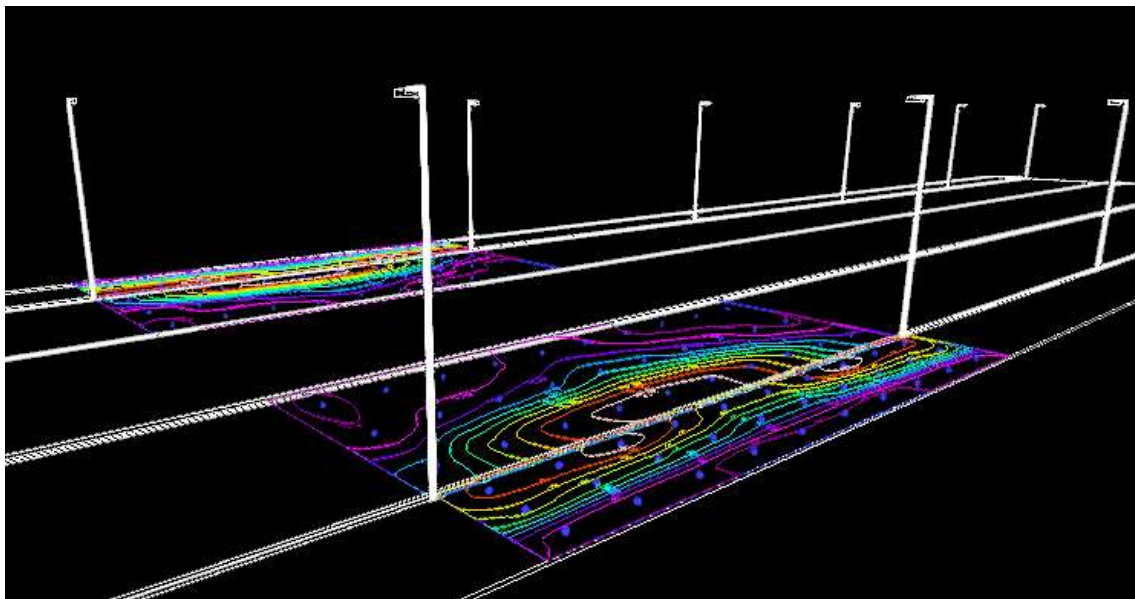
Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.80.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (P1)	E_m	15.77 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	7.95 lx	≥ 3.00 lx	✓
Calzada 2 (M2)	L_m	1.64 cd/m ²	≥ 1.50 cd/m ²	✓
	U_o	0.82	≥ 0.40	✓
	U_l	0.79	≥ 0.70	✓
	TI	5 %	≤ 10 %	✓
	R_{E1}	1.10	≥ 0.35	✓
Calzada 1 (M2)	L_m	1.64 cd/m ²	≥ 1.50 cd/m ²	✓
	U_o	0.82	≥ 0.40	✓
	U_l	0.79	≥ 0.70	✓
	TI	5 %	≤ 10 %	✓
	R_{E1}	1.10	≥ 0.35	✓
Camino peatonal 2 (P1)	E_m	15.77 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	7.95 lx	≥ 3.00 lx	✓

Líneas Isolux:



Vista 3D del proyecto:



Firma:

Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Irene Royo Sánchez

Fecha: Junio de 2023

**DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL
POLÍGONO INDUSTRIAL DE REUS (MAS SUNYER)**

PLANOS

Grado de Ingeniería Eléctrica

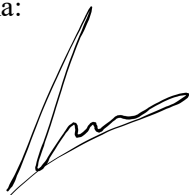


UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

3 Planos

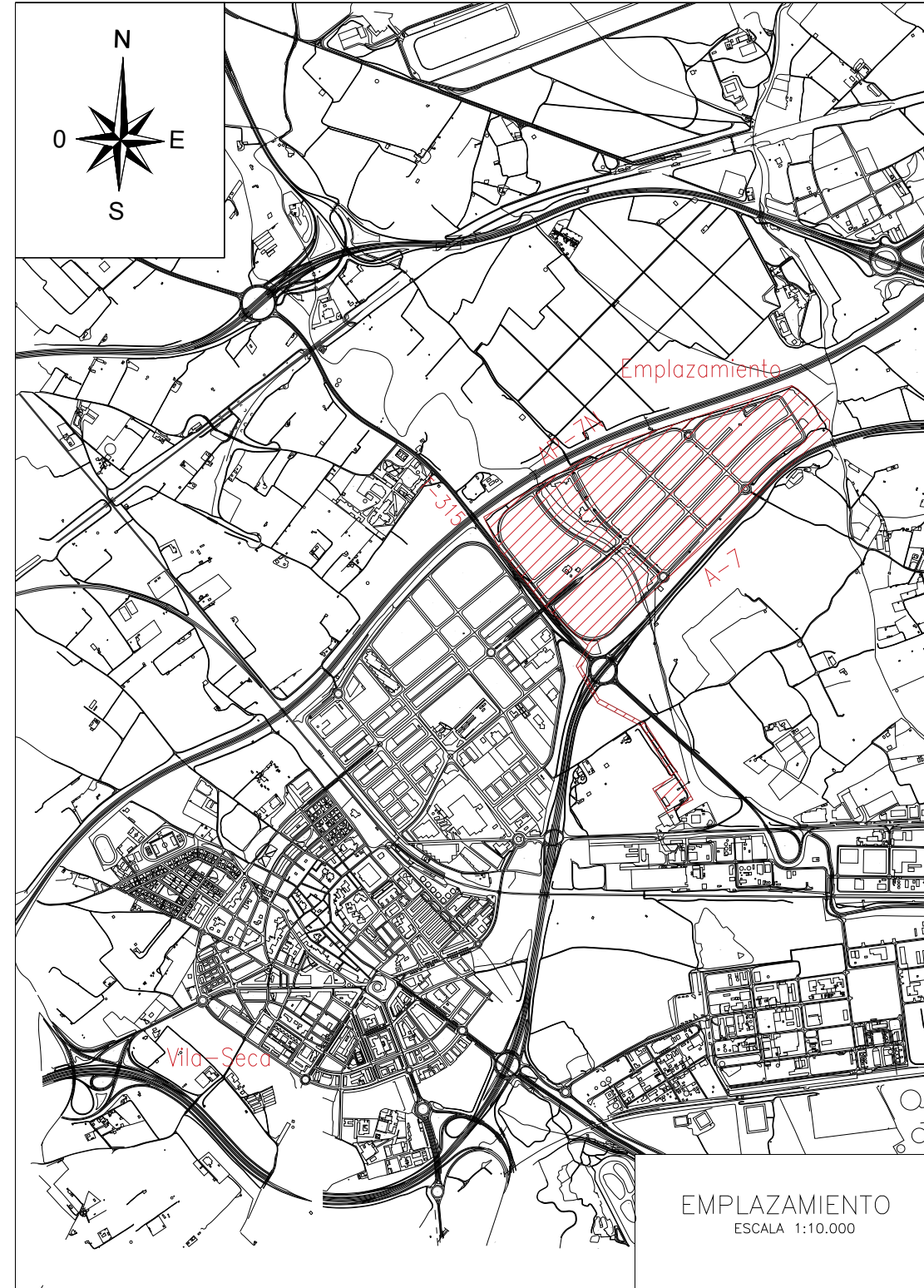
- 3.1. Plano de situación y emplazamiento
- 3.2. Plano de distribución de cargas
- 3.3. Plano de Red de Baja Tensión
- 3.4. Plano de Red de Media Tensión
- 3.5. Plano de Centros de Transformación PFU-4
- 3.6. Plano de Centro de Transformación (CT 3) PFU-4 conectado a la línea
- 3.7. Plano de unión de los Centros de Transformación
- 3.8. Plano de puesta a tierra del Centro de Transformación
- 3.9. Plano de Celda Modular de Línea y Celda de Protección 36 kV
- 3.10. Plano de Cuadro de Baja Tensión de 36 kV CBT-AC4
- 3.11. Plano de línea subterránea MT 25 kV 2 circuitos de 3x400 mm²
- 3.12. Plano de detalle acometidas para suministros mayores a 15 kW
- 3.13. Plano de detalle de zanjas de Media Tensión y Baja Tensión
- 3.14. Plano de distribución de las luminarias
- 3.15. Plano del esquema unifilar eléctrico de los Cuadros A.P
- 3.16. Plano de detalle del cuadro A.P Cahors
- 3.17. Plano de detalle de la luminaria CLAP S PRO
- 3.18. Plano de detalle de las columnas
- 3.19. Plano de detalle de las cimentaciones
- 3.20. Plano de detalle de la puesta tierra para alumbrado público

Firma:

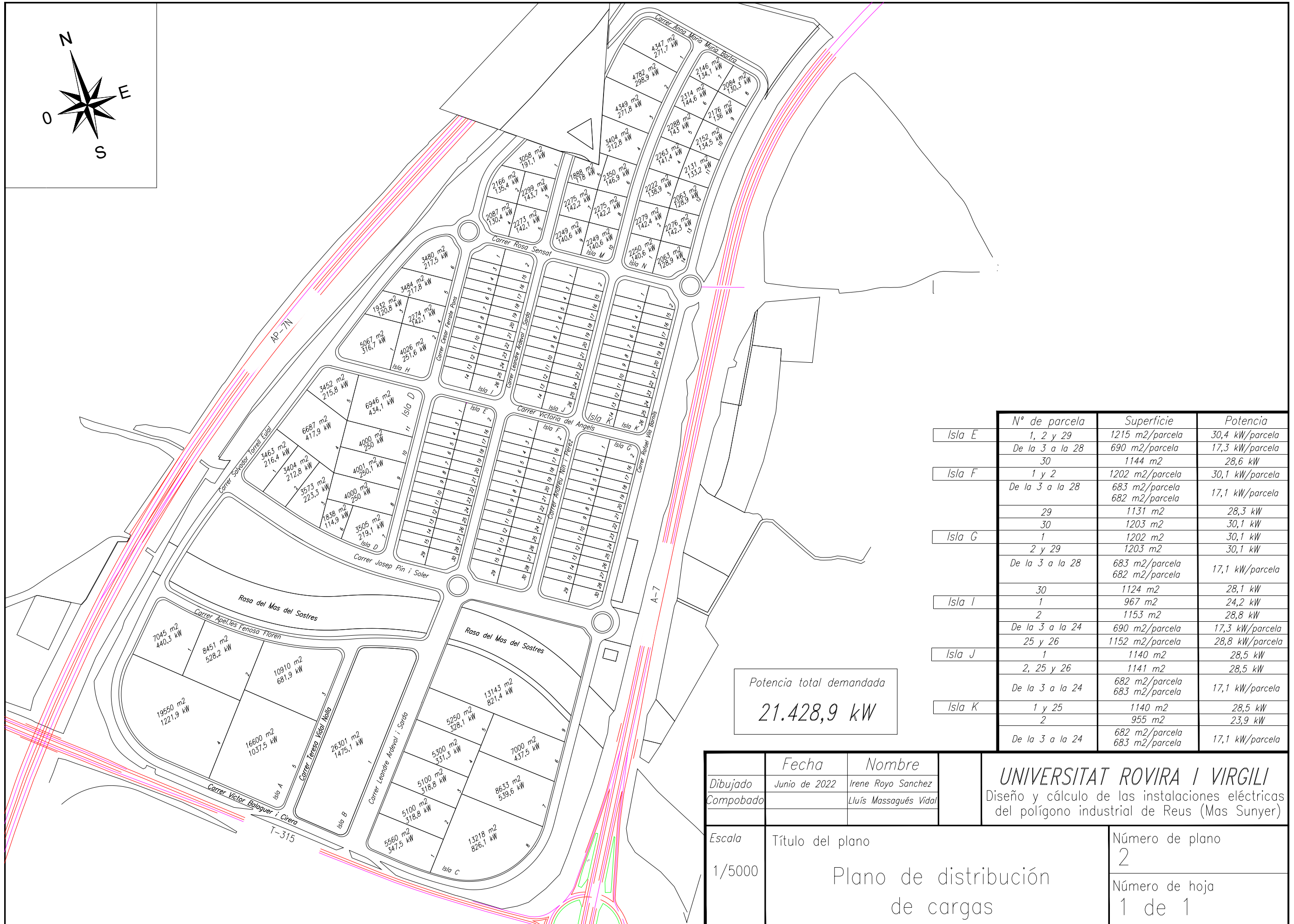
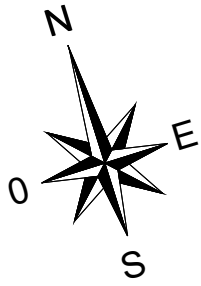


Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Irene Royo Sánchez

Fecha: Junio de 2023



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Junio de 2022	Irene Royo Sanchez	
<i>Comprobado</i> <i>S.normas</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
Indicadas	Plano de situación y emplazamiento		1
			Número de hoja
			1 de 1

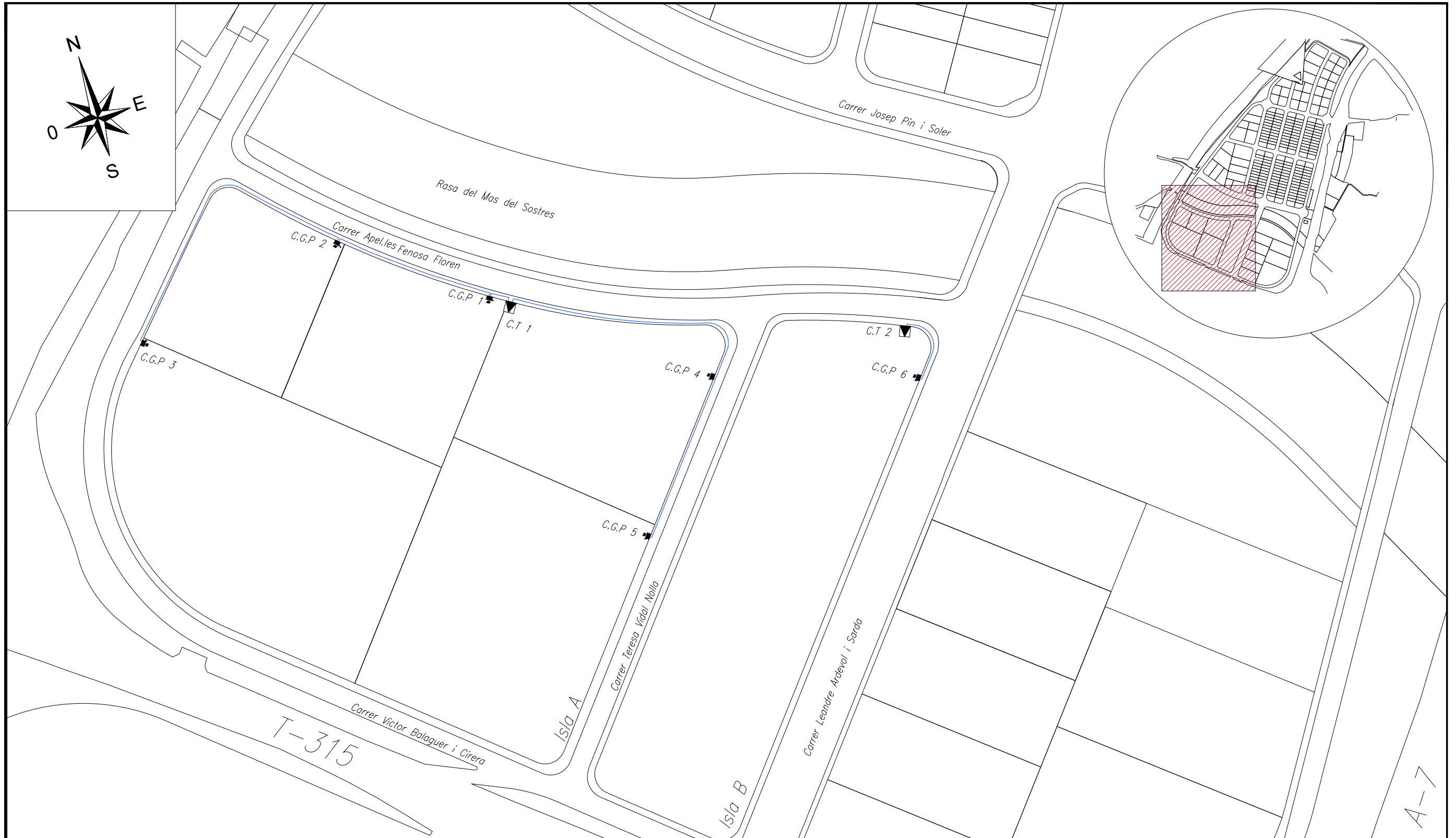
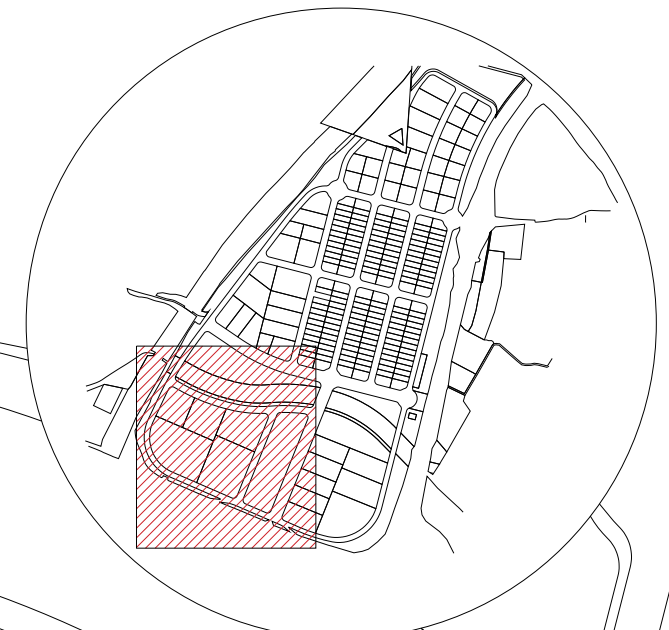
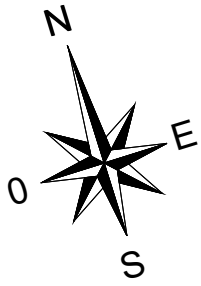





Potencia total demandada
21.428,9 kW

	Nº de parcela	Superficie	Potencia
Isla E	1, 2 y 29	1215 m ² /parcela	30,4 kW/parcela
	De la 3 a la 28	690 m ² /parcela	17,3 kW/parcela
Isla F	30	1144 m ²	28,6 kW
	1 y 2	1202 m ² /parcela	30,1 kW/parcela
Isla G	De la 3 a la 28	683 m ² /parcela	17,1 kW/parcela
	29	1131 m ²	28,3 kW
	30	1203 m ²	30,1 kW
	1	1202 m ²	30,1 kW
Isla I	2 y 29	1203 m ²	30,1 kW
	De la 3 a la 28	683 m ² /parcela	17,1 kW/parcela
	30	1124 m ²	28,1 kW
Isla J	1	967 m ²	24,2 kW
	2	1153 m ²	28,8 kW
	De la 3 a la 24	690 m ² /parcela	17,3 kW/parcela
Isla K	25 y 26	1152 m ² /parcela	28,8 kW/parcela
	1	1140 m ²	28,5 kW
	2, 25 y 26	1141 m ²	28,5 kW
	De la 3 a la 24	682 m ² /parcela	17,1 kW/parcela
Isla K	De la 3 a la 24	683 m ² /parcela	17,1 kW/parcela
	1 y 25	1140 m ²	28,5 kW
	2	955 m ²	23,9 kW
De la 3 a la 24	682 m ² /parcela	17,1 kW/parcela	

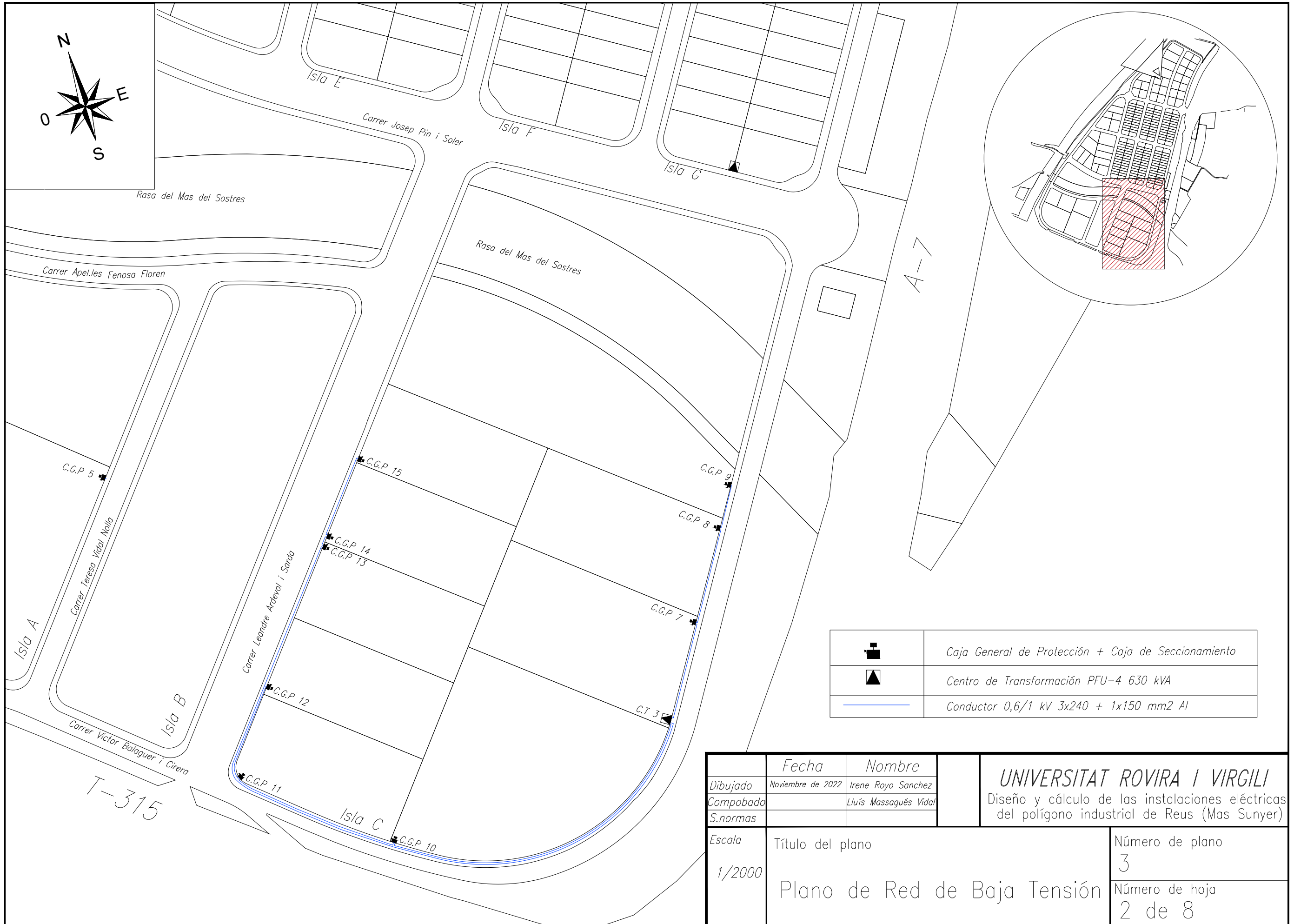
Fecha	Junio de 2022	Nombre	Irene Royo Sanchez
Dibujado		Compobado	Lluís Massagués Vidal
Escala	1/5000	Título del plano	Plano de distribución de cargas
		Número de plano	2
		Número de hoja	1 de 1



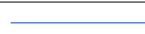
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)



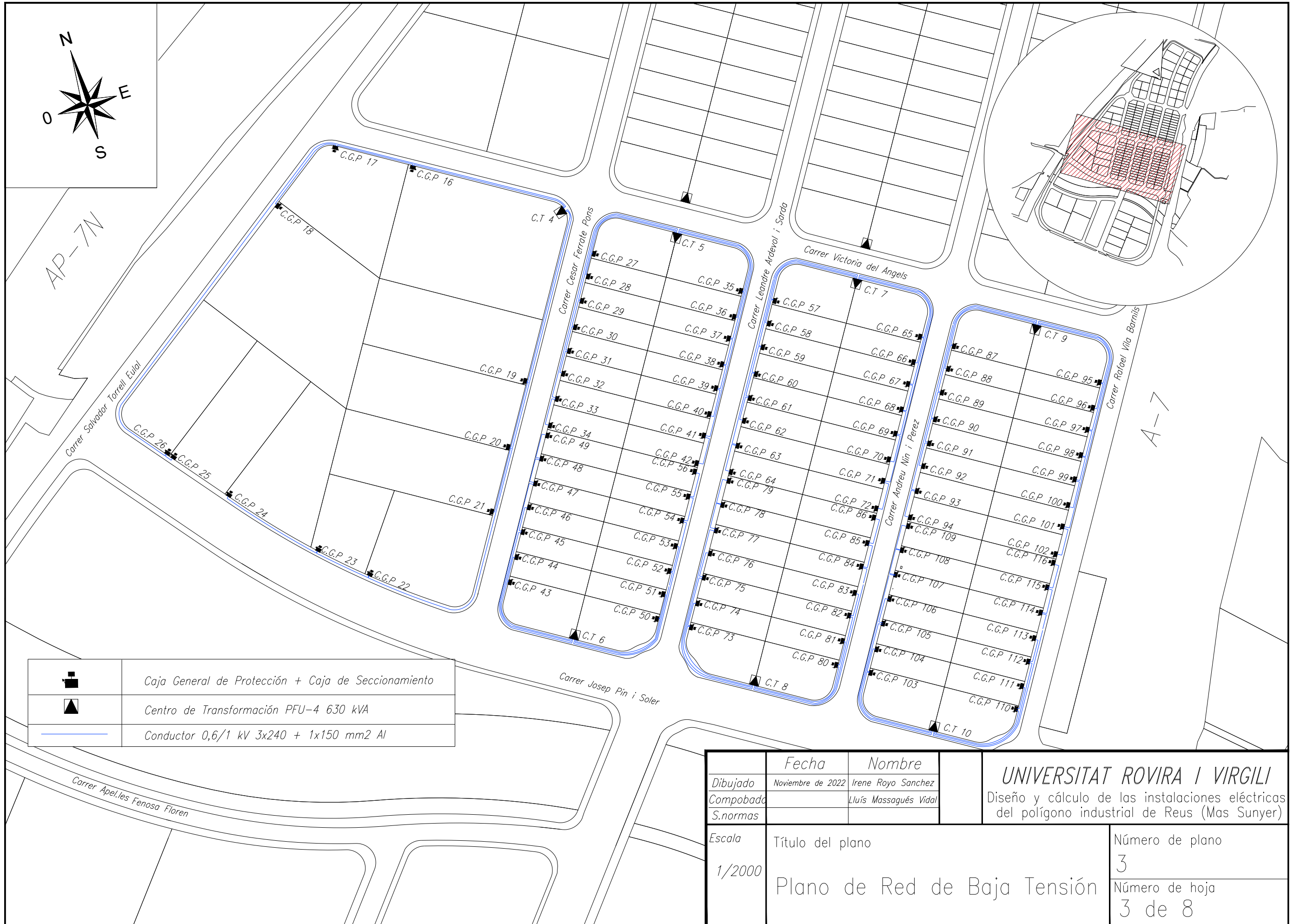
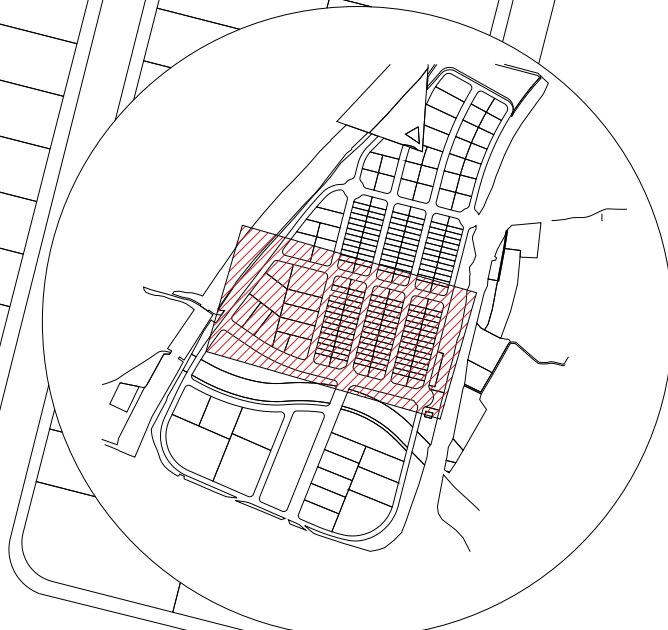
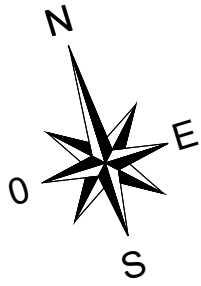
	Caja General de Protección + Caja de Seccionamiento
	Centro de Transformación PFU-4 630 kVA
	Conductor 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm ² Al

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Compobada S.normas		Lluís Massagués Vidal	
Escala	Título del plano		Número de plano
1/2000	Plano de Red de Baja Tensión		3
			Número de hoja
			1 de 8



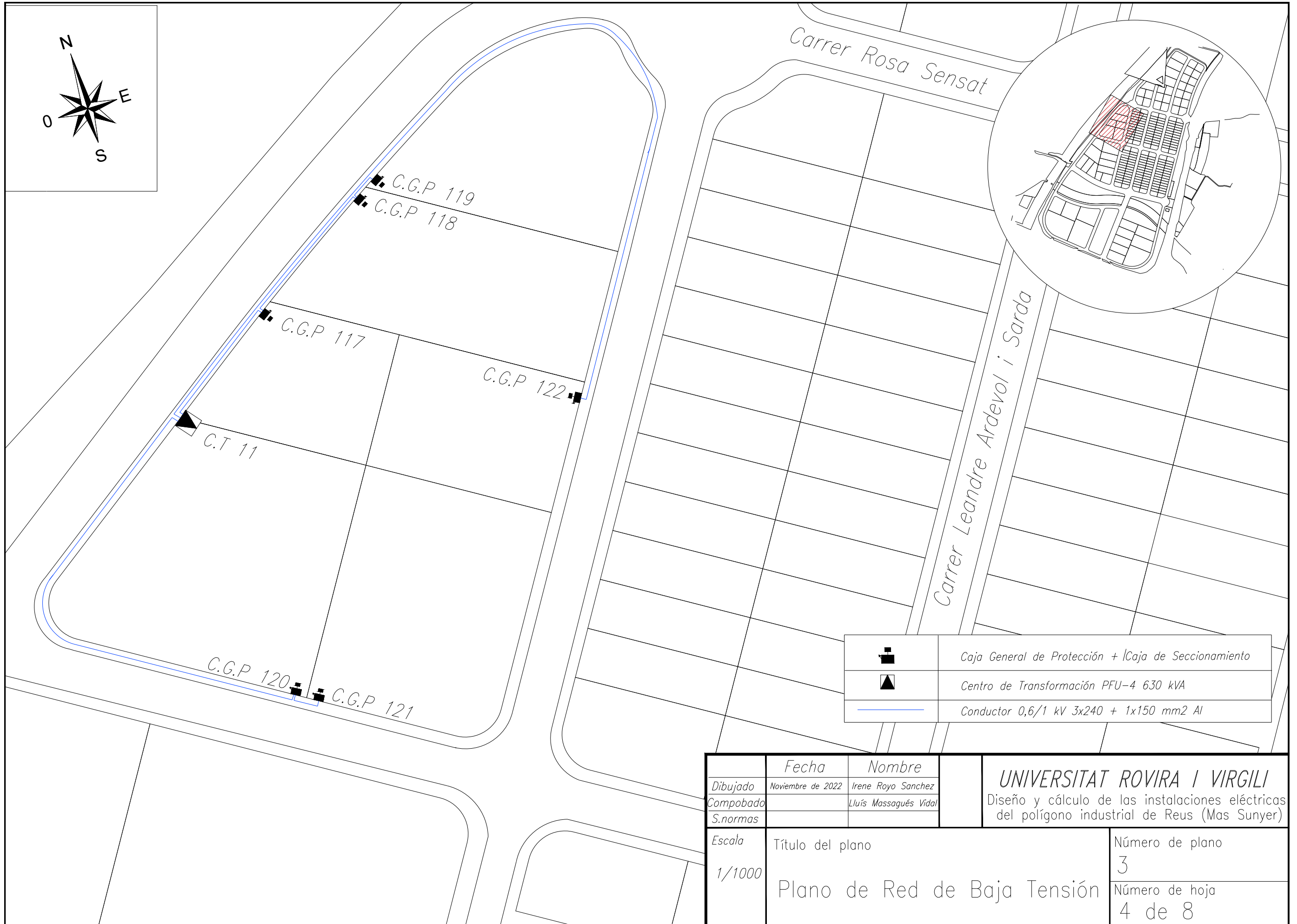
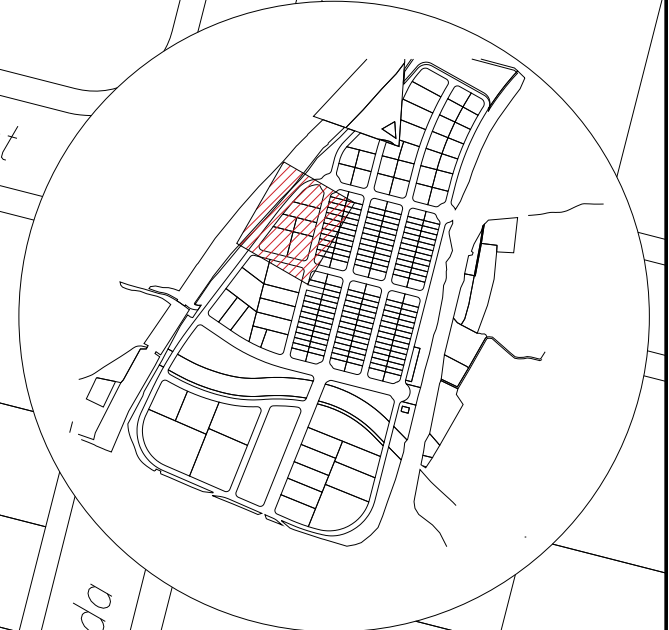
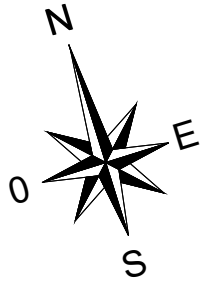
	Caja General de Protección + Caja de Seccionamiento
	Centro de Transformación PFU-4 630 kVA
	Conductor 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm ² Al

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Compobado S.normas		Lluís Massagués Vidal	
Escala	Título del plano		Número de plano
1/2000	Plano de Red de Baja Tensión		3
			Número de hoja
			2 de 8



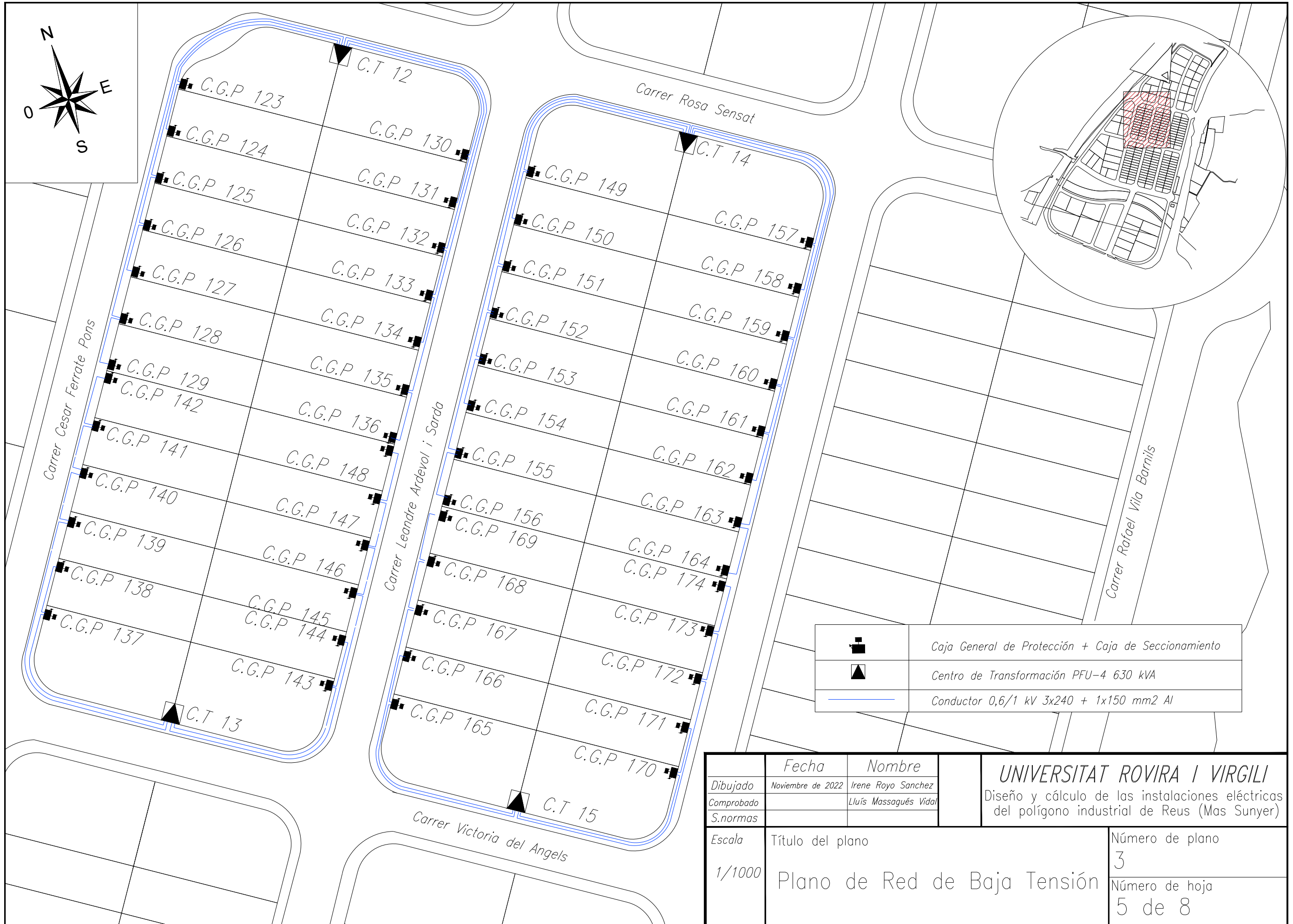
	Caja General de Protección + Caja de Seccionamiento
	Centro de Transformación PFU-4 630 kVA
	Conductor 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm ² Al

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Compobada S.normas		Lluís Massagués Vidal	
Escala	Título del plano		Número de plano
1/2000	Plano de Red de Baja Tensión		3
			Número de hoja
			3 de 8



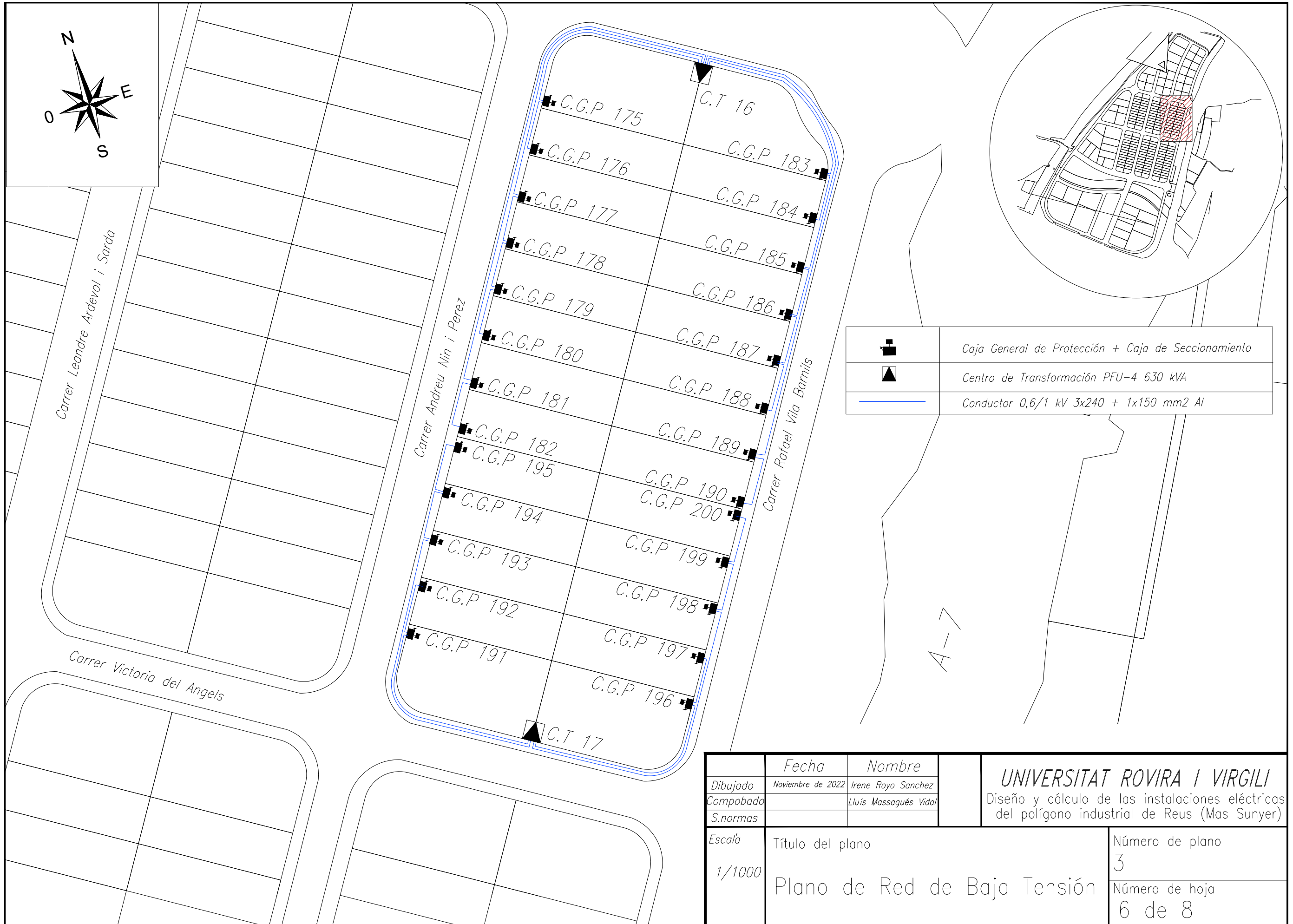
	Caja General de Protección + Caja de Seccionamiento
	Centro de Transformación PFU-4 630 kVA
	Conductor 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm ² Al

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobado S.normas</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
1/1000	Plano de Red de Baja Tensión		3
			Número de hoja
			4 de 8



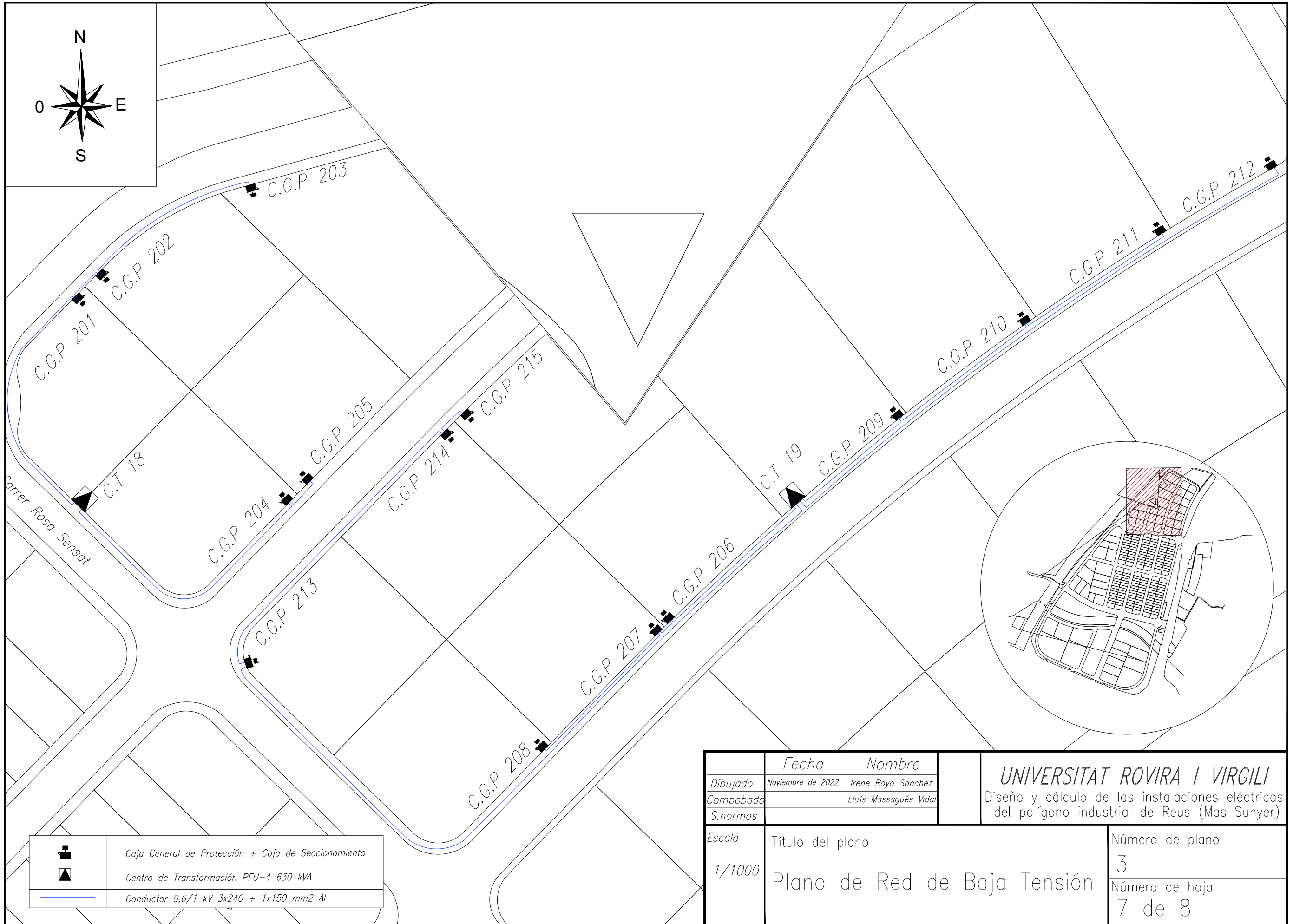
	Caja General de Protección + Caja de Seccionamiento
	Centro de Transformación PFU-4 630 kVA
	Conductor 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm ² Al

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Comprobado		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
1/1000	Plano de Red de Baja Tensión		3
			Número de hoja
			5 de 8



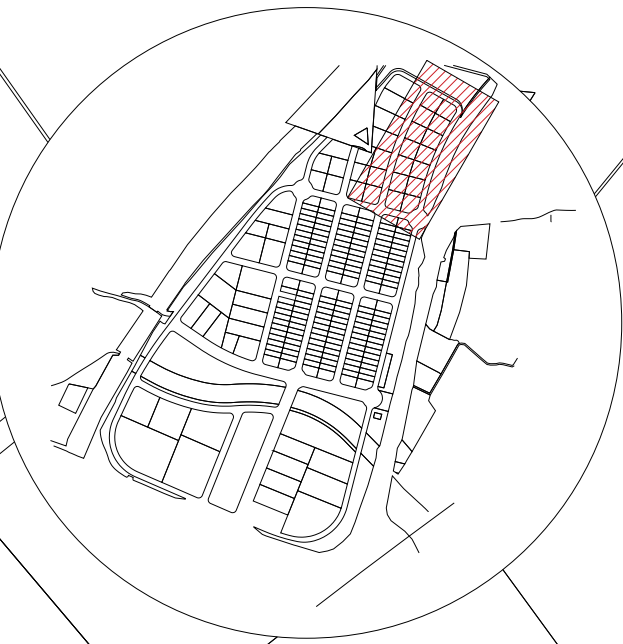
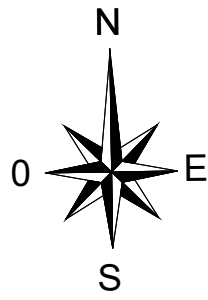
	Caja General de Protección + Caja de Seccionamiento
	Centro de Transformación PFU-4 630 kVA
	Conductor 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm ² Al

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)	
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez		
Comprobado		Lluís Massagués Vidal		
S.normas				
Escala	Título del plano		Número de plano	
1/1000	Plano de Red de Baja Tensión		3	
			Número de hoja	
			6 de 8	

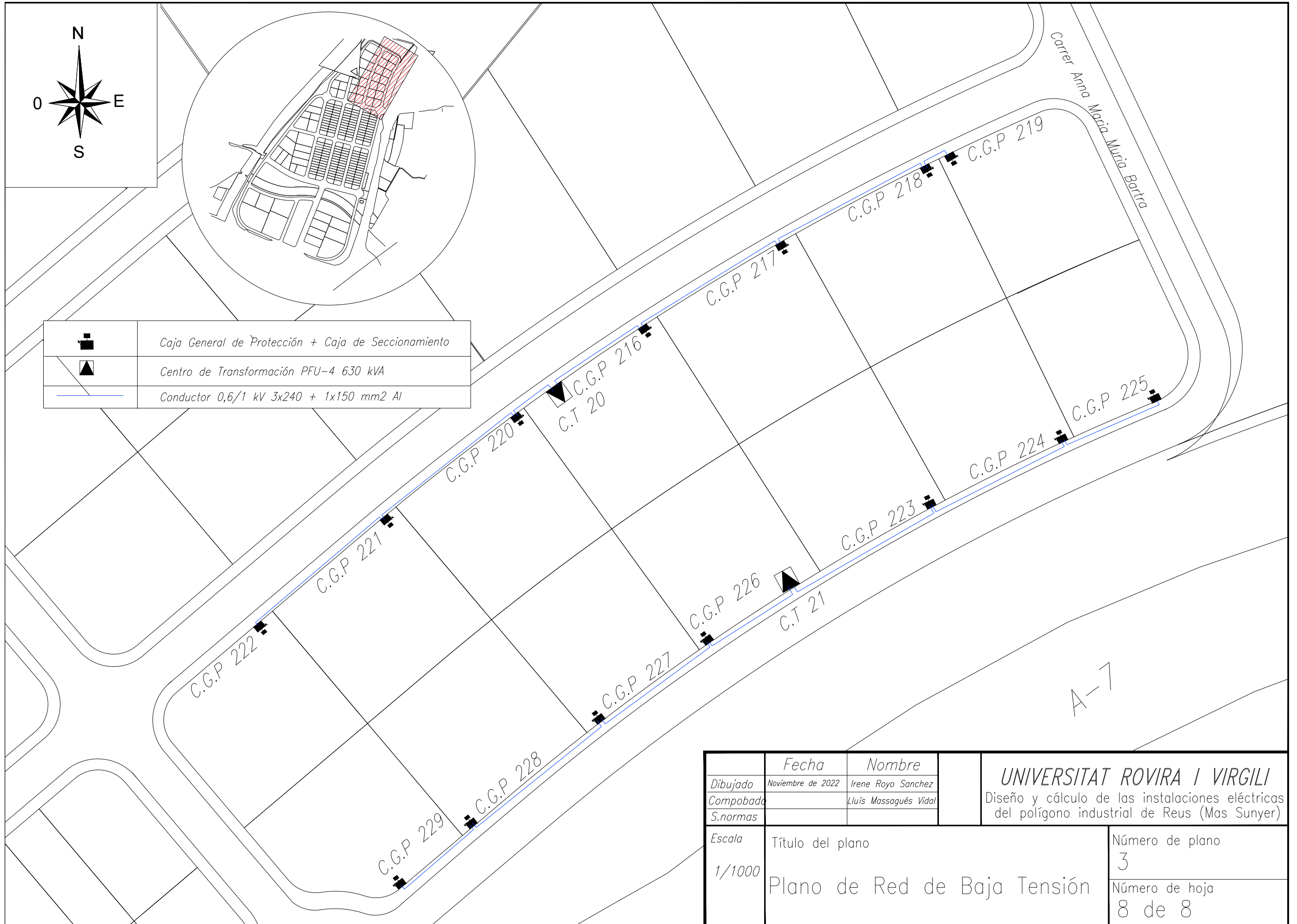


	Caja General de Protección + Caja de Seccionamiento
	Centro de Transformación PFU-4 630 kVA
	Conductor 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm ² Al

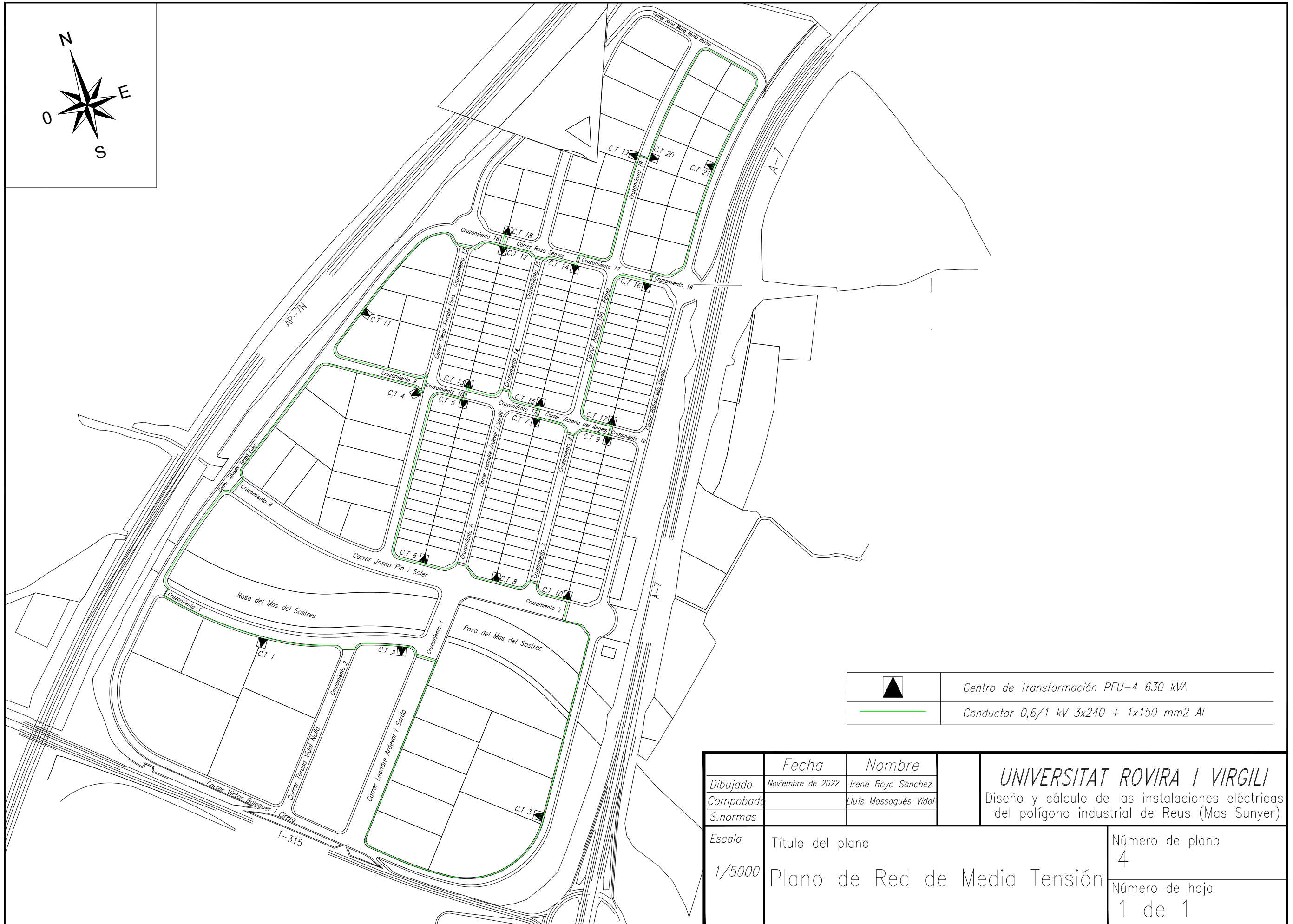
	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
1/1000	Plano de Red de Baja Tensión		3
			Número de hoja
			7 de 8





	Caja General de Protección + Caja de Seccionamiento
	Centro de Transformación PFU-4 630 kVA
	Conductor 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm ² Al

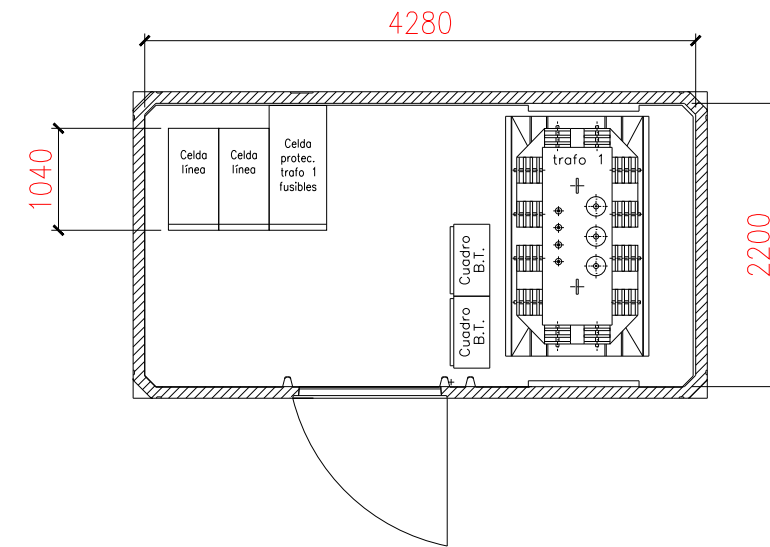
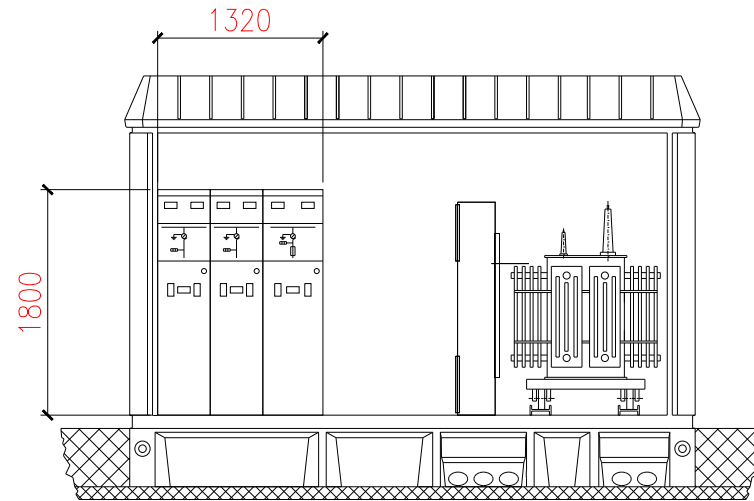
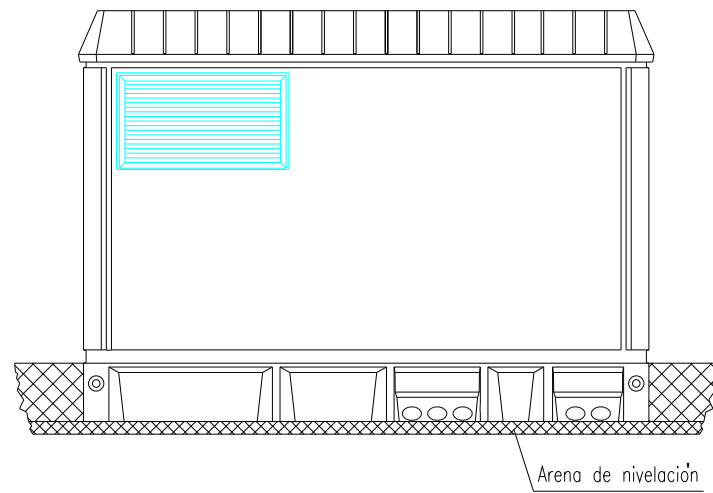
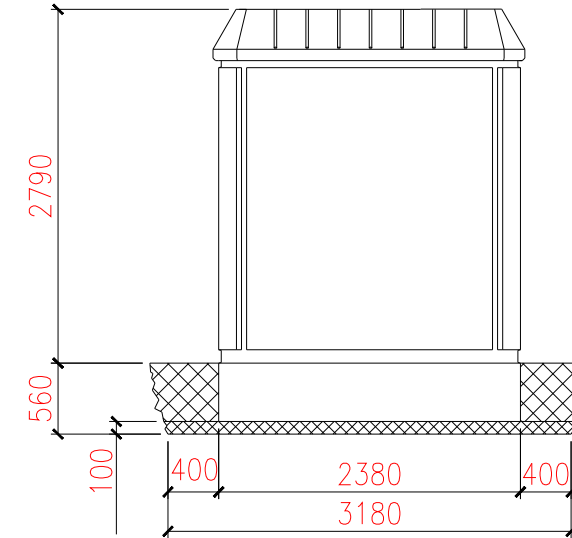
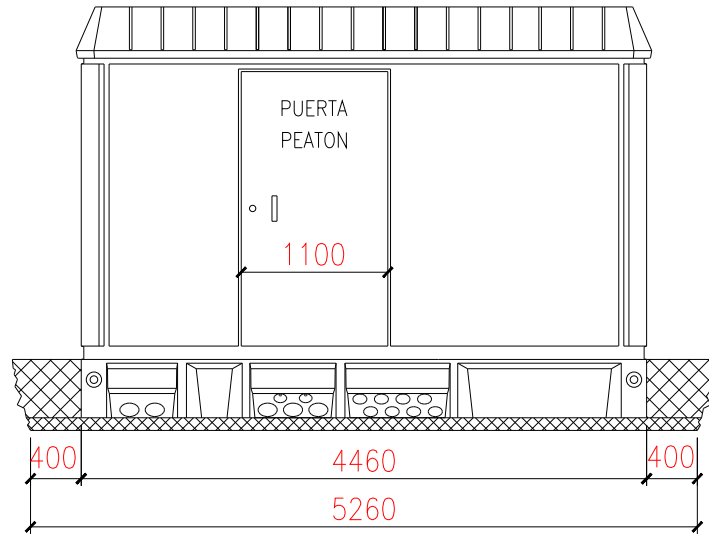
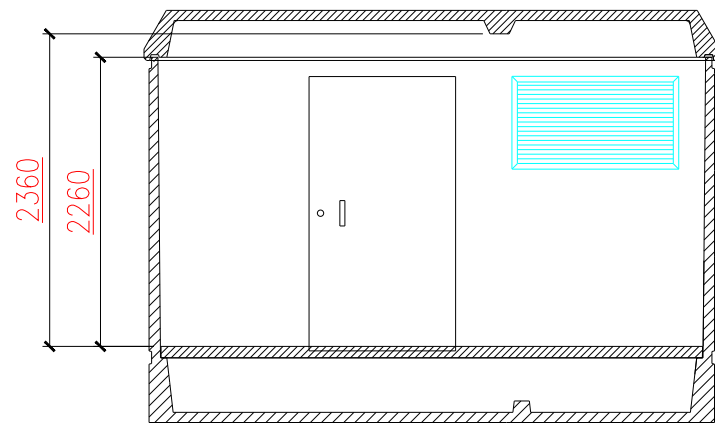


	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Comprobado S.normas		Lluís Massagués Vidal	
Escala	Título del plano		Número de plano
1/1000	Plano de Red de Baja Tensión		3
			Número de hoja
			8 de 8

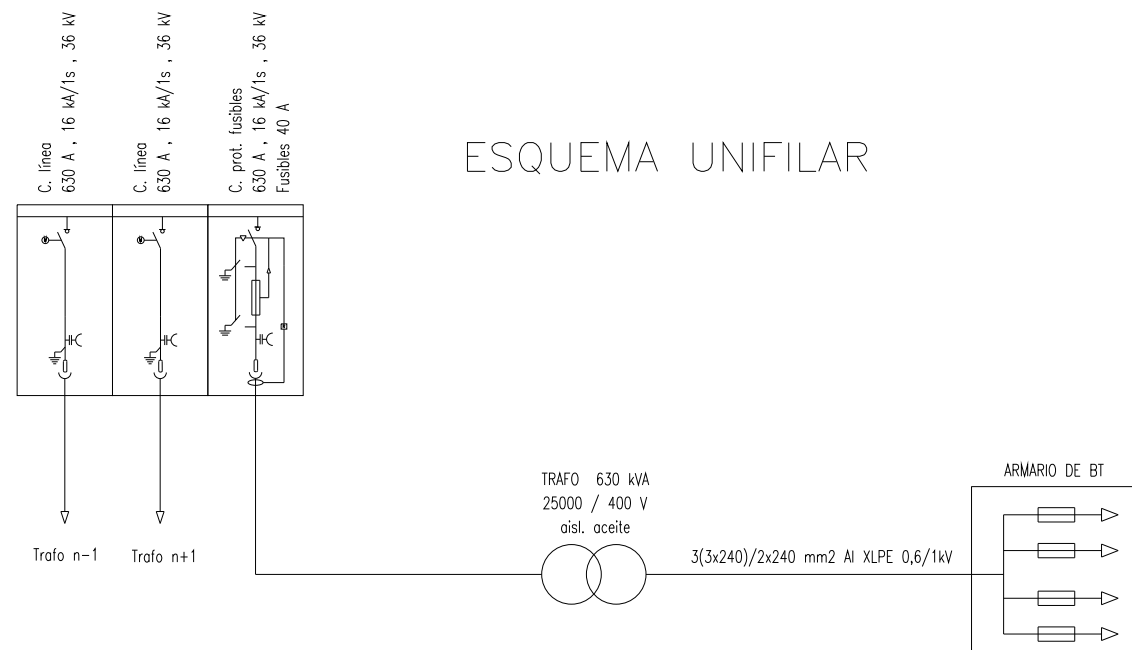


	Centro de Transformación PFU-4 630 kVA
	Conductor 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm ² Al

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobado</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>S.normas</i>			
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
1/5000	Plano de Red de Media Tensión		4
			Número de hoja
			1 de 1

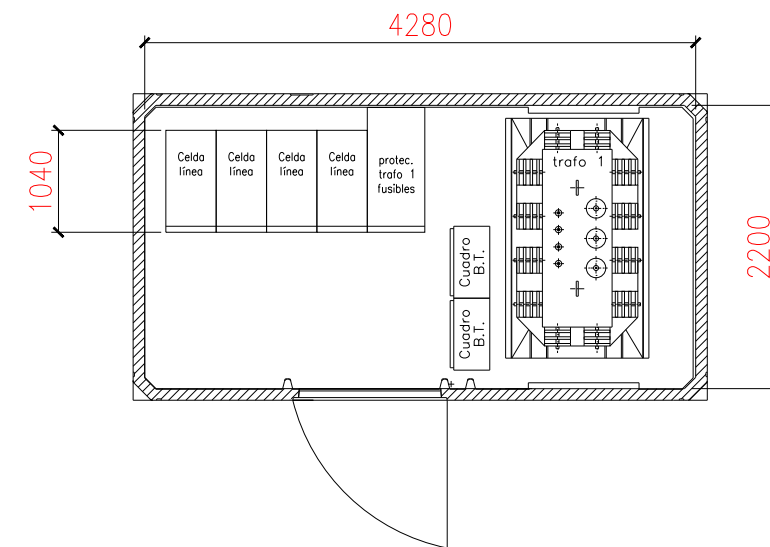
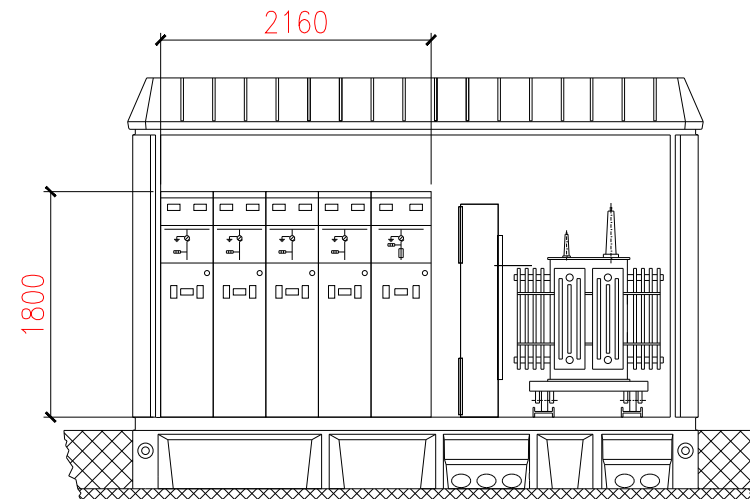
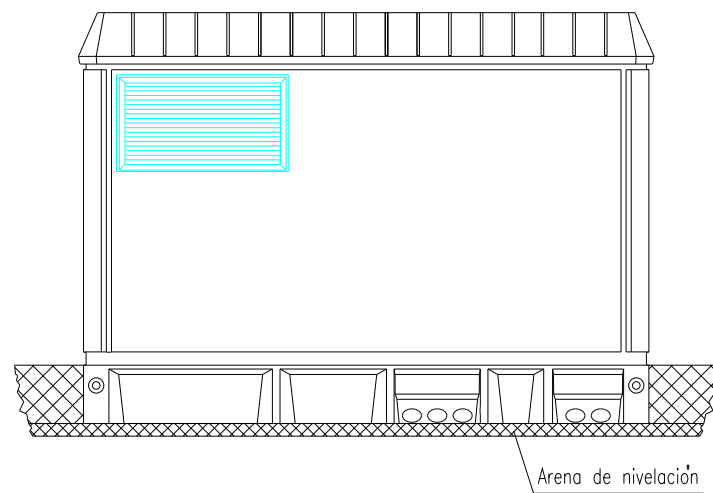
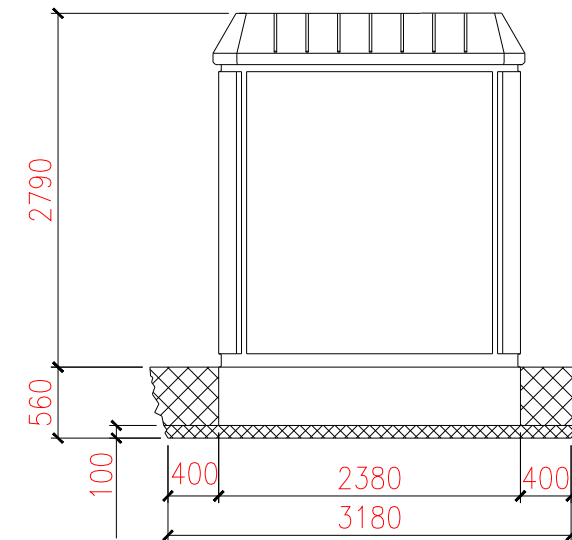
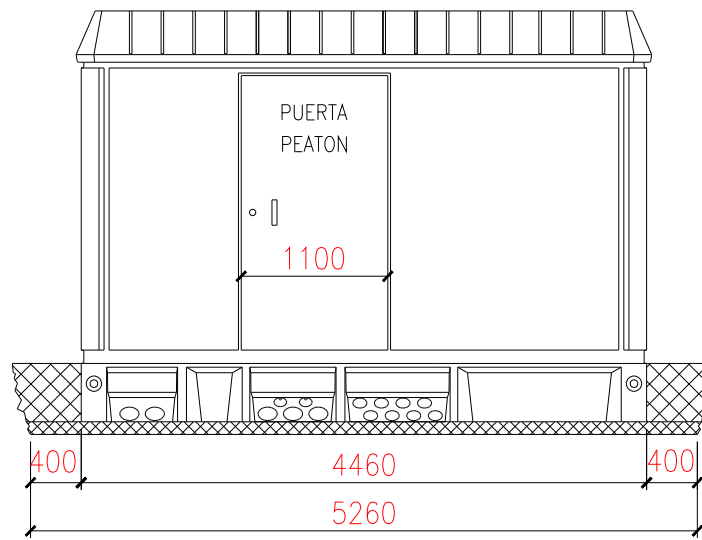
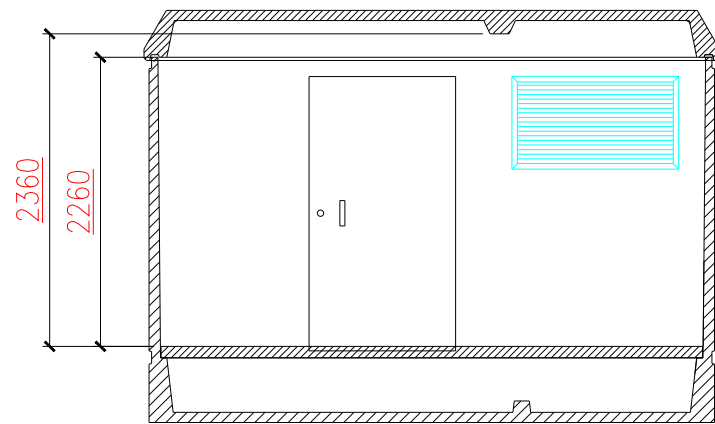


ESQUEMA UNIFILAR



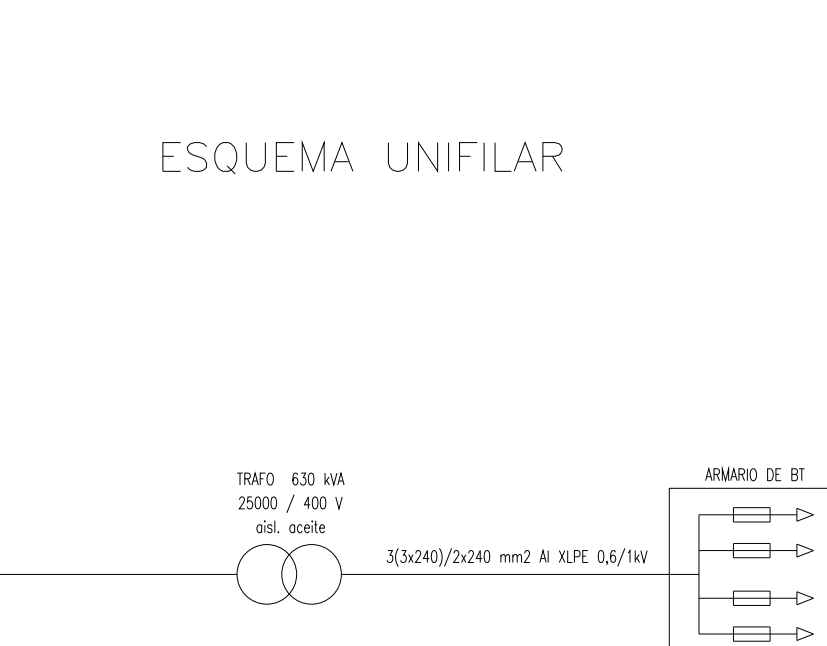
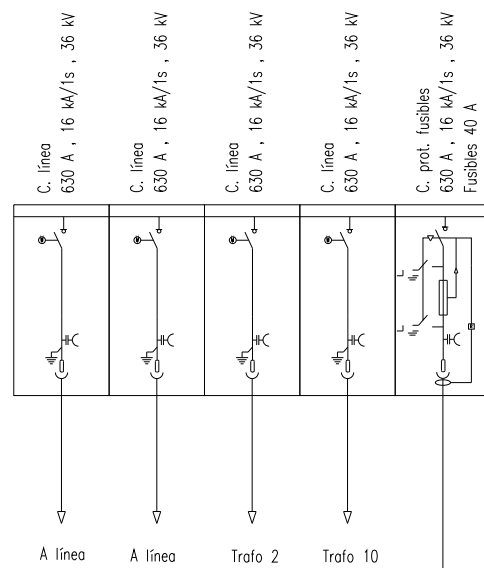
DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Comprobado		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
S.E	Plano de Centros de Transformación PFU-4		5
			Número de hoja
			1 de 1

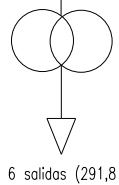
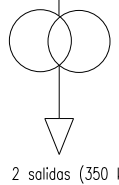
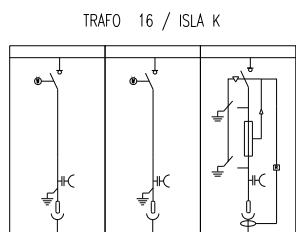
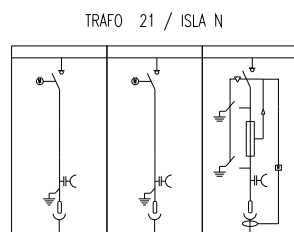
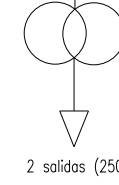
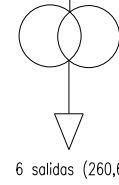
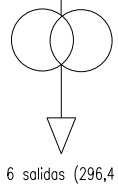
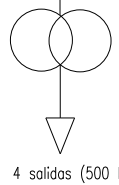
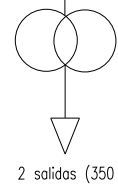
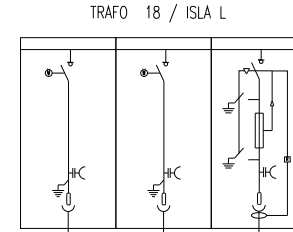
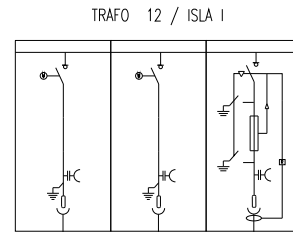
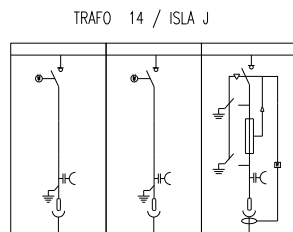
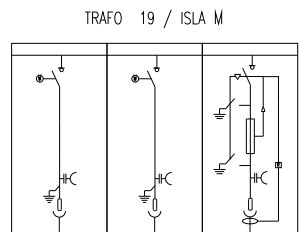
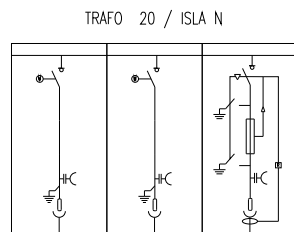
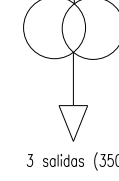
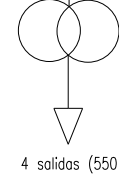
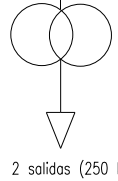
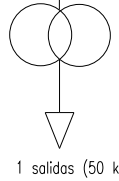
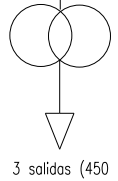
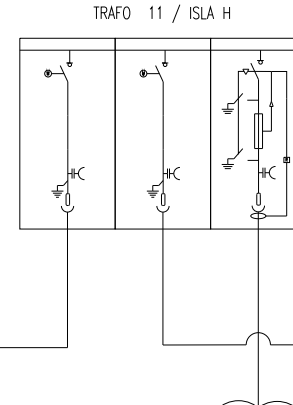
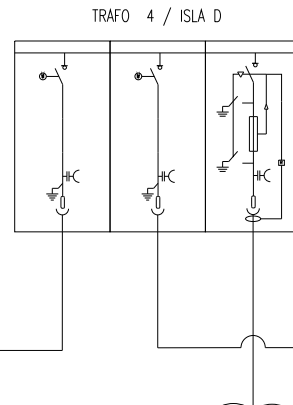
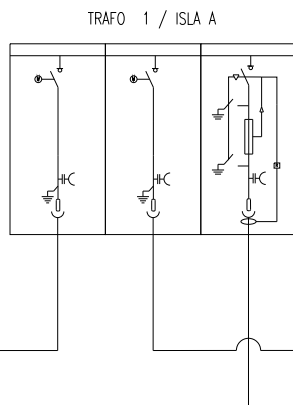
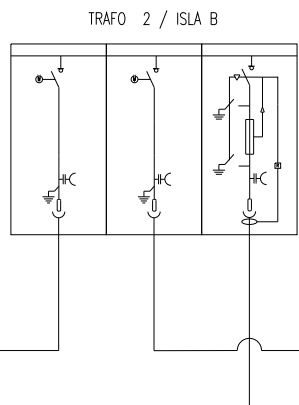
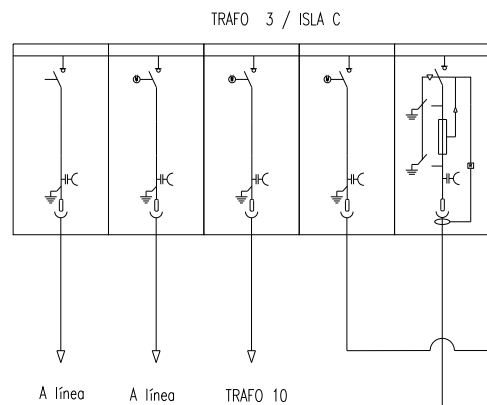


DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

ESQUEMA UNIFILAR

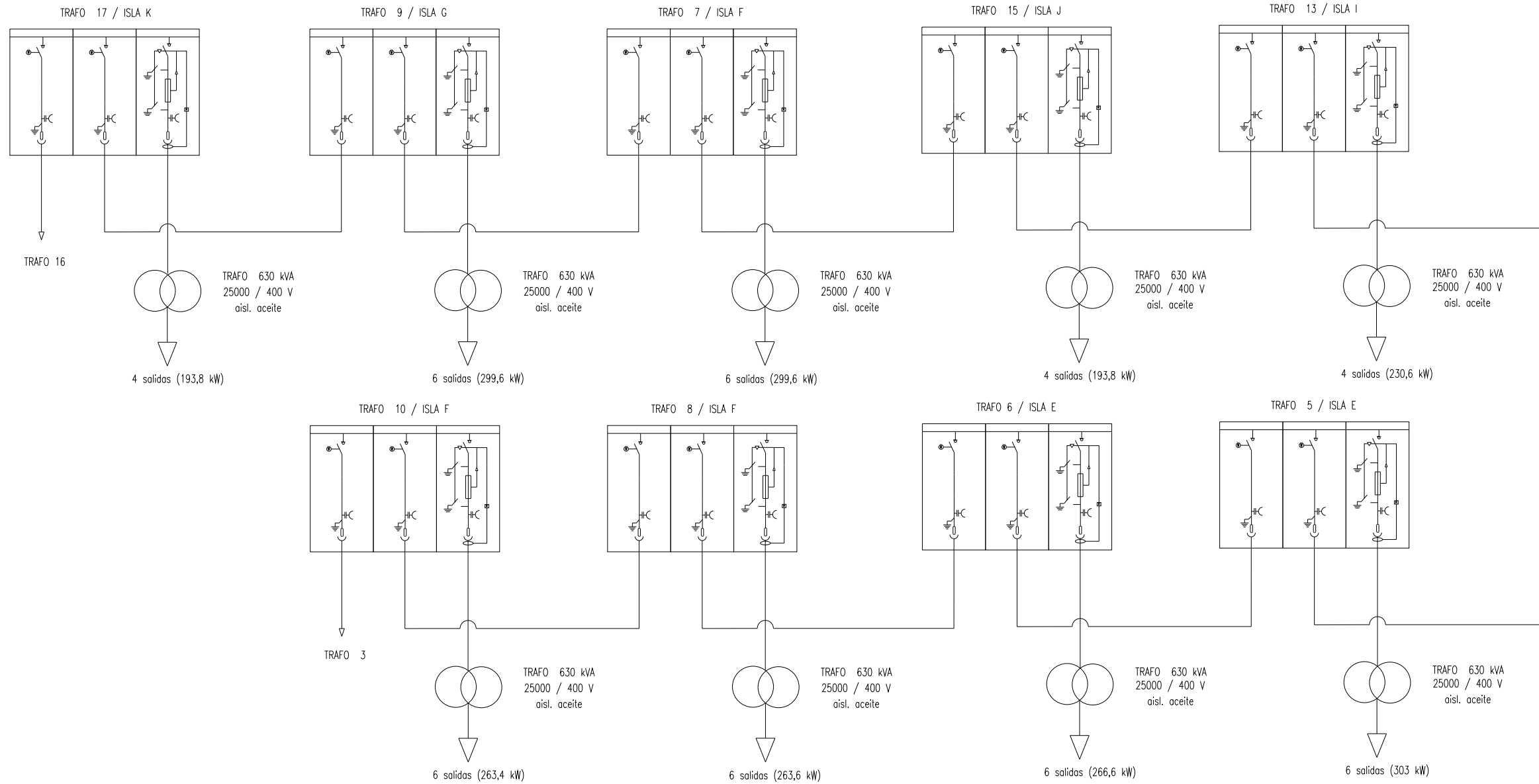


	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Comprobado		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
S.E	Plano de Centro de Transformación (CT 3) PFU-4 conectado a la línea		6
			Número de hoja
			1 de 1

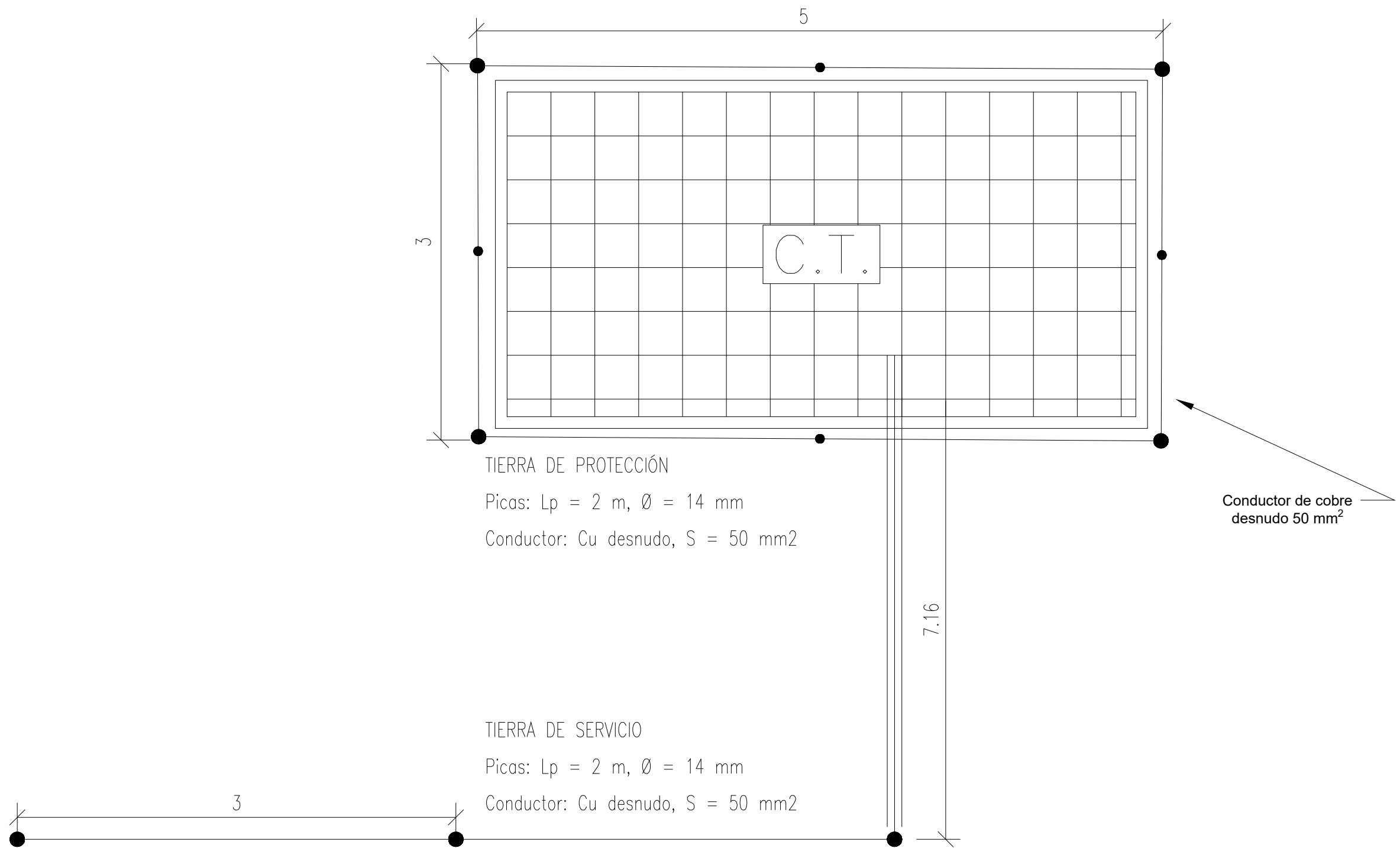


TRAFO 17 / ISLA K
HOJA 2

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Enero de 2023	Irene Royo Sanchez	
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
1/20	Plano de unión de los Centros de Transformación		7
			Número de hoja
			1 de 2

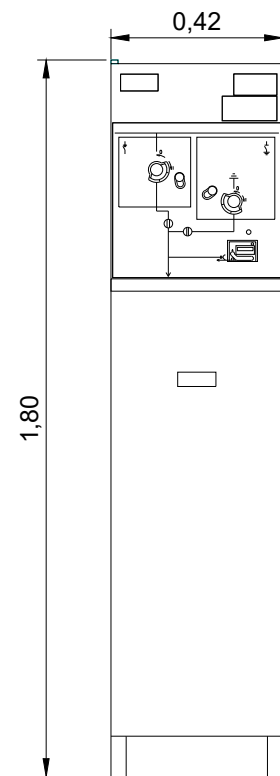


	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Enero de 2023	Irene Royo Sanchez	
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
1/20	Unión de los Centros de Transformación		7
			Número de hoja
			2 de 2

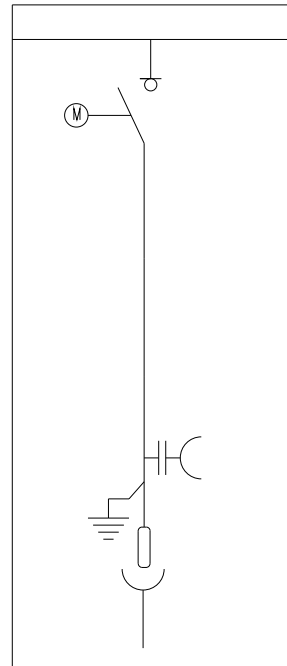


	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
S.E	Plano de puesta a tierra del Centro de Transformación		8
			Número de hoja 1 de 1

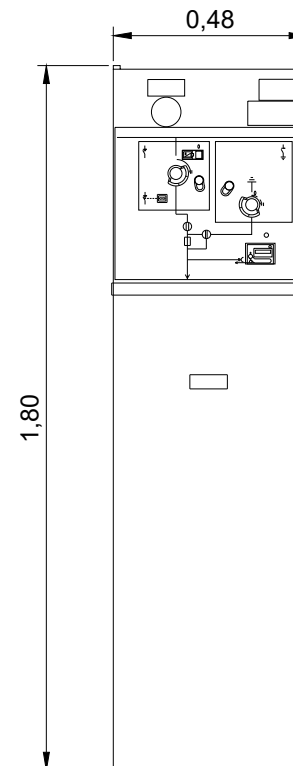
Celda CGM-36 de línea
CML motorizada



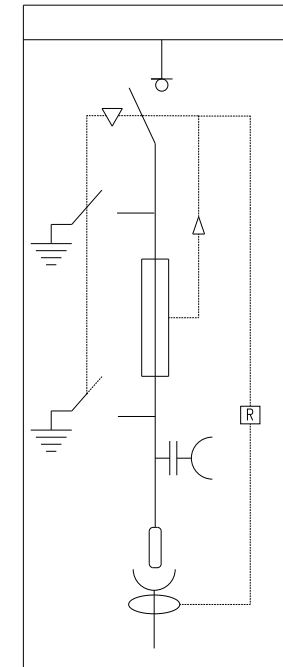
ESQUEMA UNIFILAR



Celda CGM-36 de protección con fusibles
Celda CMP-F modelo RPTA

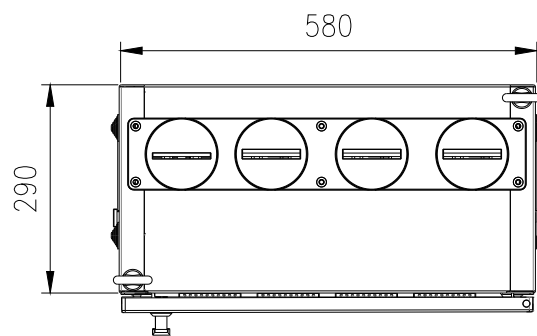
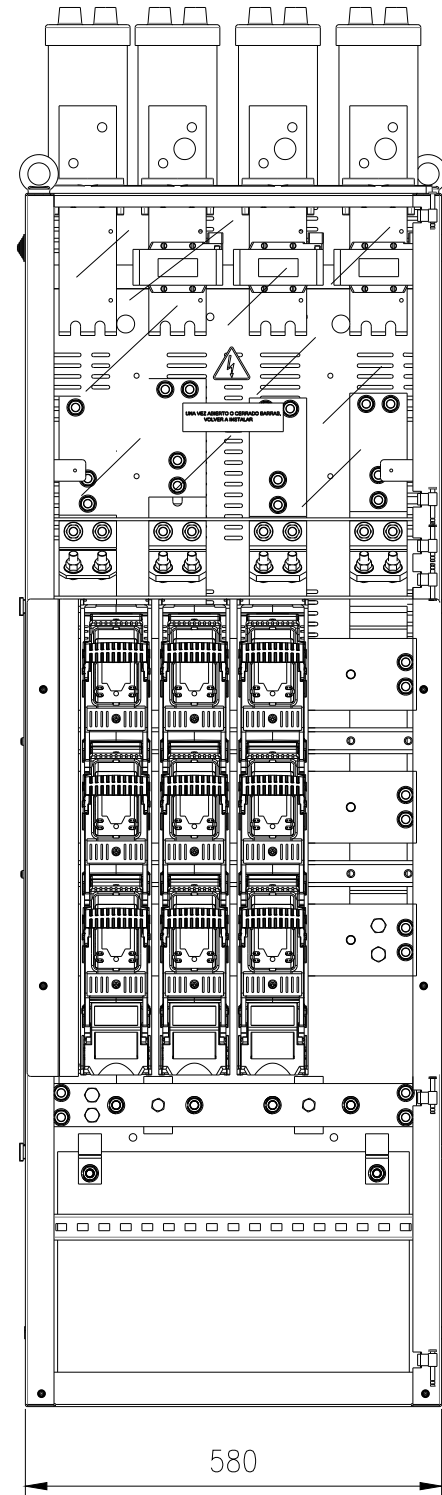
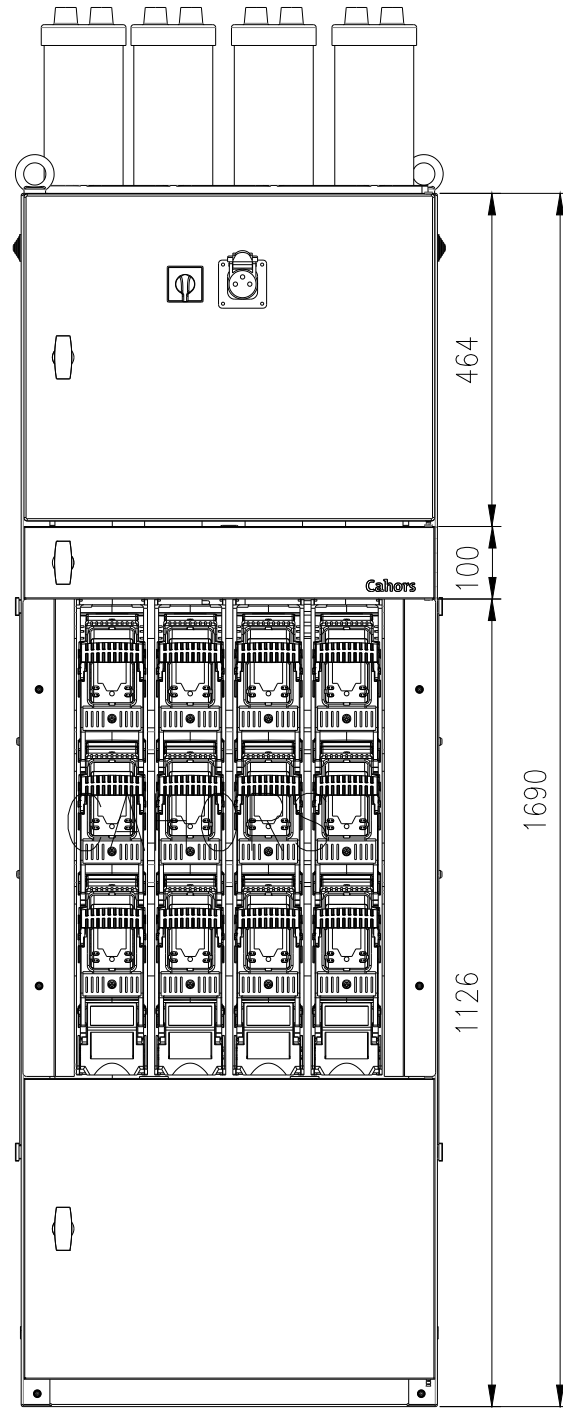
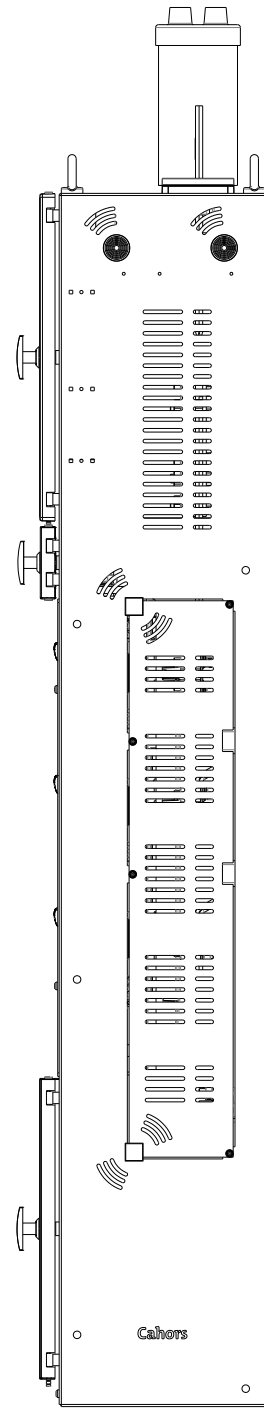


ESQUEMA UNIFILAR



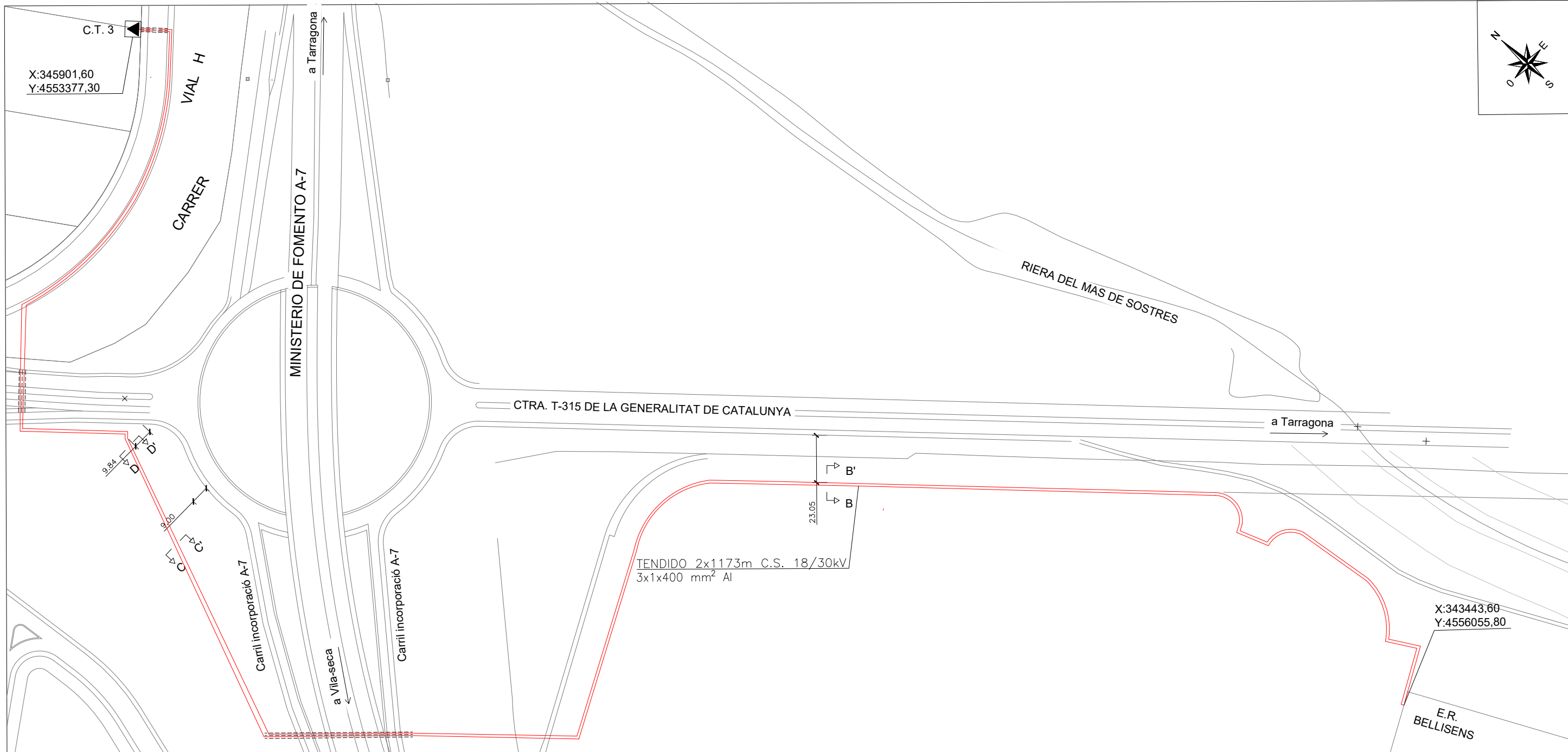
Cotas en metros

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobada</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>S.normas</i>			
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
S.E	Plano de Celda Modular de Línea y Celda de Protección 36 kV		9
			Número de hoja
			1 de 1



Cotas en metros

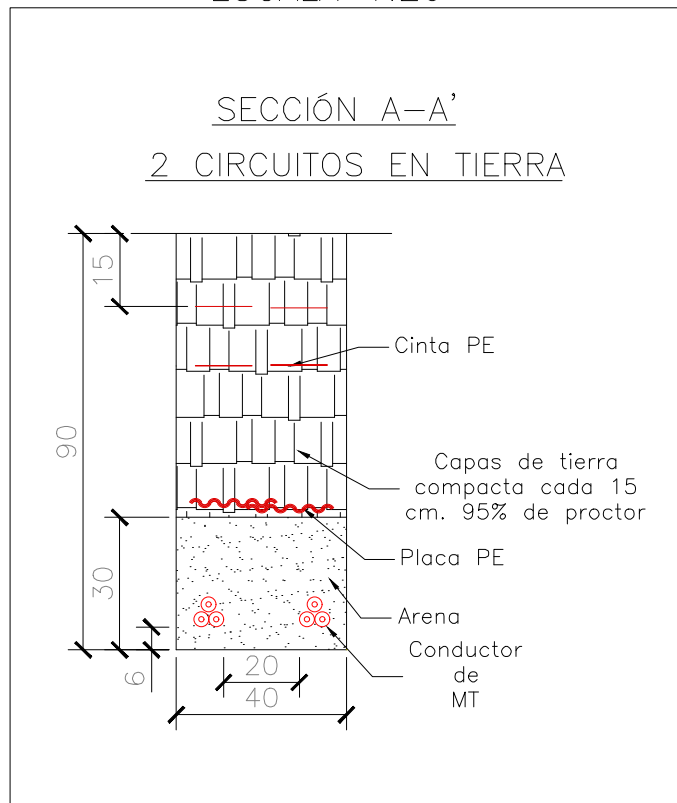
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Enero de 2023	Irene Royo Sanchez	
<i>Comprobado</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>S.normas</i>			
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
S.E	Plano de Cuadro de Baja Tensión de 36 kV CBT-AC4		10
			Número de hoja 1 de 1



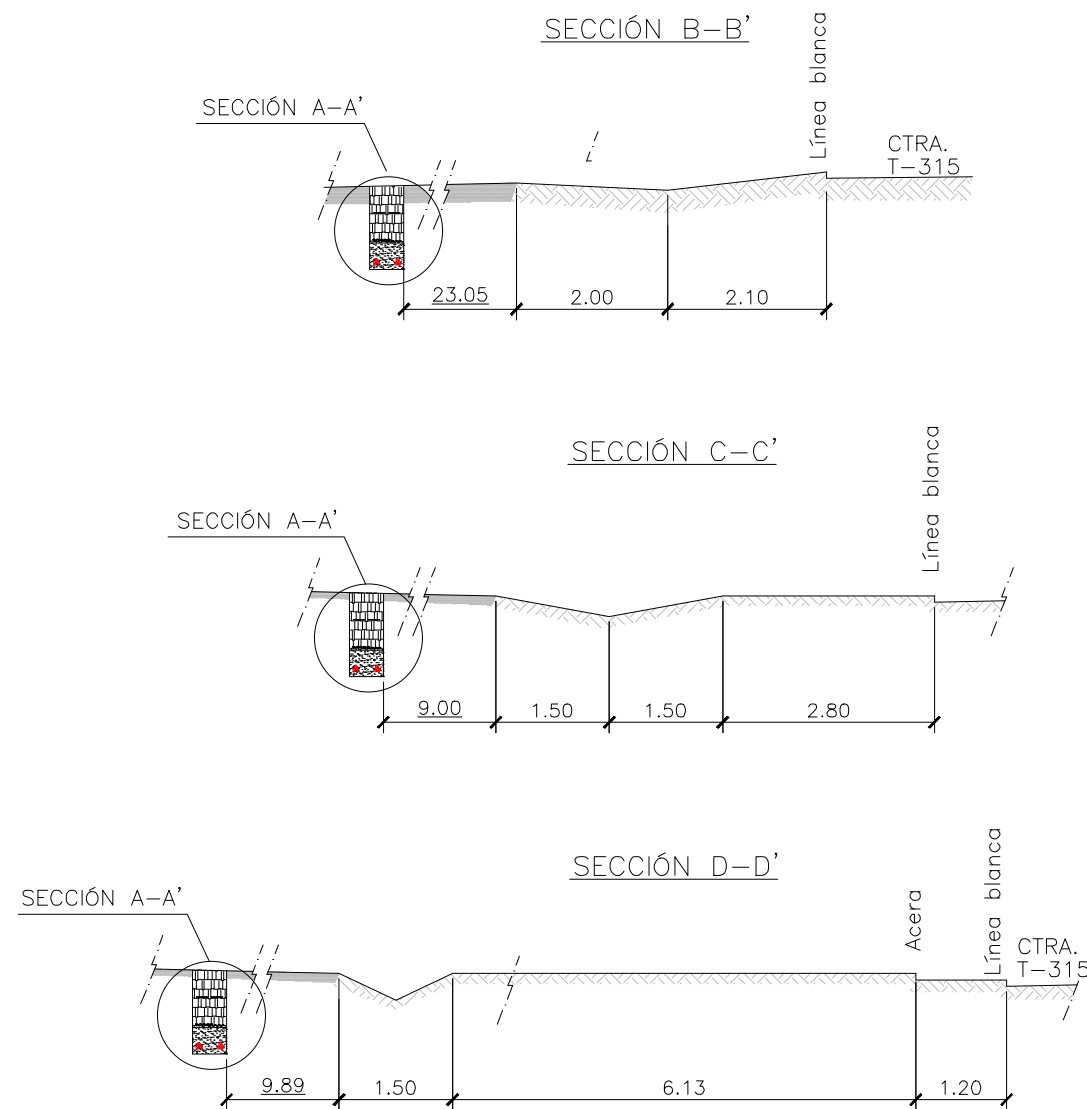
— Línea subterránea de 400 mm² Al

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
<i>Comprobado</i> <i>S.normas</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>Escala</i>	<i>Título del plano</i>		<i>Número de plano</i>
1/2000	Plano de línea subterránea MT 25 kV 2 circuitos de 3x400 mm ²		11
			<i>Número de hoja</i> 1 de 3

DETALLE ZANJAS
ESCALA 1:20

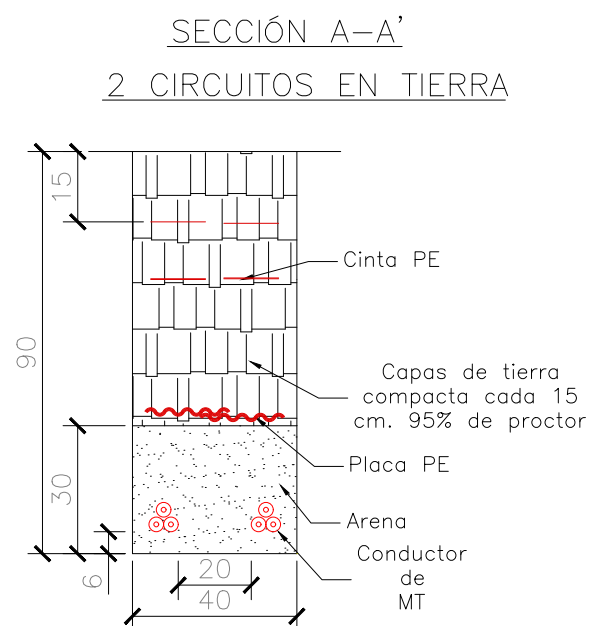


DETALLES TRANSVERSALES
ESCALA 1:100

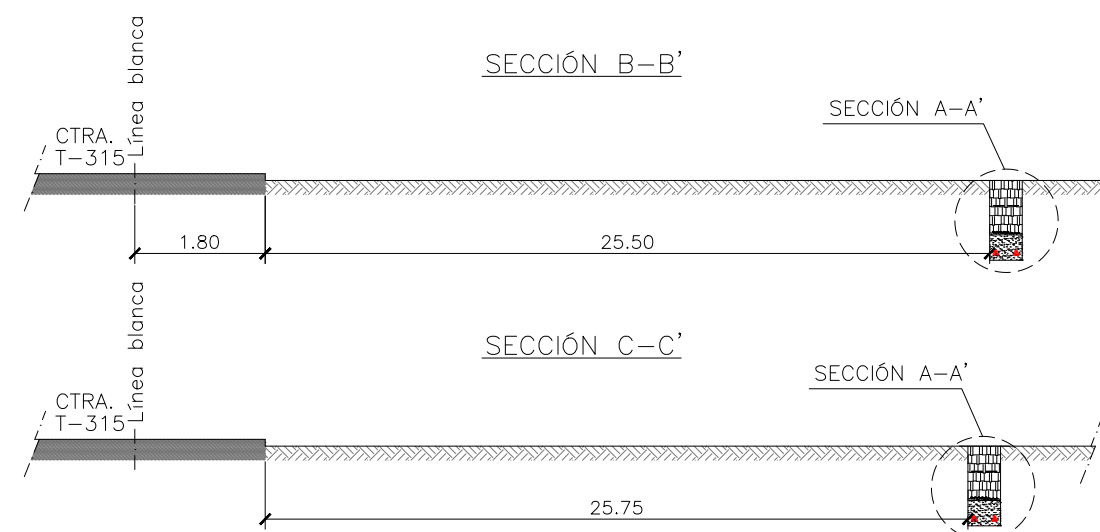


	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Comprobado S.normas		Lluís Massagués Vidal	
Escala	Título del plano		Número de plano
Indicadas	Plano de línea subterránea MT 25 kV 2 circuitos de 3x400 mm ²		11 Número de hoja 2 de 3

DETALLE ZANJAS
ESCALA 1:20

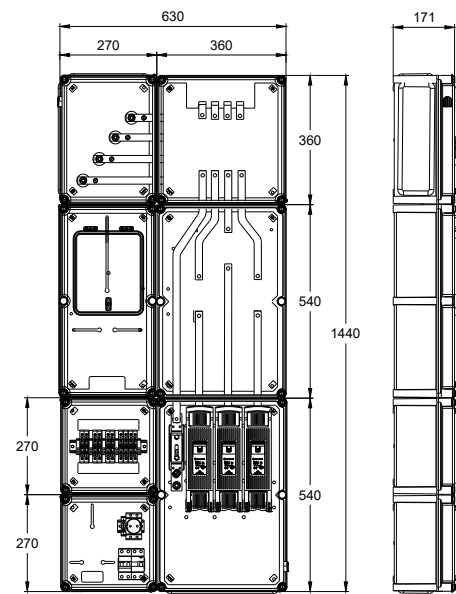


DETALLES TRANSVERSALES
ESCALA 1:100

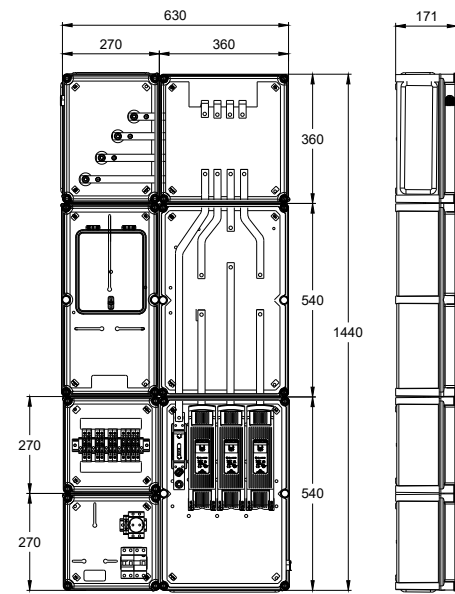


	Fecha	Nombre	
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Comprobado		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
Indicadas	Plano de línea subterránea MT 25 kV 2 circuitos de 3x400 mm ²		11
			Número de hoja
			3 de 3

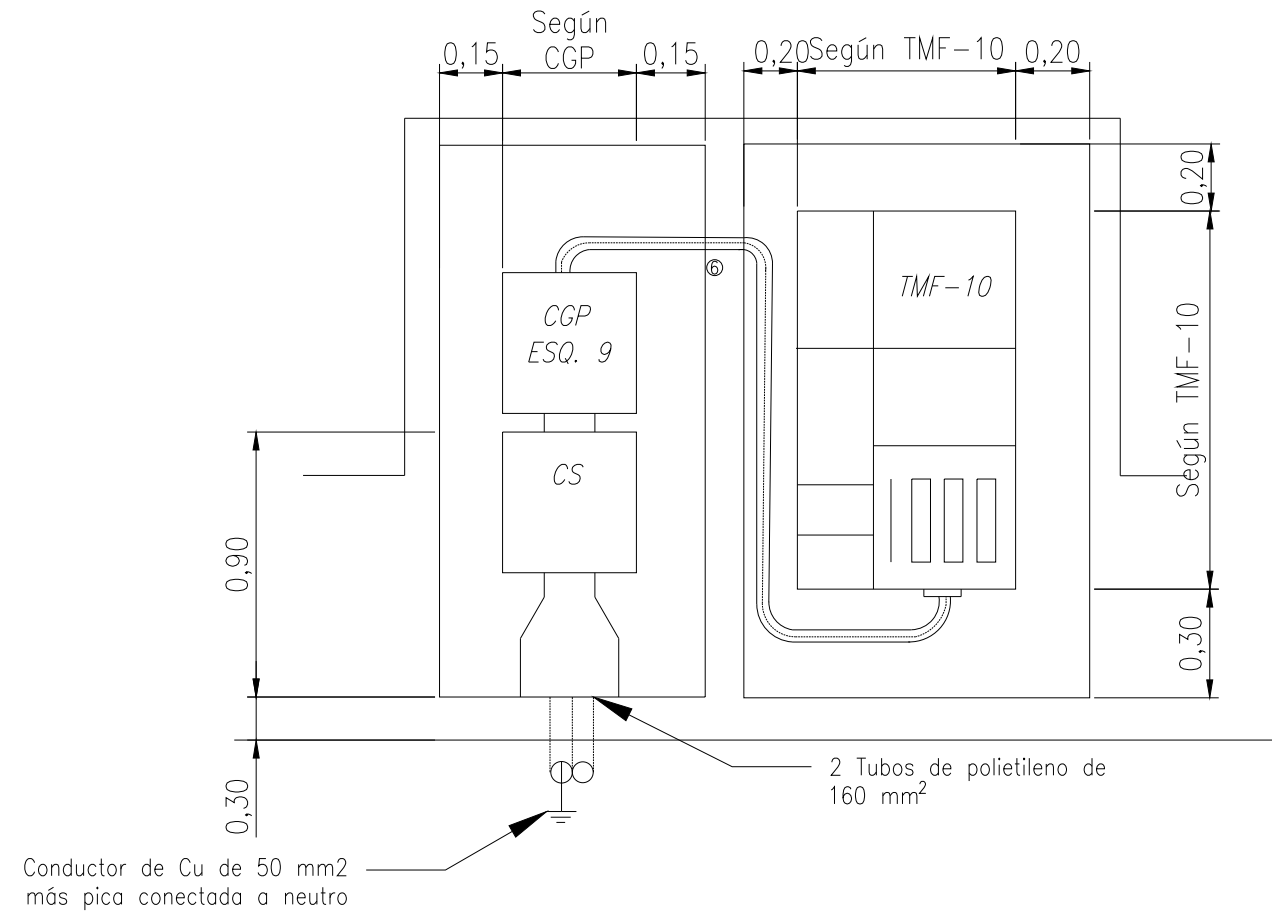
TM10 200-400 A



TM10 80-160 A



Cotas en milímetros

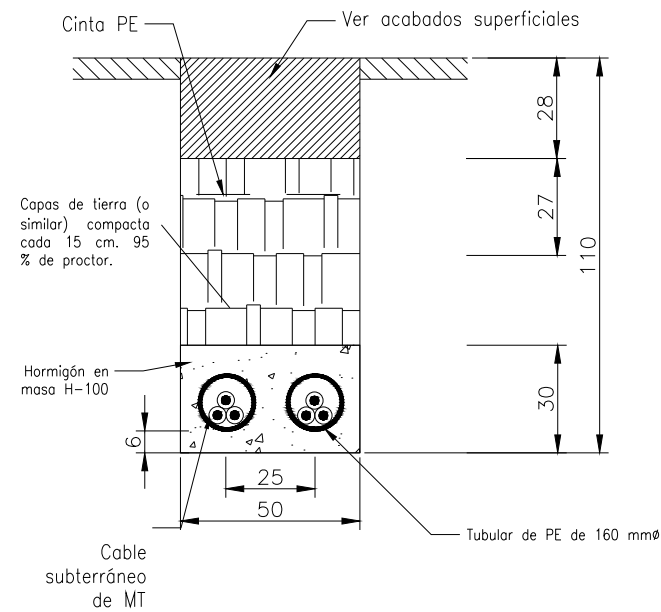


Cotas en metros

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Enero de 2023	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobada</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>S.normas</i>			
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
1/20	Plano de detalle acometidas para suministros mayores a 15 kW		12
			Número de hoja
			1 de 1

ZANJAS DE MEDIA TENSIÓN

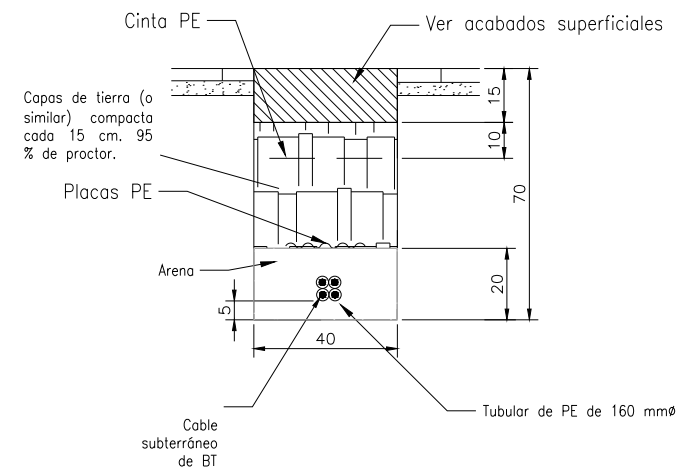
ZANJA DE MEDIA TENSIÓN DE 2 CIRCUITOS EN CALZADA TUBO HORMIGONADO Cruzamientos



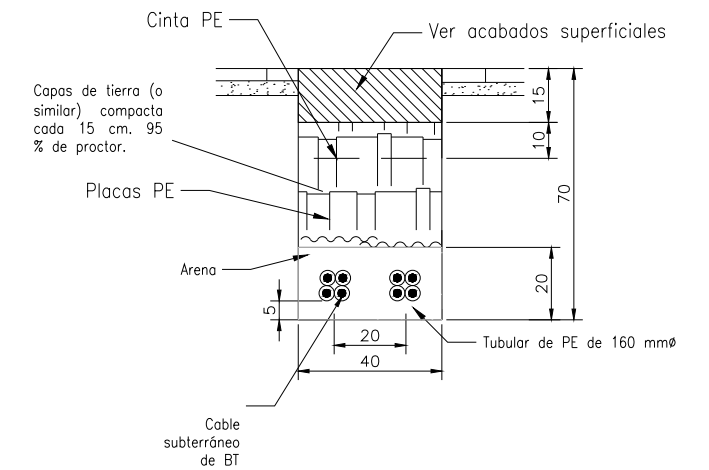
Cotas en centímetros

ZANJAS DE BAJA TENSIÓN

ZANJA DE BAJA TENSIÓN DE 1 CIRCUITO EN ACERA



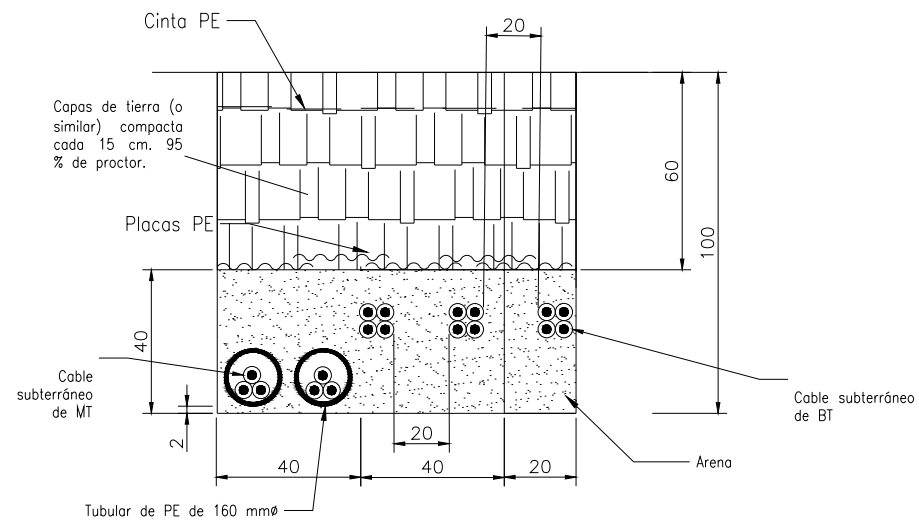
ZANJA DE BAJA TENSIÓN DE 2 CIRCUITOS EN ACERA



	Fecha	Nombre	
Dibujado	Enero de 2023	Irene Royo Sanchez	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
1/20	Plano de detalle de zanjas de Media Tensión y Baja Tensión		13
			Número de hoja
			1 de 2

ZANJAS DE MIXTA DE BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN

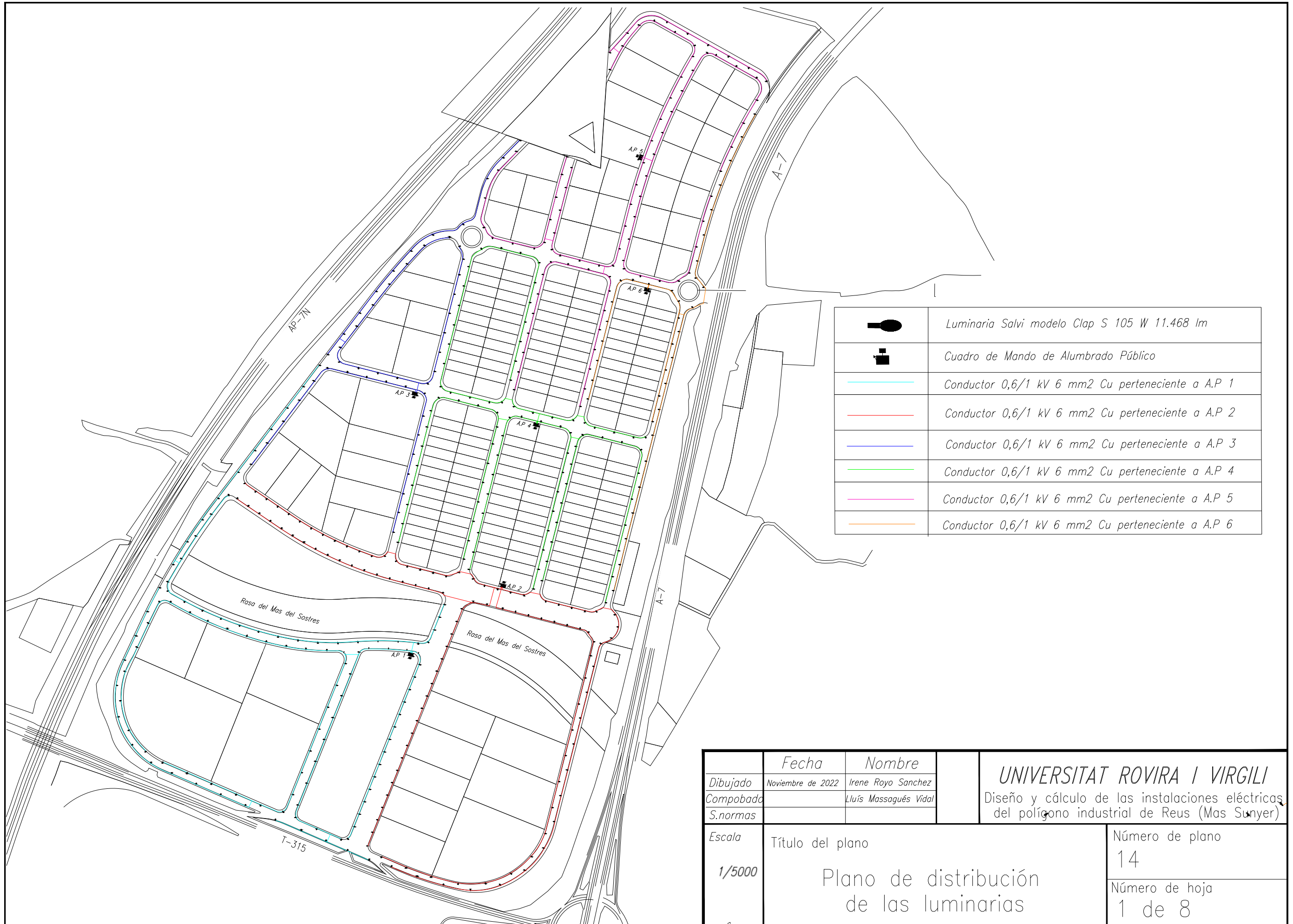
ZANJA MIXTA PARA MÁS DE DOS CIRCUITOS DE BT
EN ACERA TUBO SECO











Nota: A utilizar cuando se instalen 1 o 2 circuitos de MT con más de 2 circuitos de BT.

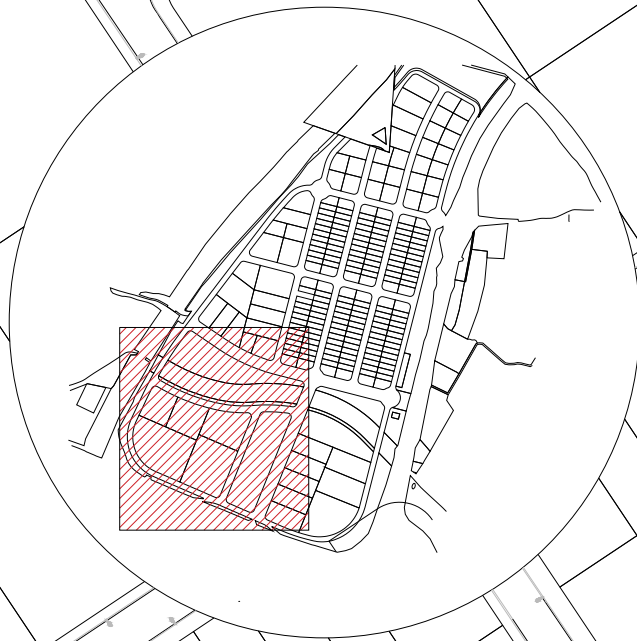
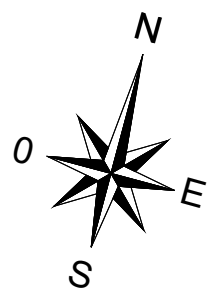
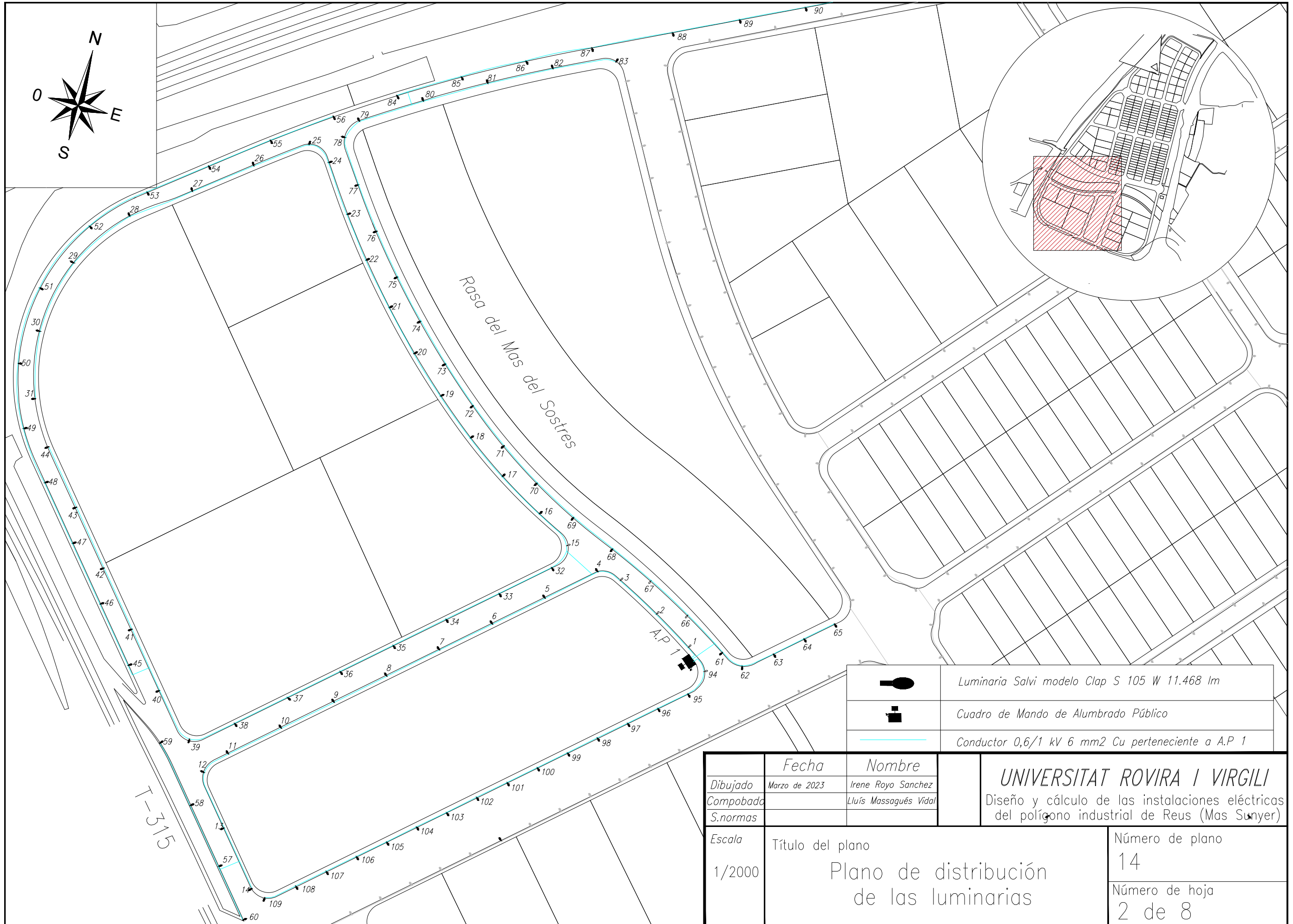
Cotas en centímetros

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Enero de 2023	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobada</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>S.normas</i>			
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
1/20	Plano de detalle de zanjas de Media Tensión y Baja Tensión		13
			Número de hoja
			2 de 2



	Luminaria Salvi modelo Clap S 105 W 11.468 lm
	Cuadro de Mando de Alumbrado Público
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 1
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 2
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 3
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 4
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 5
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 6




	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Noviembre de 2022	Irene Royo Sanchez	
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
1/5000	Plano de distribución de las luminarias		14
			Número de hoja
			1 de 8



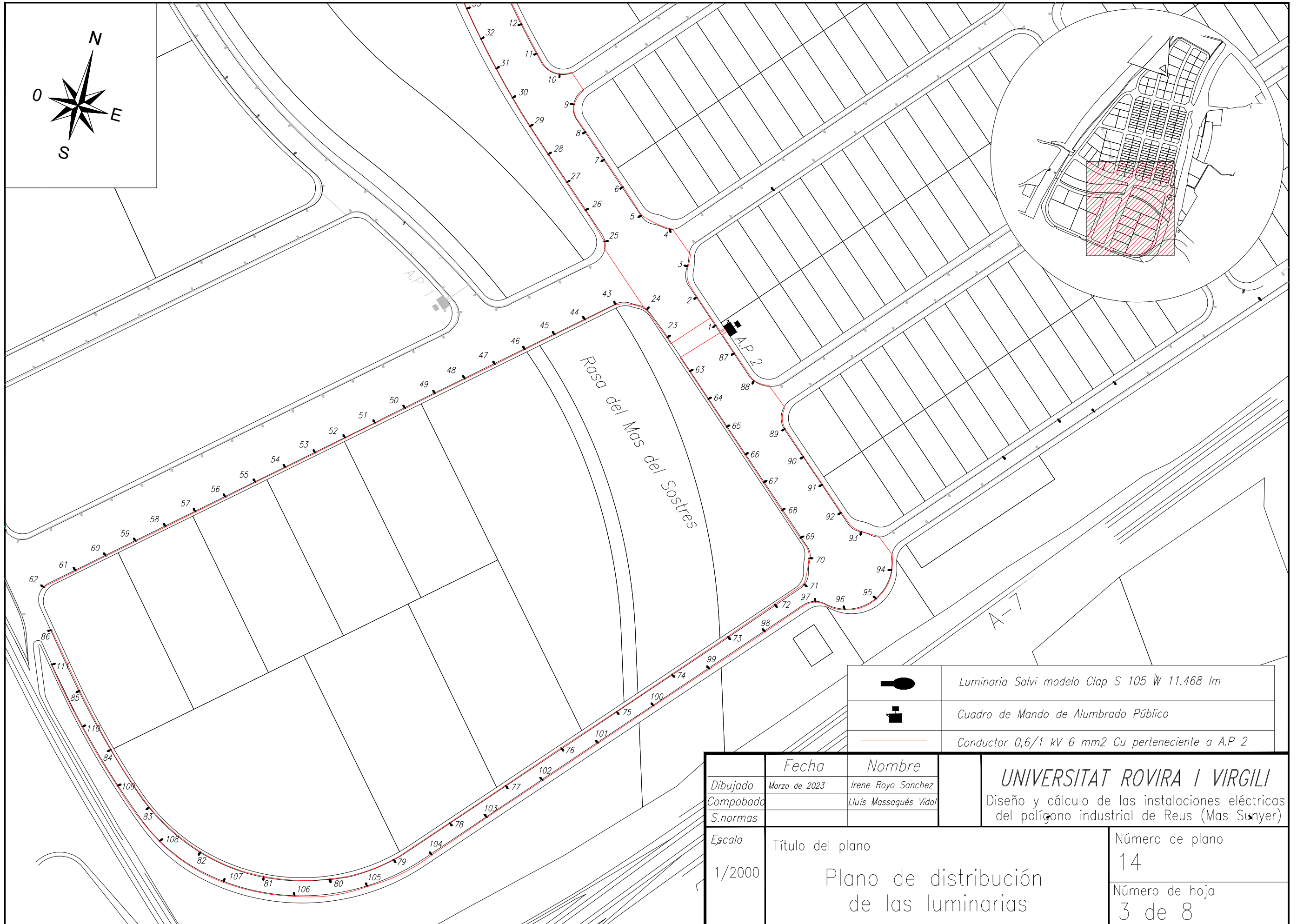
Rasa del Mas del Sotres




A.P. 1

T-315

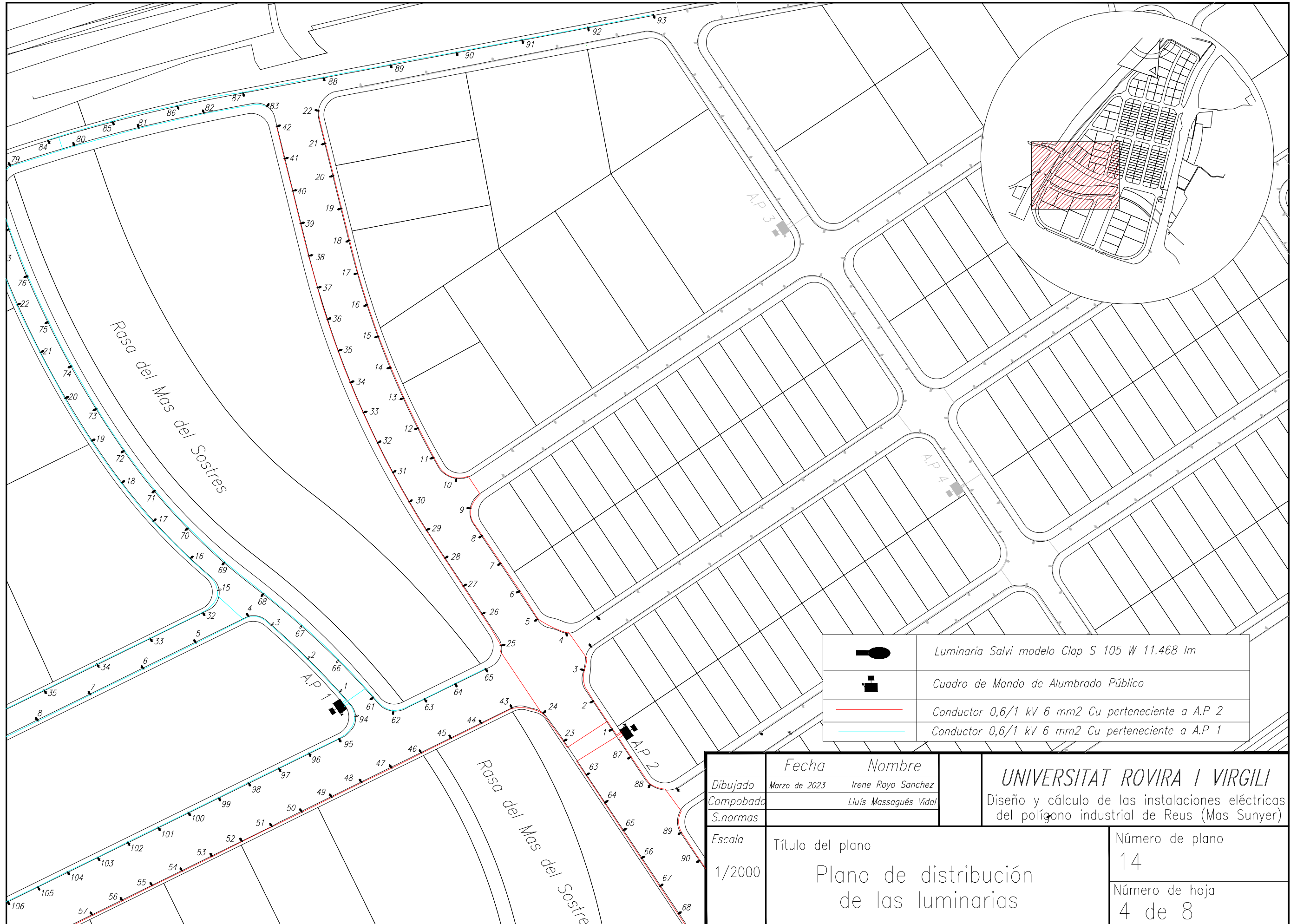
	Luminaria Salvi modelo Clap S 105 W 11.468 lm
	Cuadro de Mando de Alumbrado Público
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P. 1




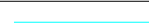
	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Marzo de 2023	Irene Royo Sanchez	
Comprobada S.normas		Lluís Massagués Vidal	
Escala	Título del plano Plano de distribución de las luminarias		Número de plano 14
			Número de hoja 2 de 8



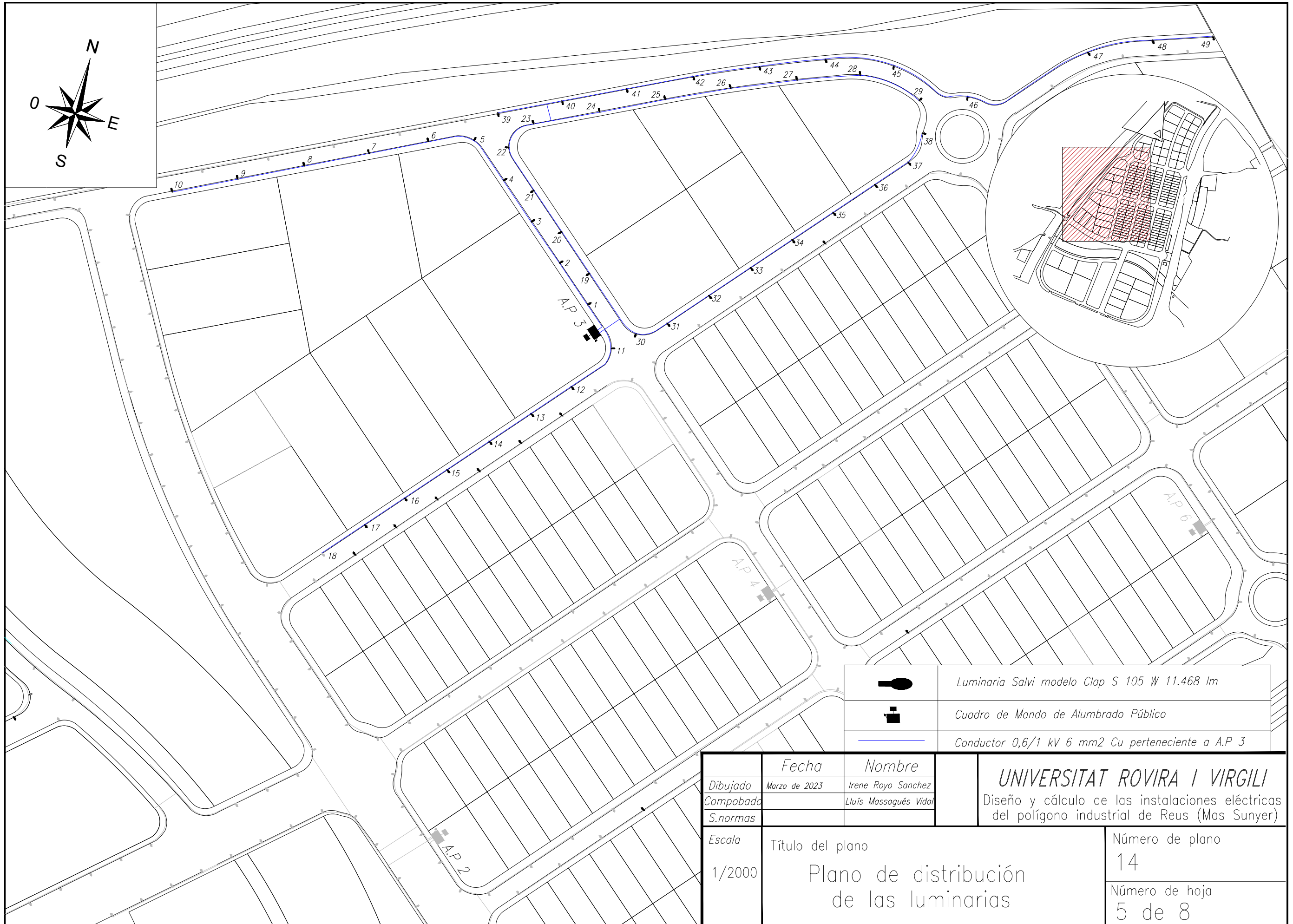
	Luminaria Salvi modelo Clap S 105 W 11.468 lm
	Cuadro de Mando de Alumbrado Público
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 2




	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Marzo de 2023	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobada S.normas</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
1/2000	Plano de distribución de las luminarias		14
			Número de hoja
			3 de 8



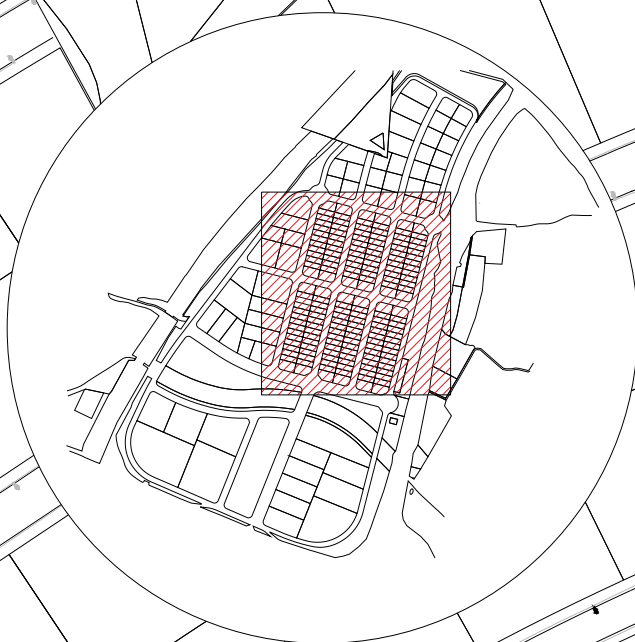
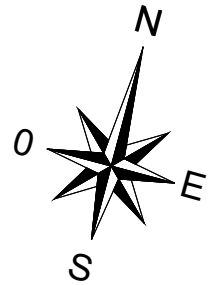
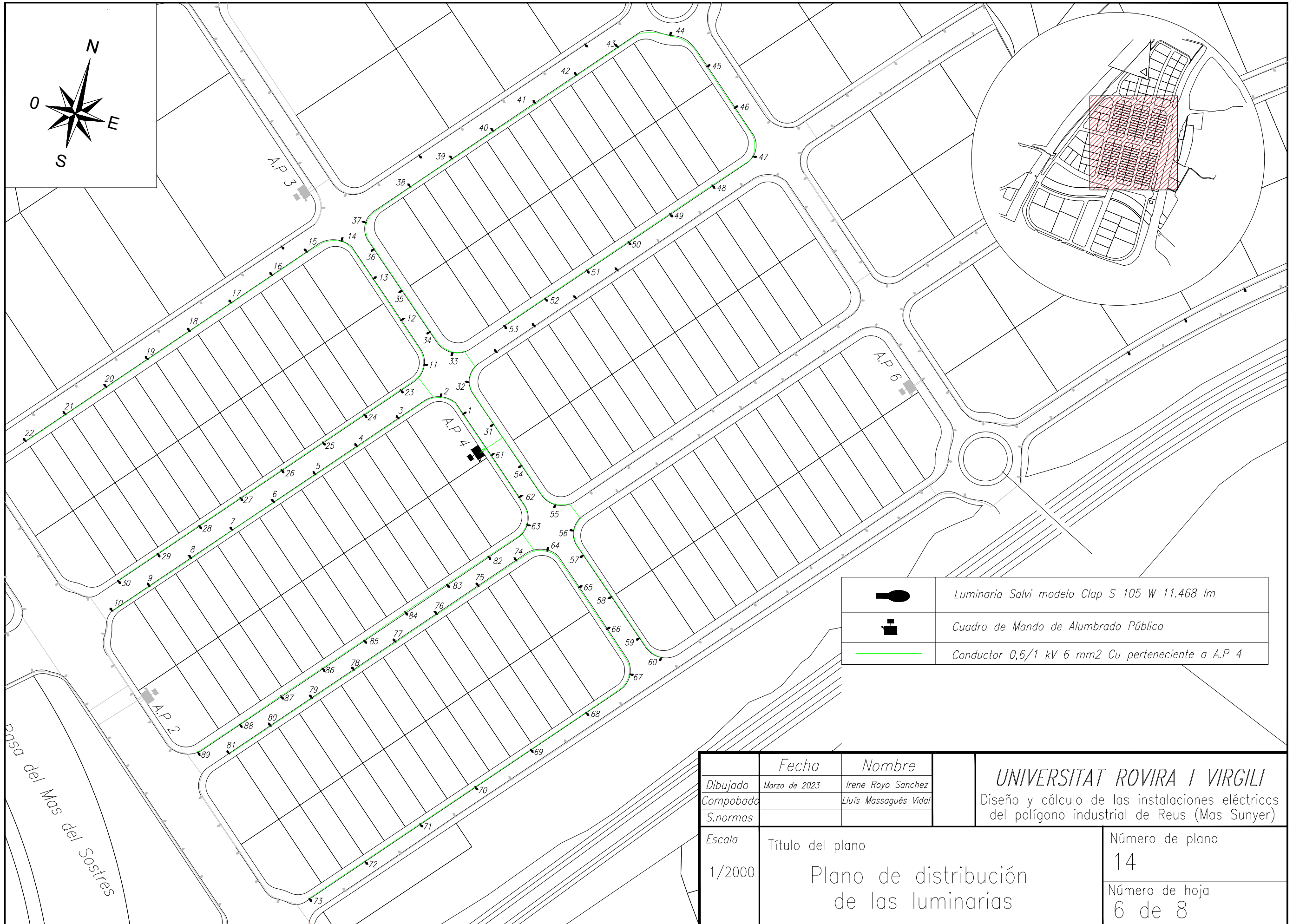
	Luminaria Salvi modelo Clap S 105 W 11.468 lm
	Cuadro de Mando de Alumbrado Público
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 2
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 1

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Marzo de 2023	Irene Royo Sanchez	
Compobada S.normas		Lluís Massagués Vidal	
Escala	Título del plano		Número de plano
1/2000	Plano de distribución de las luminarias		14
			Número de hoja 4 de 8



	Luminaria Salvi modelo Clap S 105 W 11.468 lm
	Cuadro de Mando de Alumbrado Público
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 3

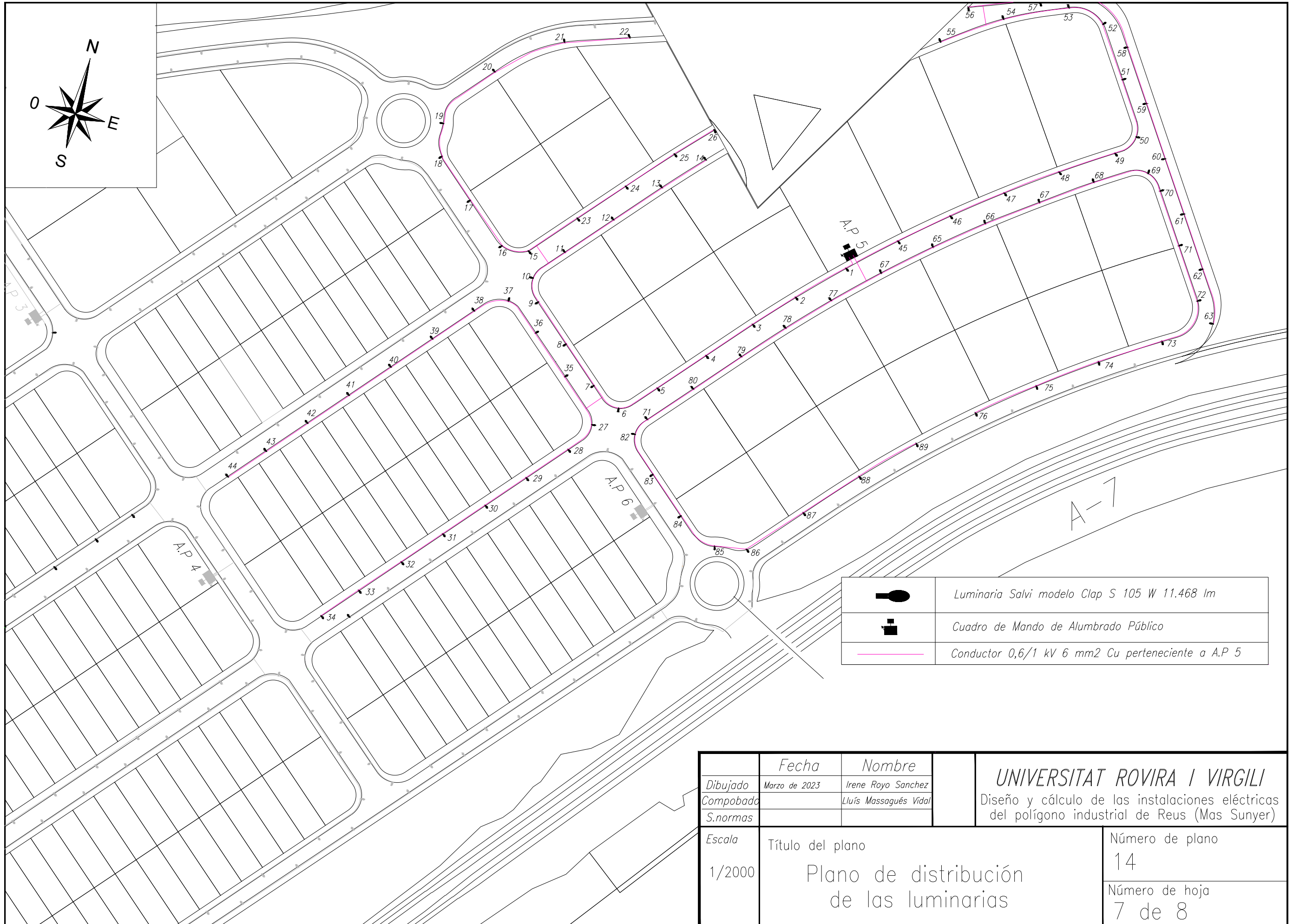
	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Marzo de 2023	Irene Royo Sanchez	
Compobado		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
1/2000	Plano de distribución de las luminarias		14
			Número de hoja
			5 de 8



	Luminaria Salvi modelo Clap S 105 W 11.468 lm
	Cuadro de Mando de Alumbrado Público
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P 4

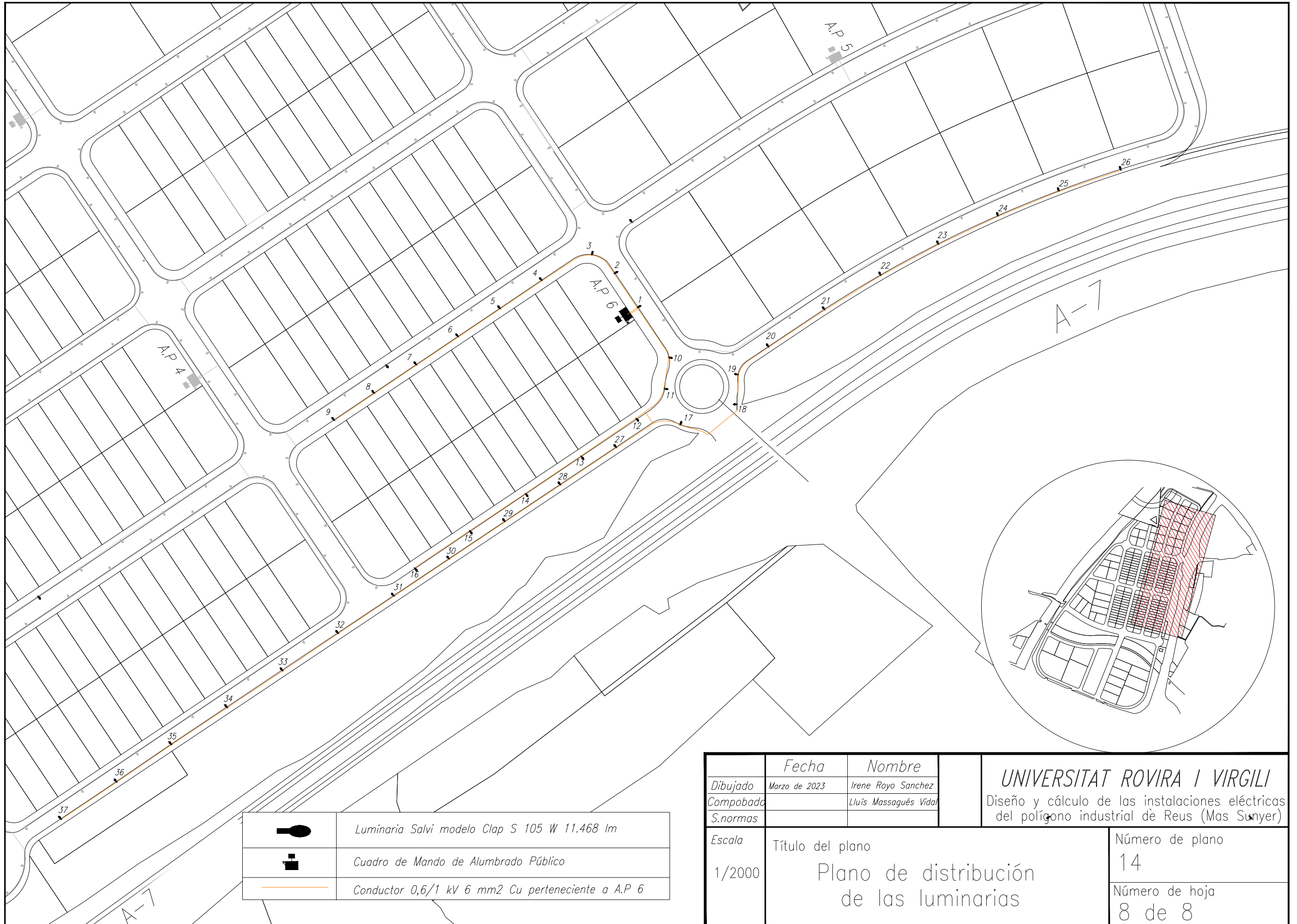
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Marzo de 2023	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobada S.normas</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>Escala</i>	Título del plano		
1/2000	Plano de distribución de las luminarias		14
			Número de hoja
			6 de 8

Passa del Mas del Sostres



	Luminaria Salvi modelo Clap S 105 W 11.468 lm
	Cuadro de Mando de Alumbrado Público
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm ² Cu perteneciente a A.P. 5

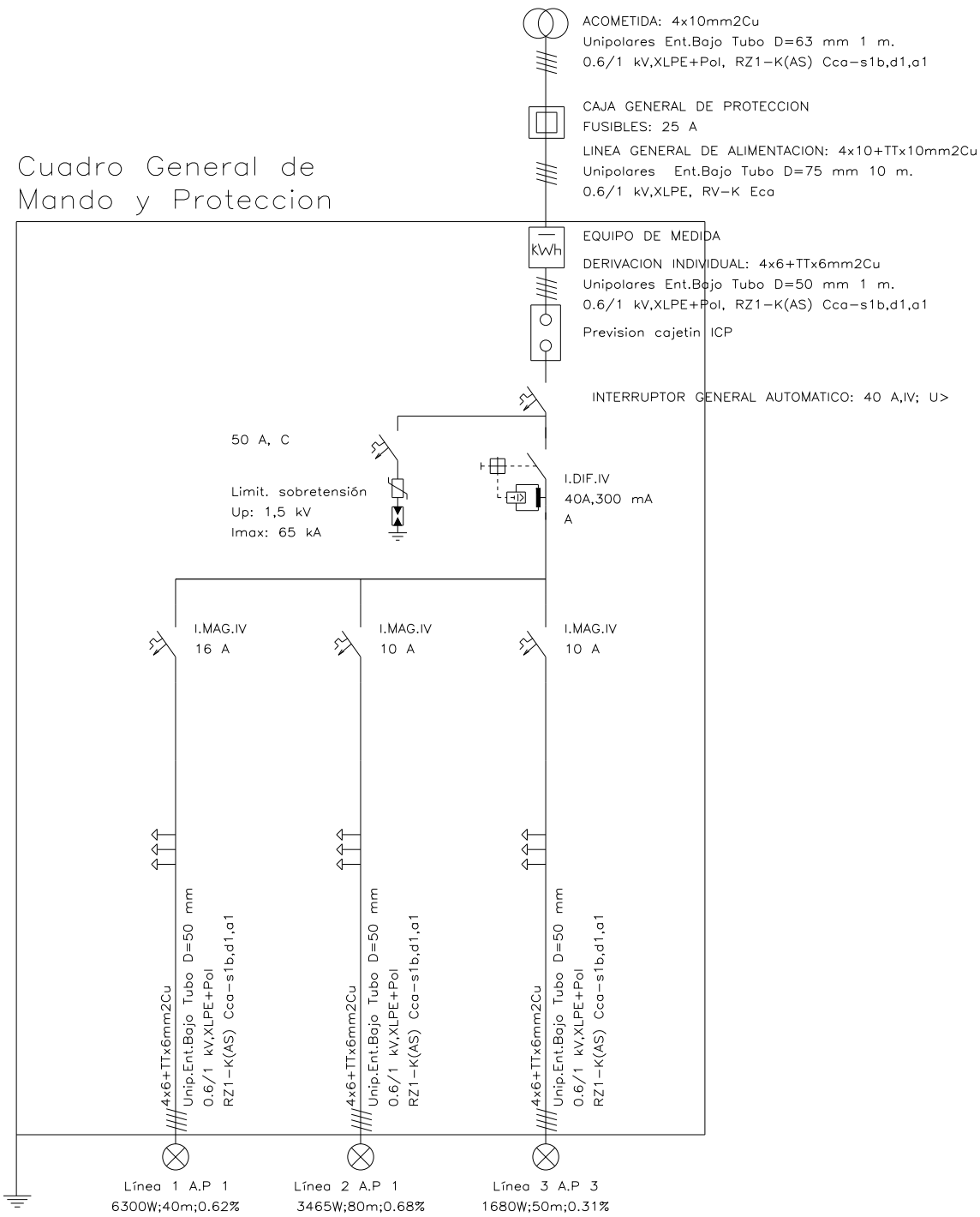
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Marzo de 2023	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobada S.normas</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>Escala</i>	Título del plano		
1/2000	Plano de distribución de las luminarias		14
			Número de hoja
			7 de 8



	Luminaria Salvi modelo Clap S 105 W 11.468 lm
	Cuadro de Mando de Alumbrado Público
	Conductor 0,6/1 kV 6 mm2 Cu perteneciente a A.P 6

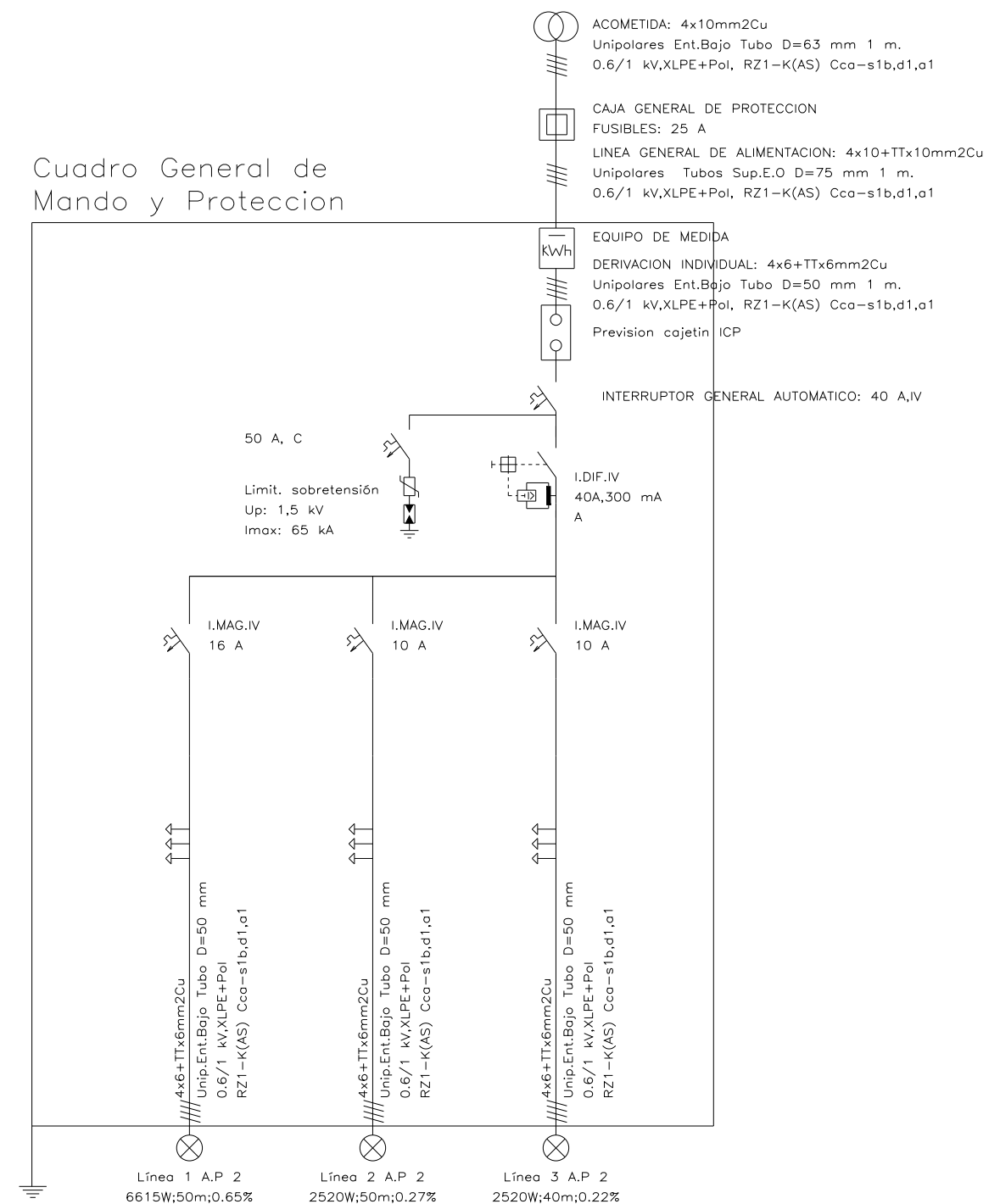
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Marzo de 2023	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobada</i> <i>S.normas</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
1/2000	Plano de distribución de las luminarias		14
			Número de hoja 8 de 8

Cuadro Alumbrado Público 1



Cuadro General de Mando y Protección

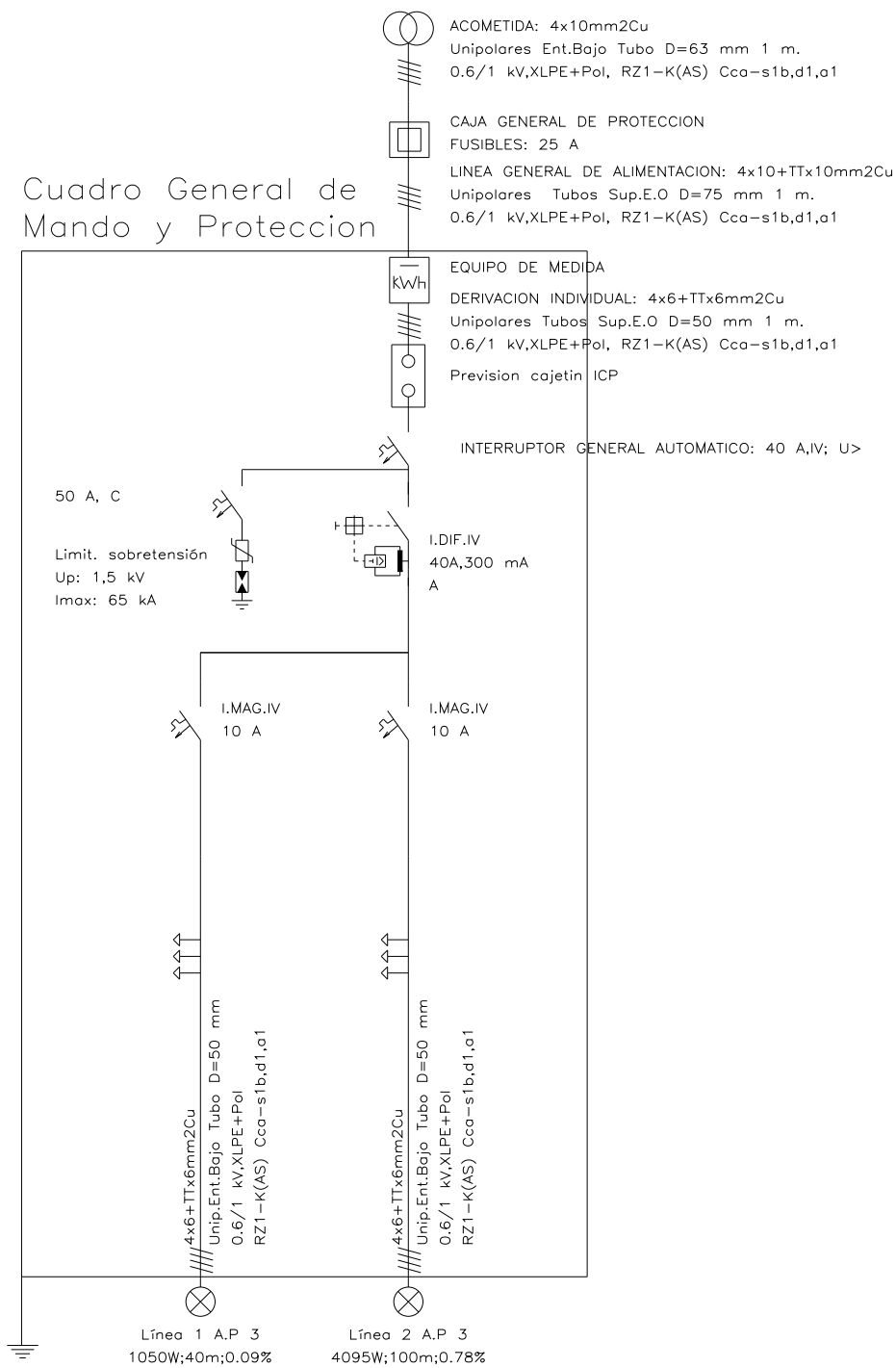
Cuadro Alumbrado Público 2



Cuadro General de Mando y Protección

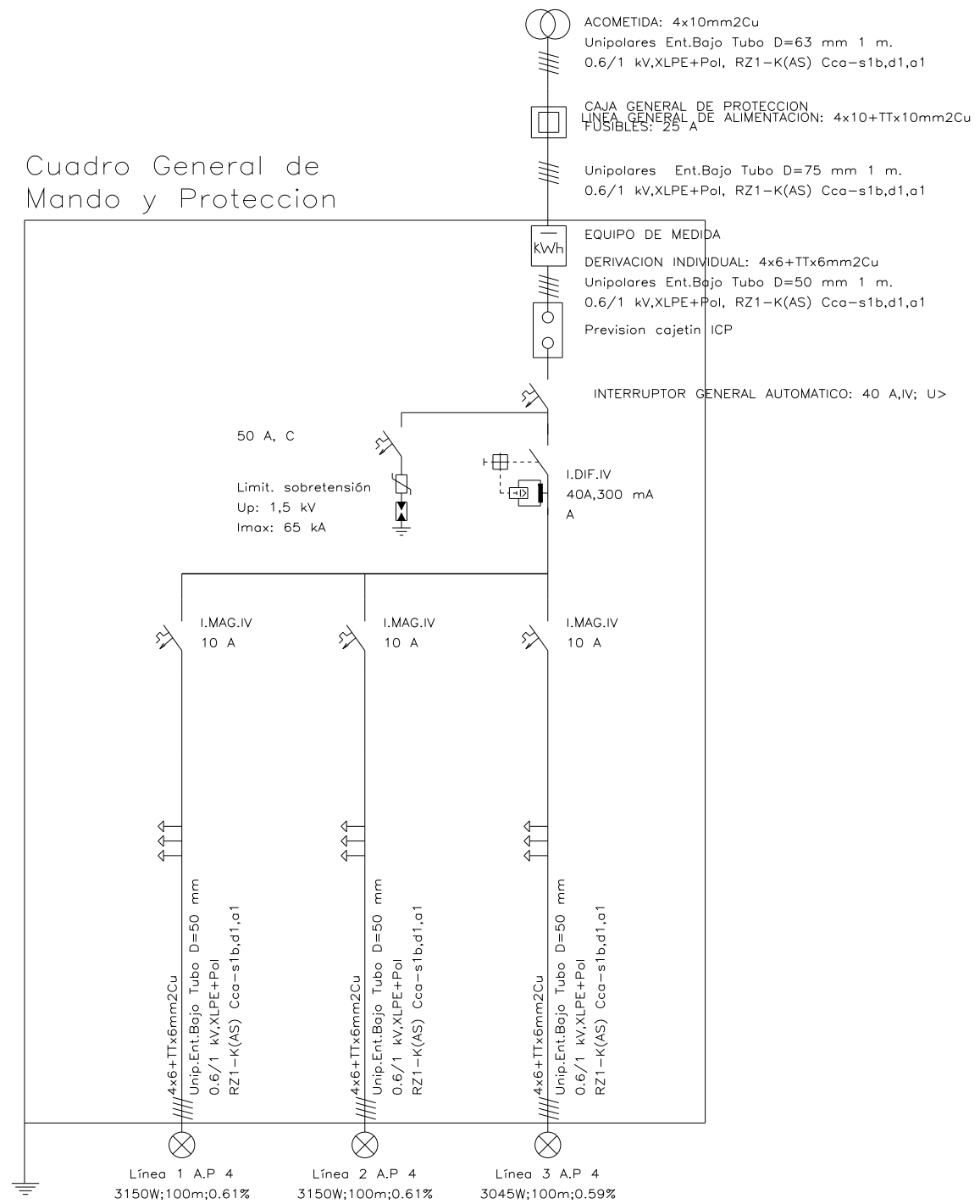
	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sanyer)
Dibujado	Marzo de 2023	Irene Royo Sanchez	
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
S.E	Plano del esquema unifilar eléctrico de los Cuadros A.P		15
			Número de hoja
			1 de 3

Cuadro Alumbrado Público 3



Cuadro General de Mando y Protección

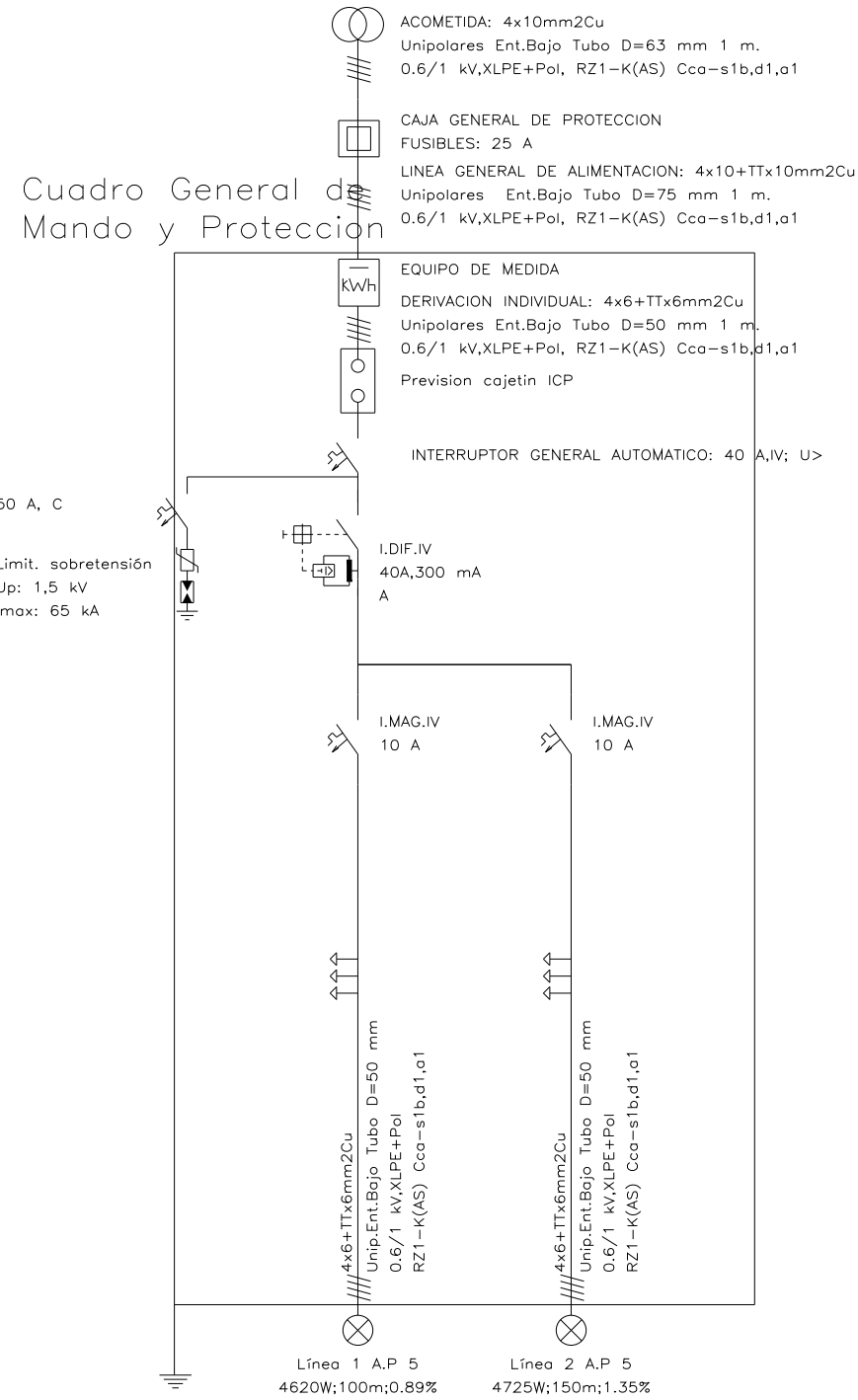
Cuadro Alumbrado Público 4



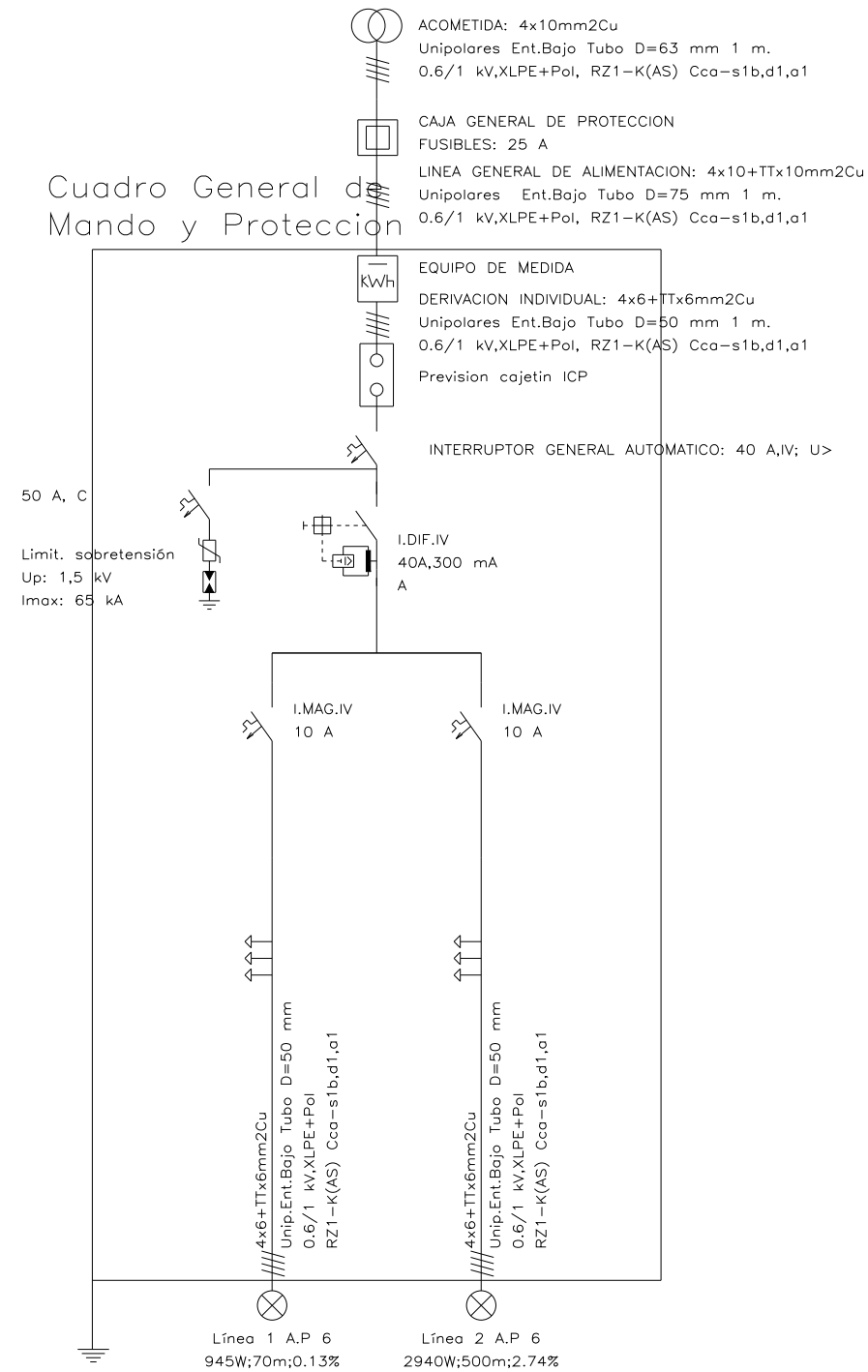
Cuadro General de Mando y Protección

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sanyer)
Dibujado	Marzo de 2023	Irene Royo Sanchez	
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
s.E	Plano del esquema unifilar eléctrico de los Cuadros A.P		15
			Número de hoja
			2 de 3

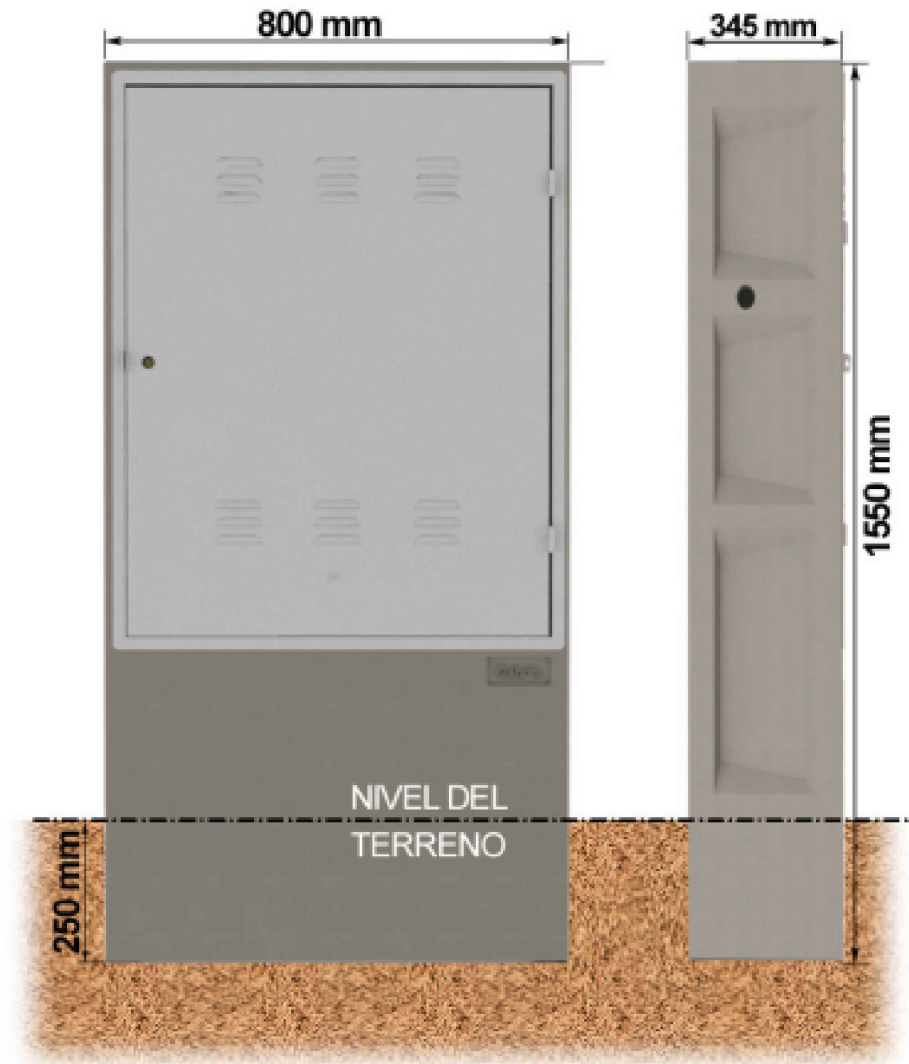
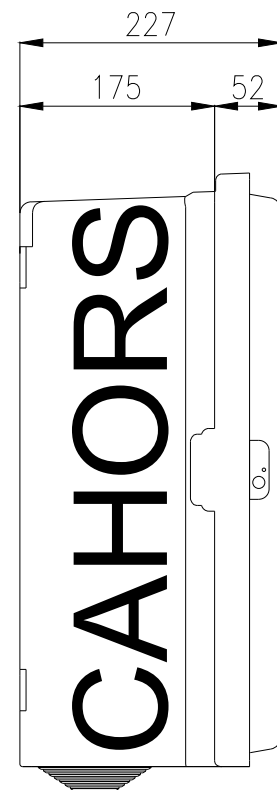
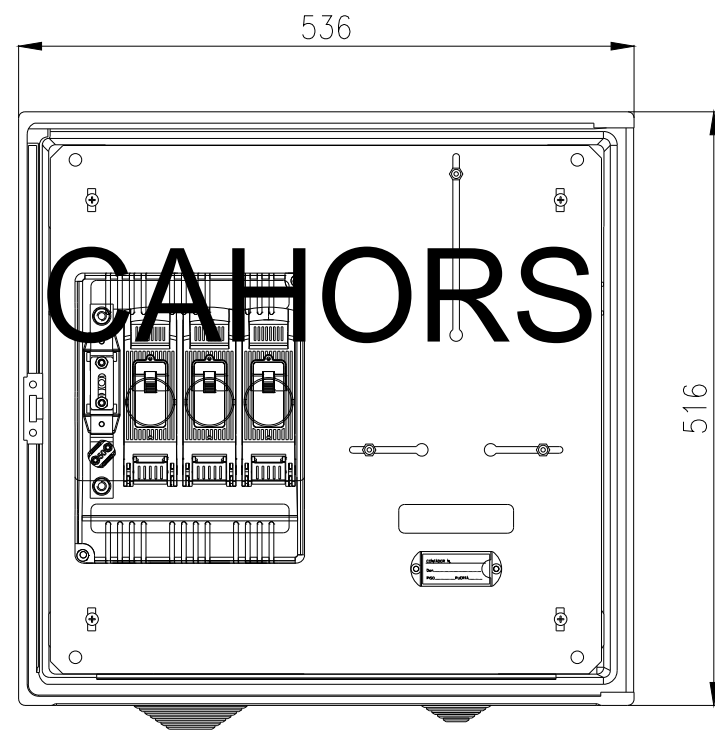
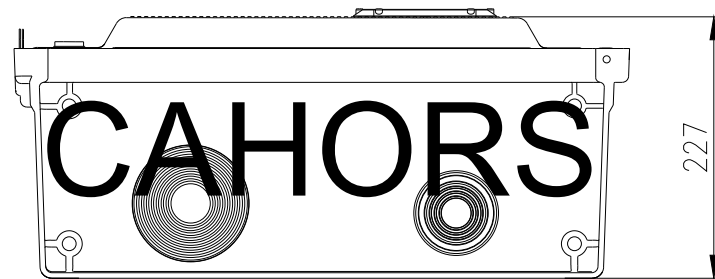
Cuadro Alumbrado Público 5



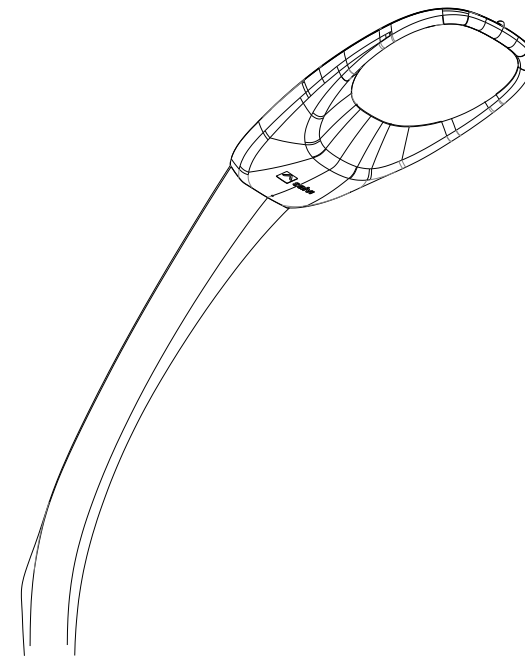
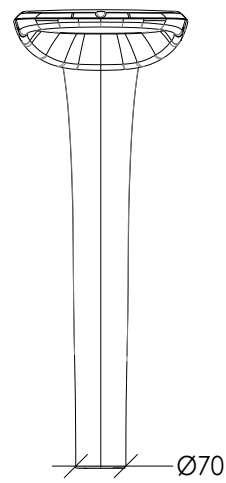
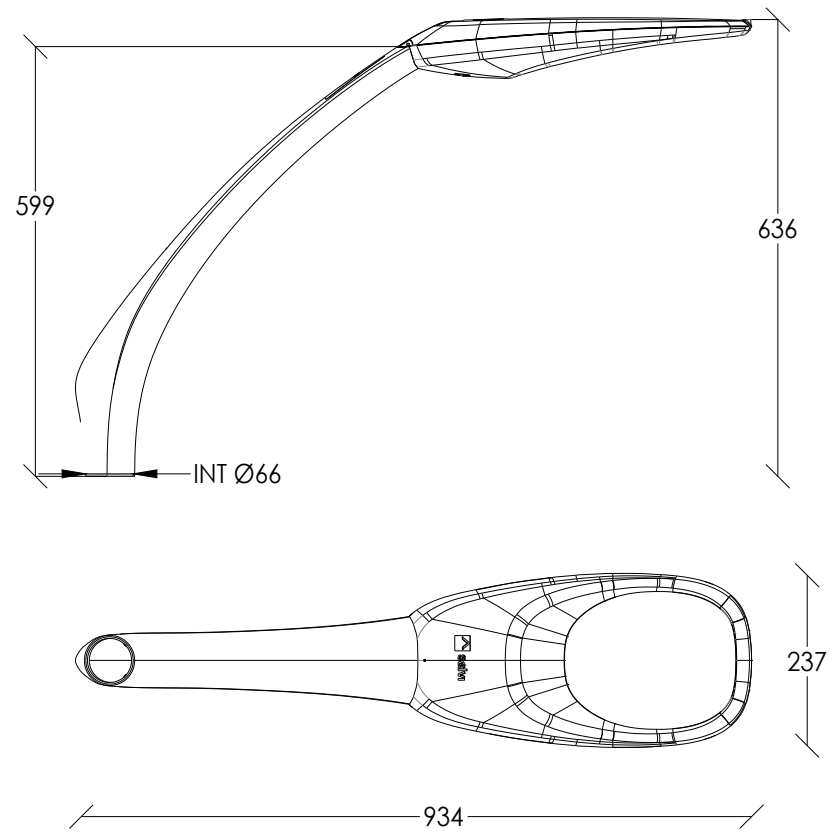
Cuadro Alumbrado Público 6



	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sanyer)
Dibujado	Marzo de 2023	Irene Royo Sanchez	
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
s.E	Plano del esquema unifilar eléctrico de los Cuadros A.P		15
			Número de hoja 3 de 3



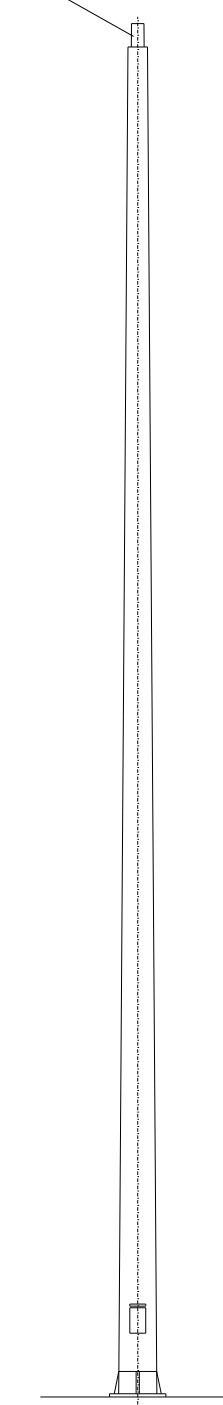
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Febrero de 2023	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobada</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>S.normas</i>			
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
1/20	Plano de detalle del cuadro A.P Cahors		16
			Número de hoja 1 de 1



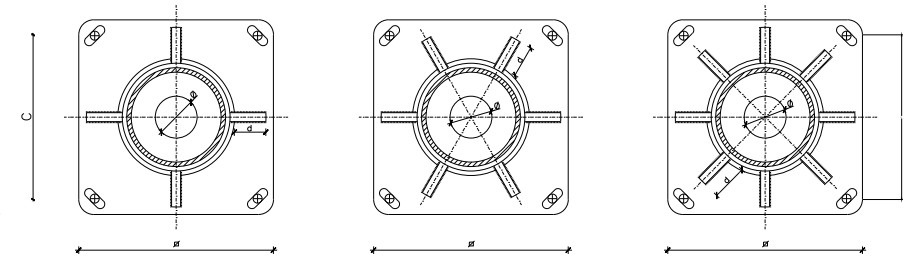
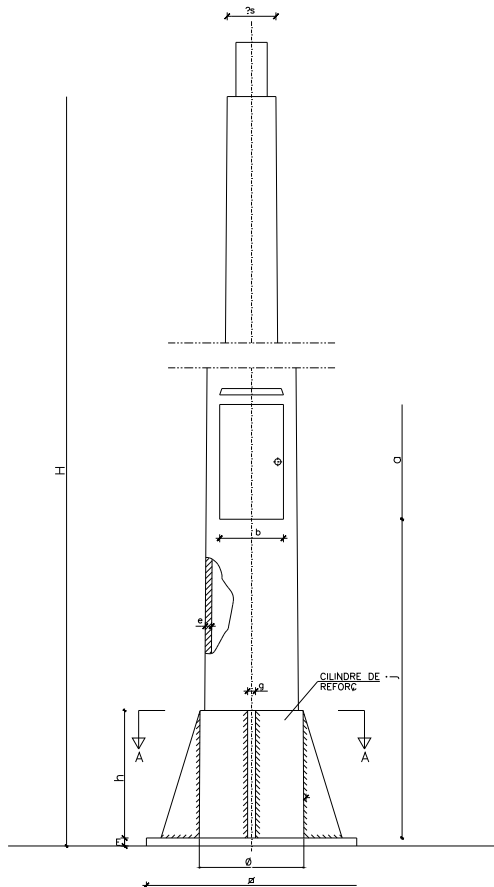
Cotas en milímetros

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Febrero de 2023	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobada</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>S.normas</i>			
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
1/10	Plano de detalle de la luminaria CLAP S PRO		17
			Número de hoja 1 de 1

EXTREMO A DETERMINAR SEGUN EL TIPO DE LUMINARIA

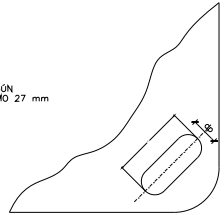


COLUMNA TIPO PARA UNA LUMINARIA



VARIANTE DE PLACAS BASE (SECCION A-A') CON CUATRO, SEIS U OCHO CARTELAS

NOTA: d_p = DIAMETRO SEGUN EL PERNO, * MAXIMO 27 mm O MINIMO 14 mm



DETALLE PLACA BASE

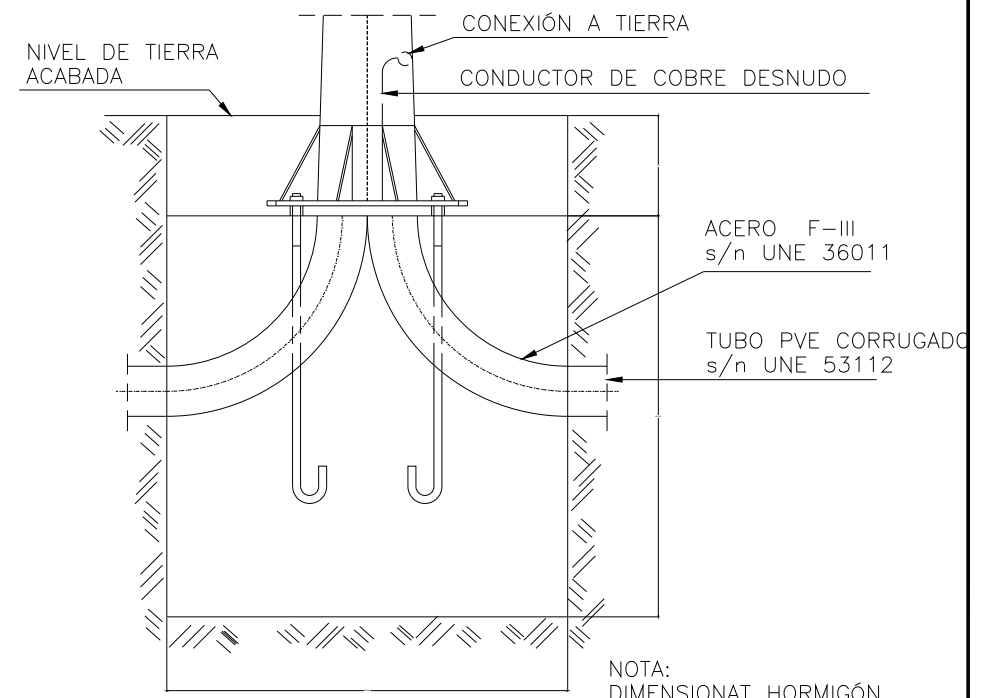
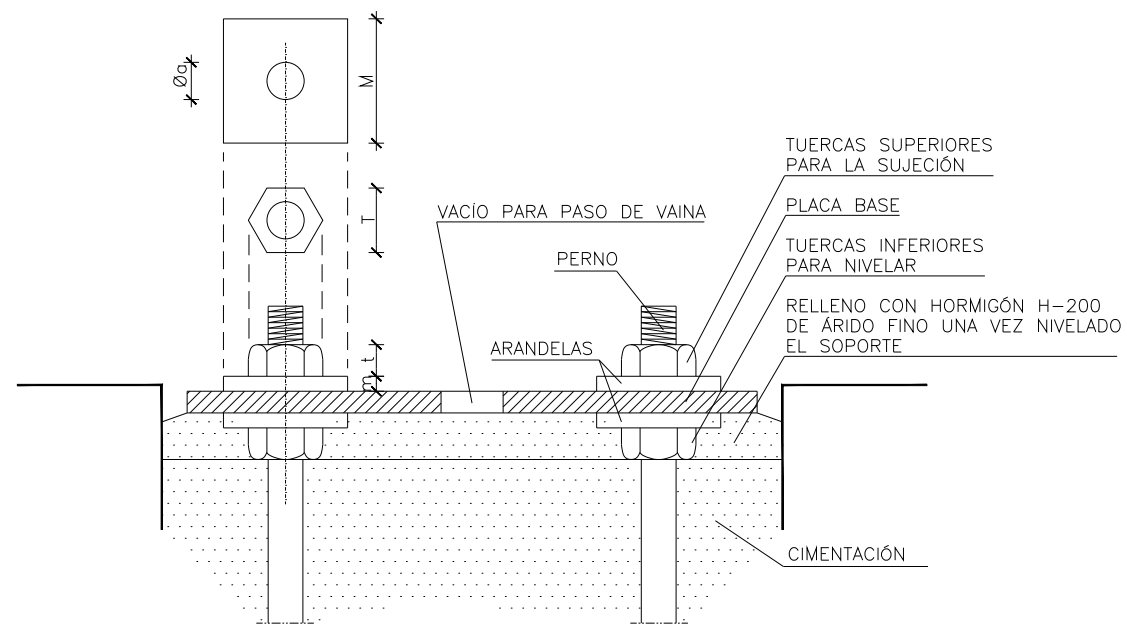
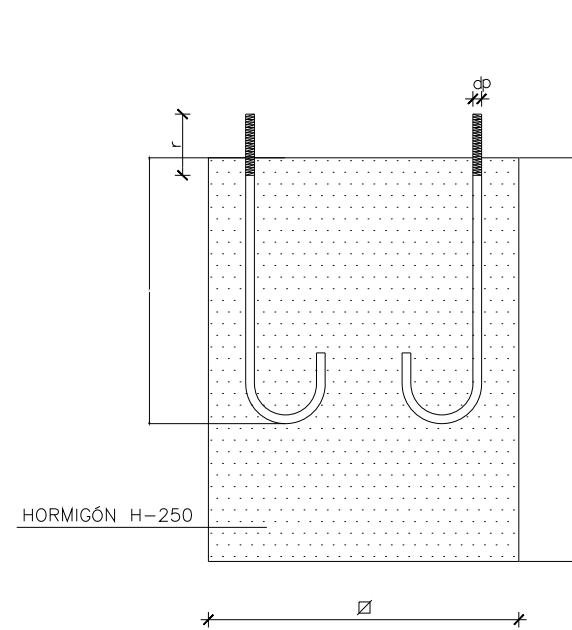
CUADRO DE COLUMNAS

H	3	3.50	4	4.50	5	6	7	8	9	10	11	12
	ds	60	60	60	60	60	60	60	76	76	76	102
di	120	130	140	150	160	160	180	180	193	206	245	258
e	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5
PORTILLA	a	190	190	210	210	300	300	300	300	300	300	300
	b	90	90	110	110	120	120	120	125	125	130	140
	j	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
CARTELAS	No	4	4	4	4	4	6	6	8	8	8	8
	h	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250
	d	50	50	50	50	50	100	100	100	100	120	120
	g	6	6	6	6	8	8	10	10	10	15	15
PLACA BASE	Ø	300	300	300	300	350	350	400	400	400	500	500
	E	5	5	6	6	8	8	10	10	10	15	15
	C	205	205	205	205	205	265	285	285	285	350	350
	X	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	m	40	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50

NOTAS: - EN LAS CARTELAS EL SIMBOLO NO REPRESENTA EL NUMERO DE UNIDADES
- LOS DIAMETROS ds Y di CORRESPONDEN A MEDIDAS INTERIORES

QUADRES I DETALLS D'ALCADES I DIMENSIONATS
TODAS LAS ALTURAS EN METROS Y TODOS LOS DIMENSIONADOS EN MILIMETROS

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Febrero de 2023	Irene Royo Sanchez	
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
S.E	Plano de detalle de las columnas		18
			Número de hoja
			1 de 1



CIMENTACIÓN Y PERNOS

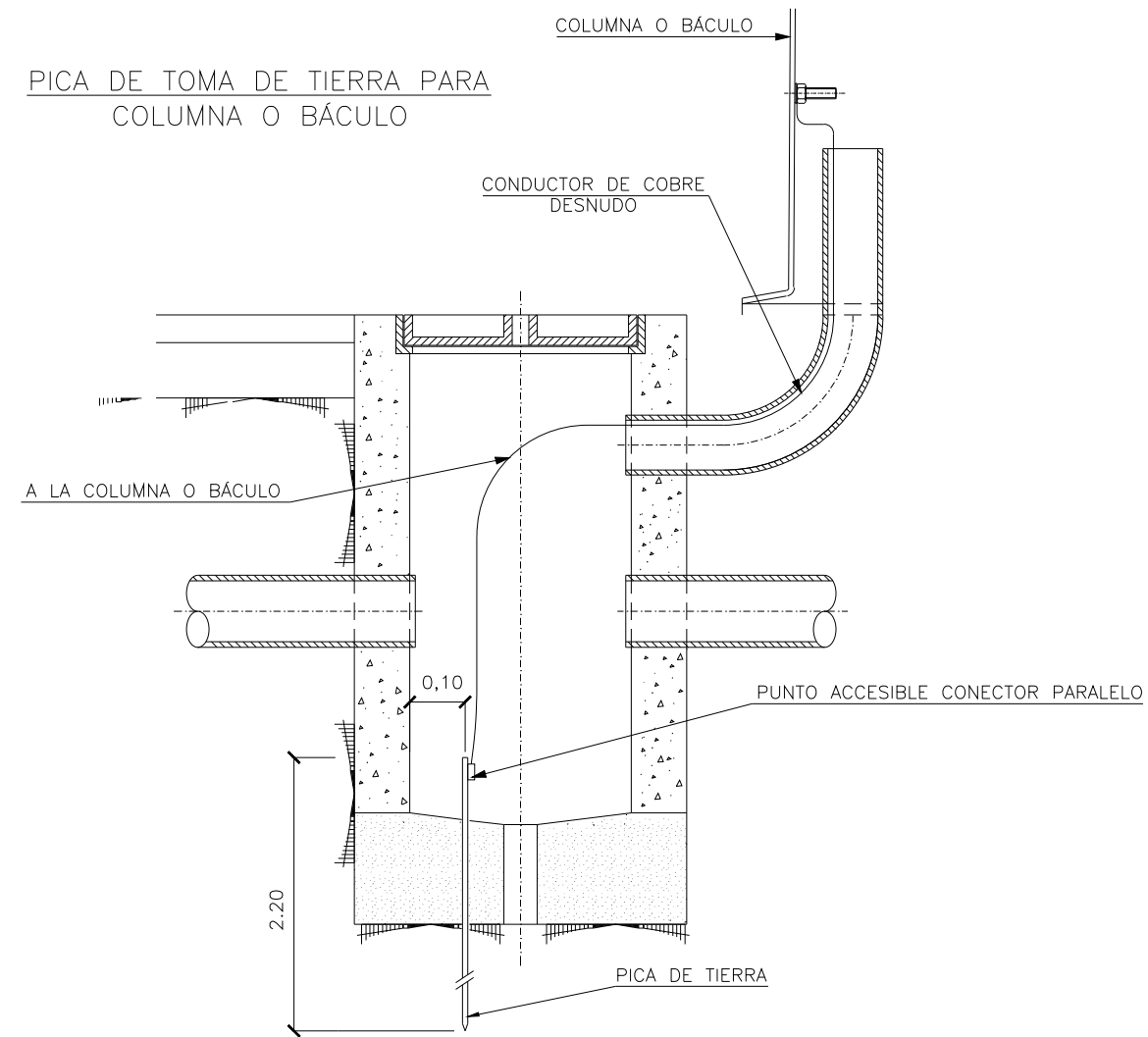
ANCLAJE DE LAS COLUMNAS

ALTURA		3	3.50	4	4.50	5	6	7	8	9	10	11	12
CIMENTACIONES	Ø	0.50	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
	H	0.65	0.65	0.65	0.65	0.70	0.80	0.80	0.80	0.95	1.00	1.00	1.20
PERNOS	L	400	400	500	500	500	500	700	700	700	900	900	900
	φ	14	14	22	22	22	22	24	24	24	27	27	27
	r	100	100	100	100	100	100	110	110	110	130	130	130
TUERCAS	T	27	27	27	27	27	36	36	36	40	40	40	40
	t	15	15	15	15	15	19	19	19	22	22	22	22
VOLANDERAS	M	50	50	50	50	50	50	50	50	60	60	60	60
	m	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8
	α	15	15	23	23	23	23	25	25	25	28	28	28

NOTA: TODAS LAS DIMENSIONES SON EN MILIMETROS EXCEPTO LOS DIMENSIONADOS DE LAS ALTURAS Y CIMENTACIONES QUE SON EN METROS

	Fecha	Nombre	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
Dibujado	Febrero de 2023	Irene Royo Sanchez	
Compobada		Lluís Massagués Vidal	
S.normas			
Escala	Título del plano		Número de plano
S.E	Plano de detalle de las cimentaciones		19
			Número de hoja
			1 de 1

PUESTA A TIERRA DE LAS LUMINARIAS DEL ALUMBRADO PÚBLICO



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas del polígono industrial de Reus (Mas Sunyer)
<i>Dibujado</i>	Febrero de 2023	Irene Royo Sanchez	
<i>Compobada</i>		Lluís Massagués Vidal	
<i>S.normas</i>			
<i>Escala</i>	Título del plano		Número de plano
S.E	Plano de detalle de la puesta a tierra para alumbrado público		20
			Número de hoja
			1 de 1

**DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL
POLÍGONO INDUSTRIAL DE REUS (MAS SUNYER)**

PLIEGO DE CONDICIONES

Grado de Ingeniería Eléctrica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

4 Pliego de Condiciones

4.1 Pliego de Condiciones Técnicas Generales

Naturaleza y objeto del Pliego General

Artículo 1. El presente Pliego General de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones particulares del Proyecto. Ambos, como parte del proyecto tienen como finalidad regular la ejecución de las obras, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles y precisan las intervenciones que corresponde, según el contrato y de acuerdo con la legislación aplicable, al Promotor o propietario de la obra, al Contratista o constructor de la obra, a sus técnicos y encargados, al Proyectista, así como las relaciones entre ellos y sus obligaciones correspondientes en orden al desempeño del contrato de la obra.

Documentación del Contrato de Obra

Artículo 2. Integran el contrato los documentos siguientes relacionados por orden de relación por el que se refiere al valor de sus especificaciones en caso de omisión o contradicción aparente:

1. Las condiciones fijadas en el mismo documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra si es que existe.
2. El Pliego de condiciones particulares.
3. El presente Pliego General de Condiciones.
4. El resto de la documentación del Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Capítulo I: Condiciones Facultativas

Epígrafe 1: Delimitación General de Funciones Técnicas

El Proyectista

Artículo 3. Corresponde al Proyectista:

- a) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que hagan falta.
- b) Asistir a las obras, tantas veces como lo requiera su naturaleza y complejidad, para resolver las contingencias que se produjeran e impartir las instrucciones complementarias que hagan falta para conseguir la solución correcta.
- c) Coordinar la intervención en obra otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- d) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar el promotor en el acto de la recepción
- e) Preparar la documentación final de la obra y expedir y subscribir el certificado de final de obra.

El Constructor

Artículo 4. Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que hagan falta y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el cual se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contempladas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.
- c) Subscribir con el Proyectista el acto de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la dirección de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilizan, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Proyectista, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el visto y aprobado a las anotaciones que se practiquen.

- g) Facilitar al Proyectista, con tiempo suficiente, los materiales necesarios por el desempeño de su cometido.
- h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- i) Suscribirse con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- j) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

Epígrafe 2: De las obligaciones y derechos generales del Contratista

Verificación de los documentos del proyecto

Artículo 5. Antes de empezar las obras, el Contratista consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Plan de Seguridad y Salud

Artículo 6. El Contratista, a la vista del Proyecto que contenga el Estudio de Seguridad y Salud o bien el Estudio básico, presentará el Plan de Seguridad y Salud que se tendrá que aprobar, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud o por la dirección facultativa en caso de no ser necesaria la designación de coordinador.

Será obligatoria la designación, por parte del promotor, de un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra siempre que a la misma intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o varios trabajadores autónomos.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud, relativo a las obligaciones que se les correspondan a ellos directamente o, en todo caso, a los trabajadores autónomos contratados por ellos. Los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Oficina a la obra

Artículo 8. El Contratista habilitará a la obra una oficina en la cual habrá una mesa o azulejo adecuado, donde se puedan extender y consultar los planos.

En la mencionada oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

El proyecto completo, incluidos los complementos que, en su caso, redacte el proyectista.

La Licencia de obras.

El Libro de Órdenes y Asistencias.

El Plan de Seguridad y Salud.

La documentación de los seguros mencionados en el artículo 4.j)

Dispondrá además el Contratista una oficina para la Dirección Facultativa, convenientemente condicionada para trabajar con normalidad en cualquier hora de la jornada.

El Libro de Incidencias, que tendrá que estar siempre a la obra, se encontrará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud o, en el caso de no ser necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa.

Representación del Contratista

Artículo 9. El Contratista está obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo a la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representar lo y adoptar en todo momento aquellas decisiones que se refieren a la Contrata.

Sus funciones serán las del Contratista según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa" el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Contratista se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometida.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la carencia de calificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al proyectista para ordenar la paralización de las obras, sin ningún derecho a reclamación, hasta que sea enmendada la deficiencia.

Presencia del Contratista en la obra

Artículo 10. El Jefe de obra, por él mismo o mediante sus técnicos o encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa en las visitas que hagan a las obras,

poniendo se a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrando los datos que hagan falta para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Trabajos no estipulados expresamente

Artículo 11. Se obliga a la contrata a ejecutar todo el que sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no se encuentre expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separar de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Proyectista dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En caso de defecto de especificación en el Pliego de condiciones particulares, se entenderá que hace falta un reformado de proyecto requiriendo consentimiento expreso de la propiedad toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Artículo 12. Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Contratista que estará obligado a volver los originales o las copias suscribiendo con su firma lo conforme que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba, tanto de la Dirección Facultativa.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones de la Dirección Facultativa quiera hacer el Contratista, tendrá que dirigir la, dentro de precisamente del plazo de tres días, a aquel que lo hubiera dictado, el cual dará al Contratista lo correspondiente recibo si así lo solicitará.

Artículo 13. El Contratista podrá requerir de la Dirección Facultativa, las instrucciones o aclaraciones que hagan falta para la correcta interpretación y ejecución del proyecto.

Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa

Artículo 14. Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, solo podrá presentar las, a través de Proyectista, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico de la Dirección Facultativa, no se admitirá ninguna reclamación, y el Contratista podrá salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Proyectista, el cual podrá limitar su respuesta al acuse de recibo que en todo caso será obligatorio por este tipo de reclamaciones.

Recusación por el Contratista del personal nombrado por el Proyectista

Artículo 15. El Contratista no podrá recusar a los Proyectistas o personal encargado por estos de la vigilancia de la obra, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por su tarea, procederá de acuerdo con aquello estipulado en el artículo precedente, pero sin que por eso no se puedan interrumpir ni perturbar la marcha de los trabajos.

Faltas del personal

Artículo 16. El Proyectista, en el caso de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometa o perturbe la marcha de los trabajos, podrá requerir el Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Artículo 17. El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, sujetando se en su caso, a aquello estipulado en el Pliego de condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

Epígrafe 3: Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares

Caminos y accesos

Artículo 18. El Contratista dispondrá por su cuenta de los accesos a la obra, la señalización y su cierre o vallado. La Dirección Facultativa podrá exigir su modificación o mejora.

Replanteo

Artículo 19. El Contratista iniciará las obras replanteando las en el terreno y señalando en las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Estos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta. El Contratista someterá el replanteo a la aprobación de la Dirección Facultativa y una vez esta haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un

plano que tendrá que ser aprobado por el Proyectista, y será responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite. Comienzo de la obra.

Ritmo de ejecución de los trabajos

Artículo 20. El Contratista empezará las obras en el plazo marcado en el Pliego de condiciones Particulares, desarrollando las en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales señalados en el Pliego mencionado queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, el Contratista tendrá que dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos al menos con tres días de anticipación.

Orden de los trabajos

Artículo 21. En general, la determinación de la orden de los trabajos es facultad de la Contrata, excepto aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, la Dirección Facultativa estime conveniente variar.

Facilidad para otros Contratistas

Artículo 22. De acuerdo con el que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General tendrá que dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que sean encomendados a todos los otros Contratistas que intervengan en la obra. Esto sin perjuicio de las compensaciones económicas que tengan lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas respetarán aquello que resuelva la Dirección Facultativa.

Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Artículo 23. Cuando sea necesario por motivo imprevisto o por cualquier accidente ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos y se continuarán según las instrucciones hechas por la Dirección Facultativa en tanto se formula o tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales aquello que la Dirección de las obras disponga para hacer calzados, apuntalamientos, escombros, recalzamientos, andamios o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, el importe del cual le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con el que se estipule.

Prórroga a causa de fuerza mayor

Artículo 24. Si a causa de fuerza mayor e independiente de la voluntad del Contratista, este no pudiera empezar las obras, o tuviera que suspender las, o no le fuera posible acabar las en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada por el desempeño de la Contrata, previo informe favorable del Proyectista. Por eso, el Contratista expondrá, en un escrito dirigido a la Dirección Facultativa la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que debido a esto se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por la mencionada causa solicita.

Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra

Artículo 25. El Contratista no podrá excusar se de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, a elegante como causa la carencia de planos o órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiendo lo solicitado por escrito no se le hubiera proporcionado.

Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Artículo 26. Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo la responsabilidad de la Dirección Facultativa y por escrito, libren los Proyectistas al Contratista, dentro de las limitaciones presupuestarias y en conformidad con aquello especificado en el Artículo 11.

Obras ocultas

Artículo 27. De todos los trabajos y unidades de obra que tengan que quedar ocultos al acabado del edificio, se levantarán los planos que hagan falta para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado y se librarán: uno a los Técnicos Proyectistas y el otro al Contratista. Estos documentos irán firmados por los técnicos directores y los contratistas. Los planos, que tendrán que ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Trabajos defectuosos

Artículo 28. El Contratista tendrá que emplear materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole técnica" del Pliego de condiciones y realizará todos y

cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con aquello especificado también en el mencionado documento.

Por eso, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en los trabajos pudieran existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados sin que le exonere de responsabilidad el control que es competencia de los Técnicos Proyectistas, ni tampoco el hecho que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán tendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia del expresado anteriormente, cuando el Técnico Proyectista detecte vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el decurso de la ejecución de los trabajos, o una vez finalizados, y antes de ser verificada la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean derrocadas o desmontados y reconstruidas o instalados de acuerdo con el que se haya contratado, y todo esto a cargo de la Contrata.

Si la Contrata no estimara justa la decisión y se negará al escombros o desmontaje y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Proyectista de la obra, que lo resolverá.

Vicios ocultos

Artículo 29. Si el Técnico Proyectista tuviera razones de peso para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier momento, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga que son defectuosos. Los gastos que ocasionen serán por anticipado del Contratista, siempre y cuando los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

Artículo 30. El Contratista tiene libertad de proveer se de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que él crea conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su utilización y encuentro, el Contratista tendrá que presentar al Técnico Proyectista una lista completa de los materiales y aparatos que tenga que emplear en la cual se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno.

Presentación de muestras

Artículo 31. A petición de la Dirección Facultativa, el Contratista le presentará las muestras de los materiales con la anticipación prevista en el Calendario de la Obra. **Materiales no utilizables**

Artículo 32. El Contratista, a cargo suyo, transportará y colocará, agrupando los ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, escombros, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de la obra o se llevará al vertedero, cuando así sea establecido en el Pliego de condiciones particulares vigente en la obra. Si no se hubiera preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de la obra cuando así lo ordene la Dirección Facultativa, pero acordando previamente con el Contratista su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de estos materiales y los gastos de su transporte.

Materiales y aparatos defectuosos

Artículo 33. Cuando los materiales, elementos instalaciones o aparatos no fueran de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación que se exige o, en fin, cuando la carencia de prescripciones formales del Pliego se reconociera o se demostrara que no eran adecuados para su objeto, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista de sustituir los por otros que satisfagan las condiciones o cumplan el objetivo al cual se destinan.

Si el Contratista en el ninguno de quince (15) días de recibir órdenes que retire los materiales que no estén en condiciones no lo ha hecho, podrá hacer de la Propiedad cargando los gastos a la Contrata.

Si los materiales, elementos instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a criterio de la Dirección Facultativa, se recibirán, pero con la rebaja de precio que él determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituir los por otros en condiciones.

Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Artículo 34. Todos los gastos de los ensayos, análisis y pruebas realizados por el laboratorio y, en general, por personas que no intervengan directamente a la obra serán por cuenta del propietario o del promotor (arte. 3.1. Del Decreto 375/1988. Generalitat de Catalunya)

Limpieza de las obras

Artículo 35. Se obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que hagan falta para que la obra ofrezca buen aspecto.

Obras sin prescripciones

Artículo 36. En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras e instalaciones y por los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la documentación restante del Proyecto, el Contratista se atenderá, en primer lugar, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

Epígrafe 4: de las recepciones de las obras e instalaciones

De las recepciones provisionales

Artículo 37. Treinta días antes de finalizar las obras, la Dirección Facultativa comunicará a la Propiedad la proximidad de su acabado con el fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta recepción se hará con la intervención de la Propiedad, del Constructor y la Dirección Facultativa. Se convocará también a los técnicos restantes que, en su caso, hubieran intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se encontraran en estado de ser admitidas.

Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el Certificado correspondiente de final de obra.

Cuando las obras no se encuentren en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se dará al Contratista las oportunas instrucciones para resolver los defectos observados, fijando un plazo para subsanar los, finalizado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiera cumplido, podrá declarar rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

Documentación final de obra

Artículo 38. La Dirección Facultativa facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente y, si se trata de viviendas, con aquello que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4.º del Real Decreto 515/1989, de 21 de abril.

Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Artículo 39. Recibimientos provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el técnico proyectista a su medición definitiva, con la asistencia precisa del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por la Dirección Facultativa con su firma, servirá por el abono por parte de la Propiedad del saldo resultante excepto la cantidad retenida en concepto de fianza.

Plazo de garantía

Artículo 40. El plazo de garantía tendrá que estipularse en el Pliego de condiciones Particulares y en cualquier caso nunca tendrá que ser inferior a nueve meses.

Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Artículo 41. Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva serán a cargo del Contratista.

Si el edificio fundido ocupado o empleado antes de la recepción definitiva, la vigilancia, limpieza y reparaciones causadas por el uso serán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la Contrata.

De la recepción definitiva

Artículo 42. La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de la fecha del cual cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la conservación normal de los edificios y quedarán solo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran afectarle por vicios de construcción.

Prórroga del plazo de garantía

Artículo 43. Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrara en las condiciones debidas, la recepción definitiva se aplazará y la Dirección Facultativa marcará al

Contratista los plazos y formas en que se tendrán que hacer las obras necesarias y, si no se efectuaran dentro de estos plazos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

De las recepciones de trabajos la contrata de las cuales haya sido rescindida

Artículo 44. En el caso de resolución del contrato, el Contratista estará obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviera concertados y a dejar la obra en condiciones de ser recomenzada por otra empresa.

Las obras y trabajos acabados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el artículo 35.

Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según aquello que se dispuso en los artículos 39 y 40 de este Pliego. Para las obras y trabajos no acabados pero aceptables a criterio de la Dirección facultativa, se efectuará una suela y definitiva recepción.

Capítulo II: Condiciones Económicas

Epígrafe 1: Principio general

Artículo 45. Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades acreditadas por su correcta actuación de acuerdo con las condiciones contractualmente establecidas.

Artículo 46. La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigir se recíprocamente las garantías adecuadas al desempeño puntual de sus obligaciones de pago.

Epígrafe 2: Fianzas

Artículo 47. El Contratista prestará fianza de acuerdo con algunos de los procedimientos siguientes, según que se estipule:

a) Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 por 100 y 10 por 100 del precio total de contrata (arte.53).

b) Mediante retención a las certificaciones parciales o pagos por anticipado en la misma proporción.

Fianza provisional

Artículo 48. En el supuesto de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte se especificará en el anuncio de la mencionada subasta y su cuantía será de encomendero, y exceptuando estipulación distinta en el Pliego de condiciones particulares vigente en la obra, de un tres por ciento (3 por 100) como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El Contratista al cual se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio por la misma, tendrá que depositar en el punto y plazo fijados al anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de condiciones particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será del diez por ciento (10 por 100) de la cantidad por la cual se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquier de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y quitada condición expreso establecida en el Pliego de condiciones Particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que sea comunicada la adjudicación y en este plazo tendrá que presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a la cual se refiere el mismo párrafo.

El incumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nulo la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiera hecho para tomar parte en la subasta.

Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Artículo 49. Si el Contratista se negara a hacer por su cuenta los trabajos necesarios para ultimar la obra en las condiciones contratadas, la Dirección Facultativa, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero o, podrá realizar los directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a las cuales tenga derecho el propietario, en el supuesto de que el importe de la fianza no fuera suficiente para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recepción.

De su devolución en general

Artículo 50. La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no exceda treinta (30) días. Una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y saldo de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

Devolución de la fianza en el supuesto de que se hagan recepciones parciales

Artículo 51. Si la propiedad, con la conformidad de la Dirección Facultativa, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que le sea devuelta la parte proporcional de la fianza.

Epígrafe 3: De los precios

Composición de los precios unitarios

Artículo 52. El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se consideran costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervengan directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalación utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscritos exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

Beneficio industrial

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las partidas anteriores.

Precio de Ejecución material

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos excepto el Beneficio Industrial.

Precio de Contrata

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma, pero no integra el precio.

Precios de contrata. Importe de contrata

Artículo 53. En el supuesto de que los trabajos a hacer en un edificio u obra ajena cualquier se contrataran a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, se a decir, el precio de ejecución material más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial de Contratista. El beneficio se estima normalmente, en un 6 por 100, salvo que en las Condiciones Particulares se establezca otro de diferente.

Precios contradictorios

Artículo 54. Se producirán precios contradictorios solo cuando la Propiedad mediante el Arquitecto decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando haya que afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

Si no hay acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre la dirección facultativa y el Contratista antes de empezar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de utilización más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiera se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Artículo 55. Si el Contratista antes de la firma del contrato, no hubiera hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

Artículo 56. En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto a la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se respetará aquello previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas, y en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones particulares.

De la revisión de los precios contratados

Artículo 57. Si se contratan obras por su cuenta y riesgo, no se admitirá la revisión de los precios en cuanto que el incremento no llegue, en la suma de las unidades que faltan para realizar de acuerdo con el Calendario, a un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

En caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la revisión correspondiente de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, recibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100. No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

Almacenamiento de materiales

Artículo 58. El Contratista está obligado a hacer los almacenamientos de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales almacenados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de este; de su cura y conservación será responsable el Contratista.

Epígrafe 4: Obras por administración**Administración**

Artículo 59. Se dicen "Obras por Administración" aquellas en que las gestiones que haga falta para su realización las lleve directamente el propietario, sea él personalmente, sea un representante suyo o bien mediante un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

Obras por administración directa

Artículo 60. Se dicen "Obras por Administración directa" aquellas en que el Propietario por sí mismo o mediante un representante suyo, que puede ser la Dirección Facultativa, autorizado expresamente por este tema, lleve directamente las gestiones que hagan falta para la ejecución de la obra, adquiriendo en los materiales, contratando en su transporte a la obra y, en definitiva, interviniendo directamente en todas las operaciones precisas porque el personal y los obreros contratados por él puedan realizar la; en estas obras el constructor, si estuviera, o el encargado de su realización, es un simple dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es el que reúne, por lo tanto, la doble personalidad de Propiedad y Contratista.

Obras por administración delegada o indirecta

Artículo 61. Se entiende por "Obra por administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor porque este último, por conde de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que hagan falta y se convengan.

Son, por lo tanto, características peculiares de las "Obras por Administración delegada o indirecta" las siguientes:

- a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por medio del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservando es el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí mismo o mediante la Dirección Facultativa en su representación, la orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos tienen que emplearse y, al fin, todos los elementos que crea necesarios para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del Contratista, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares que hagan falta y, en definitiva, todo aquello que, en armonía con su tarea, se requiera para la ejecución de los trabajos, recibiendo por eso del Propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonadas por el Contratista.

Liquidación de obras por administración

Artículo 62. Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que con cuyo objeto se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; en caso de que no hubiera, los gastos de administración las presentará el Contratista al Propietario, en relación valorada a la cual se adjuntarán en el orden expresado más adelante los documentos siguientes conformados todos ellos por la Dirección facultativa:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o la utilización de los mencionados materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a aquello que es establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañante las mencionadas nóminas con una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listados, guardianes, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo al cual correspondan las nóminas que se presenten.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y otras cargas inherentes a la obra que hayan pagado o en la gestión de la cual haya intervenido el Constructor, puesto que su abono es siempre por anticipado del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en la gestión o pago de la cual hayan intervenido el Constructor se le aplicará, si no hay convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los gastos generales que originen al Constructor los trabajos por administración que realice el Beneficio Industrial del mismo

Abono a los constructores de las cuentas de administración delegada

Artículo 63. Quitado pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada, los realizará el Propietario mensualmente según los comunicados de trabajo realizados aprobados por el propietario o por su delegado representando.

Independientemente, la dirección Facultativa Técnico redactará, con la misma periodicidad, la medición de la obra realizada, valorando la de acuerdo con el presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Contratista, sino que se hubiera pactado el contrario contractualmente.

Normas para la adquisición de los materiales y aparatos

Artículo 64. No obstante, las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Contratista se le autoriza para gestionar los y adquirir los, tendrá que presentar al Propietario, o en su representación a la Dirección Facultativa, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirir los.

Responsabilidad del constructor en el bajo rendimiento de los obreros

Artículo 65. Si la Dirección Facultativa advirtiera en los comunicados mensuales de obra ejecutada que preceptivamente tiene que presentar le el Contratista, que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en alguna de las unidades de obra ejecutadas fueran notablemente inferiores a los rendimientos normales admitidos generalmente para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Contratista, con el fin de que este haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por la Dirección Facultativa.

Si una vez hecha esta notificación al Contratista, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegaran a los normales, el Propietario queda facultado por resarcir de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonar le al Contratista en las liquidaciones quincenales que preceptivamente se tengan que efectuar le. En caso de no llegar ambas partes en un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Responsabilidades del contratista

Artículo 66. En los trabajos de "Obras por Administración delegada" el Contratista solo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades ejecutadas por él y también los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas necesarias y que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y exceptuando el expresado en el artículo 63 precedente, no será responsable del mal resultado que pudieran dar los materiales y aparatos elegidos segundos las normas establecidas en este artículo. En virtud del que se ha consignado anteriormente, el Contratista está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

En virtud del que se ha consignado anteriormente, el Contratista está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

Epígrafe 5: De la valoración y abono de los trabajos

Formas diferentes de abono de las obras

Artículo 67. Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y exceptuando que en el Pliego Particular de Condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así: 1º Tipo fijo o tanto levantado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso al importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2º Tipo fijo o tanto levantado por unidad de obra, el precio invariable del cual se haya fijado de antemano, pudiendo variar solo el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las unidades diversas de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano por cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las compresas en los trabajos ejecutados y ultimados de acuerdo con los documentos que constituyen el Proyecto, los cuales servirán de base para la medición y valoración de las varias unidades.

3º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes de la Dirección Facultativa. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4º Por listas de jornales y recibos de materiales autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones económicas" determina.

5º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Relaciones valoradas y certificaciones

Artículo 68. En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado la Dirección Facultativa. El trabajo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además aquello establecido en el presente "Pliego General de Condiciones económicas" respecto a mejoras o sustituciones de materiales o a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias por extender esta relación, la Dirección Facultativa le facilitará los datos correspondientes de la relación valorada, acompañante las de una nota de envío, al objeto que, dentro del plazo de manantial (10) días a partir de la fecha de recepción de esta nota, el Contratista pueda al examinar las y volver las firmadas con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recepción, la Dirección Facultativa aceptará o rehusará las reclamaciones del Contratista si estuvieran, dando le cuenta de su resolución y pudiendo el Contratista, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución de la Dirección Facultativa en la forma prevista en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, la Dirección Facultativa expedirá la certificación de las obras ejecutadas.

Del importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido. El material almacenado a pie de obra por indicación exprés y por escrito del Propietario, podrá certificar se hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuran en los documentos del Proyecto, sin afectar los del tanto por ciento de Contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al periodo al cual se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se derivan de la liquidación final, no suponiendo tampoco estas certificaciones ni aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solo la obra ejecutada en el plazo al cual la valoración se refiere. En caso de que la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán en su origen.

Mejoras de obras entrega ejecutadas

Artículo 69. Cuando el Contratista, incluido con autorización de la Dirección Facultativa, utilizara materiales de preparación más cuidadosa o de medidas más grandes que el señalado en el Proyecto o sustituyera una clase de fábrica por otra de precio más alto, o ejecutara con dimensiones más grandes cualquier parte de la obra o, en general introdujera en la obra sin pedir le, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a criterio del Técnico Director, no tendrá derecho, no obstante, más que al abono del que pudiera corresponder en el supuesto de que hubiera construido la obra con estricto sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

Abono de trabajos presupuestados con partida levantada

Artículo 70. Exceptuando el preceptuado en el "Pliego de condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida levantada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si hay precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida levantada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si hay precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida levantada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no hay precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida levantada se abonará íntegramente al Contratista, exceptuando el caso que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de esta partida se tiene que justificar, en este caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a la ejecución, el procedimiento que se tiene que seguir para llevar esta cuenta que, en realidad será de administración, valorando en los materiales y jornales a los precios que figuran en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que anteriormente a la ejecución convengan ambas partes, incrementando se el importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados

Artículo 71. Cuando haber que efectuar agotamientos, inyecciones u otros trabajos de cualquier índole especial u ordinaria, que por no haber sido contratados no fueran por cuenta del Contratista, y si no fueran contratados con tercera persona, el Contratista tendrá la obligación de hacer los y de pagar los gastos de todo tipo que ocasionen, y le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata. Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará junto con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de condiciones Particulares.

Pagos

Artículo 72. El Propietario pagará en los plazos previamente establecidos.

El importe de estos plazos corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verificarán los pagos.

Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Artículo 73. Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos, para su abono se procederá así:

- 1.º Si los trabajos que se hacen estuvieran especificados en el Proyecto y, sin causa justificada, no se hubieran realizado por el Contratista a su tiempo, y la Dirección Facultativa exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con el que se estableció en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el supuesto de que estos precios fueran inferiores a los vigentes en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- 2.º Si se han hecho trabajos puntuales para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, debido a que este ha sido utilizado durante este tiempo por el Propietario, se valorarán y abonarán los precios del día, previamente acordados.
- 3.º Si se han hecho trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, no se abonará por estos trabajos nada al Contratista.

Epígrafe 6: De las indemnizaciones mutuas**Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de acabado de las obras**

Artículo 74. La indemnización por retraso en el acabado se establecerá en un tanto por mil (0/000) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de acabado fijado en el calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo en la fianza.

Demora de los pagos

Artículo 75. Si el propietario no pagara las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente a que corresponde el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cuatro y medio por ciento (4,5 por 100) anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo de retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si todavía transcurrieran dos meses a partir del acabado de este plazo de un mes sin realizar se este pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediendo se a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales almacenados, siempre que estos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la finalización de la obra contratada o adjudicada.

A pesar del expresado anteriormente, se rehusará toda solicitud de resolución del contrato fundado en la demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de la mencionada solicitud ha invertido en obra o en materiales almacenados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

Epígrafe 7: Varios Mejoras y aumentos de obra.**Casos contrarios**

Artículo 76. No se admitirán mejoras de obra, solo en el supuesto de que el Técnico Director haya mandado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, excepto en caso de error en las mediciones del Proyecto, a no ser que la Dirección Facultativa ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o utilización, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenantes utilizar y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Artículo 77. Cuando por cualquier causa hubiera que valorar obra defectuosa, pero aceptable según la Dirección Facultativa de las obras, este determinará el precio o partida de abono después de sentir al Contratista, el cual se tendrá que conformar con la mencionada resolución, excepto el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, se estime más derrocar la obra y rehacer la de acuerdo con condiciones, sin exceder el mencionado plazo.

Seguro de las obras

Artículo 78. El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por Contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, porque con cargo a la cuenta se abone la obra que se construya, y a medida que esta se vaya haciendo. El reintegro de esta cantidad al Contratista se hará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, quitado conformidad expreso del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de este importe por menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción del que anteriormente se ha expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales almacenados, etc., y una indemnización equivalente en el importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubieran abonado, pero solo en proporción equivalente a aquello que represente la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados con cuyo objeto por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijará previamente la parte de edificio que tenga que ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro tiene que comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran a la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratar los, en conocimiento del Propietario, al objeto de recaudar de este su previa conformidad u objeciones.

Conservación de la obra

Artículo 79. Si el Contratista, todo y siente su obligación, no atiende la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el supuesto de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo el que haga falta porque se atienda la vigilancia, limpieza y todo el que se tuviera que menester por su buena conservación, abonando se todo por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buen acabado de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejar lo desocupado y limpio en el plazo que la Dirección Facultativa fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el supuesto de que la conservación del edificio sea a cargo del Contratista, no se guardarán más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc. que los indispensables para la vigilancia y limpieza y por los trabajos que fuera necesario ejecutar.

En todo caso, tanto si el edificio está ocupado como si no, el Contratista está obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de condiciones Económicas".

Utilización por el contratista de edificios o corderos del propietario

Artículo 80. Cuando durante la ejecución de las obras el Contratista ocupe, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o utilice materiales o útiles que pertenezcan al Propietario, tendrá obligación de adobar los y conservar los para hacer entrega al acabado del contrato, en estado de perfecta conservación, reposando los que se hubieran inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el supuesto de que al acabar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiera cumplido el Contratista con aquello previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a expensas de aquel y con cargo a la fianza.

4.2 Pliego de Condiciones Técnicas Particulares

4.2.1 Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para Instalaciones de Alta Tensión

Preparación y programación de la obra

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

Zanjas

Zanjas en tierra

Ejecución

Su ejecución comprende:

a) Apertura de las zanjas

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georadar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales). Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados)

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual, si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados)

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos

huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada)

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) Colocación de la cinta de "atención al cable"

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

g) Carga y transporte de las tierras sobrantes

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

Dimensiones y condiciones generales de ejecución

Zanja normal para media tensión

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

Zanja para media tensión con servicios

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

- a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las

- canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
 - c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

Zanja con más de una banda horizontal

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

Zanjas en roca

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

Zanjas anormales y especiales

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

Rotura de pavimentos

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

Galerías

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

Galerías visitables

- Limitación de servicios existentes:

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales:

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m:

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables:

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc.).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables:

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc.) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles:

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico:

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería:

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería:

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

Galerías o zanjas registrables

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

Atrajeas o canales revisables

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

Bandejas, soportes, palomillas o sujeciones directas a la pared

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc.), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

Cruzamientos, proximidades y paralelismos

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

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 "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- a) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- b) Para el cruce de ferrocarriles.
- c) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- d) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- e) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

Materiales

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual, si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 o 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

Dimensiones y características generales de ejecución

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 o 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se tapan cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones

Cruzamientos

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo

a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso, se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

Proximidades y paralelismos

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará 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 de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

Tendido de cables

Tendido de cables en zanja abierta

Manejo y preparación de bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que, si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además, se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

Tendido de cable en galerías o tubulares

Tendido de cables en tubulares

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

Tendido de cables en galería

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

Montajes

Empalmes

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

Botellas terminales

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior de Empalmes.

Autoválvulas y seccionador

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra

del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ω.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. φ inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

Herrajes y conexiones

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

Colocación de soportes y palomillas

Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

Conversiones aero-subterráneas

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo-subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso, el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo-subterránea.

- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.

- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica.

El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Aseguramiento de la calidad

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsable de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

4.2.2 Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para instalaciones de Baja Tensión

Objeto

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de distribución.

Campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de redes subterráneas de Baja Tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

Ejecución del trabajo

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

Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajos las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del

terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Apertura de zanjas

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales). Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

Canalización

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.
- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

Zanja

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupe cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares de B.T. dentro de una misma banda será como mínimo de 10 cm (25 cm si alguno de los cables es de A.T).

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cable directamente enterrado

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera

necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

Cable entubado

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior al indicado en la ITC-BOT-21, tabla 9.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 o 20 m. según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se taparán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

Cruzamientos

Calles y carreteras.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón, y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

Otros cables de energía eléctrica.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada. Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

Canalizaciones de agua y gas.

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos, etc.), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas.

Depósitos de carburante.

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

Proximidades y paralelismos

Otros cables de energía eléctrica.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

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 respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

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

Canalizaciones de gas.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

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

Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Transporte de bobinas y cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura de cables no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

Identificación

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonada y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc. En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

Puesta a tierra

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

Montajes diversos

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

Armario de distribución

La fundación de los armarios tendrá como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

Materiales

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

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

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

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

Recepción de obra

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

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

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

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

4.2.3 Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para Centros de Transformación

Objeto

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

Obra civil

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

Emplazamiento

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

Excavación

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

Acondicionamiento

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

Edificio prefabricado de hormigón

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo, se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.

- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje. De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

Evacuación y extinción del aceite aislante

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

Ventilación

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible. En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP 23D, según Norma UNE-EN 61330.

Instalación eléctrica

Aparamenta AT

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF₆) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF₆ confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas

o entrada de agua en el centro. El corte en SF₆ resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la apareamiento previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apareamiento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexionadas mediante tornillos.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termoretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

Un ≤ 20 kV

- Tensión asignada: 24 kV
 - Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 50 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 125 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

20 kV < Un ≤ 30 kV

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 70 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 170 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

Transformadores

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador. Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

Equipos de medida

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

Acometidas subterráneas

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

Alumbrado

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

Puestas a tierra

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm².
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 Ohmios.

Normas de ejecución de las instalaciones

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

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

Pruebas reglamentarias

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

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

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

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminadas su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

Previsiones generales

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

Puesta en servicio

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

Separación de servicio

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

Mantenimiento

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60 °C.

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

Certificados y documentación

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

Libro de órdenes

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

Recepción de la obra

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

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

4.2.4 Condiciones Técnicas Particulares para Alumbrado Público

Condiciones Técnicas para la Ejecución de Alumbrados Públicos

Objeto y campo de aplicación

Artículo 1.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de alumbrados públicos, especificadas en el correspondiente Proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de alumbrados públicos.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

Artículo 2.

El Contratista deberá atenerse a la Normativa de aplicación especificada en la Memoria del Proyecto.

Ejecución de los trabajos**CAPÍTULO I: MATERIALES.**Artículo 3. Norma General.

Todos los materiales empleados, de cualquier tipo y clase, aún los no relacionados en este Pliego, deberán ser de primera calidad.

Antes de la instalación, el contratista presentará a la Dirección Técnica los catálogos, cartas, muestras, etc., que ésta le solicite. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Técnica.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica, aún después de colocados, si no cumplieren con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan las calidades exigidas.

Artículo 4. Conductores.

Serán de las secciones que se especifican en los planos y memoria.

Todos los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada 0,6/1 kV. La resistencia de aislamiento y la rigidez dieléctrica cumplirán lo establecido en el apartado 2.9 de la ITC-BT-19.

El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica, del nombre del fabricante de los conductores y le enviará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reuniese la suficiente garantía a juicio de la Dirección Técnica, antes de instalar los conductores se comprobarán las características de éstos en un Laboratorio Oficial. Las pruebas se reducirán al cumplimiento de las condiciones anteriormente expuestas.

No se admitirán cables que no tengan la marca grabada en la cubierta exterior, que presente desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen.

No se permitirá el empleo de conductores de procedencia distinta en un mismo circuito.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

Artículo 5. Lámparas.

Se utilizarán el tipo y potencia de lámparas especificadas en memoria y planos. El fabricante deberá ser de reconocida garantía.

El bulbo exterior será de vidrio extraduro y las lámparas solo se montarán en la posición recomendada por el fabricante.

El consumo, en vatios, no debe exceder del +10% del nominal si se mantiene la tensión dentro del +-5% de la nominal.

La fecha de fabricación de las lámparas no será anterior en seis meses a la de montaje en obra.

Artículo 6. Protección contra cortocircuitos.

Cada punto de luz llevará dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A.

Artículo 7. Cajas de empalme y derivación.

Estarán provistas de fichas de conexión y serán como mínimo P-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones de agua en todas direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Artículo 8. Brazos murales.

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Las dimensiones serán como mínimo las especificadas en el proyecto, pero en cualquier caso resistirán sin deformación una carga que estará en función del peso de la luminaria, según los valores adjuntos.

Dicha carga se suspenderá en el extremo donde se coloca la luminaria:

Peso luminaria (kg)	Carga vertical (kg)
1	5
2	6

3	8
4	10
5	11
6	13
8	15
10	15
12	21
14	24

Los medios de sujeción ya sean placas o garras, también serán galvanizados.

En los casos en que los brazos se coloquen sobre apoyos de madera, la placa tendrá una forma tal que se adapte a la curvatura del apoyo.

En los puntos de entrada de los conductores se colocará una protección suplementaria de material aislante a base de anillos de protección de PVC.

Artículo 9. Báculos y columnas.

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Estarán contruidos en chapa de acero, con un espesor de 2,5 mm. cuando la altura útil no sea superior a 7 m. y de 3 mm. para alturas superiores.

Los báculos resistirán sin deformación una carga de 30 kg. suspendido en el extremo donde se coloca la luminaria, y las columnas o báculos resistirán un esfuerzo horizontal de acuerdo con los valores adjuntos, en donde se señala la altura de aplicación a partir de la superficie del suelo:

Altura (m)	Fuerza horizontal (kg)	Altura de aplicación (m)
6	50	3
7	50	4
8	70	4
9	70	5
10	70	6
11	90	6
12	90	7

En cualquier caso, tanto los brazos como las columnas y los báculos, resistirán las solicitaciones previstas en la ITC-BT-09, apdo. 6.1, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5 particularmente teniendo en cuenta la acción del viento.

No deberán permitir la entrada de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.

Las columnas y báculos deberán poseer una abertura de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 m. del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección de agua, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas o báculos fijados o incorporados a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección o maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado, o en la propia obra de fábrica.

Las columnas y báculos llevarán en su parte interior y próximo a la puerta de registro, un tornillo con tuerca para fijar la terminal de la pica de tierra.

Artículo 10. Luminarias.

Las luminarias cumplirán, como mínimo, las condiciones de las indicadas como tipo en el proyecto, en especial en:

- tipo de portalámpara.
- características fotométricas (curvas similares).
- resistencia a los agentes atmosféricos.
- facilidad de conservación e instalación.
- estética.

- facilidad de reposición de lámpara y equipos.
- condiciones de funcionamiento de la lámpara, en especial la temperatura (refrigeración, protección contra el frío o el calor, etc.).
- protección, a lámpara y accesorios, de la humedad y demás agentes atmosféricos.
- protección a la lámpara del polvo y de efectos mecánicos.

Artículo 11. Cuadro de maniobra y control.

Los armarios serán de poliéster con departamento separado para el equipo de medida, y como mínimo IP-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones del agua en todas las direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Todos los aparatos del cuadro estarán fabricados por casas de reconocida garantía y preparados para tensiones de servicio no inferior a 500 V.

Los fusibles serán APR, con bases apropiadas, de modo que no queden accesibles partes en tensión, ni sean necesarias herramientas especiales para la reposición de los cartuchos. El calibre será exactamente el del proyecto.

Los interruptores y conmutadores serán rotativos y provistos de cubierta, siendo las dimensiones de sus piezas de contacto suficientes para que la temperatura en ninguna de ellas pueda exceder de 65 °C, después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Su construcción ha de ser tal que permita realizar un mínimo de maniobras de apertura y cierre, del orden de 10.000, con su carga nominal a la tensión de trabajo sin que se produzcan desgastes excesivos o averías en los mismos.

Los contactores estarán probados a 3.000 maniobras por hora y garantizados para cinco millones de maniobras, los contactos estarán recubiertos de plata. La bobina de tensión tendrá una tensión nominal de 400 V., con una tolerancia del +- 10 %. Esta tolerancia se entiende en dos sentidos: en primer lugar, conectarán perfectamente siempre que la tensión varíe entre dichos límites, y en segundo lugar no se producirán calentamientos excesivos cuando la tensión se eleve indefinidamente un 10% sobre la nominal. La elevación de la temperatura de las piezas conductoras y contactos no podrá exceder de 65 °C después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Asimismo, en tres interrupciones sucesivas, con tres minutos de intervalo, de una corriente con la intensidad correspondiente a la capacidad de ruptura y tensión igual a la nominal, no se observarán arcos prolongados, deterioro en los contactos, ni averías en los elementos constitutivos del contactor.

En los interruptores horarios no se consideran necesarios los dispositivos astronómicos. El volante o cualquier otra pieza serán de materiales que no sufran deformaciones por la temperatura ambiente. La cuerda será eléctrica y con reserva para un mínimo de 36 horas. Su intensidad nominal admitirá una sobrecarga del 20 % y la tensión podrá variar en un +- 20%. Se rechazará el que adelante o atrase más de cinco minutos al mes.

Los interruptores diferenciales estarán dimensionados para la corriente de fuga especificada en proyecto, pudiendo soportar 20.000 maniobras bajo la carga nominal. El tiempo de respuestas no será superior a 30 ms y deberán estar provistos de botón de prueba.

La célula fotoeléctrica tendrá alimentación a 230 V. +- 15%, con regulación de 20 a 200 lux.

Todo el resto de pequeño material será presentado previamente a la Dirección Técnica, la cual estimará si sus condiciones son suficientes para su instalación.

Artículo 12. Protección de bajantes.

Se realizará en tubo de hierro galvanizado de 2'' de diámetro, provista en su extremo superior de un capuchón de protección de PVC., a fin de lograr estanquidad, y para evitar el rozamiento de los conductores con las aristas vivas del tubo, se utilizará un anillo de protección de PVC. La sujeción del tubo a la pared se realizará mediante accesorios compuestos por dos piezas, vástago roscado para empotrar y soporte en chapa plastificado de tuerca incorporada, provisto de cierre especial de seguridad de doble plegado.

Artículo 13. Tubería para canalizaciones subterráneas.

Se utilizará exclusivamente tubería de PVC rígida de los diámetros especificados en el proyecto.

Artículo 14. Cable fiador.

Se utilizará exclusivamente cable espiral galvanizado reforzado, de composición 1x19+0, de 6 mm. de diámetro, en acero de resistencia 140 kg/mm², lo que equivale a una carga de rotura de 2.890 kg. El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica del nombre del fabricante y le enviará una muestra del mismo.

CAPÍTULO II: EJECUCIÓN.

Artículo 15. Replanteo.

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Técnica, con representación del contratista. Se dejarán estaquillas o cuantas señalizaciones estime conveniente la Dirección Técnica. Una vez terminado el replanteo, la vigilancia y conservación de la señalización correrán a cargo del contratista. Cualquier nuevo replanteo que fuese preciso, por desaparición de las señalizaciones, será nuevamente ejecutado por la Dirección Técnica.

CAPITULO II-A: CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS.

ZANJAS

Artículo 16. Excavación y relleno.

Las zanjas no se excavarán hasta que vaya a efectuarse la colocación de los tubos protectores, y en ningún caso con antelación superior a ocho días. El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones con objeto de evitar accidentes.

Si la causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas las zanjas amenazasen derrumbarse, deberán ser entibadas, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso en que penetrase agua en las zanjas, ésta deberá ser achicada antes de iniciar el relleno.

El fondo de las zanjas se nivelará cuidadosamente, retirando todos los elementos puntiagudos o cortantes. Sobre el fondo se depositará la capa de arena que servirá de asiento a los tubos.

En el relleno de las zanjas se emplearán los productos de las excavaciones, salvo cuando el terreno sea rocoso, en cuyo caso se utilizará tierra de otra procedencia. Las tierras de relleno estarán libres de raíces, fangos y otros materiales que sean susceptibles de descomposición o de dejar huecos perjudiciales. Después de rellenar las zanjas se apisonarán bien, dejándolas así algún tiempo para que las tierras vayan asentándose y no exista peligro de roturas posteriores en el pavimento, una vez que se haya repuesto.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de las zanjas, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno circundante. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarle no ocasione perjuicio alguno.

Artículo 17. Colocación de los tubos.

Los conductos protectores de los cables serán conformes a la ITC-BT-21, tabla 9.

Los tubos descansarán sobre una capa de arena de espesor no inferior a 5 cm. La superficie exterior de los tubos quedará a una distancia mínima de 46 cm. por debajo del suelo o pavimento terminado.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos, sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas.

A unos 25 cm por encima de los tubos y a unos 10 cm por debajo del nivel del suelo se situará la cinta señalizadora.

Artículo 18. Cruces con canalizaciones o calzadas.

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, gas, etc.) y de calzadas de vías con tránsito rodado, se rodearán los tubos de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 10 cm.

En los cruces con canalizaciones, la longitud de tubo a hormigonar será, como mínimo, de 1 m. a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre ésta y la pared exterior de los tubos de 15 cm. por lo menos.

Al hormigonar los tubos se pondrá un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable pegar los tubos con el producto apropiado.

CIMENTACIÓN DE BÁCULOS Y COLUMNAS

Artículo 19. Excavación.

Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los báculos y columnas, en cualquier clase de terreno.

Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta sería por cuenta del contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con el objeto de evitar accidentes.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que lo circunda. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

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

HORMIGÓN

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

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

- Cemento: 1
- Arena: 3
- Grava: 6

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

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde troncocónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura "H" del hormigón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

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

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

OTROS TRABAJOS

Artículo 20. Transporte e izado de báculos y columnas.

Se emplearán los medios auxiliares necesarios para que durante el transporte no sufran las columnas y báculos deterioro alguno.

El izado y colocación de los báculos y columnas se efectuará de modo que queden perfectamente aplomados en todas las direcciones.

Las tuercas de los pernos de fijación estarán provistas de arandelas.

La fijación definitiva se realizará a base de contratueras, nunca por graneteo. Terminada esta operación se rematará la cimentación con mortero de cemento.

Artículo 21. Arquetas de registro.

Serán de las dimensiones especificadas en el proyecto, dejando como fondo la tierra original a fin de facilitar el drenaje.

El marco será de angular 45 x 45 x 5 y la tapa, prefabricada, de hormigón de $R_k = 160 \text{ kg/cm}^2$, armado con diámetro 10 o metálica y marco de angular 45 x 45 x 5. En el caso de aceras con terrazo, el acabado se realizará fundiendo losas de idénticas características.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las arquetas con el objeto de evitar accidentes.

Cuando no existan aceras, se rodeará el conjunto arqueta-cimentación con bordillos de 25 x 15 x 12 prefabricados de hormigón, debiendo quedar la rasante a 12 cm. sobre el nivel del terreno natural.

Artículo 23. Tendido de los conductores.

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como roces perjudiciales y tracciones exageradas.

No se dará a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor que los valores indicados por el fabricante de los conductores.

Artículo 24. Acometidas.

Serán de las secciones especificadas en el proyecto, se conectarán en las cajas situadas en el interior de las columnas y báculos, no existiendo empalmes en el interior de los mismos. Sólo se quitará el aislamiento de los conductores en la longitud que penetren en las bornas de conexión.

Las cajas estarán provistas de fichas de conexión (IV). La protección será, como mínimo, IP-437, es decir, protección contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm. (4), contra agua de lluvia hasta 60° de la vertical (3) y contra energía de choque de 6 julios (7). Los fusibles (I) serán APR de 6 A, e irán en la tapa de la caja, de modo que ésta haga la función de seccionamiento. La entrada y salida de los conductores de la red se realizará por la cara inferior de la caja y la salida de la acometida por la cara superior.

Las conexiones se realizarán de modo que exista equilibrio entre fases.

Cuando las luminarias no lleven incorporado el equipo de reactancia y condensador, dicho equipo se fijará sólidamente en el interior del báculo o columna en lugar accesible.

Artículo 25. Empalmes y derivaciones.

Los empalmes y derivaciones se realizarán preferiblemente en las cajas de acometidas descritas en el apartado anterior. De no resultar posible se harán en las arquetas, usando fichas de conexión (una por hilo), las cuales se encintarán con cinta auto soldable de una rigidez dieléctrica de 12 kV/mm, con capas a medio solape y encima de una cinta de vinilo con dos capas a medio solape.

Se reducirá al mínimo el número de empalmes, pero en ningún caso existirán empalmes a lo largo de los tendidos subterráneos.

Artículo 26. Tomas de tierra.

La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ohm. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ohm y a 1 Ohm, respectivamente. En cualquier caso, la máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan

producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Artículo 27. Bajantes.

En las protecciones se utilizará, exclusivamente, el tubo y accesorios descritos en el apartado 2.1.

Dicho tubo alcanzará una altura mínima de 2,50 m. sobre el suelo.

CAPITULO II-B. CONDUCCIONES AÉREAS.

Artículo 28. Colocación de los conductores.

Los conductores se dispondrán de modo que se vean lo menos posible, aprovechando para ello las posibilidades de ocultación que brinden las fachadas de los edificios.

Cuando se utilicen grapas, o cinta de aluminio, en las alineaciones rectas, la separación entre dos puntos de fijación consecutivos será, como máximo, de 40 cm. Las grapas quedarán bien sujetas a las paredes. Cuando se utilicen tacos y abrazaderas, de las usuales para redes trenzadas, éstas serán del tipo especificado en el proyecto. Igualmente, la separación será, como máximo, la especificada en el proyecto.

Los conductores se fijarán de una parte a otra de los cambios de dirección y en la proximidad inmediata de su entrada en cajas de derivación u otros dispositivos.

No se darán a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor que los valores indicados por el fabricante de los conductores.

El tendido se realizará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como roces perjudiciales y tracciones exageradas.

Los conductores se fijarán a una altura no inferior a 2,50 m. del suelo.

Artículo 29. Acometidas.

Serán de las secciones especificadas en el proyecto, se conectarán en el interior de cajas, no existiendo empalmes a lo largo de toda la acometida. Las cajas estarán provistas de fichas de conexión bimetálicas y a los conductores solo se quitará el aislamiento en la longitud que penetren en las bornas de conexión. Si las luminarias llevan incorporada el equipo de reactancia y condensador, se utilizarán cajas de las descritas en el apartado 2.1.6, provistas de dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A.

Si las luminarias no llevasen incorporado el equipo de reactancia y el condensador, se utilizarán cajas en chapa galvanizada de las descritas en el proyecto, en las que se colocarán las fichas de conexión, el equipo de encendido y los dos cartuchos APR de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A. La distancia de esta caja al suelo no será inferior a 2,50 m.

Sea cual fuese el tipo de caja, la entrada y salida de los conductores se hará por la cara inferior.

Las conexiones se realizarán de modo que exista equilibrio de fases.

Los conductores de la acometida no sufrirán deterioro o aplastamiento a su paso por el interior de los brazos. La parte roscada de los portalámparas, o su equivalente, se conectará al conductor que tenga menor tensión con respecto a tierra.

Artículo 30. Empalmes y derivaciones.

Los empalmes y derivaciones se efectuarán exclusivamente en cajas de las descritas en el Artículo 8 y la entrada y salida de los conductores se hará por la cara inferior.

Se reducirá al mínimo el número de empalmes.

Artículo 31. Colocación de brazos murales.

Se emplearán los medios auxiliares necesarios para que durante el transporte los brazos no sufran deterioro alguno.

Los brazos murales sólo se fijarán a aquellas partes de las construcciones que lo permitan por su naturaleza, estabilidad, solidez, espesor, etc., procurando dejar por encima del anclaje una altura de construcción al menos de 50 cm.

Los orificios de empotramiento serán reducidos al mínimo posible.

La puesta a tierra cumplirá las condiciones indicadas en el Capítulo II-A.

Artículo 32. Cruzamientos.

Cuando se pase de un edificio a otro, o se crucen calles y vías transitadas, se utilizará cable fiador del tipo descrito en el Artículo 15. Dicho cable irá provisto de garras galvanizadas, 60 x 60 x 6 mm (una en cada extremo), perrillos galvanizados (dos en cada extremo), un tensor galvanizado de ½ “, como mínimo y guardacabos galvanizados.

En las calles y vías transitadas la altura mínima del conductor, en la condición de flecha más desfavorable, será de 6 m.

El tendido de este tipo de conducciones será tal que ambos extremos queden en la misma horizontal y procurando perpendicularidad con las fachadas.

Artículo 33. Paso a subterráneo.

Se realizará según el Artículo 27.

Artículo 34. Palometas.

Serán galvanizadas, en angular 60 x 60 x 6 mm., con garras de idéntico material. Su longitud será tal que alcanzado el tendido la altura necesaria en cada caso, los extremos queden en la misma horizontal.

Si fuesen necesarios tornapuntas serán de idéntico material, pero si lo necesario fuesen vientos, se utilizará el cable descrito en el Artículo 14, con los accesorios descritos en el Artículo 33. Los anclajes de los vientos se harán preferiblemente sobre edificios, en lugares que puedan absorber los esfuerzos a transmitir; nunca se usarán los árboles para los anclajes. Los vientos que puedan ser alcanzados sin medios especiales desde el suelo, terrazas, balcones, ventanas u otros lugares de fácil acceso a las personas, estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiados.

En los tendidos verticales, los conductores se fijarán a las palometas mediante abrazaderas de doble collar de las usadas en líneas trenzadas.

Cuando las palometas sean accesibles llevarán una toma de tierra que estará de acuerdo a lo indicado en Capítulo II-A.

Artículo 35. Apoyos de madera.

Tendrán la altura que se especifica en el proyecto, serán de madera creosotada, con 11 cm. de diámetro mínimo en cogolla y 18 cm. a 1,50 m. de las bases, con zanca de hormigón de 2 m. y 1.000 mkg. y dos abrazaderas sencillas galvanizadas.

La fijación del poste a la zanca se hará de modo que el mismo quede separado del suelo 15 cm., como mínimo, con el fin de preservar a la madera de la humedad de éste.

Si fuesen necesarios tirantes, se utilizará el cable descrito en el Artículo 14, los anclajes de estos pueden hacerse en el suelo o sobre edificios u otros elementos previstos para absorber los esfuerzos que aquellos puedan transmitir. No podrán utilizarse los árboles para el anclaje de los tirantes, y cuando estos anclajes se realicen en el suelo, se destacará su presencia hasta una altura de 2 m. Los tirantes estarán provistos de un tensor galvanizado, como mínimo de ½ “, guardacabos galvanizados y dos perrillos galvanizados por extremo.

Los tirantes que puedan ser alcanzados sin medios especiales desde el suelo, terrazas, balcones, ventanas u otros lugares de fácil acceso a las personas, estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiados.

Los tornapuntas se fijarán sobre los apoyos en el punto más próximo posible al de aplicación de la resultante de los esfuerzos actuantes sobre el mismo.

CAPITULO II-C. TRABAJOS COMUNES.

Artículo 36. Fijación y regulación de las luminarias.

Las luminarias se instalarán con la inclinación adecuada a la altura del punto de luz, ancho de calzada y tipo de luminaria. En cualquier caso, su plano transversal de simetría será perpendicular al de la calzada. En las luminarias que tengan regulación de foco, las lámparas se situarán en el punto adecuado a su forma geométrica, a la óptica de la luminaria, a la altura del punto de luz y al ancho de la calzada.

Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado (brida, tornillo de presión, rosca, rótula, etc.) una vez finalizados el montaje, la luminaria quedará rígidamente sujeta, de modo que no pueda girar u oscilar respecto al soporte.

Artículo 37. Cuadro de maniobra y control.

Todas las partes metálicas (bastidor, barras soporte, etc.) estarán estrictamente unidas entre sí y a la toma de tierra general, constituida según lo especificado en el capítulo II-A.

La entrada y salida de los conductores se realizará de tal modo que no haga bajar el grado de estanquidad del armario.

Artículo 38. Célula fotoeléctrica.

Se instalará orientada al Norte, de tal forma que no sea posible que reciba luz de ningún punto de luz de alumbrado público, de los faros de los vehículos o de ventanas próximas. De ser necesario se instalarán pantallas de chapa galvanizada o aluminio con las dimensiones y orientación que indique la Dirección Técnica.

Artículo 39. Medida de iluminación.

La comprobación del nivel medio de alumbrado será verificada pasados los 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Se tomará una zona de la calzada comprendida entre dos puntos de luz consecutivos de una misma banda si éstos están situados al tresbolillo, y entre tres en caso de estar pareados o dispuestos unilateralmente. Los puntos de luz que se escojan estarán separados una distancia que sea lo más cercana posible a la separación media.

En las horas de menos tráfico, e incluso cerrando éste, se dividirá la zona en rectángulos de dos a tres metros de largo midiéndose la iluminancia horizontal en cada uno de los vértices. Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación, se indicará en un plano.

Las mediciones se realizarán a ras del suelo y, en ningún caso, a una altura superior a 50 cm., debiendo tomar las medidas necesarias para que no se interfiera la luz procedente de las diversas luminarias.

La célula fotoeléctrica del luxómetro se mantendrá perfectamente horizontal durante la lectura de iluminancia; en caso de que la luz incida sobre el plano de la calzada en ángulo comprendido entre 60° y 70° con la vertical, se tendrá en cuenta el "error de coseno". Si la adaptación de la escala del luxómetro se efectúa mediante filtro, se considerará dicho error a partir de los 50°.

Antes de proceder a esta medición se autorizará al adjudicatario a que efectúe una limpieza de polvo que se hubiera podido depositar sobre los reflectores y aparatos.

La iluminancia media se definirá como la relación de la mínima intensidad de iluminación, a la media intensidad de iluminación.

Artículo 40. Seguridad.

Al realizar los trabajos en vías públicas, tanto urbanas como interurbanas o de cualquier tipo, cuya ejecución pueda entorpecer la circulación de vehículos, se colocarán las señales indicadoras que especifica el vigente Código de la Circulación. Igualmente se tomarán las oportunas precauciones en evitación de accidentes de peatones, como consecuencia de la ejecución de la obra.

Mantenimiento de la Eficiencia Energética de las Instalaciones

Para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor.

El titular de la instalación será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto o memoria técnica de diseño.

Las operaciones de mantenimiento relativas a la limpieza de las luminarias y a la sustitución de lámparas averiadas podrán ser realizadas directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, como mínimo, la siguiente información:

- El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- El titular del mantenimiento.
- El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- La fecha de ejecución.
- Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- Consumo energético anual.
- Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz.
- Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia.
- Niveles de iluminación mantenidos.

Mediciones Luminotécnicas en las Instalaciones de Alumbrado

Comprobación antes de realizar las medidas

Condiciones de validez para las medidas

a) Geometría de la instalación: los cálculos y medidas serán representativos para todas aquellas zonas que tengan la misma geometría en cuanto a:

- Distancia entre puntos de luz.
- Altura de montaje de los puntos de luz que intervienen en la medida.
- Longitud del brazo, saliente e inclinación.
- Ancho de calzada.
- Dimensiones de arceles, medianas, etc.

b) Tensión de alimentación: durante la medida se registrará el valor de la tensión de alimentación mediante un voltímetro registrador o, en su defecto, se realizarán medidas de la tensión de alimentación cada 30 minutos. Si se miden desviaciones o variaciones en la tensión de alimentación respecto al valor asignado de la instalación que pudieran afectar significativamente al flujo luminoso emitido por las lámparas, se aplicarán las correcciones correspondientes. En caso de utilizar sistema de regulación de flujo, la medición se llevará a cabo con los equipos a régimen nominal.

c) Influencia de otras instalaciones: Todas las lámparas próximas a una instalación ajenas a la misma deberán apagarse en el momento de las medidas (incluidos los faros de los vehículos, en cualquiera de los sentidos de circulación).

d) Condiciones meteorológicas: Aunque las exigencias de visibilidad son análogas para todas las condiciones meteorológicas, las medidas deben realizarse en tiempo seco y con los pavimentos limpios (salvo que se diseñe para pavimentos húmedos, de modo que las condiciones visuales no se deterioren notablemente durante los intervalos lluviosos). Además, no deben ejecutarse las medidas si la atmósfera no está completamente despejada de brumas o nieblas.

Medida de iluminancias

La medida de la luminancia media y las uniformidades deberán realizarse sobre el terreno, comparándose los resultados obtenidos en el cálculo incluido en el proyecto con los de la medida. La medida requiere un pavimento usado durante cierto tiempo, y un tramo recto de calzada de longitud aproximada de 250 m.

a) Luminancias puntuales (L).

La medida deberá hacerse con luminancímetro, con un medidor de ángulo no mayor de 2' en la vertical, y entre 6' y 20' en la horizontal.

b) Luminancia media (Lm).

Para la medida de la luminancia media se utilizará un luminancímetro integrador, con limitadores de campo que correspondan a la superficie a medir: 100 m de longitud por el ancho de los carriles de circulación. El punto de observación estará situado a 60 m antes del límite anterior de la zona de medida, y el luminancímetro estará situado a 1,5 m de altura y a 1/4 del ancho de la calzada, medido desde el límite exterior en el último carril.

El método de referencia para comprobar la luminancia media dinámica consiste en hacer dos medidas con el luminancímetro integrador, una comenzando la zona de medida entre dos luminarias y otra coincidiendo con una de las luminarias (en el caso de una disposición al tresbolillo, entre dos luminarias en diferentes carriles).

La media de estas dos medidas es una buena aproximación a la luminancia media dinámica.

La medida se realizará con un iluminancímetro, también llamado luxómetro, que deberá cumplir las siguientes exigencias:

a) Deberá tener un rango de medida adecuado, acorde a los niveles a medir y estar calibrado por un laboratorio acreditado.

b) Deberá disponer de corrección del coseno hasta un ángulo de 85°.

c) Tendrá corrección cromática, según CIE 69:1987 de acuerdo con la distribución espectral de las fuentes luminosas empleadas y su respuesta se ajustará a la curva media de sensibilidad V(I).

d) El coeficiente de error por temperatura deberá estar especificado para margen de las temperaturas de funcionamiento previstas durante su uso.

e) La fotocélula de luxómetro estará montada sobre un sistema que permita que ésta se mantenga horizontal en cualquier punto de medida.

Las medidas se realizarán sobre la capa de rodadura de la calzada, en los puntos determinados en la retícula de cálculo del proyecto. Todas las luminarias que intervienen en la medida y forman parte de la instalación de alumbrado, deben estar libres de obstáculos y podrán verse desde la fotocélula.

Una reducción de la retícula de medida, con respecto a la de cálculo, será admisible cuando no modifique los valores mínimos, máximos y medios en +- 5%.

Comprobación de las mediciones luminotécnicas

Los valores medios de las magnitudes medidas no diferirán más de un 10 % respecto a los valores de cálculo de proyecto.

Medida de iluminancia.

La luminancia en un punto de la calzada se obtiene mediante la fórmula:

$$L = \Sigma (I \cdot r/h^2)$$

donde el sumatorio (Σ) comprende todas las luminarias de la instalación considerada. Los valores de la intensidad luminosa (I) y del coeficiente de luminancia reducido (f) se obtienen por interpolación cuadrática en la matriz de intensidades de la luminaria y en la tabla de reflexión del pavimento. Por último, la variable (h) es la altura de la luminaria.

Una vez finalizada la instalación del alumbrado exterior, se procederá a efectuar las mediciones luminotécnicas, al objeto de comprobar los resultados del proyecto. La retícula de medida que se concreta más adelante es la que se utilizará en las medidas de campo. No obstante, podrán utilizarse otras retículas en el cálculo del proyecto siempre que incorporen un mayor número de puntos.

Selección de la retícula de medida

La retícula de medida es el conjunto de puntos en los que en el proyecto se calcularán los valores de luminancia. En sentido longitudinal, la retícula cubrirá el tramo de calzada comprendido entre dos luminarias consecutivas del mismo lado. En sentido transversal, deberá abarcar el ancho definido para el área de referencia (normalmente la anchura del carril de tráfico).

Los puntos de medida se dispondrán, uniformemente separados, como muestra la figura 1 de la ITC-EA-07, siendo su separación longitudinal D , no superior a 5 m, y su separación transversal d , no superior a 1,5 m. El número mínimo de puntos en la dirección longitudinal N , o transversal n , será de 3.

Posición del observador.

El observador se colocará a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada y en sentido longitudinal, a 60 m de la primera línea transversal de puntos de cálculo. En sentido transversal se situará a:

- a) 1/4 de ancho total de la calzada, medido desde el borde derecho de la misma (lado opuesto al de los puntos de luz en implantación unilateral), para la medida de la luminancia media L_m y de la uniformidad global U_o y
- b) en el centro de cada uno de los carriles del sentido considerado para la medida de la uniformidad longitudinal U_l , para cada sentido de circulación.

Área límite.

Con el fin de evitar el efecto de otras instalaciones de alumbrado en los valores medidos de luminancia de una instalación, se establece un área límite dentro de la cual, deberá apagarse durante la medida cualquier luminaria que no pertenezca a dicha instalación.

La figura 4 de la ITC-EA-07 refleja el área límite citada anteriormente, siendo H la altura de montaje de las luminarias de la instalación considerada.

Medida de iluminancia.

La iluminancia horizontal en un punto de la calzada se expresa mediante:

$$E = \sum (I \cdot \cos^3 \gamma / h^2)$$

Siendo, I la intensidad luminosa, γ el ángulo formado por la dirección de incidencia en el punto con la vertical y h la altura de la luminaria. El sumatorio (Σ) comprende todas las luminarias de la instalación.

Selección de la retícula de medida.

La retícula de medida es el conjunto de puntos en los que en el proyecto se calcularán los valores de iluminancia. En sentido longitudinal, la retícula cubrirá el tramo de superficie iluminada comprendido entre dos luminarias consecutivas. En sentido transversal, deberá abarcar el ancho de área aplicable, tal y como se representa en la figura 5 de la ITC-EA-07.

Los puntos de medida se dispondrán, uniformemente separados y cubriendo toda el área aplicable, como muestra la figura 5, siendo su separación longitudinal D , no superior a 3 m, y su separación transversal d , no superior a 1 m. El número mínimo de puntos en la dirección longitudinal N será de 3.

Área límite.

Con el fin de evitar el efecto de otras instalaciones de alumbrado en los valores medidos de iluminancia de una instalación, se establece un área límite dentro de la cual, deberá apagarse durante la medida, cualquier luminaria que no pertenezca a dicha instalación.

El área límite a considerar está definida por una distancia al punto de medida de 5 veces la altura de montaje H de las luminarias de la instalación considerada.

Método simplificado de medida de iluminancia media

El método denominado de los "nueve puntos" permite determinar de forma simplificada, la iluminancia media (E_m), así como también las uniformidades medias (U_m) y general (U_g).

A partir de la medición de la iluminancia en quince puntos de la calzada (véase fig. 6 de la ITC-EA-07), se determinará la iluminancia media horizontal (E_m) mediante una media ponderada, de acuerdo con el denominado método de los "nueve puntos".

Mediante el luxómetro se mide la iluminancia en los quince puntos resultantes de la intersección de las abscisas B, C, D, con las ordenadas 1, 2, 3, 4 y 5, de la figura 6.

Teniendo en cuenta una eventual inclinación de las luminarias hacia un lado u otro, se debe adoptar como medida real de la iluminancia en el punto teórico P1 la media aritmética de las medidas obtenidas en los puntos B1 y B5 y así sucesivamente, tal y como consta en la tabla que se adjunta más adelante.

La iluminancia media es la siguiente:

$$E_m = E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9 / 16$$

Donde:

$$E_1 = (B1 + B5) / 2$$

$$E_2 = (C1 + C5) / 2$$

$$E_3 = (D1 + D5) / 2$$

$$E_4 = (B2 + B4) / 2$$

$$E_5 = (C2 + C4) / 2$$

$$E_6 = (D2 + D4) / 2$$

$$E_7 = B3$$

$$E_8 = C3$$

$$E_9 = D3$$

La uniformidad media (U_m) de iluminancia es el cociente entre el valor mínimo de las iluminancias E_i calculadas anteriormente y la iluminancia media (E_m).

La uniformidad general o extrema (U_g) se calcula dividiendo el valor mínimo de de las iluminancias E_i entre el valor máximo de dichas iluminancias.

Medida de iluminancia en glorietas

La retícula de medida se representa en la figura 7 de la ITC-EA-07 y parte de 8 radios que tienen su origen en el centro de la glorieta, formando un ángulo entre ellos de 45°. El origen angular de los radios se elige arbitrariamente con independencia de la implantación de las luminarias.

El número de puntos de cálculo de cada uno de los 8 radios es función del número de carriles de tráfico del anillo de la glorieta, a razón de 3 puntos por carril de anchura (A), tal y como se representa en la figura 7.

En el caso de una implantación simétrica, el número de radios a considerar se podrá reducir a 2 consecutivos, que cubran un cuarto de la glorieta.

Cualquiera que sea el tipo de implantación de los puntos de luz -periférica o central-, exista simetría o no, la iluminancia media horizontal (E_m) del anillo de la glorieta será la media aritmética de las iluminancias (E_i) calculadas o medidas en los diferentes puntos de la retícula:

$$E_m = 1/n \sum E_i$$

La uniformidad media de iluminancia horizontal del citado anillo de la glorieta será el cociente entre el valor más pequeño de la iluminancia puntual (E_i) y la iluminancia media (E_m).

Deslumbramiento perturbador

Se basa en el cálculo de la luminancia de velo:

$$L_v = 10 \cdot \sum (E_g / \theta^2) \text{ (en cd/m}^2\text{)}$$

donde E_g (lux) es la iluminancia producida en el ojo en un plano perpendicular a la línea de visión, y θ (grados) es el ángulo entre la dirección de incidencia de la luz en el ojo y la dirección de observación. El sumatorio (Σ) está extendido a todas las luminarias de la instalación.

Se considera que contribuyen al deslumbramiento perturbador todas las luminarias que se encuentren a menos de 500 m de distancia del observador (véase fig. 8 de la ITC-EA-07).

Para el cálculo de la luminancia de velo para cada hilera de luminarias, se comienza por la más cercana, alejándose progresivamente y acumulando las luminancias de velo producidas por cada una de ellas,

hasta que su contribución individual sea inferior al 2% de la acumulada, y como máximo hasta las luminarias situadas a 500 m del observador. Finalmente, se sumarán las luminancias de velo de todas las hileras de luminarias.

El incremento del umbral de percepción se calcula según la expresión:

$$TI = 65 \cdot Lv / (Lm)^{0,8} \text{ (en \%)}$$

que es una fórmula válida para luminancias medias de calzada (Lm) entre 0,05 y 5 cd/m².

Ángulo de apantallamiento.

A efectos de cálculo del deslumbramiento perturbador en alumbrado vial, no se considerarán las luminarias cuya dirección de observación forme un ángulo mayor de 20° con la línea de visión, ya que se suponen apantalladas por el techo del vehículo, tal y como se representa en la figura 8.

Posición del observador.

La posición del observador se definirá tanto en altura como en dirección longitudinal y transversal a la dirección de las luminarias:

- a) El observador se colocará a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada
- b) en dirección longitudinal, de forma tal que la luminaria más cercana a considerar se encuentre formando exactamente 20° con la línea de visión, es decir a una distancia igual a $(h-1,5) \operatorname{tg} 70^\circ$. En el caso de disposiciones al tresbolillo, se efectuarán dos cálculos diferentes (con la primera luminaria de cada lado formando 20° y se considerará para los cálculos, el mayor valor de los dos.
- c) En dirección transversal se situará a 1/4 de ancho total de la calzada, medido desde el borde derecho de la misma.

A partir de esta posición se calcula la suma de las luminancias de velo producidas por la primera luminaria en la dirección de observación y las luminarias siguientes hasta una distancia de 500 m.

Control de la delimitación de deslumbramiento en glorietas

En el caso de glorietas no se puede evaluar el deslumbramiento perturbador (incremento de umbral TI), dado que el anillo de una rotonda no es un tramo recto de longitud suficiente para poder situar al observador y medir luminancias en la calzada.

El índice GR puede utilizarse igual que se aplica en la iluminación de otras instalaciones de alumbrado de la ITC-EA-02.

Conviene definir una o varias posiciones del conductor de un vehículo que circula por una vía que afluye a la glorieta en posición lejana y próxima, incluso en el propio anillo.

Preferentemente se considerarán dos posiciones de observación representadas en las figuras 10 y 11 de la ITC-EA-07, con una altura de observación de 1,50 m.

- Posición 1

Sobre una vía de tráfico que afluye a la glorieta, y el observador mirando el centro de la isleta.

- Posición 2

Sobre el anillo que rodea la isleta central, con dirección de la mirada tangencial al anillo.

Relación entorno SR

Para calcular la relación entorno (SR), es necesario definir 4 zonas de cálculo de forma rectangular situadas a ambos lados de los dos bordes de la calzada, tal y como se representa en la figura 12 de la ITC-EA-07.

A cada lado de la calzada, se calcula la relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada. La relación entorno SR es la más pequeña de las dos relaciones.

La anchura (A_{SR}) de cada una de las zonas de cálculo se tomará como 5 m o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10 m.

Si los bordes de la calzada están obstruidos, se limitará el cálculo a la parte de los bordes que están despejados.

En presencia, por ejemplo, de una banda de parada de urgencia, o de un arcén que bordea la calzada, se tomará para (A_{SR}) la anchura de este espacio.

La longitud de las zonas de cálculo de la relación entorno (SR) es igual a la separación (S) entre puntos de luz.

Número y sentido de los puntos de cálculo en el sentido longitudinal

El número (N) de puntos de cálculo y la separación (D) entre dos puntos sucesivos, se determinan de igual forma a la establecida para el cálculo de luminancias e iluminancias de la calzada.

Los puntos exteriores de la malla están separados, respecto a los bordes de la zona de cálculo, por una distancia (D/2) en el sentido transversal.

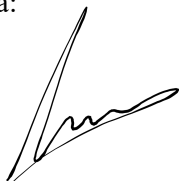
Número y sentido de los puntos de cálculo en el sentido transversal

El número de puntos de cálculo será $n=3$ si $A_{SR} > 2,5$ m y $n=1$ en caso contrario. La separación (d) entre dos puntos sucesivos, se calculará en función la anchura (A_{SR}) de la zona de cálculo, como:

$$d = 2 \cdot A_{SR}/n$$

Las líneas transversales extremas de los puntos de cálculo estarán separadas una distancia (d/2), de la primera y última luminaria, respectivamente.

Firma:



Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Irene Royo Sánchez

Fecha: Junio de 2023

**DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL
POLÍGONO INDUSTRIAL DE REUS (MAS SUNYER)**

MEDICIONES

Grado de Ingeniería Eléctrica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

5 Mediciones

5.1 Capítulo I: Red subterránea de enlace de suministro

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
IUM010	<p>m Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada formada por 3 cables unipolares con conductor de aluminio, RH5Z1 de 400 mm² de sección, colocados sobre lecho de arena de 6 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables. Incluso placa de protección y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.</p>	2	997			1.994	1.994 <hr/> 1.994
IUM015	<p>m Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo calzada formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 400 mm² de sección; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 200 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15/B/20 de 5 cm de espesor y posterior relleno con el mismo hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.</p>	2	88			176	176 <hr/> 176
ACE015	<p>m³ Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.</p>	1	1173	0,40	0,90	422,28	422,28 <hr/> 422,28
ACR020	<p>m³ Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.</p>						
	Zanja en tierra	1	997	0,40	0,60	239,28	
	Zanja en calzada	1	176	0,50	0,52	45,76	285,24 <hr/> 285,24
DMX030	<p>m² Demolición de pavimento exterior de aglomerado asfáltico Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el corte previo del contorno del pavimento, pero no incluye la demolición de la base soporte.</p>	1	176	0,70		123,20	123,20 <hr/> 123,20
DMC010	<p>m Corte de pavimento de aglomerado asfáltico Corte de pavimento de aglomerado asfáltico, mediante máquina cortada de pavimento</p>	2	176			346	346 <hr/> 346
UXF010	<p>m² Capa de mezcla bituminosa continua en caliente Capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base.</p>	1	176	0,70		123,20	123,20 <hr/> 123,20

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
OBC006	Ud Cala para la localización de servicios e instalaciones Cala para la localización de servicios o instalaciones existentes, en cualquier zona de la obra, de hasta 1 m de profundidad, realizada con medios mecánicos.	6					<u>6</u> 6
IEH055	Ud Accesorio para cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Conector separable recto, para conexión a transformador, unidad de conmutación o motor, equipado con pasatapas enchufables, Elascacon MSCS-630 ^a -300-400/36-T3-P1 "PRYSMIAN", intensidad nominal 630 A, tensión nominal 36 kV, sección del cable entre 300 y 400 mm ² , formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, pantalla semiconductor interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductor exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra.	6					<u>6</u> 6
UXH010	Ud Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	1	200,75	0,80		160,60	<u>160,60</u> 160,60

5.2 Capítulo II: Red de Media Tensión

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
IUM014	m Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo acera formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 240 mm ² de sección y 1 cable unipolar con conductor de aluminio RH5Z1 de 150 mm ² ; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 2 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	1	4.325,10			4.325,10	<u>4325,10</u> 4.325,10
IUM015	m Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo calzada formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 240 mm ² de sección y 1 cable unipolar con conductor de aluminio RH5Z1 de 150 mm ² ; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15/B/20 de 5 cm de espesor y posterior relleno con el mismo hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	1	374,90			374,90	<u>374,90</u> 374,90
DMC011	m Corte de pavimento hormigón Corte de pavimento de hormigón, mediante máquina cortada de pavimento	2	374,90			749,80	<u>749,80</u> 749,80
DMC010	m Corte de pavimento de aglomerado asfáltico Corte de pavimento de aglomerado asfáltico, mediante máquina cortada de pavimento	2	4.325,10			8.650,20	<u>8.650,20</u> 8.650,20
DMX030	m² Demolición de pavimento exterior de aglomerado asfáltico Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el corte previo del contorno del pavimento, pero no incluye la demolición de la base soporte.	1	374,90	0,80		299,92	<u>299,92</u> 299,92
DMX050	m² Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón. Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón, con martillo neumático, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el picado del material de agarre, pero no incluye la demolición de la base soporte.	1	4.325,10	1		4.325,10	<u>4.325,10</u> 4.325,10
ACE015	m³ Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.						
	Zanja en calzada	1	374,90	1	0,50	187,45	
	Zanja en acera	1	4.325,10	1	0,95	4.108,84	<u>4.296,29</u> 4.296,29

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
ACR020	m³ Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.						
	Zanja en acera	1	4.325,10	1	0,60	2.595,06	
	Zanja en calzada	1	374,90	0,50	0,52	97,48	2.692,54
							<u>2.692,54</u>
UXH010	m² Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.						
		1	4.325,10	1		4.325,10	4.325,10
							<u>4.325,10</u>
UXF010	m² Capa de mezcla bituminosa continua en caliente Capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base.						
		1	374,90	0,80		299,92	299,92
							<u>299,92</u>
IEH055	Ud Accesorio para cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Conector separable recto, para conexión a transformador, unidad de conmutación o motor, equipado con pasatapas enchufables, Elascon MSCS-630 ^a -150-240/36-T3-P1 "PRYSMIAN", intensidad nominal 630 A, tensión nominal 36 kV, sección del cable entre 300 y 400 mm ² , formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, pantalla semiconductor interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductor exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra.						
		162				162	162
							<u>162</u>

5.3 Capítulo III: Centros de transformación

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
IUC040	Ud Centro de transformación prefabricado Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 4460x2380x3045 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria. Incluso transporte y descarga. Totalmente montado. Cuenta con cuadro de baja tensión de 8 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga y accesorios para su instalación. Cuenta con 2 celdas de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 420x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Celda de protección con fusible, 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Transformador en baño de aceite, 630 kVA de potencia, 36 kV de tensión asignada, 25 kV en el primario y 400 V en el secundario.	20					<u>20</u> 20
IUC041	Ud Centro de transformación prefabricado Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 3280x2380x3045 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria. Incluso transporte y descarga. Totalmente montado. Cuenta con cuadro de baja tensión de 8 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga y accesorios para su instalación. Cuenta con 3 celdas de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 420x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Celda de protección con fusible, 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Transformador en baño de aceite, 630 kVA de potencia, 36 kV de tensión asignada, 25 kV en el primario y 400 V en el secundario.	1			1		<u>1</u> 1
IEH012	m Cable eléctrico 0,6/1 kV de tensión nominal Cable unipolar XZ1 (S), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	105	5			315	<u>315</u> 315
IEH020	m Cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Cable eléctrico unipolar, Al Eprotenax H Compact "PRYSMIAN", normalizado por Iberdrola, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo Al RH5Z1 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, rígido (clase 2), de 1x400/25 mm ² de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, pantalla de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira, de 25 mm ² de sección, separador de cinta de poliéster, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos.	6	3			18	<u>18</u> 18
IEP021	Ud Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud. Tierra de protección 168 Tierra de servicio 63					168 63	<u>231</u> 231
IEP025	m Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm ² de sección. Tierra de servicio y protección 21 29,20 Dentro del CT 21 7					613,20 147	<u>760,20</u> 760,20
IUC030	Ud Candado inoxidable Endesa 50 mm Candado de protección de latón extruido de alta calidad, para protección de Centro de Transformación. Homologado por Endesa	42				42	<u>42</u> 42

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
IUC012	Ud Señal de riesgo eléctrico Placa de señalización y peligro formada por señal para edificio transformador y placa señalización transformador. Se incluye montaje y mano de obra.	21				21	<u>21</u> 21
IUC025	Ud Armario de telecontrol y automatización Armario de telecontrol y automatización, de 877x584x320 mm, formado por envoltente de chapa de acero; unidad de control; equipo cargador de batería; baterías; puertos RS232; bandeja extraíble y bornes de conexión; interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares con dos contactos auxiliares 1NA+1NC; interruptor de dos posiciones (mando local y telemando); piloto luminoso indicador de presencia de tensión; base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko; tarjetas electrónicas de control de entradas y salidas y equipos de telecomunicaciones. Instalación sobre las celdas. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	21				21	<u>21</u> 21

5.4 Capítulo IV: Red de Baja Tensión

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
IUM010	m Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada formada por 3 cables unipolares con conductor de aluminio, 0,6/1 kV de 240 mm ² de sección y 1 cable de 150 mm ² de sección, colocados sobre lecho de arena de 6 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables. Incluso placa de protección y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	1	13.300				13.300
							<u>13.300</u>
DMC011	m Corte de pavimento hormigón Corte de pavimento de hormigón, mediante máquina cortada de pavimento	2	8.974,90			17.949,80	17.949,90
							<u>17.949,90</u>
DMX050	m² Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón, con martillo neumático, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el picado del material de agarre, pero no incluye la demolición de la base soporte. Pavimento donde no haya cables de MT	1	8.974,90	0,40		3.590	3.590
							<u>3.590</u>
ACE015	m³ Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados. Zanja donde no haya cables de MT	1	8.974,90	0,40	0,70	2.512,97	2.512,97
							<u>2.512,97</u>
ACR020	m³ Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado. Zanja donde no haya cables de MT	1	8.974,90	0,40	0,35	1.256,49	1.256,49
							<u>1.256,49</u>
UXH010	m² Solado de baldosas de hormigón. Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	1	8.974,90	0,60		5.384,96	5.384,94
							<u>5.384,94</u>
IEC020	Ud Suministro individual trifásico de 55/11 kW – 160 A Conjunto de protección y medida TMF 10 para suministros individuales mayores de 15 W, desde 80 A hasta 160 A en acometidas trifásicas. Evolvente de poliéster de gran resistencia formadas por cubas y tapas transparentes conteniendo el interruptor general de protección, embarrado y portafusibles de protección preparados para conexión de M10 mediante terminal de pala. Dispone de la caja para albergar y precintar el contador de consumo eléctrico, así como la ventana abisagrada para la manipulación del mismo.	168				168	168
							<u>168</u>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
IEC021	Ud Suministro individual trifásico de 139/277 kW – 400 A Conjunto de protección y medida TMF 10, Claved, para suministros individuales mayores de 15 W, desde 200 A hasta 400 A en acometidas trifásicas. Evolvente de poliéster de gran resistencia formadas por cubas y tapas transparentes conteniendo el interruptor general de protección, embarrado y portafusibles de protección preparados para conexión de M10 mediante terminal de pala. Dispone de la caja para albergar y precintar el contador de consumo eléctrico, así como la ventana abisagrada para la manipulación del mismo.	61					61
							<u>61</u>
IUC031	Ud Candado 25x5 para instalaciones de Baja Tensión Candado 25x5 cm para armarios, cajas e instalaciones de Baja Tensión, con llave universal tipo ENDESA de la marca ABLOYD.	229				229	229
							<u>229</u>
ACP030	Ud Armario prefabricado monobloque para alojar TMF10 de 160 A Armario prefabricado monobloque con puertas metálicas, con capacidad para albergar en su interior una caja de seccionamiento + CPG + conjunto de medida TMF1 de 63 A o TMF10 de 160 A, de acuerdo con las especificaciones de FECSA ENDESA. (equipos no incluidos).	168				168	168
							<u>168</u>
ACP031	Ud Armario prefabricado monobloque para alojar TMF10 de 200 A hasta 630 A Armario prefabricado monobloque con puerta metálica, con capacidad para albergar un conjunto de protección y medida TMF10 de 200 A a 630 A, de acuerdo con las especificaciones de FECSA ENDESA. (equipos no incluidos).	61				61	61
							<u>61</u>
IEX305	Ud Fusible de cuchillas Conjunto fusible, formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 400 A, poder de corte 120 kA, tamaño T2 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 400 A.	687				687	687
							<u>687</u>
IEP021	Ud Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	229				229	229
							<u>229</u>
IEP025	m Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm ² de sección.	229	4			916	916
							<u>916</u>

5.5 Capítulo V: Alumbrado Público

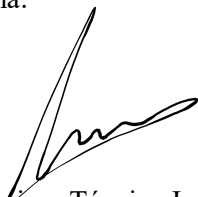
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
IUP060	m Cableado para red subterránea de alumbrado público Cableado para red subterránea de alumbrado público formado por 4 cables unipolares RZ1-K (AS) reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre de 6 mm ² de sección, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	1	11.620				11.620
							<u>11.620</u>
IUP050	m Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro.	1	2.905			2.905	2.905
							<u>2.905</u>
IEC010	Ud Caja de protección y medida Caja de protección y medida CPM2-D4, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local.	6				6	6
							<u>6</u>
UHP010	Ud Armario prefabricado monobloque más peana Z8-SP Armario prefabricado monobloque más peana, con puerta metálica con capacidad para albergar una Caja General de Protección más una Caja de Seccionamiento (equipos no incluidos).	6				6	6
							<u>6</u>
UIA010	Ud Arqueta de conexión eléctrica Arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 40x40 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de acero galvanizado y tapa de hormigón armado aligerado, de 39x39 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular.	50				50	50
							<u>50</u>
IEX060	Ud Interruptor diferencial modular Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase A.	6				6	6
							<u>6</u>
IEX050	Ud Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C.	6				6	6
							<u>6</u>
IEX076	Ud Protector contra sobretensiones transitorias, modular Protector contra sobretensiones transitorias, de 4 módulos, tetrapolar (4P), tipo 2 (onda 8/20 µs), nivel de protección 1,5 kV, intensidad máxima de descarga 65 kA.	6				6	6
							<u>6</u>
IEX051	Ud Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C.	13				13	13
							<u>13</u>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
IEX052	Ud Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C.	2				2	<u>2</u> 2
IEX075	Ud Protector contra sobretensiones permanentes, modular. Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, tetrapolar (3P+N), tensión de disparo retardado entre 265 y 300 V, umbral de desconexión de disparo retardado 3,5 s, tensión de disparo directo mayor de 300 V, umbral de desconexión de disparo directo 0,5 s, con montaje separado del interruptor automático, pudiendo desconectar el interruptor mediante una señal enviada a la bobina de disparo o mediante la derivación de una corriente a tierra.	6				6	<u>6</u> 6
IUC031	Ud Candado 25x5 para instalaciones de Baja Tensión Candado 25x5 cm para armarios, cajas e instalaciones de Baja Tensión, con llave universal tipo ENDESA de la marca ABLOYD.	6				6	<u>6</u> 6
IEP021	Ud Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	468				468	<u>468</u> 468
IEP025	m Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm ² de sección.	1	2.905			2.905	<u>2.905</u> 2.905
UIV010	Ud Báculo de 8 metros Columna troncocónica 8 m, con pernos de acero galvanizado. Fabricada bajo norma UNE-EN 40-5 en chapa de acero.	468				468	<u>468</u> 468
UIV011	Ud Luminaria Clap S Pro LED 105 W "Salvi" Luminaria LED de potencia 105 W, de diseño ovalado con un brazo. Dimensiones de 500x245x80 mm. Protección IP66 e IK08. Incluye cableado interior, cable 0,6/1 kV de 2,5 mm ² , protector contra sobretensiones y regulador. Incluye garantía de 3 años.	468				468	<u>468</u> 468
CHH020	m³ Hormigón en masa Hormigón HM-25/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, para formación de zapata.	468	0,80	0,80	0,80	239,62	<u>238,62</u> 239,62
ACE015	m³ Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos. Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	468	0,86	0,86	0,86	299,52	<u>299,52</u> 299,52
UXH010	m² Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	468	0,80	0,80		299,52	<u>299,52</u> 299,52

5.6 Capítulo VI: Documentación

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
SYS001	Ud Planos AS-BUILT del proyecto Confeción de planos "AS BUILT" de las instalaciones realizadas para todo el proyecto, entregado en papel. Planos Red de Enlace de Suministro 3 Red de Media Tensión 11 Red de Baja Tensión 10						24 <hr/> 24
ENS010	Ud Ensayos de descarga parciales Ensayos de descarga parciales por conductor de las instalaciones realizadas para todo el proyecto. 1						1 <hr/> 1
CRT010	Ud Certificado de cruzamientos y paralelismos Certificado de cruces y paralelismos para las instalaciones realizadas para todo el proyecto. 1						1 <hr/> 1
PRY020	Ud Proyecto de legalización de la Red de Enlace de Suministro Proyecto de legalización de la Red de Enlace de Suministro del proyecto. Legalización de un circuito. 2						2 <hr/> 2
PRY030	Ud Proyecto de legalización de los centros de transformación Proyecto de legalización de Centro de Transformación., incluyendo red de baja tensión hasta 500 m desde la salida del Centro de Transformación. 21						21 <hr/> 21

Firma:



Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Irene Royo Sánchez

Fecha: Junio de 2023

**DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL
POLÍGONO INDUSTRIAL DE REUS (MAS SUNYER)**

PRESUPUESTO

Grado de Ingeniería Eléctrica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

6 Presupuesto

6.1 Cuadro de precios número 1

6.1.1 Capítulo I: Red subterránea de enlace de suministro

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IUM010	m	Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada formada por 3 cables unipolares con conductor de aluminio, RH5Z1 de 400 mm ² de sección, colocados sobre lecho de arena de 6 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables. Incluso placa de protección y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	124,52
IUM015	m	Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo calzada formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 400 mm ² de sección; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 200 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15/B/20 de 5 cm de espesor y posterior relleno con el mismo hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	150,20
ACE015	m ³	Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	2,64
ACR020	m ³	Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	10,26
DMC010	m	Corte de pavimento de aglomerado asfáltico Corte de pavimento de aglomerado asfáltico, mediante máquina cortada de pavimento	3,89
DMX030	m ²	Demolición de pavimento exterior de aglomerado asfáltico Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el corte previo del contorno del pavimento, pero no incluye la demolición de la base soporte.	4,07
UXF010	m ²	Capa de mezcla bituminosa continua en caliente Capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base.	22,27
OBC006	Ud	Cala para la localización de servicios e instalaciones Cala para la localización de servicios o instalaciones existentes, en cualquier zona de la obra, de hasta 1 m de profundidad, realizada con medios mecánicos.	121,24
IEH055	Ud	Accesorio para cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Conector separable recto, para conexión a transformador, unidad de conmutación o motor, equipado con pasatapas enchufables, Elascón MSCS-630 ^a -300-400/36-T3-P1 "PRYSMIAN", intensidad nominal 630 A, tensión nominal 36 kV, sección del cable entre 300 y 400 mm ² , formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, pantalla semiconductor interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductor exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra.	179,71
UXH010	Ud	Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con	20,86

extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.

6.1.2 CapítuloII: Red de Media Tensión

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IUM014	m	Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo acera formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 240 mm ² de sección y 1 cable unipolar con conductor de aluminio RH5Z1 de 150 mm ² ; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 2 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	129,88
IUM015	m	Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo calzada formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 240 mm ² de sección y 1 cable unipolar con conductor de aluminio RH5Z1 de 150 mm ² ; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15/B/20 de 5 cm de espesor y posterior relleno con el mismo hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	130,62
DMC011	m	Corte de pavimento hormigón Corte de pavimento de hormigón, mediante máquina cortada de pavimento	4,58
DMC010	m	Corte de pavimento de aglomerado asfáltico Corte de pavimento de aglomerado asfáltico, mediante máquina cortada de pavimento	3,89
DMX030	m²	Demolición de pavimento exterior de aglomerado asfáltico Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el corte previo del contorno del pavimento, pero no incluye la demolición de la base soporte.	4,07
DMX050	m²	Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón. Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón, con martillo neumático, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el picado del material de agarre, pero no incluye la demolición de la base soporte.	4,10
ACE015	m³	Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	2,64
ACR020	m³	Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	10,26
UXH010	m²	Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	20,86
UXF010	m²	Capa de mezcla bituminosa continua en caliente Capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base.	22,27

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IEH055	Ud	Accesorio para cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Conector separable recto, para conexión a transformador, unidad de conmutación o motor, equipado con pasatapas enchufables, Elasco MSCS-630 ^a -150-240/36-T3-P1 "PRYSMIAN", intensidad nominal 630 A, tensión nominal 36 kV, sección del cable entre 300 y 400 mm ² , formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, pantalla semiconductora interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductora exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra.	170,79

6.1.3 Capítulo III: Centros de Transformación

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IUC040	Ud	Centro de transformación prefabricado Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 4460x2380x3045 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria. Incluso transporte y descarga. Totalmente montado. Cuenta con cuadro de baja tensión de 8 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga y accesorios para su instalación. Cuenta con 2 celdas de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 420x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Celda de protección con fusible, 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Transformador en baño de aceite, 630 kVA de potencia, 36 kV de tensión asignada, 25 kV en el primario y 400 V en el secundario.	38.282,93
IUC041	Ud	Centro de transformación prefabricado Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 3280x2380x3045 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria. Incluso transporte y descarga. Totalmente montado. Cuenta con cuadro de baja tensión de 8 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga y accesorios para su instalación. Cuenta con 3 celdas de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 420x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Celda de protección con fusible, 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Transformador en baño de aceite, 630 kVA de potencia, 36 kV de tensión asignada, 25 kV en el primario y 400 V en el secundario.	45.359,85
IEH012	m	Cable eléctrico 0,6/1 kV de tensión nominal Cable unipolar XZ1 (S), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	1,11
IEH020	m	Cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Cable eléctrico unipolar, Al Eprotenax H Compact "PRYSMIAN", normalizado por Iberdrola, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo Al RH5Z1 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, rígido (clase 2), de 1x400/25 mm ² de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, pantalla de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira, de 25 mm ² de sección, separador de cinta de poliéster, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos.	17,87
IEP021	Ud	Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	155,79
IEP025	m	Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm ² de sección.	7,27
IUC030	Ud	Candado inoxidable Endesa 50 mm Candado de protección de latón extruido de alta calidad, para protección de Centro de Transformación. Homologado por Endesa	24,98
IUC012	Ud	Señal de riesgo eléctrico, Placa de señalización y peligro formada por señal para edificio transformador y placa señalización transformador. Se incluye montaje y mano de obra.	14,47
IUC025	Ud	Armario de telecontrol y automatización Armario de telecontrol y automatización, de 877x584x320 mm, formado por envolvente de chapa de acero; unidad de control; equipo cargador de batería; baterías; puertos RS232; bandeja extraíble y bornes de conexión; interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares con dos contactos auxiliares INA+INC; interruptor de dos posiciones (mando local y telemando); piloto luminoso indicador de presencia de tensión; base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko; tarjetas electrónicas de control de entradas y salidas y equipos de telecomunicaciones. Instalación sobre las celdas. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	8.952,68

6.1.4 Capítulo IV: Red de Baja Tensión

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IUM010	m	Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada formada por 3 cables unipolares con conductor de aluminio, 0,6/1 kV de 240 mm ² de sección y 1 cable de 150 mm ² de sección, colocados sobre lecho de arena de 6 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables. Incluso placa de protección y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	94,65
DMC011	m	Corte de pavimento hormigón Corte de pavimento de hormigón, mediante máquina cortada de pavimento	4,58
DMX050	m²	Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón, con martillo neumático, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el picado del material de agarre, pero no incluye la demolición de la base soporte.	4,10
ACE015	m³	Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	2,64
ACR020	m³	Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	10,26
UXH010	m²	Solado de baldosas de hormigón. Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	20,86
IEC020	Ud	Suministro individual trifásico de 55/11 kW – 160 A Conjunto de protección y medida TMF 10 para suministros individuales mayores de 15 W, desde 80 A hasta 160 A en acometidas trifásicas. Evolvente de poliéster de gran resistencia formadas por cubas y tapas transparentes conteniendo el interruptor general de protección, embarrado y portafusibles de protección preparados para conexión de M10 mediante terminal de pala. Dispone de la caja para albergar y precintar el contador de consumo eléctrico, así como la ventana abisagrada para la manipulación del mismo.	826,67
IEC021	Ud	Suministro individual trifásico de 139/277 kW – 400 A Conjunto de protección y medida TMF 10, Claved, para suministros individuales mayores de 15 W, desde 200 A hasta 400 A en acometidas trifásicas. Evolvente de poliéster de gran resistencia formadas por cubas y tapas transparentes conteniendo el interruptor general de protección, embarrado y portafusibles de protección preparados para conexión de M10 mediante terminal de pala. Dispone de la caja para albergar y precintar el contador de consumo eléctrico, así como la ventana abisagrada para la manipulación del mismo.	1.706,10
IUC031	Ud	Candado 25x5 para instalaciones de Baja Tensión Candado 25x5 cm para armarios, cajas e instalaciones de Baja Tensión, con llave universal tipo ENDESA de la marca ABLOYD.	17,39
ACP030	Ud	Armario prefabricado monobloque para alojar TMF10 de 160 A Armario prefabricado monobloque con puertas metálicas, con capacidad para albergar en su interior una caja de seccionamiento + CPG + conjunto de medida TMF1 de 63 A o TMF10 de 160 A, de acuerdo con las especificaciones de FECSA ENDESA. (equipos no incluidos).	1.512,00
ACP031	Ud	Armario prefabricado monobloque para alojar TMF10 de 200 A hasta 630 A Armario prefabricado monobloque con puerta metálica, con capacidad para albergar un conjunto de protección y medida TMF10 de 200 A a 630 A, de acuerdo con las especificaciones de FECSA ENDESA. (equipos no incluidos).	3.032,00
IEX305	Ud	Fusible de cuchillas Conjunto fusible, formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 400 A, poder de corte 120 kA, tamaño T2 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 400 A.	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IEP021	Ud	Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	155,79
IEP025	m	Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm ² de sección.	7,27

6.1.5 Capítulo V: Alumbrado Público

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IUP060	m	Cableado para red subterránea de alumbrado público Cableado para red subterránea de alumbrado público formado por 4 cables unipolares RZ1-K (AS) reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre de 6 mm ² de sección, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	8,58
IUP050	m	Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro.	5,19
IEC010	Ud	Caja de protección y medida Caja de protección y medida CPM2-D4, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local.	236,01
UHP010	Ud	Armario prefabricado monobloque más peana Z8-SP Armario prefabricado monobloque más peana, con puerta metálica con capacidad para albergar una Caja General de Protección más una Caja de Seccionamiento (equipos no incluidos).	750,00
UIA010	Ud	Arqueta de conexión eléctrica Arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 40x40 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de acero galvanizado y tapa de hormigón armado aligerado, de 39x39 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular.	63,27
IEX060	Ud	Interruptor diferencial modular Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase A.	308,88
IEX050	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C.	128,59
IEX076	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias, modular Protector contra sobretensiones transitorias, de 4 módulos, tetrapolar (4P), tipo 2 (onda 8/20 µs), nivel de protección 1,5 kV, intensidad máxima de descarga 65 kA.	416,00
IEX051	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C.	90,00
IEX052	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C.	90,00
IEX075	Ud	Protector contra sobretensiones permanentes, modular. Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, tetrapolar (3P+N), tensión de disparo retardado entre 265 y 300 V, umbral de desconexión de disparo retardado 3,5 s, tensión de disparo directo mayor de 300 V, umbral de desconexión de disparo directo 0,5 s, con montaje separado del interruptor automático, pudiendo desconectar el interruptor mediante una señal enviada a la bobina de disparo o mediante la derivación de una corriente a tierra.	326,09
IUC031	Ud	Candado 25x5 para instalaciones de Baja Tensión Candado 25x5 cm para armarios, cajas e instalaciones de Baja Tensión, con llave universal tipo ENDESA de la marca ABLOYD.	17,39
IEP021	Ud	Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	155,79
IEP025	m	Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm ² de sección.	5,12
UIV010	Ud	Báculo de 8 metros Columna troncocónica 8 m, con pernos de acero galvanizado. Fabricada bajo norma UNE-EN 40-5 en chapa de acero.	409,50
UIV011	Ud	Luminaria Clap S Pro LED 105 W 'Salvi' Luminaria LED de potencia 105 W, de diseño ovalado con un brazo. Dimensiones de 500x245x80 mm. Protección IP66 e IK08. Incluye cableado interior, cable 0,6/1 kV de 2,5 mm ² , protector contra sobretensiones y regulador. Incluye garantía de 3 años.	549,26
CHH020	m³	Hormigón en masa Hormigón HM-25/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, para formación de zapata.	93,00

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
ACE015	m³	Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos. Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	2,64
UXH010	m²	Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	20,86

6.1.6 Capítulo VI: Documentación

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SYS001	Ud	Planos AS-BUILT del proyecto Confección de planos "AS BUILT" de las instalaciones realizadas para todo el proyecto, entregado en papel. Planos Red de Enlace de Suministro 3	150,00
ENS010	Ud	Ensayos de descarga parciales Ensayos de descarga parciales por conductor de las instalaciones realizadas para todo el proyecto.	3.000,00
CRT010	Ud	Certificado de cruzamientos y paralelismos Certificado de cruces y paralelismos para las instalaciones realizadas para todo el proyecto.	3.000,00
PRY020	Ud	Proyecto de legalización de la Red de Enlace de Suministro Proyecto de legalización de la Red de Enlace de Suministro del proyecto. Legalización de un circuito.	10.000,00
PRY030	Ud	Proyecto de legalización de los centros de transformación Proyecto de legalización de Centro de Transformación., incluyendo red de baja tensión hasta 500 m desde la salida del Centro de Transformación.	2.000,00

6.2 Cuadro de precios número 2

6.2.1 Capítulo I: Red de subterránea de enlace de suministro

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IUM010	m	Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada formada por 3 cables unipolares con conductor de aluminio, RH5Z1 de 400 mm ² de sección, colocados sobre lecho de arena de 6 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables. Incluso placa de protección y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	
		Subtotal materiales	107,91
		Subtotal mano de obra	14,20
		Costes directos complementarios	2,44
		TOTAL PARTIDA	124,52
IUM015	m	Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo calzada formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 400 mm ² de sección; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 200 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15/B/20 de 5 cm de espesor y posterior relleno con el mismo hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	
		Subtotal materiales	128,89
		Subtotal mano de obra	18,36
		Costes directos complementarios	2,95
		TOTAL PARTIDA	150,20
ACE015	m³	Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	
		Subtotal mano de obra	2,59
		Costes directos complementarios	0,05
		TOTAL PARTIDA	2,64
ACR020	m³	Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	
		Subtotal mano de obra	10,06
		Costes directos complementarios	0,20
		TOTAL PARTIDA	10,26
DMC010	m	Corte de pavimento de aglomerado asfáltico Corte de pavimento de aglomerado asfáltico, mediante máquina cortada de pavimento	
		Subtotal mano de obra	3,81
		Costes directos complementarios	0,08
		TOTAL PARTIDA	3,89

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
UXF010	m²	Capa de mezcla bituminosa continua en caliente Capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base.	
		Subtotal mano de obra	1,27
		Costes directos complementarios	0,44
		TOTAL PARTIDA	22,27
OBC006	Ud	Cala para la localización de servicios e instalaciones Cala para la localización de servicios o instalaciones existentes, en cualquier zona de la obra, de hasta 1 m de profundidad, realizada con medios mecánicos.	
		Subtotal mano de obra	118,86
		Costes directos complementarios	2,38
		TOTAL PARTIDA	121,24
IEH055	Ud	Accesorio para cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Conector separable recto, para conexión a transformador, unidad de conmutación o motor, equipado con pasatapas enchufables, Elacon MSCS-630 ^o -300-400/36-T3-P1 "PRYSMIAN", intensidad nominal 630 A, tensión nominal 36 kV, sección del cable entre 300 y 400 mm ² , formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, pantalla semiconductor interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductor exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra.	
		Subtotal materiales	172,81
		Subtotal mano de obra	3,38
		Costes directos complementarios	3,52
		TOTAL PARTIDA	179,71
UXH010	Ud	Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	
		Subtotal materiales	7,93
		Subtotal mano de obra	12,52
		Costes directos complementarios	0,41
		TOTAL PARTIDA	20,86
DMX030	m²	Demolición de pavimento exterior de aglomerado asfáltico Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el corte previo del contorno del pavimento, pero no incluye la demolición de la base soporte.	
		Subtotal mano de obra	3,99
		Costes directos complementarios	0,08
		TOTAL PARTIDA	4,07

6.2.2 Capítulo II: Red de Media Tensión

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IUM014	m	Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo acera formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 240 mm ² de sección y 1 cable unipolar con conductor de aluminio RH5Z1 de 150 mm ² ; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 2 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	
		Subtotal materiales	108,22
		Subtotal mano de obra	19,11
		Costes directos complementarios	2,55
		TOTAL PARTIDA	129,88
IUM015	m	Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo calzada formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 240 mm ² de sección y 1 cable unipolar con conductor de aluminio RH5Z1 de 150 mm ² ; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15/B/20 de 5 cm de espesor y posterior relleno con el mismo hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	
		Subtotal materiales	111,65
		Subtotal mano de obra	16,41
		Costes directos complementarios	2,56
		TOTAL PARTIDA	130,62
DMC011	m	Corte de pavimento hormigón Corte de pavimento de hormigón, mediante máquina cortada de pavimento	
		Subtotal mano de obra	4,49
		Costes directos complementarios	0,09
		TOTAL PARTIDA	4,58
DMC010	m	Corte de pavimento de aglomerado asfáltico Corte de pavimento de aglomerado asfáltico, mediante máquina cortada de pavimento	
		Subtotal mano de obra	3,81
		Costes directos complementarios	0,08
		TOTAL PARTIDA	3,89
DMX030	m²	Demolición de pavimento exterior de aglomerado asfáltico Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el corte previo del contorno del pavimento, pero no incluye la demolición de la base soporte.	
		Subtotal mano de obra	3,99
		Costes directos complementarios	0,08
		TOTAL PARTIDA	4,07

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
DMX050	m²	Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón. Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón, con martillo neumático, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el picado del material de agarre, pero no incluye la demolición de la base soporte.	
		Subtotal mano de obra	4,02
		Costes directos complementarios	0,08
		TOTAL PARTIDA	4,10
ACE015	m³	Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	
		Subtotal mano de obra	2,59
		Costes directos complementarios	0,05
		TOTAL PARTIDA	2,64
ACR020	m³	Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	
		Subtotal mano de obra	10,06
		Costes directos complementarios	0,20
		TOTAL PARTIDA	10,26
UXH010	Ud	Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	
		Subtotal materiales	7,93
		Subtotal mano de obra	12,52
		Costes directos complementarios	0,41
		TOTAL PARTIDA	20,86
IEH055	Ud	Accesorio para cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Conector separable recto, para conexión a transformador, unidad de conmutación o motor, equipado con pasatapas enchufables, Elacon MSCS-630 ^a -150-240/36-T3-P1 "PRYSMIAN", intensidad nominal 630 A, tensión nominal 36 kV, sección del cable entre 300 y 400 mm ² , formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, pantalla semiconductor interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductor exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra.	
		Subtotal materiales	164,06
		Subtotal mano de obra	3,38
		Costes directos complementarios	3,35
		TOTAL PARTIDA	170,79

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
UXF010	m²	Capa de mezcla bituminosa continúa en caliente Capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base.	
		Subtotal mano de obra	1,27
		Costes directos complementarios	0,44
		TOTAL PARTIDA	22,27

6.2.3 Capítulo III: Centros de Transformación

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IUC040	Ud	Centro de transformación prefabricado	
		Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 4460x2380x3045 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria. Incluso transporte y descarga. Totalmente montado. Cuenta con cuadro de baja tensión de 8 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga y accesorios para su instalación. Cuenta con 2 celdas de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 420x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Celda de protección con fusible, 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Transformador en baño de aceite, 630 kVA de potencia, 36 kV de tensión asignada, 25 kV en el primario y 400 V en el secundario.	
		Subtotal materiales	36.602,89
		Subtotal mano de obra	929,39
		Costes directos complementarios	750,65
		TOTAL PARTIDA	38.282,93
IUC041	Ud	Centro de transformación prefabricado	
		Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 4460x2380x3045 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria. Incluso transporte y descarga. Totalmente montado. Cuenta con cuadro de baja tensión de 8 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga y accesorios para su instalación. Cuenta con 2 celdas de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 420x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Celda de protección con fusible, 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Transformador en baño de aceite, 630 kVA de potencia, 36 kV de tensión asignada, 25 kV en el primario y 400 V en el secundario.	
		Subtotal materiales	43.447,89
		Subtotal mano de obra	1022,45
		Costes directos complementarios	889,41
		TOTAL PARTIDA	45.359,85
IEH012	m	Cable eléctrico 0,6/1 kV de tensión nominal	
		Cable unipolar XZ1 (S), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	
		Subtotal materiales	0,40
		Subtotal mano de obra	0,63
		Costes directos complementarios	0,02
		TOTAL PARTIDA	1,11
IEH020	m	Cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP"	
		Cable eléctrico unipolar, Al Eprotenax H Compact "PRYSMIAN", normalizado por Iberdrola, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo Al RH5Z1 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, rígido (clase 2), de 1x400/25 mm ² de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, pantalla de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira, de 25 mm ² de sección, separador de cinta de poliéster, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos.	
		Subtotal materiales	15,91
		Subtotal mano de obra	1,61
		Costes directos complementarios	0,35
		TOTAL PARTIDA	17,87

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IEP021	Ud	Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	
		Subtotal materiales	142,02
		Subtotal mano de obra	10,72
		Costes directos complementarios	3,05
		TOTAL PARTIDA	155,79
IEP025	m	Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm ² de sección.	
		Subtotal materiales	4,93
		Subtotal mano de obra	2,20
		Costes directos complementarios	0,14
		TOTAL PARTIDA	7,27
IUC030	Ud	Candado inoxidable Endesa 50 mm Candado de protección de latón extruido de alta calidad, para protección de Centro de Transformación. Homologado por Endesa	
		Subtotal materiales	23,72
		Subtotal mano de obra	1,20
		Costes directos complementarios	0,06
		TOTAL PARTIDA	24,98
IUC012	Ud	Señal de riesgo eléctrico Placa de señalización y peligro formada por señal para edificio transformador y placa señalización transformador. Se incluye montaje y mano de obra.	
		Subtotal materiales	13,38
		Subtotal mano de obra	1,02
		Costes directos complementarios	0,07
		TOTAL PARTIDA	14,47
IUC025	Ud	Armario de telecontrol y automatización Armario de telecontrol y automatización, de 877x584x320 mm, formado por envolvente de chapa de acero; unidad de control; equipo cargador de batería; baterías; puertos RS232; bandeja extraíble y bornes de conexión; interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares con dos contactos auxiliares 1NA+1NC; interruptor de dos posiciones (mando local y telemando); piloto luminoso indicador de presencia de tensión; base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko; tarjetas electrónicas de control de entradas y salidas y equipos de telecomunicaciones. Instalación sobre las celdas. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	
		Subtotal materiales	8.684
		Subtotal mano de obra	93,06
		Costes directos complementarios	175,54
		TOTAL PARTIDA	8.952,68

6.2.4 Capítulo IV: Red de Baja Tensión

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IUM010	m	Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada formada por 3 cables unipolares con conductor de aluminio, 0,6/1 kV de 240 mm ² de sección y 1 cable de 150 mm ² de sección, colocados sobre lecho de arena de 6 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables. Incluso placa de protección y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	
		Subtotal materiales	81,73
		Subtotal mano de obra	11,06
		Costes directos complementarios	1,86
		TOTAL PARTIDA	94,65
DMC011	m	Corte de pavimento hormigón Corte de pavimento de hormigón, mediante máquina cortada de pavimento	
		Subtotal mano de obra	4,49
		Costes directos complementarios	0,09
		TOTAL PARTIDA	4,58
DMX050	m²	Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón. Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón, con martillo neumático, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el picado del material de agarre, pero no incluye la demolición de la base soporte.	
		Subtotal mano de obra	4,02
		Costes directos complementarios	0,08
		TOTAL PARTIDA	4,10
ACE015	m³	Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	
		Subtotal mano de obra	2,59
		Costes directos complementarios	0,05
		TOTAL PARTIDA	2,64
ACR020	m³	Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	
		Subtotal mano de obra	10,06
		Costes directos complementarios	0,20
		TOTAL PARTIDA	10,26
UXH010	Ud	Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	
		Subtotal materiales	7,93
		Subtotal mano de obra	12,52
		TOTAL PARTIDA	20,86

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IEC020	Ud	Suministro individual trifásico de 55/11 kW – 160 A Conjunto de protección y medida TMF 10 para suministros individuales mayores de 15 W, desde 80 A hasta 160 A en acometidas trifásicas. Evolvente de poliéster de gran resistencia formadas por cubas y tapas transparentes conteniendo el interruptor general de protección, embarrado y portafusibles de protección preparados para conexión de M10 mediante terminal de pala. Dispone de la caja para albergar y precintar el contador de consumo eléctrico, así como la ventana abisagrada para la manipulación del mismo.	
		Subtotal materiales	754,54
		Subtotal mano de obra	60,66
		Costes directos complementarios	11,46
		TOTAL PARTIDA	826,67
IEC021	Ud	Suministro individual trifásico de 139/277 kW – 400 A Conjunto de protección y medida TMF 10, Claved, para suministros individuales mayores de 15 W, desde 200 A hasta 400 A en acometidas trifásicas. Evolvente de poliéster de gran resistencia formadas por cubas y tapas transparentes conteniendo el interruptor general de protección, embarrado y portafusibles de protección preparados para conexión de M10 mediante terminal de pala. Dispone de la caja para albergar y precintar el contador de consumo eléctrico, así como la ventana abisagrada para la manipulación del mismo.	
		Subtotal materiales	1.562,43
		Subtotal mano de obra	120,75
		Costes directos complementarios	22,92
		TOTAL PARTIDA	1.706,10
IUC031	Ud	Candado 25x5 para instalaciones de Baja Tensión Candado 25x5 cm para armarios, cajas e instalaciones de Baja Tensión, con llave universal tipo ENDESA de la marca ABLOYD.	
		Subtotal materiales	16,20
		Subtotal mano de obra	1,15
		Costes directos complementarios	0,04
		TOTAL PARTIDA	17,39
ACP030	Ud	Armario prefabricado monobloque para alojar TMF10 de 160 A Armario prefabricado monobloque con puertas metálicas, con capacidad para albergar en su interior una caja de seccionamiento + CPG + conjunto de medida TMF1 de 63 A o TMF10 de 160 A, de acuerdo con las especificaciones de FECSA ENDESA. (equipos no incluidos).	
		Subtotal materiales	1.426,44
		Subtotal mano de obra	60,52
		Costes directos complementarios	25,04
		TOTAL PARTIDA	1.512,00
ACP031	Ud	Armario prefabricado monobloque para alojar TMF10 de 200 A hasta 630 A Armario prefabricado monobloque con puerta metálica, con capacidad para albergar un conjunto de protección y medida TMF10 de 200 A a 630 A, de acuerdo con las especificaciones de FECSA ENDESA. (equipos no incluidos).	
		Subtotal materiales	2.898,97
		Subtotal mano de obra	100,93
		Costes directos complementarios	32,10
		TOTAL PARTIDA	3.032,00
IEX305	Ud	Fusible de cuchillas Conjunto fusible, formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 400 A, poder de corte 120 kA, tamaño T2 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 400 A.	
		Subtotal materiales	41,07
		Subtotal mano de obra	4,40
		TOTAL PARTIDA	46,38

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IEP021	Ud	Toma de tierra con pica	
		Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	
		Subtotal materiales	142,02
		Subtotal mano de obra	10,72
		Costes directos complementarios	3,05
		TOTAL PARTIDA	155,79
IEP025	m	Conductor de tierra	
		Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm ² de sección.	
		Subtotal materiales	4,93
		Subtotal mano de obra	2,20
		Costes directos complementarios	0,14
		TOTAL PARTIDA	7,27

6.2.5 Capítulo V: Alumbrado Público

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IUP060	m	Cableado para red subterránea de alumbrado público Cableado para red subterránea de alumbrado público formado por 4 cables unipolares RZ1-K (AS) reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre de 6 mm ² de sección, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	
		Subtotal materiales	6,55
		Subtotal mano de obra	1,86
		Costes directos complementarios	0,17
		TOTAL PARTIDA	8,58
IUP050	m	Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro.	
		Subtotal materiales	4,02
		Subtotal mano de obra	1,07
		Costes directos complementarios	0,10
		TOTAL PARTIDA	5,19
IEC010	Ud	Caja de protección y medida Caja de protección y medida CPM2-D4, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local.	
		Subtotal materiales	510,41
		Subtotal mano de obra	62,66
		Costes directos complementarios	11,46
		TOTAL PARTIDA	584,53
UHP010	Ud	Armario prefabricado monobloque más peana Z8-SP Armario prefabricado monobloque más peana, con puerta metálica con capacidad para albergar una Caja General de Protección más una Caja de Seccionamiento (equipos no incluidos).	
		Subtotal materiales	701,62
		Subtotal mano de obra	38,03
		Costes directos complementarios	10,35
		TOTAL PARTIDA	750,00
UIA010	Ud	Arqueta de conexión eléctrica Arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 40x40 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de acero galvanizado y tapa de hormigón armado aligerado, de 39x39 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular.	
		Subtotal materiales	40,47
		Subtotal mano de obra	21,27
		Costes directos complementarios	1,24
		TOTAL PARTIDA	63,27
IEX060	Ud	Interruptor diferencial modular Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase A.	
		Subtotal materiales	227,03
		Subtotal mano de obra	8,27
		Costes directos complementarios	4,71
		TOTAL PARTIDA	240,01

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IEX050	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C.	
		Subtotal materiales	118,37
		Subtotal mano de obra	7,70
		Costes directos complementarios	2,52
		TOTAL PARTIDA	128,59
IEX076	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias, modular Protector contra sobretensiones transitorias, de 4 módulos, tetrapolar (4P), tipo 2 (onda 8/20 µs), nivel de protección 1,5 kV, intensidad máxima de descarga 65 kA.	
		Subtotal materiales	400,14
		Subtotal mano de obra	7,70
		Costes directos complementarios	8,16
		TOTAL PARTIDA	416,00
IEX051	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C.	
		Subtotal materiales	80,54
		Subtotal mano de obra	7,70
		Costes directos complementarios	1,76
		TOTAL PARTIDA	90,00
IEX052	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C.	
		Subtotal materiales	80,54
		Subtotal mano de obra	7,70
		Costes directos complementarios	1,76
		TOTAL PARTIDA	90,00
IEX075	Ud	Protector contra sobretensiones permanentes, modular. Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, tetrapolar (3P+N), tensión de disparo retardado entre 265 y 300 V, umbral de desconexión de disparo retardado 3,5 s, tensión de disparo directo mayor de 300 V, umbral de desconexión de disparo directo 0,5 s, con montaje separado del interruptor automático, pudiendo desconectar el interruptor mediante una señal enviada a la bobina de disparo o mediante la derivación de una corriente a tierra.	
		Subtotal materiales	312,00
		Subtotal mano de obra	7,70
		Costes directos complementarios	6,39
		TOTAL PARTIDA	326,09
IUC031	Ud	Candado 25x5 para instalaciones de Baja Tensión Candado 25x5 cm para armarios, cajas e instalaciones de Baja Tensión, con llave universal tipo ENDESA de la marca ABLOYD.	
		Subtotal materiales	16,20
		Subtotal mano de obra	1,15
		Costes directos complementarios	0,04
		TOTAL PARTIDA	17,39

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
IEP021	Ud	Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	
		Subtotal materiales	142,02
		Subtotal mano de obra	10,72
		Costes directos complementarios	3,05
		TOTAL PARTIDA	155,79
IEP025	m	Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm ² de sección.	
		Subtotal materiales	2,93
		Subtotal mano de obra	2,09
		Costes directos complementarios	0,10
		TOTAL PARTIDA	5,12
UIV010	Ud	Báculo de 8 metros Columna troncocónica 8 m, con pernos de acero galvanizado. Fabricada bajo norma UNE-EN 40-5 en chapa de acero.	
		Subtotal materiales	405,10
		Subtotal mano de obra	3,72
		Costes directos complementarios	0,68
		TOTAL PARTIDA	409,50
UIV011	Ud	Luminaria Clap S Pro LED 105 W "Salvi" Luminaria LED de potencia 105 W, de diseño ovalado con un brazo. Dimensiones de 500x245x80 mm. Protección IP66 e IK08. Incluye cableado interior, cable 0,6/1 kV de 2,5 mm ² , protector contra sobretensiones y regulador. Incluye garantía de 3 años.	
		Subtotal materiales	488,50
		Subtotal mano de obra	42,79
		Costes directos complementarios	17,97
		TOTAL PARTIDA	549,26
CHH020	m³	Hormigón en masa Hormigón HM-25/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, para formación de zapata.	
		Subtotal materiales	84,14
		Subtotal mano de obra	7,04
		Costes directos complementarios	1,82
		TOTAL PARTIDA	93,00
ACE015	m³	Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	
		Subtotal mano de obra	2,59
		Costes directos complementarios	0,05
		TOTAL PARTIDA	2,64

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
UXH010	Ud	Solado de baldosas de hormigón	
		Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	
		Subtotal materiales	7,93
		Subtotal mano de obra	12,52
		Costes directos complementarios	0,41
		TOTAL PARTIDA	20,86

6.2.6 Capítulo VI: Documentación

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SYS001	Ud	Planos AS-BUILT del proyecto Confección de planos "AS BUILT" de las instalaciones realizadas para todo el proyecto, entregado en papel.	
		Subtotal materiales	0,10
		Subtotal mano de obra	143,90
		Costes directos complementarios	6,00
		TOTAL PARTIDA	150,00
ENS010	Ud	Ensayos de descarga parciales Ensayos de descarga parciales por conductor de las instalaciones realizadas para todo el proyecto.	
		TOTAL PARTIDA	3.000,00
CRT010	Ud	Certificado de cruzamientos y paralelismos Certificado de cruces y paralelismos para las instalaciones realizadas para todo el proyecto.	
		TOTAL PARTIDA	3.000,00
PRY020	Ud	Proyecto de legalización de la Red de Enlace de Suministro Proyecto de legalización de la Red de Enlace de Suministro del proyecto. Legalización de un circuito.	
		TOTAL PARTIDA	10.000,00
PRY030	Ud	Proyecto de legalización de los centros de transformación Proyecto de legalización de Centro de Transformación., incluyendo red de baja tensión hasta 500 m desde la salida del Centro de Transformación.	
		TOTAL PARTIDA	2.000,00

6.3 Presupuesto

6.3.1 Capítulo I: Red subterránea de enlace de suministro

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IUM010	m Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada formada por 3 cables unipolares con conductor de aluminio, RH5Z1 de 400 mm ² de sección, colocados sobre lecho de arena de 6 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables. Incluso placa de protección y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	1.994	124,52	74.338,44
				<u>74.338,44</u>
IUM015	m Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo calzada formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 400 mm ² de sección; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 200 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15/B/20 de 5 cm de espesor y posterior relleno con el mismo hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	176	150,20	13.217,60
				<u>13.217,60</u>
ACE015	m³ Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	422,28	2,64	1.114,82
				<u>1.114,82</u>
ACR020	m³ Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	285,24	10,26	2.926,56
				<u>2.926,56</u>
DMX030	m² Demolición de pavimento exterior de aglomerado asfáltico Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el corte previo del contorno del pavimento, pero no incluye la demolición de la base soporte.	123,20	4,07	501,42
				<u>501,42</u>
DMC010	m Corte de pavimento de aglomerado asfáltico Corte de pavimento de aglomerado asfáltico, mediante máquina cortada de pavimento	346	3,89	1.345,94
				<u>1.345,94</u>
UXF010	m² Capa de mezcla bituminosa continua en caliente Capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base.	123,20	22,27	2.743,67
				<u>2.743,67</u>
OBC006	Ud Cala para la localización de servicios e instalaciones Cala para la localización de servicios o instalaciones existentes, en cualquier zona de la obra, de hasta 1 m de profundidad, realizada con medios mecánicos.	6	121,24	727,44
				<u>727,44</u>

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IEH055	Ud Accesorio para cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Conector separable recto, para conexión a transformador, unidad de conmutación o motor, equipado con pasatapas enchufables, Elascacon MSCS-630 ^a -300-400/36-T3-P1 "PRYSMIAN", intensidad nominal 630 A, tensión nominal 36 kV, sección del cable entre 300 y 400 mm ² , formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, pantalla semiconductor interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductor exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra.	6	179,71	1.078,76
				<u>1.078,76</u>
UXH010	Ud Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	160,60	20,86	3.350,12
				<u>3.350,12</u>
TOTAL CAPÍTULO I: RED DE ENLACE DE SUMINISTRO.....				<u>101.344,77</u>

6.3.2 Capítulo II: Red de Media Tensión

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IUM014	m Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo acera formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 240 mm ² de sección y 1 cable unipolar con conductor de aluminio RH5Z1 de 150 mm ² ; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 2 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	4.325,10	129,88	280.871,99
				280.871,99
IUM015	m Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada Línea subterránea de 25 kV en canalización entubada bajo calzada formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, RH5Z1, de 240 mm ² de sección; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 200 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15/B/20 de 5 cm de espesor y posterior relleno con el mismo hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; y canalización para telecomunicaciones compuesta de tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona. Incluso hilo guía y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	374,90	130,62	24.484,74
				24.484,74
DMC011	m Corte de pavimento hormigón Corte de pavimento de hormigón, mediante máquina cortada de pavimento	749,80	4,58	3.434,09
				3.434,09
DMC010	m Corte de pavimento de aglomerado asfáltico Corte de pavimento de aglomerado asfáltico, mediante máquina cortada de pavimento	8.650,20	3,89	33.649,28
				33.649,28
DMX030	m² Demolición de pavimento exterior de aglomerado asfáltico Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el corte previo del contorno del pavimento, pero no incluye la demolición de la base soporte.	299,92	4,07	1.220,68
				1.220,68
DMX050	m² Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón. Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón, con martillo neumático, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el picado del material de agarre, pero no incluye la demolición de la base soporte.	346	4,10	1.418,60
				1.418,60
ACE015	m³ Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	4.296,29	2,64	11.342,21
				11.342,21

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ACR020	m³ Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	2.692,54	10,26	27.625,46
				<u>27.625,46</u>
UXH010	m² Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	4.325,10	20,86	90.221,59
				<u>90.221,59</u>
UXF010	m² Capa de mezcla bituminosa continua en caliente Capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base.	299,92	22,27	6.679,22
				<u>6.679,22</u>
IEH055	Ud Accesorio para cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Conector separable recto, para conexión a transformador, unidad de conmutación o motor, equipado con pasatapas enchufables, Elacon MSCS-630 ^a -150-240/36-T3-P1 "PRYSMIAN", intensidad nominal 630 A, tensión nominal 36 kV, sección del cable entre 300 y 400 mm ² , formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, pantalla semiconductor interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductor exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra.	162	164,04	26.574,48
				<u>26.574,48</u>
	TOTAL CAPÍTULO II: RED DE MEDIA TENSIÓN.....			<u>507.522,34</u>

6.3.3 Capítulo III: Centros de Transformación

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IUC040	Ud Centro de transformación prefabricado Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 4460x2380x3045 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria. Incluso transporte y descarga. Totalmente montado. Cuenta con cuadro de baja tensión de 8 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga y accesorios para su instalación. Cuenta con 2 celdas de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 420x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Celda de protección con fusible, 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Transformador en baño de aceite, 630 kVA de potencia, 36 kV de tensión asignada, 25 kV en el primario y 400 V en el secundario.	20	38.282,93	765.658,60
				<u>765.658,60</u>
IUC041	Ud Centro de transformación prefabricado Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 3280x2380x3045 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria. Incluso transporte y descarga. Totalmente montado. Cuenta con cuadro de baja tensión de 8 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga y accesorios para su instalación. Cuenta con 3 celdas de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 420x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Celda de protección con fusible, 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x1040x1800 mm, con aislamiento SF6. Transformador en baño de aceite, 630 kVA de potencia, 36 kV de tensión asignada, 25 kV en el primario y 400 V en el secundario.	1	45.359,85	45.359,85
				<u>45.359,85</u>
IEH012	m Cable eléctrico 0,6/1 kV de tensión nominal Cable unipolar XZ1 (S), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	315	1,11	349,65
				<u>349,65</u>
IEH020	m Cable eléctrico para media tensión "PRYSMIAN GROUP" Cable eléctrico unipolar, Al Eprotenax H Compact "PRYSMIAN", normalizado por Iberdrola, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo Al RH5Z1 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, rígido (clase 2), de 1x400/25 mm ² de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, pantalla de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira, de 25 mm ² de sección, separador de cinta de poliéster, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos.	18	17,87	321,66
				<u>321,66</u>
IEP021	Ud Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud. Tierra de servicio 63	231	155,79	35.987,49
				<u>35.987,49</u>
IEP025	m Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm ² de sección.	760,20	7,27	5.526,65
				<u>5.526,65</u>
IUC030	Ud Candado inoxidable Endesa 50 mm Candado de protección de latón extruido de alta calidad, para protección de Centro de Transformación. Homologado por Endesa	42	24,98	1.049,16
				<u>1.049,16</u>
IUC012	Ud Señal de riesgo eléctrico Placa de señalización y peligro formada por señal para edificio transformador y placa señalización transformador. Se incluye montaje y mano de obra.	21	14,47	303,87
				<u>303,87</u>

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IUC025	Ud Armario de telecontrol y automatización Armario de telecontrol y automatización, de 877x584x320 mm, formado por envolvente de chapa de acero; unidad de control; equipo cargador de batería; baterías; puertos RS232; bandeja extraíble y bornes de conexión; interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares con dos contactos auxiliares 1NA+1NC; interruptor de dos posiciones (mando local y telemando); piloto luminoso indicador de presencia de tensión; base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko; tarjetas electrónicas de control de entradas y salidas y equipos de telecomunicaciones. Instalación sobre las celdas. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	21	8.952,68	188.006,28
				<u>188.006,28</u>
TOTAL CAPÍTULO III: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....				<u>1.042,563,21</u>

6.3.4 Capítulo IV: Red de Baja Tensión

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IUM010	m Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada Línea subterránea de 25 kV directamente enterrada formada por 3 cables unipolares con conductor de aluminio, 0,6/1 kV de 240 mm ² de sección y 1 cable de 150 mm ² de sección, colocados sobre lecho de arena de 6 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables. Incluso placa de protección y cinta de señalización. El precio no incluye la excavación ni el relleno principal.	13.300	94,65	1.258,845
				<u>1.258,845</u>
DMC011	m Corte de pavimento hormigón Corte de pavimento de hormigón, mediante máquina cortada de pavimento	17.949,80	4,58	82.210,09
				<u>82.210,09</u>
DMX050	m² Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón Demolición de pavimento exterior de baldosas y/o losetas de hormigón, con martillo neumático, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el picado del material de agarre, pero no incluye la demolición de la base soporte.	3.590	4,10	14.719
				<u>14.719</u>
ACE015	m³ Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	2.512,97	2,64	6.634,24
				<u>6.634,24</u>
ACR020	m³ Relleno de zanjas con tierra procedente de la propia excavación Relleno de zanjas con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	1.256,49	10,26	12.891,59
				<u>12.891,59</u>
UXH010	m² Solado de baldosas de hormigón. Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	5.384,96	20,86	112.330,27
				<u>112.330,27</u>
IEC020	Ud Suministro individual trifásico de 55/11 kW – 160 A Conjunto de protección y medida TMF 10 para suministros individuales mayores de 15 W, desde 80 A hasta 160 A en acometidas trifásicas. Evolvente de poliéster de gran resistencia formadas por cubas y tapas transparentes conteniendo el interruptor general de protección, embarrado y portafusibles de protección preparados para conexión de M10 mediante terminal de pala. Dispone de la caja para albergar y precintar el contador de consumo eléctrico, así como la ventana abisagrada para la manipulación del mismo.	168	826,67	138.880,56
				<u>138.880,56</u>

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IEC021	Ud Suministro individual trifásico de 139/277 kW – 400 A Conjunto de protección y medida TMF 10, Claved, para suministros individuales mayores de 15 W, desde 200 A hasta 400 A en acometidas trifásicas. Evolvente de poliéster de gran resistencia formadas por cubas y tapas transparentes conteniendo el interruptor general de protección, embarrado y portafusibles de protección preparados para conexión de M10 mediante terminal de pala. Dispone de la caja para albergar y precintar el contador de consumo eléctrico, así como la ventana abisagrada para la manipulación del mismo.	61	1.706,10	104.072,10
				<u>104.072,10</u>
IUC031	Ud Candado 25x5 para instalaciones de Baja Tensión Candado 25x5 cm para armarios, cajas e instalaciones de Baja Tensión, con llave universal tipo ENDESA de la marca ABLOYD.	229	17,39	3.982,31
				<u>3.982,31</u>
ACP030	Ud Armario prefabricado monobloque para alojar TMF10 de 160 A Armario prefabricado monobloque con puertas metálicas, con capacidad para albergar en su interior una caja de seccionamiento + CPG + conjunto de medida TMF1 de 63 A o TMF10 de 160 A, de acuerdo con las especificaciones de FECSA ENDESA. (equipos no incluidos).	168	1.512,00	254.016,00
				<u>254.016,00</u>
ACP031	Ud Armario prefabricado monobloque para alojar TMF10 de 200 A hasta 630 A Armario prefabricado monobloque con puerta metálica, con capacidad para albergar un conjunto de protección y medida TMF10 de 200 A a 630 A, de acuerdo con las especificaciones de FECSA ENDESA. (equipos no incluidos).	61	3.032,00	184.952,00
				<u>184.952,00</u>
IEX305	Ud Fusible de cuchillas Conjunto fusible, formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 400 A, poder de corte 120 kA, tamaño T2 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 400 A.	687	46,38	31.863,06
				<u>31.863,06</u>
IEP021	Ud Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	229	155,79	35.675,91
				<u>35.675,91</u>
IEP025	m Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm ² de sección.	916	7,27	6.629,32
				<u>6.629,32</u>
TOTAL CAPÍTULO IV: RED DE BAJA TENSIÓN.....				<u>2.247.701,45</u>

6.3.5 Capítulo V: Alumbrado Público

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IUP060	m Cableado para red subterránea de alumbrado público Cableado para red subterránea de alumbrado público formado por 4 cables unipolares RZ1-K (AS) reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre de 6 mm ² de sección, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	11.620	8,58	99.699,60
				<u>99.699,60</u>
IUP050	m Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro.	2.905	5,19	15.076,95
				<u>15.076,95</u>
IEC010	Ud Caja de protección y medida Caja de protección y medida CPM2-D4, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local.	6	584,53	3.507,18
				<u>3.507,18</u>
UHP010	Ud Armario prefabricado monobloque más peana Z8-SP Armario prefabricado monobloque más peana, con puerta metálica con capacidad para albergar una Caja General de Protección más una Caja de Seccionamiento (equipos no incluidos).	6	750,00	4.500,00
				<u>4.500,00</u>
UIA010	Ud Arqueta de conexión eléctrica Arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 40x40 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de acero galvanizado y tapa de hormigón armado aligerado, de 39x39 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular.	50	63,27	3.163,50
				<u>3.163,50</u>
IEX060	Ud Interruptor diferencial modular Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase A.	6	240,01	1.440,06
				<u>1.440,06</u>
IEX050	Ud Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C.	6	128,59	771,54
				<u>771,54</u>
IEX076	Ud Protector contra sobretensiones transitorias, modular Protector contra sobretensiones transitorias, de 4 módulos, tetrapolar (4P), tipo 2 (onda 8/20 µs), nivel de protección 1,5 kV, intensidad máxima de descarga 65 kA.	6	416,00	2.496,00
				<u>2.496,00</u>
IEX051	Ud Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C.	13	90,00	1.170,00
				<u>1.170,00</u>
IEX052	Ud Interruptor automático magnetotérmico, modular Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C.	2	90,00	180,00
				<u>180,00</u>

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IEX075	Ud Protector contra sobretensiones permanentes, modular. Protector contra sobretensiones permanentes, de 1 módulo, tetrapolar (3P+N), tensión de disparo retardado entre 265 y 300 V, umbral de desconexión de disparo retardado 3,5 s, tensión de disparo directo mayor de 300 V, umbral de desconexión de disparo directo 0,5 s, con montaje separado del interruptor automático, pudiendo desconectar el interruptor mediante una señal enviada a la bobina de disparo o mediante la derivación de una corriente a tierra.	6	326,09	1.956,54
				<u>1.956,54</u>
IUC031	Ud Candado 25x5 para instalaciones de Baja Tensión Candado 25x5 cm para armarios, cajas e instalaciones de Baja Tensión, con llave universal tipo ENDESA de la marca ABLOYD.	6	17,39	104,34
				<u>104,34</u>
IEP021	Ud Toma de tierra con pica Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	468	155,79	72.909,72
				<u>72.909,72</u>
IEP025	m Conductor de tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm ² de sección.	2.905	5,12	14.873,60
				<u>14.873,60</u>
UIV010	Ud Báculo de 8 metros Columna troncocónica 8 m, con pernos de acero galvanizado. Fabricada bajo norma UNE-EN 40-5 en chapa de acero.	468	409,50	191.646,00
				<u>191.646,00</u>
UIV011	Ud Luminaria Clap S Pro LED 105 W "Salvi" Luminaria LED de potencia 105 W, de diseño ovalado con un brazo. Dimensiones de 500x245x80 mm. Protección IP66 e IK08. Incluye cableado interior, cable 0,6/1 kV de 2,5 mm ² , protector contra sobretensiones y regulador. Incluye garantía de 3 años.	468	549,26	257.053,68
				<u>257.053,68</u>
CHH020	m³ Hormigón en masa Hormigón HM-25/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, para formación de zapata.	239,62	93,00	22.286,66
				<u>22.286,66</u>
ACE015	m³ Excavación de tierras a cielo abierto bajo rasante, con medios mecánicos. Excavación a cielo abierto bajo rasante, en tierra blanda, de hasta 4 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio incluye la formación de la rampa provisional para acceso de la maquinaria al fondo de la excavación y su posterior retirada, pero no incluye el transporte de los materiales excavados.	299,52	2,64	790,74
				<u>790,74</u>
UXH010	m² Solado de baldosas de hormigón Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 9 pastillas, resistencia a flexión T, carga de rotura 3, resistencia al desgaste G, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón en masa (HM-20/P/20/X0), de 30 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado. El precio no incluye la base de apoyo.	299,52	20,86	6.247,99
				<u>6.247,99</u>
TOTAL CAPÍTULO V: ALUMBRADO PÚBLICO.....				<u>699.874,10</u>

6.3.6 Capítulo VI: Documentación

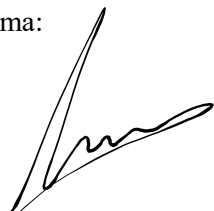
CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SYS001	Ud Planos AS-BUILT del proyecto Confección de planos "AS BUILT" de las instalaciones realizadas para todo el proyecto, entregado en papel. Red de Baja Tensión	24	150,00	3.600,00
				3.600,00
ENS010	Ud Ensayos de descarga parciales Ensayos de descarga parciales por conductor de las instalaciones realizadas para todo el proyecto.	1	3.000,00	3.000,00
				3.000,00
CRT010	Ud Certificado de cruzamientos y paralelismos Certificado de cruces y paralelismos para las instalaciones realizadas para todo el proyecto.	1	3.000,00	3.000,00
				3.000,00
PRY020	Ud Proyecto de legalización de la Red de Enlace de Suministro Proyecto de legalización de la Red de Enlace de Suministro del proyecto. Legalización de un circuito.	2	10.000,00	20.000,00
				20.000,00
PRY030	Ud Proyecto de legalización de los centros de transformación Proyecto de legalización de Centro de Transformación., incluyendo red de baja tensión hasta 500 m desde la salida del Centro de Transformación.	21	2.000,00	42.000,00
				42.000,00
TOTAL CAPÍTULO VI: DOCUMENTACIÓN.....				71.600,00

6.4 Resumen del presupuesto

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE EUROS
I	Red de subterránea de enlace de suministro.....	101.344,77
II	Red de Media Tensión.....	507.522,34
III	Centros de Transformación.....	1.042.563,21
IV	Red de Baja Tensión.....	2.247.701,45
V	Alumbrado Público.....	699.874,10
VI	Documentación.....	71.600,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		4.670.605,87
	13,00% Despensas Generales.....607.178,77	
	6,00% Beneficio industrial.....280.236,35	
SUMA DE DESPENSAS Y BENEFICIO		887.415,12
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		5.558.020,99
	21,00% I.V.A.....	1.167.184,41
PRESUPUESTO GENERAL DE LICITACIÓN		6.725.205,39

Sube el presupuesto general de licitación la cantidad mencionada de SEIS MILLONES SETECIENTOS VEINTICINCO MIL DOSCIENTOS CINCO con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Firma:



Ingéniero Técnico Industrial Eléctrico
Irene Royo Sánchez

Fecha: Junio de 2023

**DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL
POLÍGONO INDUSTRIAL DE REUS (MAS SUNYER)**

ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Grado de Ingeniería Eléctrica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

7 Estudio de Seguridad y Salud

7.1 Objeto del proyecto

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como información útil para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de mantenimiento.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el terreno de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el cual se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

En base al arte. 7.º, y en aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud, el contratista tiene que elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el cual se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente documento.

El Plan de Seguridad y Salud tendrá que ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no haya, por la Dirección Facultativa. En caso de obras de las Administraciones Públicas se tendrá que someter a la aprobación de esta Administración.

Se recuerda la obligatoriedad de que en cada centro de trabajo haya un Libro de Incidencias por el seguimiento del Plan. Cualquier anotación hecha en el Libro de Incidencias tendrá que ponerse en conocimiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de 24 horas.

Aun así, se recuerda que, según el artículo 15º del Real Decreto, los contratistas y bache-contratistas tendrán que garantizar que los trabajadores reciban la información adecuada de todas las medidas de seguridad y salud a la obra.

Antes del comienzo de los trabajos el promotor tendrá que efectuar un aviso a la autoridad laboral competente, según modelo incluido al anexo III del Real Decreto.

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente tendrá que incluir el Plan de Seguridad y Salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o cualquier integrante de la Dirección Facultativa, en caso de apreciar un riesgo grave inminente para la seguridad de los trabajadores, podrá parar la obra parcial o totalmente, comunicándolo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, al contratista, baches-contratistas y representantes de los trabajadores.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los baches-contratistas (arte. 11º).

7.2 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

El artículo 10 del R.D.1627/1997 establece que se aplicarán los principios de acción preventiva recogidos en el arte. 15º de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre)" durante la ejecución de la obra y en particular en las siguientes actividades:

- a) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpia
- b) La elección del emplazamiento de los lugares y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación
- c) La manipulación de los diferentes materiales y la utilización de los medios auxiliares
- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las Instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores
- e) La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los diferentes materiales, en particular si se trata de materias y sustancias peligrosas
- f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados
- g) El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros
- h) La adaptación en función de la evolución de la obra del periodo de tiempo efectivo que se tendrá que dedicar a los diferentes trabajos o fases del trabajo

- i) La cooperación entre los contratistas, baches-contratistas y trabajadores autónomos
- j) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice a la obra o cerca de la obra.

Los principios de acción preventiva establecidos en el artículo 15º de la Ley 31/95 son los siguientes:

1. El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención, de acuerdo con los siguientes principios generales:
 - a) Evitar riesgos
 - b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar
 - c) Combatir los riesgos en su origen
 - d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular con el que respeta a la concepción de los puestos de trabajo, la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, para reducir el trabajo monótono y repetitivo y reducir los efectos de este a la salud
 - e) Tener en cuenta la evolución de la técnica
 - f) Sustituir aquello que es peligroso por aquello que tenga poco o ningún peligro
 - g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo
 - h) Adoptar medidas que pongan por ante la protección colectiva a la individual
 - i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores
2. El empresario tendrá en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendar los trabajos
3. El empresario adoptará las medidas necesarias para garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder en las zonas de riesgo grave y específico
4. La efectividad de las medidas preventivas tendrá que prever las distracciones e imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su aplicación se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, que solo podrán adoptarse cuando la magnitud de los mencionados riesgos sea sustancialmente inferior a las de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras
5. Podrán concertar operaciones de seguros que tengan como finalidad garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto de ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto los socios, la actividad de los cuales consista en la prestación de su trabajo personal.

7.3 Derechos y obligaciones

7.3.1 Derecho a la protección frente los riesgos laborales

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

7.3.2 Principios de la acción preventiva

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.

- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

7.3.3 Evaluación de los riesgos

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aun cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
 - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
 - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de “tijera” entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

7.3.4 Equipos de trabajo y medios de protección

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

7.3.5 Información, consulta y participación de los trabajadores

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

7.3.6 Formación de los trabajadores

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

7.3.7 Medidas de emergencia

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

7.3.8 Riesgo grave e inminente

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

7.3.9 Vigilancia de la salud

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

7.3.10 Documentación

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

7.3.11 Coordinación de actividades empresariales

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

7.3.12 Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

7.3.13 Protección de la maternidad

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

7.3.14 Protección de los menores

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

7.3.15 Relaciones de trabajos temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

7.3.16 Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

7.4 Servicios de prevención

7.4.1 Protección y prevención de riesgos profesionales

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

7.4.2 Servicios de prevención

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

7.5 Consulta y participación de los trabajadores

7.5.1 Consulta de los trabajadores

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

7.5.2 Derechos de participación y presentación

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

7.5.3 Delegados de prevención

Los delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el delegado de Prevención será el delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un delegado de Prevención que será elegido por y entre los delegados de Personal.

7.6 Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

7.6.1 Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

7.6.2 Obligación general del empresario

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde. La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

7.7 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

7.7.1 Obligación general del empresario

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan verse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

7.7.2 Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

7.7.3 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

7.7.4 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con “pestillos de seguridad” y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

7.7.5 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti impactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincas, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores anti-desprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antiruido y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

7.7.6 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti-proyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad anti-proyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

7.8 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción

7.8.1 Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiéndose como tal cualquiera obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Red de Alumbrado Público* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es superior a 450759,08 euros.
- La duración estimada no es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

7.9 Estudio de seguridad y salud

7.9.1 Riesgos más frecuentes de la construcción

Los *Oficios* más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

7.9.2 Medidas preventivas de carácter general

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

- Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc.).
- Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.
- El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

- El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.
- Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.
- La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.
- El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.
- Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.
- Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.
- Se tratará de que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.
- Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.
- Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.
- La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.
- Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.
- Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.
- El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.
- Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.
- Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).
- Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

7.9.3 Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

- La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.
- La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zavorras.
- El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatillas antideslizantes.
- Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:
- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
- Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores a 1'50 m.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.
- Se prohíbe trepar por las armaduras, en cualquier caso.
- Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

Montaje de elementos metálicos.

- Los elementos metálicos (báculos, postes, etc.) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1,50 m.
- Las operaciones de soldadura en altura se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.
- El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.
- El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

- El riesgo de caída desde altura se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.
- Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h.

Albañilería.

- Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Pintura y barnizados.

- Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.
- Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.
- Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa, por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Instalación eléctrica provisional de obra.

- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.
- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
 - 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
- La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:
 - Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
 - La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m, medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
 - La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
 - Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.
- No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
- No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

7.10 Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de*

seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

7.11 5. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores e equipos de protección individual

7.11.1 Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

7.11.2 Obligaciones del empresario.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

Protectores de la cabeza

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

Protectores de manos y brazos

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

Protectores de pies y piernas

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

Protectores del cuerpo

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones anti-vibraciones.

- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión

Firma:



Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Irene Royo Sánchez

Fecha: Junio de 2023