

**PROYECTO DE RED DE BAJA  
TENSIÓN, ALUMBRADO PÚBLICO,  
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN,  
LMT Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA  
AÉREA PARA EL SECTOR 7. DE  
NUMANCIA DE LA SAGRA**

**PROPIEDAD: HULOMA, S.A.**

**SITUACIÓN: SECTOR 7**

**LOCALIDAD: NUMANCIA DE LA SAGRA (TOLEDO)**

Estudio de Ingeniería: Rafael Uceda Martín, c/Real 40, Yuncos (Toledo) Telf.: 925-537061 [rafa@ingeneriauceda.com](mailto:rafa@ingeneriauceda.com)



C/ Real, 40  
Telef.: 925 53 70 61  
45210 YUNCOS  
TOLEDO  
e-mail: rafa@coramagestion.es

## DECLARACIÓN RESPONSABLE DEL TÉCNICO COMPETENTE PROYECTISTA

D. RAFAEL UCEDA MARTÍN, con DNI: 03834674-E, domicilio en la calle Real nº 40 de Yuncos (Toledo) código postal 45210, teléfono 925 53 70 61.

Título profesional de INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, colegiado nº 292., del Ilustre Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Toledo.

### DECLARA:

- Poseo la titulación de INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL.
- De acuerdo con las atribuciones profesionales de esta titulación, tengo competencia para la redacción y firma del proyecto técnico de PROYECTO DE RED DE BAJA TENSIÓN, ALUMBRADO PÚBLICO, CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, LMT Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA AÉREA PARA EL SECTOR 7. DE NUMANCIA DE LA SAGRA propiedad de HULOMA, S.A. con C.I.F: A-45012226 y domicilio social en la C/ Real nº 141 de Yuncos (Toledo) en el término municipal de NUMANCIA DE LA SAGRA (TOLEDO).
- Cumplo con los requisitos legales establecidos para el ejercicio de la profesión
- No estoy inhabilitado, ni administrativamente ni jurídicamente, para la redacción y firma de dicho proyecto.

Y para que conste y surta los efectos oportunos, se expide y se firma la presente declaración responsable de la veracidad de los datos e información.

Toledo, 10 de octubre de 2019  
El Técnico Titulado Competente Proyectista

D. Rafael Uceda Martín  
Colegiado Nº 292

## **HOJA DESCRIPTIVA RESUMEN DEL PROYECTO**

### **DATOS DEL PROYECTO**

**OBJETO:** Se trata de dar suministro eléctrico a una urbanización, para lo que se proyecta una red subterránea de media tensión, cinco centros de transformación de 400 KVA cada uno. una red subterránea de baja tensión, alumbrado público y retranqueo de 15kV línea aérea

### **CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO**

**PROPIEDAD:** HULOMA, S.A

**PRESUPUESTO:** 729.267,05 €

### **SOTERRAMIENTO LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN**

**INSTALACIÓN:** Línea Subterránea de Media Tensión.

**POBLACIÓN:** Numancia de la Sagra (Toledo)

**UBICACIÓN:** SECTOR 7

**TENSIÓN:** 15 KV

**LONGITUD DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA:** LÍNEA 634 m.

**ZONA:** B

**POTENCIA A TRANSPORTAR:** 5X400 KVA

**TIPO DE CONDUCTOR:** RHZ1-2OL 12/20 KV 3(1x240) mm<sup>2</sup> Al.

**ENTERRADA BAJO TUBO**

### **LÍNEA MEDIA TENSIÓN (SUBTERRÁNEA)**

**INSTALACIÓN:** Línea Subterránea de Media Tensión.

**POBLACIÓN:** Numancia de la Sagra (Toledo)

**UBICACIÓN:** SECTOR 7

**TENSIÓN:** 15 KV

**LONGITUD DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA:** LÍNEA 2.966,84m

**ZONA:** B

**POTENCIA A TRANSPORTAR:** 5X400 KVA

**TIPO DE CONDUCTOR:** RHZ1-2OL 12/20 KV 3(1x240) mm<sup>2</sup> Al.

**ENTERRADA BAJO TUBO**

La conexión se efectuará en barras de 15 kV de la subestación de Illescas, realizando nueva línea que recogerá los centros de transformación de distribución y cerrará en el centro 45CWN4 mediante una celda telecontrolada.

### **LÍNEA BAJA TENSIÓN (SUBTERRÁNEA)**

**INSTALACIÓN:** Línea Subterránea de Baja Tensión.

**POBLACIÓN:** Numancia de la Sagra (Toledo)

**UBICACIÓN:** SECTOR 7

**TENSIÓN:** 400/230 V.

**LONGITUD DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA:** 1.266,00m

**ZONA:** B

**POTENCIA INSTALADA:** 7.639.290 W

**TIPO DE CONDUCTOR:** XZ1 0,6/1 KV, 4X240 mm<sup>2</sup> Al.

**ENTERRADA BAJO TUBO.**

### **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 400 KVA.**

INSTALACIÓN: Cinco centros de transformación prefabricado con dos celdas de línea entrada/salida, una celda de protección y cuatro salidas BT.

Nº DE CELDAS DE LÍNEA: 2

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR: 400 kVA

Nº DE CUADROS DE BAJA TENSIÓN: Uno. Telegestión.

### **ALUMBRADO PÚBLICO**

INSTALACIÓN: 68 luminarias de 65 w

INSTALACIÓN: 191 luminarias de 75 w

POTENCIA DE CÁLCULO: 25.900 W

TIPO DE CONDUCTOR: XLPE 0,6/1 KV, 4X16 mm<sup>2</sup> Cu.



## **MEMORIA**

ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN.  
OBJETO DEL PROYECTO.  
EMPLAZAMIENTO.  
AUTOR DEL PROYECTO.  
EMPRESA SUMINISTRADORA DE LA ENERGÍA.  
NORMATIVA APLICABLE

## **INSTALACIÓN DE LÍNEA DE BAJA TENSIÓN**

PREVISIÓN DE POTENCIA EN LA ZONA DE ACTUACIÓN.  
TRAZADO DE LA RED ELÉCTRICA.  
CANALIZACIONES.  
CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS  
CONDUCTORES.  
EMPALMES Y CONEXIONES.  
SISTEMAS DE PROTECCIÓN.  
UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.  
ACOMETIDAS  
CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN  
**CÁLCULOS LÍNEA DE BAJA TENSIÓN.**

## **ALUMBRADO PÚBLICO.**

POTENCIA CORRESPONDIENTE AL ALUMBRADO PÚBLICO  
CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y REQUISITOS FOTOMÉTRICOS.  
ALUMBRADO VIAL.  
    ALUMBRADOS ESPECÍFICOS.  
    ALUMBRADO ORNAMENTAL.  
    ALUMBRADO PARA VIGILANCIA Y SEGURIDAD NOCTURNA.  
    ALUMBRADO DE SEÑALES Y ANUNCIOS LUMINOSOS.  
    ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO.  
ILUMINANCIAS Y UNIFORMIDADES DE LOS VIALES.  
RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO.  
LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA.  
EFICIENCIA ENERGÉTICA.  
    REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ( $\epsilon$ ).  
    CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.  
COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.  
    LÁMPARAS.  
    LUMINARIAS.  
    EQUIPOS AUXILIARES.  
DISPOSICIÓN DE VIALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ADOPTADO.  
RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO PREVISTO Y DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO Y DE REGULACIÓN DE NIVEL LUMINOSO.  
SOPORTES.  
CANALIZACIONES.  
    REDES SUBTERRÁNEAS.  
    REDES AÉREAS.  
  
CONDUCTORES.  
SISTEMAS DE PROTECCIÓN.  
COMPOSICIÓN DEL CUADRO DE MANIOBRA Y CONTROL.

## **CÁLCULOS ALUMBRADO PÚBLICO.**

### **LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN**

PROPIETARIOS AFECTADOS.

DATOS DE LA INSTALACIÓN.

EMPRESA SUMINISTRADORA.

TRAZADO DE LA ACOMETIDA SUBTERRÁNEA.

CABLES ENTUBADOS EN ZANJA.

DIMENSIONADO.

ARQUETAS DE REGISTRO.

CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO.

PARALELISMO

-BAJA TENSIÓN.

-ALTA TENSIÓN.

-CABLES DE TELECOMUNICACIÓN.

-AGUA, VAPOR, ETC.

-GAS.

-ALCANTARILLADO.

-DEPÓSITOS DE CARBURANTE.

-”FUNDACIONES” DE OTROS SERVICIOS.

CRUZAMIENTOS CON VÍAS DE COMUNICACIÓN.

-VÍAS PÚBLICAS.

-FERROCARRILES.

CRUZAMIENTOS CON OTROS SERVICIOS.

-BAJA TENSIÓN.

-ALTA TENSIÓN.

-CON CABLES DE TELECOMUNICACIÓN.

-AGUA, VAPOR, ETC.

-GAS.

-ALCANTARILLADO.

-DEPÓSITOS DE CARBURANTES.

-EMPALMES Y TERMINALES.

PUESTA A TIERRA.

a) LÍNEA DE TIERRA.

b) ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA.

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

REACTANCIA DEL CONDUCTOR.

CAPACIDAD.

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.

INSTALACIÓN ENTERRADA.

INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN LOS CONDUCTORES.

CAÍDA DE TENSIÓN.

POTENCIA A TRANSPORTAR.

PERDIDAS DE POTENCIA.

**CÁLCULOS LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.**

### **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

EMPLAZAMIENTO.....

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA .....

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....

OBRA CIVIL .....

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....  
CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN .....  
CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN....  
CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA MT Y  
TRANSFORMADORES .....  
CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA  
TENSIÓN.....  
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y  
BAJA TENSIÓN.....  
MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....  
UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL .....  
PUESTA A TIERRA .....  
TIERRA DE PROTECCIÓN .....  
TIERRA DE SERVICIO .....  
INSTALACIONES SECUNDARIAS .....  
**CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

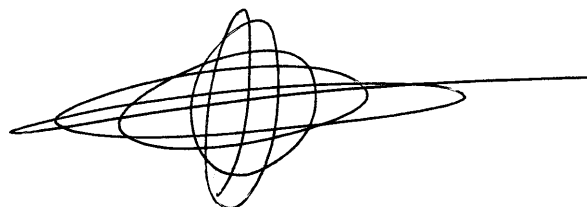
**PLIEGO DE CONDICIONES**

**SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE EN EL TRABAJO**

**PRESUPUESTO**

**PLANOS**

Yuncos, octubre de 2019



La propiedad:

Rafael Uceda Martín  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado 292 y 13980

**MEMORIA**

## ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

Se redacta el presente proyecto de RED DE BAJA TENSIÓN, ALUMBRADO PUBLICO, CINCO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN Y RETRANQUEO DE 15KV LINEA AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA a petición de HULOMA, S.A. con C.I.F: A-45012226 y domicilio social en la C/ Real nº 141 de Yuncos (Toledo)

A instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Toledo y del Excmo. Ayuntamiento de Numancia de la Sagra.

La finalidad del proyecto es la de garantizar el suministro eléctrico y alumbrado publico en todas las parcelas del SECTOR 7 de Numancia de la Sagra.

La conexión se efectuará en barras de 15 kV de la subestación de Illescas, realizando nueva línea que recogerá los centros de transformación de distribución y cerrará en el centro 45CWN4 mediante una celda telecontrolada.

## OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos competentes que la instalación de la red de baja tensión, alumbrado público, centros de transformación, línea de media tensión y retranqueo de 15kv línea aérea que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dichas instalaciones.

## EMPLAZAMIENTO

La instalación estará ubicada en el SECTOR 7 de Numancia de la Sagra (Toledo).

## AUTOR DEL PROYECTO

D. Rafael Uceda Martín, Ingeniero Técnico Industrial, Colegiado Nº 292 y 13980 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Toledo y Madrid respectivamente

## EMPRESA SUMINISTRADORA

La empresa que dará suministro eléctrico a la instalación que nos ocupa, será UNIÓN ELÉCTRICA FENOSA, realizándose ésta a través de la LMT que hay en las proximidades.

## NORMATIVA APLICABLE

### 1. ELECTRICIDAD

Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento

Orden de 10 de Marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.

Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.

Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).

Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER – Red Exterior (B.O.E. 19.6.84).

Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre de 2008).
Instrucciones para Alumbrado Público Urbano editadas por la Gerencia de Urbanismo del Ministerio de la Vivienda en el año 1.965.
Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IEE – Alumbrado Exterior (B.O.E. 12.8.78).
Norma UNE-EN 60921 sobre Balastos para lámparas fluorescentes.
Norma UNE-EN 60923 sobre Balastos para lámparas de descarga, excluidas las fluorescentes.
Normas UNE 20.324 y UNE-EN 50.102 referentes a Cuadros de Protección, Medida y Control.
Normas UNE-EN 60.598-2-3 y UNE-EN 60.598-2-5 referentes a luminarias y proyectores para alumbrado exterior.
Real Decreto 2642/1985 de 18 de diciembre (B.O.E. de 24-1-86) sobre Homologación de columnas y báculos.
Real Decreto 401/1989 de 14 de abril, por el que se modifican determinados artículos del Real Decreto anterior (B.O.E. de 26-4-89).
Orden de 16 de mayo de 1989, que contiene las especificaciones técnicas sobre columnas y báculos (B.O.E. de 15-7-89).
Orden de 12 de junio de 1989 (B.O.E. de 7-7-89), por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).
Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
<b>2. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>
<b>DISPOSICIONES</b>
Ley 31/95 de la Jefatura de Estado 08/11/95. BOE ( 10/11/95 ). Prevención de riesgos laborales.
R.D. 39/97 del Mº de Trabajo 17/01/97. BOE ( 31/01/97 ). Reglamento de los Servicios de Prevención.
R.D. 1627/97 del Mº de la Presidencia 24/10/97. BOE ( 25/10/97 ). Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud .
R.D. 780/98 Mº Trabajo 30/04/98 BOE (01-05-98) Modificación del Reglamento de los servicios de prevención
R.D. 487/97 Mº Trabajo 14/04/97 BOE (23-04-97) Disposiciones mínimas manipulación manual de cargas
R.D. 485/97 Mº Trabajo 14/04/97 BOE (23-04-97) Disposiciones mínimas en materia de señalización de seg. y salud
R.D. 1215/97 Mº Presidencia 18/07/97 BOE (07-08-97) Disposiciones mínimas de seguridad equipos de trabajo
R.D. 486/97 Mº Trabajo 14/04/97 BOE (23-04-97) Disposiciones mínimas de seg. y salud (lugares de trabajo)
R.D. 773/97 Mº Presidencia 30/05/97 BOE (12-06-97) Equipos de protección individual
<b>3. LEGISLACION AUTONOMICA</b>
Ley 2/98 Castilla-La Mancha 04/06/98 (BOE 29-07-98) Ordenación del Territorio (LOTAU) Castilla-La Mancha

# **INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN**

## PREVISIÓN DE POTENCIA EN LA ZONA DE ACTUACIÓN.

La potencia total prevista en la zona de actuación  $P_t$  en kW, se obtiene mediante la expresión:

$$P_t = P_v + P_c + P_i + P_d + P_p + P_h + P_a + P_e$$

Considerando:

$P_v$  = Potencia correspondiente a viviendas; se determina según ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

$P_c$  = Potencia correspondiente a locales comerciales; se determina a razón de 100 W/m<sup>2</sup> de superficie construida, y con el coeficiente de simultaneidad que se estime necesario (previsión mínima por local 3,45 kW), según ITC-BT-10 del Reglamento Eléctrotécnico para Baja Tensión.

$P_i$  = Potencia correspondiente a locales industriales; se determina a razón de 125 W/m<sup>2</sup> de superficie construida, y con el coeficiente de simultaneidad que se estime necesario (previsión mínima por local 10,35 kW), según ITC-BT-10 del Reglamento Eléctrotécnico para Baja Tensión.

Este tipo de establecimientos se suele trabajar con un coeficiente de simultaneidad que varía entre 0,10 y 0,20, debido a consideraciones urbanísticas de edificabilidad, volumen, etc, y según las características particulares del tipo de industria que se pretende implantar en la zona. Además, esta previsión de potencia coincide con diversas Recomendaciones estipuladas para este tipo de establecimientos (20 – 30 VA/m<sup>2</sup>, incluidos servicios y dotaciones).

$P_d$  = Potencia correspondiente a centros de enseñanza, guarderías y docencia en general; se determina a razón de 500 W/plaza en ausencia de datos (NTE IER).

$P_p$  = Potencia correspondiente a locales de pública concurrencia, centros religiosos, salas de exposiciones, cinematógrafos; se determina a razón de 50 W/m<sup>2</sup> en ausencia de datos (NTE IER).

$P_h$  = Potencia correspondiente a establecimientos hoteleros o alojamientos turísticos; se determina a razón de 1000 W/plaza, con un mínimo de 100 kW para establecimientos cuya capacidad sea igual o superior a 50 plazas y con un mínimo de 25 kW para establecimientos cuya capacidad sea inferior a 50 plazas (NTE IER).

$P_a$  = Potencia correspondiente al alumbrado público; se determina según estudio luminotécnico. En ausencia de datos se puede estimar una potencia de 1,5 W/m<sup>2</sup> de vial.

$P_e$  = Potencia correspondiente a edificios o instalaciones especiales, tales como centros médicos, polideportivos, industrias, etc.

Estas cargas serán las consideradas para el cálculo de la red eléctrica de baja tensión, que dota de suministro eléctrico a todas esas parcelas.



MANZANA 1(40w/m2)

PARCELA	POTENCIAKW	m2
1.I.1	1157,542	28938,55
1.I.2	19,13	478,25
1.I.3	15,4288	385,72
1.I.4	16,2068	405,17
1.I.5	17,0484	426,21
1.I.6	17,684	442,10
1.I.7	17,9688	449,22
1.I.8	18,2456	456,14
1.I.9	18,4956	462,39
1.I.10	57,7064	1442,66
1.I.11	25,0148	625,37
1.I.12	19,1656	479,14
1.I.13	19,274	481,85
1.I.14	61,8604	1546,51
DEIS. 03	20	1917,41
TOTAL	1500,7712	59391,96

MAZANA 2

PARCELA	POTENCIAKW	m2
DE. 01	90	5227,58
TOTAL	90	5247,58

MAZANA 3(40w/m2)

PARCELA	POTENCIAKW	m2
3.I.1	56,69	1417,27
TOTAL	56,6908	1437,27

MAZANA 4(40w/m2)

PARCELA	POTENCIAKW	m2
<b>*4.I.1</b>	<b>4434,8992</b>	<b>110872,48</b>
4.I.2	119,3112	2982,78
4.I.3	24	600,00
4.I.4	24	600,00
4.I.5	24	600,00
4.I.6	24	600,00
4.I.7	24	600,00
4.I.8	24	600,00
4.I.9	24	600,00
4.I.10	24	600,00
4.I.11	55,5996	1389,99
TOTAL	4801,81	120105,25

**\*NOTA:** La parcela 4.I.1. será destinada a naves de logística con una ocupación máx del 85% según la ordenanza industrial, teniendo en cuenta que dicha parcela tiene una superficie de 110.872,48m2 y la ocupación máx. será de 94.241,2m2, con una potencia estimada de 40W/m2, tendría un total de 3.769,6 kW en la parcela citada.

MAZANA 5(40w/m2)

PARCELA	POTENCIAKW	m2
5.I.1	42,4116	1060,29
5.I.2	24,808	620,20
5.I.3	27,624	690,60
5.I.4	30,44	761,00
5.I.5	33,2564	831,41
5.I.6	36,0724	901,81
5.I.7	38,8888	972,22
5.I.8	41,7048	1042,62
5.I.9	44,402	1110,05
5.I.10	43,1584	1078,96
5.I.11	39,9044	997,61
5.I.12	65,3144	1632,86
5.I.13	23,7548	593,87
5.I.14	19,12	478,00
5.I.15	19,12	478,00
5.I.16	19,12	478,00
5.I.17	19,12	478,00
5.I.18	25,0108	625,27
5.I.19	29,3392	733,48
5.I.20	25,2744	631,86
5.I.21	21,2096	530,24
5.I.22	36,9376	923,44
TOTAL	705,9916	18506,480

MAZANA6(40w/m2)

PARCELA	POTENCIAKW	m2
6.I.1	26,3056	657,64
6.I.2	16,0172	400,43
6.I.3	16,3032	407,58
6.I.4	16,2324	405,81
6.I.5	15,8772	396,93
6.I.6	15,5268	388,17
6.I.7	15,2472	381,18
6.I.8	14,998	374,95
6.I.9	14,77	369,25
6.I.10	14,5192	362,98
6.I.11	29,6424	741,06
6.I.12	288,5824	7214,56
TOTAL	484,0216	14928,32

**POTENCIA TOTAL**

**Baja Tensión (KW) 7639,29**

## TRAZADO DE LA RED ELÉCTRICA.

Para la dotación de suministro eléctrico a las diferentes parcelas se han diseñado varios circuitos de baja tensión, según planos que alimentarán a las parcelas, los circuitos partirán desde el cuadro de baja tensión existente en el Centro de Transformación, que pasarán a propiedad de la Cía. Suministradora de Energía.

La red eléctrica, en su recorrido, sólo afectará a terrenos de dominio público de la urbanización.

El trazado de dicha red se puede observar en los planos

## CANALIZACIONES.

Las dimensiones y tipología de las canalizaciones se ajustan a lo dispuesto en los proyectos tipo de Unión Fenosa.

Se dispondrán los cables entubados en zanja

Los tubos normalizados, según la Norma UNE-EN 50086, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J.

Los tubos irán alojados en zanjas cuyas dimensiones y números de tubos que puede albergar son las que se muestran en la Tabla 2. En todo momento la profundidad mínima a la parte superior del tubo más próxima a la superficie del suelo no será menor de 60 cm en el caso de canalización bajo acera, ni de 80 cm bajo calzada.

Tabla 2

Canalización	Ancho (cm.)	Profundidad (cm.)			
		80	100	120	140
BAJO ACERA	20	1	2	---	---
	40	2	4	6	---
	60	---	---	9	---
A BORDE DE LA CALZADA	20	---	1	---	---
	40	---	1+1R	3+1R	5+1R
CRUCE DE CALZADA	40	---	1+1R	3+1R	5+1R
	60	---	---	---	8+1R

Donde R significa tubo de reserva.

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 4 cm de espesor.

A continuación, se cubrirán los tubos y se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%.

Se colocarán también una o dos (para el caso de 9 tubos) cintas de señalización de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm y a la parte superior del tubo de 25 cm.

En los cruzamientos de calzadas y ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido y se situarán sobre una capa de 4 cm de espesor, y se asegurará que los tubos quedan cubiertos con una capa de cómo mínimo 4 cm de espesor.

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

La longitud de la canalización será lo más corta posible.

Se ubicará, preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público, bajo acera, evitando los ángulos pronunciados.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio de curvatura ímimo durante la instalación de 15D y después de colocado el cable de como mínimo 4D para  $D < 25\text{mm}$  y 5D para  $25 < D < 50\text{ mm}$ , donde D es el diámetro exterior del cable.  
Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta.

Las distancias a fachadas estarán, siempre que sea posible, de acuerdo con lo especificado por los reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes.

## **CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.**

Cruzamientos con vías de comunicación

### Calzadas (Calles y carreteras)

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 80 cm. Los tubos serán normalizados según el apartado 2.1.2 y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

### Ferrocarriles

En los cruzamientos con ferrocarriles, los cables deberán ir entubados y el tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,3 m respecto de la cara inferior de la traviesa, rebasando las vías férreas en 1,5 m por cada extremo. Los tubos serán normalizados según el apartado 2.1.2 y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril y perpendiculares a la vía siempre que sea posible.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, calzadas con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena.

### 2.1.5. Cruzamientos con otros servicios

#### Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de BT discurren por encima de los de AT.

La distancia mínima entre un cable de BT y otros cables de energía eléctrica será: 25 cm con los cables de AT y de 10 cm con los cables BT. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

#### Con cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de BT y los de telecomunicación será de 20 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable BT como del cable de telecomunicación será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

#### Canalizaciones de agua

En los cruzamientos de cables de BT con conducciones de agua se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

#### Canalizaciones de gas

En los cruzamientos de cables de BT con conducciones de gas se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de gas o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

#### Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

a) Conducción de alcantarillado en galería:

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

b) Conducción de alcantarillado bajo tubo:

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

#### Depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán separados mediante tubos normalizados según el punto 2.1.2, los cuales distarán como mínimo 0,2 m. del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 1,5 m por cada extremo.

#### . PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Los cables subterráneos de BT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

#### Otros cables de energía eléctrica

Los cables de BT podrán instalarse paralelamente a otros de BT o AT, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 10 cm con los cables de BT y 25 cm con los cables de AT.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

#### Cables de telecomunicación

En el caso de paralelismos entre cables BT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

#### Canalizaciones de agua

Los cables de BT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

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

#### Canalizaciones de gas

Deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 4 .

Tabla 4

Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados
En alta presión >4 bar	0,40 m
En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

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

#### Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

##### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

##### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

Los cables de BT se instalarán separados de la conducción de alcantarillado bajo tubo a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo será de 1 metro.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la conducción de alcantarillado bajo tubo quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de conducción de alcantarillado bajo tubo se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y las canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzca en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 30 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad

## CONDUCTORES.

Los cables que se emplearán serán de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados, escogidos de los contemplados en la Norma UNE-HD 603-5X.

Los cables serán unipolares y su tensión nominal  $U_0/U$  será 0,6/1 kV. Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

El aislamiento utilizado será de polietileno reticulado (XLPE).

La sección del conductor neutro será la misma que la de los conductores de fase.

El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el Centro de Transformación, en la forma prevista en el Reglamento Sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Fuera del Centro de Transformación es recomendable su puesta a tierra en otros puntos de la red como mínimo cada 200 m de longitud de línea, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra. Debe ser puesto a tierra en cada extremo de línea y en cada punto de derivación importante.

Este valor de resistencia de tierra será tal que no de lugar a tensiones de contacto superiores a 50 V de acuerdo con la ITC-BT-18.

Las características principales de los cables se indican en la siguiente tabla:

Tabla 1

Características	XZ1 0,6/1 kV					
Sección mm <sup>2</sup>	50	95	150	150 (AS)	240	240 (AS)
Nº mín. alambres conductor	6	15			30	
φ Conductor mín./máx. mm	7,7/8,6	11,0/12,0	13,7/15		17,6/19,2	
Espesor nominal aislamiento mm	1,0	1,1	1,4		1,7	
Espesor nominal cubierta mm	1,3	1,4			1,5	
φ Exterior aprox. mm	12,5	16,0	19,5	25,9	24,4	30,6
Radio mínimo curvatura mm	50	64	78	130	98	153
Peso aprox. kg/km	210	365	550	935	855	1320
Temp.°C máx. Normal/cc máx.5 seg	90/250					

La línea general se realizará principalmente con cables de 150 y 240 mm<sup>2</sup> de sección. Mientras que las secciones de 50 y 95 mm<sup>2</sup> se utilizarán en derivaciones y acometidas.

## EMPALMES Y CONEXIONES.

Los empalmes y conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

Un método apropiado para la realización de empalmes y conexiones puede ser mediante el empleo de tenaza hidráulica y la aplicación de un revestimiento a base de cinta vulcanizable.

## SISTEMAS DE PROTECCIÓN.

En primer lugar, la red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-22), por lo tanto, se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación, desde donde parten los circuitos (según figura en anexo de cálculo); cuando se realiza todo el trazado de los circuitos a sección constante (y queda esta protegida en inicio de línea), no es necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.

- Protección a cortocircuitos: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación.

Para la protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles clase gG según Norma UNE 60269-1, se indican en el siguiente cuadro las intensidades nominales de los mismos.

Tabla 5

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Calibre del fusible In (A)
50	160
95	200
150	315
240	400

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (ITC-BT-22) se han tomado las medidas siguientes:

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.

- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.

- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado "XLPE", tensión asignada 0,6/1 kV, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

En tercer lugar, para la protección contra contactos indirectos (ITC-BT-22),

El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución pública se conectará a tierra en el Centro de Transformación, en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Instalaciones de Alta Tensión.

Fuera del Centro de Transformación es recomendable su puesta a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red por lo menos cada 500 m, preferentemente en los puntos de derivación.

La continuidad del conductor neutro quedará asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación:

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo) o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.



b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo en este caso ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido previamente el neutro.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas que se deseen poner a tierra como con el electrodo, para lo cual las conexiones de los circuitos de tierra, con las partes metálicas y con los electrodos se efectuarán con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de elementos de compresión. Queda terminantemente prohibido el empleo de soldadura tanto de alto como de bajo punto de fusión.

La línea de enlace con el electrodo deberá ser lo más corta posible y sin cambios bruscos de dirección, no debiendo estar sujeta a esfuerzos mecánicos.

### **UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.**

Los contadores se ubicarán de forma individual para cada abonado, lo que equivale a decir, para cada parcela.

A fin de facilitar la toma periódica de las lecturas que marquen los contadores, para que las facturaciones respondan a consumos reales, aquellos quedarán albergados en el interior de un módulo prefabricado homologado, ubicado en la linde o valla de parcela con frente a la vía de tránsito y de forma que su acceso sea libre y permanente.

Este módulo deberá estar lo más próximo posible de la caja general de protección, pudiendo constituir nichos de una sola unidad, convirtiéndose así en una caja general de protección y medida, sin perjuicio de las dimensiones que ambas deban mantener para cumplir normalmente su propia función. Este módulo deberá disponer de aberturas adecuadas y deberá estar conectado mediante canalización empotrada hasta una profundidad de 1 m. bajo la rasante de la acera. Al ubicarse en la valla circundante de la parcela, dicho módulo estará situado a 0,50 m. sobre la rasante de la acera.

Las cajas de protección y medida serán de material aislante de clase A, resistentes a los álcalis, autoextinguibles y precintables. La envolvente deberá disponer de ventilación interna para evitar condensaciones. Tendrán como mínimo en posición de servicio un grado de protección IP-433, excepto en sus partes frontales y en las expuestas a golpes, en las que, una vez efectuada su colocación en servicio, la tercera cifra característica no será inferior a siete.

El cálculo y diseño de los fusibles de la Caja de Protección-Medida y Acometida a cada abonado se realizará en función de la potencia real demanda por dicha instalación.

### **ACOMETIDAS.**

Se entiende como tal, la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución general y la caja o cajas de protección ó el conjunto modular de protección y medida en los edificios unifamiliares.

La Red de Alumbrado Público no puede tener ningún conductor común con la Red de distribución

Las conexiones se realizarán mediante derivaciones de perforación de aislamiento para cables unipolares de secciones 50, 95, 150 y 240 mm<sup>2</sup>, aislados de tensión nominal 0,6/1 Kv

### **CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN**

La Caja General de Protección (CGP) es la caja que aloja los elementos de protección de la línea general de alimentación y señala el principio de las instalaciones propiedad de los clientes. Cumplirá con las normas UNE-EN 60439, UNE 20324 y UNE-EN 50102.

Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y UNIÓN FENOSA distribución.

En general la CGP se instalará en el límite de la propiedad sobre fachada exterior, en lugar de libre y fácil acceso, y donde se disponga, en su caso, de autorización por servidumbre de paso en zonas de libre acceso desde la vía pública.

En todos los casos la ubicación elegida deberá estar lo más próxima posible a la red de distribución y quedar siempre alejada de instalaciones telefónicas. También debe quedar alejada de las proyecciones de otras instalaciones tales como agua y gas.

Si el centro de transformación se encuentra en el edificio, podrá utilizarse como protección de la línea general de alimentación los fusibles del cuadro de baja tensión de dicho centro, desempeñando así la función de caja general de protección.

En el caso de edificios o lugares calificados de interés histórico – artístico, se podrán adoptar soluciones para su instalación de manera que no agreda el impacto visual.

En general, cada edificio será alimentado por una sola acometida, a su vez una acometida alimentará una sola CGP de la que podrán partir hasta un máximo de dos LGA. Si fueran necesarias más de dos LGA, se adoptarán otras soluciones, como la instalación de un barraje general de distribución con cuadros de protección (CP) compuestos por bases tripolares verticales cerradas (BTVC).

En el caso de tener que suministrar solamente a uno o dos usuarios desde un mismo punto, la CGP y los equipos de medida se ubicarán en el interior de la misma envolvente. Este conjunto se denominará caja de protección y medida (CPM)

# **CÁLCULOS LÍNEA DE BAJA TENSIÓN**

# ANEXO DE CALCULOS

## Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \text{Cos}\varphi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \text{Cos}\varphi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Cos  $\varphi$  = Coseno de  $\varphi$ . Factor de potencia.

n = N<sup>o</sup> de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m $\Omega$ /m.

## Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0,017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0,028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0,003929$$

$$Al = 0,004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

## Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I<sub>b</sub>: intensidad utilizada en el circuito.

I<sub>z</sub>: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I<sub>n</sub>: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I<sub>n</sub> es la intensidad de regulación escogida.

I<sub>2</sub>: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I<sub>2</sub> se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45

I<sub>n</sub> como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I<sub>n</sub>).

## Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k2} = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k1} = ct U / \sqrt{3} (2/3 \cdot ZQ+ZT+ZL+(Z_N \text{ ó } ZPE))$$

**¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).**

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt:  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt:  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I<sub>k3</sub>: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I<sub>k2</sub>: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I<sub>k1</sub>: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según I<sub>kmax</sub> o I<sub>kmin</sub>), UNE\_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S<sub>cc</sub> (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct U^2 / S_{cc}$$

$$XQ = 0.995 ZQ$$

$$RQ = 0.1 XQ$$

UNE\_EN 60909

ZT: Impedancia de cc del Transformador. S<sub>n</sub> (KVA) Potencia nominal Trafo, u<sub>cc</sub>% e u<sub>rcc</sub>% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (u_{cc}\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$RT = (u_{rcc}\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL, Z<sub>N</sub>, ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

$\rho$ : Resistividad conductor, (I<sub>kmax</sub> se evalúa a 20°C, I<sub>kmin</sub> a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>. (Fase, Neutro o PE)

X<sub>u</sub>: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

\* Curvas válidas. (Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B

$$IMAG = 5 I_n$$

CURVA C

$$IMAG = 10 I_n$$

CURVA D

$$IMAG = 20 I_n$$

## Red Baja Tensión 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos  $\phi$  : 0,95

Coef. Simultaneidad: 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	26	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	304,73			4x240	305/1	225
2	2	3	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	96,86			4x240	305/1	225

4	2	5	22	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	144,06			4x240	305/1	225
5	1	6	6	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	272,13			4x240	305/1	225
6	6	7	71	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	272,13			4x240	305/1	225
7	7	8	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	272,13			4x240	305/1	225
8	8	9	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	226,26			4x240	305/1	225
9	9	10	36	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	181,77			4x240	305/1	225
9	3	10	25	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	47,59			4x240	305/1	225
10	1	11	7	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	272,93			4x240	305/1	225
11	11	12	27	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	272,93			4x240	305/1	225
12	12	13	10	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	272,93			4x240	305/1	225
13	13	14	25	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	272,93			4x240	305/1	225
14	14	15	19	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	226,69			4x240	305/1	225
15	15	16	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	121,37			4x240	305/1	225
16	5	17	20	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	41,96			4x240	305/1	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	849,799(559,32 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
2	2,396		0,599	-63,81 A(-42 kW)	18,07206	14,64921	10,96691		12,89073
3	2,994		0,748	-49,27 A(-32,43 kW)	14,78679	10,5857	7,12347		9,6673
5	3,23		0,808	-102,1 A(-67,2 kW)	15,02037	10,84142	7,34309		9,88242
6	0,477		0,119	0 A(0 kW)	21,79346	20,76249	18,08821		16,8361
7	6,123		1,531	0 A(0 kW)	12,17265	8,00131	5,05392		7,41719
8	8,031		2,008	-45,87 A(-30,19 kW)	10,48032	6,55692	4,00557		6,10998
9	9,55		2,388	-44,49 A(-29,28 kW)	9,18358	5,54807	3,31412		5,18163
10	11,316		2,829*	-181,77 A(-119,64 kW)	7,73116	4,50342	2,63046		4,21084
10	3,295		0,824	-47,59 A(-31,32 kW)	12,33677	8,15005	5,16604		7,55004
11	0,559		0,14	0 A(0 kW)	21,58296	20,36767	17,60127		16,61615
12	2,714		0,678	0 A(0 kW)	16,8511	13,01365	9,32676		11,64581
13	3,512		0,878	0 A(0 kW)	15,50734	11,38935	7,82328		10,33827
14	5,507		1,377	-46,25 A(-30,44 kW)	12,85445	8,6302	5,53355		7,97637
15	6,713		1,678	-105,32 A(-69,32 kW)	11,33791	7,26928	4,51364		6,75834
16	7,469		1,867	-121,37 A(-79,88 kW)	9,8453	6,05318	3,65633		5,64776
17	3,442		0,861	-41,96 A(-27,62 kW)	12,94461	8,71559	5,59981		8,05176

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-6-7-8-9-10 = 2.83 %

1-2-3-10 = 0.82 %

1-11-12-13-14-15-16 = 1.87 %

1-2-5-17 = 0.86 %

#### Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	23,35824		10,96691	
2	2	3	18,07206		7,12347	
4	2	5	18,07206		7,34309	
5	1	6	23,35824		16,8361	
6	6	7	21,79346		5,05392	
7	7	8	12,17265		4,00557	
8	8	9	10,48032		3,31412	
9	9	10	9,18358		2,63046	
9	3	10	14,78679		5,16604	
10	1	11	23,35824		16,61615	
11	11	12	21,58296		9,32676	
12	12	13	16,8511		7,82328	
13	13	14	15,50734		5,53355	
14	14	15	12,85445		4,51364	
15	15	16	11,33791		3,65633	
16	5	17	15,02037		5,59981	

2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9  
 C.d.t. máx.(%): 5  
 Cos  $\varphi$  : 0,95  
 Coef. Simultaneidad: 1  
 Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):  
 - XLPE, EPR: 20  
 - PVC: 20

### Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
3	3	4	27	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	159,85			4x240	305/1	225
8	8	9	22	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	-190,27			4x240	305/1	225
9	9	10	53	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	82,96			4x240	305/1	225
13	1	9	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	273,22			4x240	305/1	225
12	1	14	21	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	292,87			4x240	305/1	225
14	7	8	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	-123,23			4x240	305/1	225
14	6	7	23	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	-65,13			4x240	305/1	225
13	14	3	98	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	292,87			4x240	305/1	225
9	1	10	23	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	22,79			4x240	305/1	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	588,882(387,59 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
3	8,638		2,16	-133,02 A(-87,55 kW)	9,47808	5,77047	3,46383		5,38717
4	9,708		2,427*	-159,85 A(-105,21 kW)	8,27851	4,88736	2,87807		4,56854
6	3,767		0,942	-65,13 A(-42,87 kW)	10,99294	6,9781	4,30391		6,49412
7	3,396		0,849	-58,1 A(-38,24 kW)	12,76543	8,54642	5,4688		7,90226
8	2,663		0,666	-67,03 A(-44,12 kW)	15,26048	11,10904	7,57597		10,10595
9	1,625		0,406	0 A(0 kW)	18,39963	15,1165	11,45924		13,2324
10	2,715		0,679	-82,96 A(-54,6 kW)	12,17265	8,00131	5,05392		7,41719
14	1,524		0,381	0 A(0 kW)	18,90868	15,8682	12,27303		13,76848
10	0,13		0,032	-22,79 A(-15 kW)	18,56692	15,36007	11,72		13,40794

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

### Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-14-3-4 = 2.43 %  
 1-9-8-7-6 = 0.94 %  
 1-9-10 = 0.68 %  
 1-10 = 0.03 %

### Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
3	3	4	9,47808		2,87807	
8	8	9	18,39963		7,57597	
9	9	10	18,39963		5,05392	
13	1	9	23,35824		11,45924	
12	1	14	23,35824		12,27303	
14	7	8	15,26048		5,4688	
14	6	7	12,76543		4,30391	
13	14	3	18,90868		3,46383	
9	1	10	23,35824		11,72	

## 3

### Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9  
 C.d.t. máx.(%): 5  
 Cos  $\varphi$  : 0,95  
 Coef. Simultaneidad: 1  
 Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):  
 - XLPE, EPR: 20  
 - PVC: 20

**Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:**

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	12	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	297,99			4x240	305/1	225
4	4	5	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	193,85			4x240	305/1	225
5	5	6	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	120,92			4x240	305/1	225
7	7	8	17	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	88,32			4x240	305/1	225
8	2	3	19	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	124,78			4x240	305/1	225
6	3	7	28	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	88,32			4x240	305/1	225
8	4	9	17	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	-266,78			4x240	305/1	225
8	9	1	42	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	-303,25			4x240	305/1	225
9	1	10	42	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	190,36			4x240	305/1	225
10	10	11	19	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	190,36			4x240	305/1	225
11	11	12	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	67,09			4x240	305/1	225
12	12	13	17	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	0			4x240	305/1	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	791,593(521,01 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
2	0,886		0,222	-173,21 A(-114 kW)	20,56976	18,55049	15,37646		15,5415
3	1,474		0,368	-36,46 A(-24 kW)	17,29275	13,58662	9,88667		12,09044
4	4,281		1,07	-72,93 A(-48 kW)	13,81078	9,56397	6,27351		8,79344
5	5,434		1,359	-72,93 A(-48 kW)	11,70371	7,58515	4,74445		7,04363
6	6,153		1,538*	-120,92 A(-79,59 kW)	10,12463	6,27239	3,80731		5,84925
7	2,087		0,522	0 A(0 kW)	13,81078	9,56397	6,27351		8,79344
8	2,459		0,615	-88,32 A(-58,13 kW)	12,2542	8,07501	5,10938		7,48307
9	3,157		0,789	-36,46 A(-24 kW)	15,76119	11,68322	8,08631		10,57977
10	1,982		0,495	0 A(0 kW)	15,76119	11,68322	8,08631		10,57977
11	2,878		0,72	-123,26 A(-81,13 kW)	13,6094	9,36204	6,11059		8,61817
12	3,277		0,819	-67,09 A(-44,16 kW)	11,55478	7,45565	4,6494		6,92684
13	3,277		0,819	0 A(0 kW)	10,41941	6,50776	3,97112		6,06499

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

**Caída de tensión total en los distintos itinerarios:**

1-9-4-5-6 = 1.54 %

1-2-3-7-8 = 0.61 %

1-10-11-12-13 = 0.82 %

**Resultados Cortocircuito:**

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	23,35824		15,37646	
4	4	5	13,81078		4,74445	
5	5	6	11,70371		3,80731	
7	7	8	13,81078		5,10938	
8	2	3	20,56976		9,88667	
6	3	7	17,29275		6,27351	
8	4	9	15,76119		6,27351	
8	9	1	23,35824		8,08631	
9	1	10	23,35824		8,08631	
10	10	11	15,76119		6,11059	
11	11	12	13,6094		4,6494	
12	12	13	11,55478		3,97112	

**4**

**Las características generales de la red son:**

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,95

Coef. Simultaneidad: 1

**Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:**

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	10	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	299,11			4x240	305/1	225
2	2	3	74	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	299,11			4x240	305/1	225



3	3	4	14	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	270,05			4x240	305/1	225
4	4	5	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	222,01			4x240	305/1	225
5	5	6	23	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	169,32			4x240	305/1	225
6	6	7	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	115,76			4x240	305/1	225
7	1	8	17	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	136,74			4x240	305/1	225
8	1	9	15	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	30,39			4x240	305/1	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	466,241(306,87 kW)					
2	0,899		0,225	0 A(0 kW)					
3	7,553		1,888	-29,07 A(-19,13 kW)					
4	8,655		2,164	-48,04 A(-31,62 kW)					
5	10,14		2,535	-52,69 A(-34,68 kW)					
6	11,182		2,795	-53,56 A(-35,25 kW)					
7	11,901		2,975*	-115,76 A(-76,19 kW)					
8	0,609		0,152	-136,74 A(-90 kW)					
9	0,115		0,029	-30,39 A(-20 kW)					

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7 = 2.98 %

1-8 = 0.15 %

1-9 = 0.03 %

## 5

#### Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,95

Coef. Simultaneidad: 1

#### Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	10	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	136,74			4x240	305/1	225
2	1	3	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	136,74			4x240	305/1	225
3	1	4	41	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	86,13			4x240	305/1	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	359,613(236,69 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
2	0,358		0,09	-136,74 A(-90 kW)	20,96717	19,24671	16,22226		15,96536
3	0,86		0,215	-136,74 A(-90 kW)	18,39963	15,1165	11,45924		13,2324
4	0,903		0,226*	-86,13 A(-56,69 kW)	15,8908	11,83551	8,22416		10,70409

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2 = 0.09 %

1-3 = 0.21 %

1-4 = 0.23 %

#### Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	23,35824		15,96536	
2	1	3	23,35824		11,45924	
3	1	4	23,35824		8,22416	

# **ALUMBRADO PÚBLICO**

## POTENCIA CORRESPONDIENTE AL ALUMBRADO PÚBLICO (Pa)

$$P_{\text{cálculo}} = (259 \times 100W) = 25.900W$$

### CLASIFICACION DE LA INSTALACION Y REQUISITOS FOTOMETRICOS.

#### . ALUMBRADO VIAL.

#### . Clasificación de las vías y selección de las clases de alumbrado.

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece a continuación:

<u>Clasificación</u>	<u>Tipo de vía</u>	<u>Velocidad del tráfico rodado (km/h)</u>
A	Alta velocidad	$v > 60$
B	Moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	Carriles bici	-----
D	Baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	Vías peatonales	$v \leq 5$

Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior. En las tablas siguientes se definen las clases de alumbrado para las diferentes situaciones de proyecto.

#### Clases de alumbrado para vías tipo A

<u>Situaciones de proyecto</u>	<u>Tipos de vías</u>	<u>Clase de alumbrado</u>
A1	Autopistas y autovías:	
	IMD $\geq 25.000$	ME1
	IMD $\geq 15.000$ y $< 25.000$	ME2
	IMD $< 15.000$	ME3a
	Vías rápidas:	
	IMD $> 15.000$	ME1
	IMD $< 15.000$	M2
A2	Interurbanas sin separac. aceras:	
	Ctras. locales zonas rurales:	
	IMD $\geq 7.000$	ME1/ME2
	IMD $< 7.000$	ME3a/ME4a
A3	Colectoras y rondas circunvalación:	
	Interurbanas accesos no restringidos:	
	Urbanas tráfico importante:	
	Principales ciudad y travesías poblac:	
	IMD $\geq 25.000$	ME1
	IMD $\geq 15.000$ y $< 25.000$	ME2
	IMD $\geq 7.000$ y $< 15.000$	ME3b
	IMD $< 7.000$	ME4a/ME4b

#### Clases de alumbrado para vías tipo B

<u>Situaciones de proyecto</u>	<u>Tipos de vías</u>	<u>Clase de alumbrado</u>
B1	Urbanas secund. conex. urb. traf. imp.:	
	Distrib. locales y accesos resid. y fincas:	
	IMD $\geq 7.000$	ME2/ME3c
	IMD $< 7.000$	ME4b/ME5/ME6
B2	Locales áreas rurales:	
	IMD $\geq 7.000$	ME2/ME3b
	IMD $< 7.000$	ME4b/ME5

#### Clases de alumbrado para vías tipo C y D

<u>Situaciones de proyecto</u>	<u>Tipos de vías</u>	<u>Clase de alumbrado</u>
C1	Carriles bici independientes: Flujo ciclistas Alto	S1/S2

	Flujo ciclistas Normal	S3/S4
D1 - D2	Areas aparcam. autopistas y autovías: Aparcamientos en general: Estaciones de autobuses: Flujo peatones Alto Flujo peatones Normal	CE1A/CE2 CE3/CE4
D3 - D4	Resid. suburb. con aceras para peatones: Zonas velocidad muy limitada: Flujo peatones y ciclistas Alto Flujo peatones y ciclistas Normal	CE2/S1/S2 S3/S4

Clases de alumbrado para vías tipo E

Situaciones de proyecto

<u>Situaciones de proyecto</u>	<u>Tipos de vías</u>	<u>Clase de alumbrado</u>
E1	Peatonales y aceras: Paradas de autobús: Areas comerciales peatonales: Flujo peatones Alto Flujo peatones Normal	CE1A/CE2/S1 S2/S3/S4
E2	Zonas comerc. acceso restringido Flujo peatones Alto Flujo peatones Normal	CE1A/CE2/S1 S2/S3/S4

. Niveles de Iluminación de los viales.

A continuación se reflejan los requisitos fotométricos aplicables a las vías correspondientes a las diferentes clases de alumbrado.

Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B \*

<u>Clase de Alumbrado</u>	<u>Luminancia Media Lm (cd/m²)</u>	<u>Uniformidad Global Uo</u>	<u>Uniformidad Longitudinal Ul</u>	<u>Incremento Umbral TI (%)</u>	<u>Relación Entorno SR</u>
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	--

Series MEW de clase de alumbrado para viales húmedos tipos A y B \*

<u>Clase de Alumbrado</u>	<u>Calz. seca Luminancia Media Lm (cd/m²)</u>	<u>Calz. seca Uniformidad Global Uo</u>	<u>Calz. seca Uniformidad Longitudinal Ul</u>	<u>C.húm. Uniform. Glob. Uo</u>	<u>Incremento Umbral TI (%)</u>	<u>Relación Ent. SR</u>
MEW1	2,00	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW2	1,50	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,50
MEW4	0,75	0,40	--	0,15	15	0,50
MEW5	0,50	0,35	--	0,15	15	0,50

Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E \*

<u>Clase de Alumbrado</u>	<u>Ilumin. horiz. Media Em (lux)</u>	<u>Ilumin. horiz. mínima Emin (lux)</u>
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E \*

<u>Clase de Alumbrado</u>	<u>Ilumin. horiz. Media Em (lux)</u>	<u>Uniformidad Media (Um)</u>
CE0	50	0,40

CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

\* Los valores indicados son mínimos de servicio con mantenimiento, excepto TI que son valores máximos iniciales.

## . ALUMBRADOS ESPECIFICOS.

### . Alumbrado de Pasarelas Peatonales, Escaleras y Rampas.

La clase de alumbrado será CE2 y, en caso de riesgo de inseguridad ciudadana, podrá adoptarse la clase CE1. Cuando existan escaleras y rampas de acceso, la iluminancia en el plano vertical no será inferior al 50 % del valor en el plano horizontal de forma que se asegure una buena percepción de los peldaños.

### . Alumbrado de Pasos Subterráneos Peatonales.

La clase de alumbrado será CE1, con una uniformidad media de 0,5 pudiendo elevarse, en el caso de que se estime un riesgo de inseguridad alto, a CE0 y la misma uniformidad. Asimismo, en el supuesto de que la longitud del paso subterráneo peatonal así lo exija, deberá preverse un alumbrado diurno con un nivel luminoso de 100 lux y una uniformidad media de 0,5.

### . Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones.

En el alumbrado adicional de los pasos de peatones, cuya instalación será prioritaria en aquellos pasos sin semáforo, la iluminancia de referencia mínima en el plano vertical será de 40 lux, y una limitación en el deslumbramiento G2 en la dirección de circulación de vehículos y G3 en la dirección del peatón. La clase de alumbrado será CE1 en áreas comerciales e industriales y CE2 en zonas residenciales.

### . Alumbrado de Parques y Jardines.

Los viales principales, tales como accesos al parque o jardín, sus paseos y glorietas, áreas de estancia y escaleras, que estén abiertos al público durante las horas nocturnas, deberán iluminarse como las vías de tipo E.

### . Alumbrado de Pasos a Nivel de Ferrocarril.

El nivel de iluminación sobre la zona de cruce, comenzando a una distancia mínima de 40 m y finalizando 40 m después, será CE2, recomendándose una clase de alumbrado CE1.

### . Alumbrado de Fondos de Saco.

El alumbrado de una calzada en fondo de saco se ejecutará de forma que se señalen con exactitud a los conductores los límites de la calzada. El nivel de iluminación de referencia será CE2.

### . Alumbrado de Glorietas.

Además de la iluminación de la glorieta el alumbrado deberá extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud adecuada de al menos 200 m en ambos sentidos.

Los niveles de iluminación para glorietas serán un 50 % mayores que los niveles de los accesos o entradas, con los valores de referencia siguientes:

- Iluminancia media horizontal:  $E_m \geq 40$  lux
- Uniformidad media:  $U_m \geq 0,5$
- Deslumbramiento máximo:  $GR \leq 45$

### . Alumbrado de Túneles y Pasos Inferiores.

Se considerarán como valores de referencia, los niveles de iluminación especificados en la Publicación CIE 88:2004 "Guía para alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores".

. Aparcamientos de vehículos al aire libre.

El alumbrado de aparcamientos al aire libre cumplirá con los requisitos fotométricos de las clases de alumbrado correspondientes a la situación de proyecto D1-D2.

. Alumbrado de Areas de Trabajos Exteriores.

Se considerarán como valores de referencia, los niveles de iluminación especificados en la norma EN 12464-2007.

. ALUMBRADO ORNAMENTAL.

Los valores de referencia de los niveles de iluminancia media en servicio, con mantenimiento de la instalación, del alumbrado ornamental serán los establecidos en la ITC-EA-02.

. ALUMBRADO PARA VIGILANCIA Y SEGURIDAD NOCTURNA.

Los valores de referencia de los niveles de iluminancia media vertical en fachada del edificio y horizontal en las inmediaciones del mismo, en función de la reflectancia o factor de reflexión de la fachada, serán:

<u>Factor de reflexión</u> <u>Fachada Edificio</u>	<u>Iluminancia Media Em (lux)</u>	
	<u>Vertical en Fachada</u>	<u>Horizontal en Inmediaciones</u>
Muy clara	1	1
Normal	2	2
Oscura	4	2
Muy oscura	8	4

\* Los valores indicados son mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado.

En las áreas destinadas a actividades industriales, comerciales, de servicios, deportivas, recreativas, etc. los niveles de referencia medios de iluminancia serán los siguientes:

- Areas de riesgo normal: 5 lux.
- Areas de riesgo elevado: 20 lux.
- Areas de alto riesgo: 50 lux.

. ALUMBRADO DE SEÑALES Y ANUNCIOS LUMINOSOS.

Los valores de referencia de niveles máximos de luminancia, para señales y anuncios luminosos e iluminados en función de la superficie, serán:

<u>Superficie (m²)</u>	<u>Luminancia Máxima (cd/m²)</u>
$S \leq 0,5$	1.000
$0,5 < S \leq 2$	800
$2 < S \leq 10$	600
$S > 10$	400

. ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO.

La potencia máxima instalada, en función de la anchura de la calle y del número de horas de funcionamiento por año del alumbrado festivo o navideño, no sobrepasarán los valores siguientes:

<u>Anchura calle</u>	<u>Potencia máx. instalada (W/m²)</u>	
	<u>Nº horas año &gt; 200</u>	<u>Entre 100 y 200 horas año</u>
Hasta 10 m²	10	15
Entre 10 y 20 m	8	12
Más de 20 m	6	9

No se establece límite de potencia cuando el periodo de funcionamiento sea inferior a 100 horas anuales.

## **. ILUMINANCIAS Y UNIFORMIDADES DE LOS VIALES.**

En cuanto a iluminancias y uniformidades de iluminación, los valores aconsejados para viales de ámbito municipal (en España) se indican en la publicación sobre Alumbrado Público del Ministerio de la Vivienda (1965), y que figuran en la siguiente tabla:

<u>TIPO DE VIA</u>	<u>VALORES MINIMOS</u>		<u>VALORES NORMALES</u>	
	Iluminación Media lx	Factor de Uniformidad	Iluminación Media lx	Factor de Uniformidad
Carreteras de las redes básica o afluyente	15	0.25	22	0.30
Vías principales o de penetración continuación de carreteras de las redes básica o afluyente	15	0.25	22	0.30
Vías principales o de penetración continuación de carreteras de la red comarcal	10	0.25	15	0.25
Vías principales o de penetración continuación de carreteras de las redes local o vecinal	7	0.20	10	0.25
Vías industriales	4	0.15	7	0.20
Vías comerciales de lujo con tráfico rodado	15	0.25	22	0.30
Vías comerciales con tráfico rodado, en general	7	0.20	15	0.25
Vías comerciales sin tráfico rodado	4	0.15	10	0.25
Vías residenciales con tráfico rodado	7	0.15	10	0.25
Vías residenciales con poco tráfico rodado	4	0.15	7	0.20
Grandes plazas	15	0.25	20	0.30
Plazas en general	7	0.20	10	0.25
Paseos	10	0.25	15	0.25

## **RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO.**

La clasificación de las diferentes zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar, será:

<u>Clasificación de zonas</u>	<u>Descripción</u>
E1	Areas con entornos o paisajes oscuros
E2	Areas de brillo o luminosidad baja
E3	Areas de brillo o luminosidad media
E4	Areas de brillo o luminosidad alta

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo, con excepción del alumbrado festivo y navideño. Se iluminará solamente la superficie que se quiera dotar de alumbrado.

El flujo hemisférico superior instalado FHSinst o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona no superará los límites siguientes:

Zona	FHSinst
E1	≤ 1 %
E2	≤ 5 %
E3	≤ 15 %
E4	≤ 25 %

En la zona E1 se utilizarán lámparas de vapor de sodio. Cuando no sea posible, se procederá a filtrar la radiación de longitudes de onda inferiores a 440 nm.

### **. LIMITACION DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA.**

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta sobre residentes y ciudadanos en general, con excepción del alumbrado festivo y navideño, las instalaciones de alumbrado exterior se diseñarán para cumplir los valores máximos siguientes:

Parámetros luminotécnicos	Zona E1	Zona E2	Zona E3	Zona E4
Iluminación vertical	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida luminarias	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media fachadas	5 cd/m <sup>2</sup>	5 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	25 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima fachadas	10 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	60 cd/m <sup>2</sup>	150 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima señales y anuncios	50 cd/m <sup>2</sup>	400 cd/m <sup>2</sup>	800 cd/m <sup>2</sup>	1.000 cd/m <sup>2</sup>
Incremento de umbral de contraste	Sin iluminac. TI = 15 % para adaptación a L = 0,1 cd/m <sup>2</sup>	ME5 TI = 15 % para adaptación a L = 1 cd/m <sup>2</sup>	ME3 / ME4 TI = 15 % para adaptación a L = 2 cd/m <sup>2</sup>	ME1 / ME2 TI = 15 % para adaptación a L = 5 cd/m <sup>2</sup>

### **. EFICIENCIA ENERGETICA.**

#### **. REQUISITOS MINIMOS DE EFICIENCIA ENERGETICA (ε).**

##### **A/ Instalaciones de alumbrado vial funcional (vías clasificadas como A o B).**

Las instalaciones de alumbrado vial funcional, con independencia del tipo de lámpara, pavimento y de las características o geometría de la instalación, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan a continuación:

Iluminación media en servicio Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m <sup>2</sup> -lux / W)
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
≤ 7,5	9,5

##### **B/ Instalaciones de alumbrado vial ambiental (vías clasificadas como C, D o E).**

Las instalaciones de alumbrado vial ambiental, con independencia del tipo de lámpara y de las características o geometría de la instalación, así como disposición de las luminarias, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan a continuación:

Iluminación media en servicio Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m <sup>2</sup> -lux / W)
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5



### C/ Instalaciones de alumbrado festivo y navideño.

La potencia asignada de las lámparas incandescentes utilizadas será igual o inferior a 15 W.

### D/ Otras instalaciones de alumbrado.

Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado, instalando lámparas de elevada eficacia luminosa y equipos auxiliares de pérdidas mínimas. Las luminarias y proyectores dispondrán de un rendimiento luminoso elevado.

El factor de utilización y mantenimiento de la instalación será el más elevado posible.

### . CALIFICACION ENERGETICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía).

La calificación energética de la instalación, en función del índice de eficiencia energética ( $I_e$ ) o del índice de consumo energético ICE, será:

<u>Calificación Energética</u>	<u>Índice de consumo energético</u>	<u>Índice de Eficiencia Energética</u>
A	$ICE < 0,91$	$I_e > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_e > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_e > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_e > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_e > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_e > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_e > 0,20$

### . COMPONENTES DE LA INSTALACION.

En lo referente a los métodos de medida y presentación de las características fotométricas de lámparas y luminarias, se seguirá lo establecido en las normas relevantes de la serie UNE-EN 13032 "Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias".

El flujo hemisférico superior instalado, rendimiento de la luminaria, factor de utilización, grado de protección IP, eficacia de la lámpara y demás características relevantes para cada tipo de luminaria, lámpara o equipos auxiliares, deberán ser garantizados por el fabricante, mediante una declaración expresa o certificación de un laboratorio acreditativo.

### . LAMPARAS.

Con excepción de las iluminaciones navideñas y festivas, las lámparas utilizadas en la instalación tendrán una eficacia luminosa superior a:

- 40 lum/W, para alumbrados de vigilancia y seguridad nocturna y de señales y anuncios luminosos.
- 65 lum/W, para alumbrados vial, específico y ornamental.

Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90.

## . LUMINARIAS.

Las luminarias y proyectores que se instalen, excepto en alumbrado festivo y navideño, deberán cumplir los requisitos siguientes:

<u>Parámetros</u>	<u>Alumbrado vial</u>		<u>Resto alumbrados</u>	
	<u>Funcional</u>	<u>Ambiental</u>	<u>Proyectores</u>	<u>Luminarias</u>
Rendimiento	≥ 65 %	≥ 55 %	≥ 55 %	≥ 60 %
Factor utilización	(1)	(1)	≥ 0,25	≥ 0,30

(1) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética.

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes a la norma UNE-EN 60.598-2-3 y la UNE-EN 60.598-2-5 en el caso de proyectores de exterior.

La conexión se realizará mediante cables flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en los terminales de conexión, utilizándose dispositivos que no disminuyan el grado de protección de luminaria IP X3 según UNE 20.324.

Los equipos eléctricos de los puntos de luz para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54 según UNE 20.324, e IK 8 según UNE-EN 50.102, montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo.

## . EQUIPOS AUXILIARES.

La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y lámpara de descarga, no superará los valores siguientes:

<u>Potencia nominal lámpara (W)</u>	<u>Potencia total conjunto (W)</u>			
	<u>SAP</u>	<u>HM</u>	<u>SBP</u>	<u>VM</u>
18	-	-	23	-
35	-	-	42	-
50	62	-	-	60
55	-	-	65	-
70	84	84	-	-
80	-	-	-	92
90	-	-	112	-
100	116	116	-	-
125	-	-	-	139
135	-	-	163	-
150	171	171	-	-
180	-	-	215	-
250	277	270/277	-	270
400	435	425/435	-	425

## . DISPOSICION DE VIALES Y CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE ILUMINACION ADOPTADO.

## **. REGIMEN DE FUNCIONAMIENTO PREVISTO Y DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO Y DE REGULACION DE NIVEL LUMINOSO.**

Las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción de túneles y pasos inferiores, estarán en funcionamiento como máximo durante el periodo comprendido entre la puesta de sol y su salida o cuando la luminosidad ambiente lo requiera.

Con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta, a ciertas horas de la noche, deberá reducirse el nivel de iluminación en las instalaciones de alumbrado vial, alumbrado específico, alumbrado ornamental y alumbrado de señales y anuncios luminosos, con potencia instalada superior a 5 kW.

Cuando se reduzca el nivel de iluminación, es decir, se varíe la clase de alumbrado a una hora determinada, deberán mantenerse los criterios de uniformidad de luminancia/iluminancia y deslumbramiento establecidos. La regulación del nivel luminoso se podrá realizar por medio de alguno de los siguientes sistemas: balastos serie de tipo inductivo para doble nivel de potencia, reguladores-estabilizadores en cabecera de línea o balastos electrónicos para doble nivel de potencia.

Se podrá variar el régimen de funcionamiento de los alumbrados ornamentales, estableciéndose condiciones especiales, en épocas tales como festividades y temporada alta de afluencia turística.

Se podrá ajustar un régimen especial de alumbrado para los acontecimientos nocturnos singulares, festivos, feriales, deportivos o culturales, que compatibilicen el ahorro con las necesidades derivadas de los acontecimientos mencionados.

Los sistemas de accionamiento deberán garantizar que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía.

Toda instalación de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5 kW, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de encendido centralizado, mientras que en aquellas con una potencia en lámparas y equipos auxiliares inferior o igual a 5 kW también podrá incorporarse un sistema de accionamiento mediante fotocélula. Además de los sistemas de encendido automáticos, es recomendable instalar un sistema de accionamiento manual, para poder maniobrar la instalación en caso de avería o reposición de los citados elementos.

Para obtener ahorro energético en casos tales como instalaciones de alumbrado ornamental, anuncios luminosos, espacios deportivos y áreas de trabajos exteriores, se establecerán los correspondientes ciclos de funcionamiento (encendido y apagado) de dichas instalaciones, para lo que se dispondrá de relojes astronómicos o sistemas equivalentes, capaces de ser programados por ciclos diarios, semanales, mensuales y anuales.

## **. SOPORTES.**

Las luminarias descritas en el apartado anterior irán sujetas sobre columnas-soporte de forma tronco-cónica que se ajustarán a la normativa vigente (en el caso de que sean de acero deberán cumplir el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89). Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las sollicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5.

Las columnas irán provistas de puertas de registro 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 IP 44 según UNE 20.324 (EN 60529) e IK10 según UNE-EN 50.102, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales. En su interior se ubicará una tabla de conexiones de material aislante, provista de alojamiento para los fusibles y de fichas para la conexión de los cables.

La sujeción a la cimentación se hará mediante placa de base a la que se unirán los pernos anclados en la cimentación, mediante arandela, tuerca y contratuerca.

## **. CANALIZACIONES.**

### **. REDES SUBTERRANEAS.**

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables se dispondrán en canalización enterrada bajo tubo, a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo, y su diámetro no será inferior a 60 mm.

No se instalará más de un circuito por tubo. Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. El diámetro exterior mínimo de los tubos en función del número y sección de los conductores se obtendrá de la tabla 9, ITC-BT-21.

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4. Las características mínimas serán las indicadas a continuación.

- Resistencia a la compresión: 250 N para tubos embebidos en hormigón; 450 N para tubos en suelo ligero; 750 N para tubos en suelo pesado.
- Resistencia al impacto: Grado Ligero para tubos embebidos en hormigón; Grado Normal para tubos en suelo ligero o suelo pesado.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Protegido contra objetos  $D > 1$  mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Protegido contra el agua en forma de lluvia.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

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 0,25 m por encima del tubo.

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

A fin de hacer completamente registrable la instalación, cada uno de los soportes llevará adosada una arqueta de fábrica de ladrillo cerámico macizo (cítara) enfoscada interiormente, con tapa de fundición de 37x37 cm.; estas arquetas se ubicarán también en cada uno de los cruces, derivaciones o cambios de dirección.

La cimentación de las columnas se realizará con dados de hormigón en masa de resistencia característica  $R_k = 175$  Kg/cm<sup>2</sup>, con pernos embebidos para anclaje y con comunicación a columna por medio de codo.

### **. REDES AEREAS.**

Se emplearán los sistemas y materiales adecuados para las redes aéreas aisladas descritas en ITC-BT-06.

Podrán estar constituidas por cables posados sobre fachadas o tensados sobre apoyos. En este último caso, los cables serán autoportantes con neutro fiador o con fiador de acero.

Las acometidas podrán ser subterráneas o aéreas con cables aislados, realizándose de acuerdo con las prescripciones particulares de la compañía suministradora. La acometida finalizará en la caja general de protección y a continuación de la misma se dispondrá el equipo de medida.

## **. CONDUCTORES.**

Los conductores a emplear en la instalación serán de Cu, multiconductores o unipolares, tensión asignada 0,6/1 KV, enterrados bajo tubo o instalados al aire.

La sección mínima a emplear en redes subterráneas, incluido el neutro, será de 6 mm<sup>2</sup>. En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm<sup>2</sup>, la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-07. Los empalmes y

derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

La sección mínima a emplear en redes aéreas, para todos los conductores incluido el neutro, será de 4 mm<sup>2</sup>. En distribuciones trifásicas tetrapolares con conductores de fase de sección superior a 10 mm<sup>2</sup>, la sección del neutro será como mínimo la mitad de la sección de fase.

La instalación de los conductores de alimentación a las lámparas se realizará en Cu, bipolares, tensión asignada 0,6/1 kV, de 2x2,5 mm<sup>2</sup> de sección, protegidos por c/c fusibles calibrados de 6 A. El circuito encargado de la alimentación al equipo reductor de flujo, compuesto por Balasto especial, Condensador, Arrancador electrónico y Unidad de conmutación, se realizará con conductores de Cu, bipolares, tensión asignada 0,6/1 kV, de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección mínima.

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 las 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.

La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto será menor o igual que el 3 %.

### **. SISTEMAS DE PROTECCION.**

En primer lugar, la red de alumbrado público estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-09, apdo. 4), por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizará un interruptor automático ubicado en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica (según figura en anexo de cálculo). La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm<sup>2</sup>) se protegerá con los fusibles de 6 A existentes en cada columna.

- Protección a cortocircuitos: Se utilizará un interruptor automático ubicado en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica (según figura en anexo de cálculo). La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm<sup>2</sup>) se protegerá con los fusibles de 6 A existentes en cada columna.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos e indirectos (ITC-BT-09, apdos. 9 y 10) se han tomado las medidas siguientes:

- Instalación de luminarias Clase I o Clase II. Cuando las luminarias sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup> en cobre.

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.

- Aislamiento de todos los conductores, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitarán de útiles especiales para proceder a su apertura (cuadro de protección, medida y control, registro de columnas, y luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público).

- Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias y del cuadro de protección, medida y control estarán conectadas a tierra, así como las partes metálicas de los kioscos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente.

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. 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 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> 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.

En tercer lugar, cuando la instalación se alimente por, o incluya, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, será necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico (ITC-BT-09, apdo. 4) en el origen de la instalación (situación controlada).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, y la tierra de la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla siguiente, según su categoría.

<u>Tensión nominal de la instalación (V)</u>		<u>Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)</u>							
Sistemas III	/	Sistemas II	Cat. IV	/	Cat. III	/	Cat. II	/	Cat. I
230/400		230	6		4		2,5		1,5

Categoría I: Equipos muy sensibles a sobretensiones destinados a conectarse a una instalación fija (equipos electrónicos, etc).

Categoría II: Equipos destinados a conectarse a una instalación fija (electrodomésticos y equipos similares).

Categoría III: Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija (armarios, embarrados, protecciones, canalizaciones, etc).

Categoría IV: Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, aparatos de telemedida, etc).

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla anterior, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural (bajo riesgo de sobretensiones, debido a que la instalación está alimentada por una red subterránea en su totalidad), cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección a sobretensiones es adecuada.

#### **. COMPOSICION DEL CUADRO DE PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL.**

La envolvente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP55, según UNE 20.324 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 cuadro estará compuesto por los siguientes elementos.

- 1 Ud. armario de poliéster prensado, protección IP-669, de 1250x750x300 mm., con departamento separado para equipo de medida.
- 4 Ud. base fusible de A. con fusibles de A.
- 1 Ud. contactor A.
- 1 Ud. interruptor diferencial IV, A., 30 mA.
- 1 Ud. célula fotoeléctrica.
- 1 Ud. interruptor horario.
- 1 Ud. interruptor magnetotérmico IV, A.
- C/c fusibles para protección de circuitos a células y contactores de 6 A.

# **CÁLCULOS ELÉCTRICOS ALUMBRADO PÚBLICO**



## ANEXO DE CÁLCULO

### Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

$\cos\varphi$  = Coseno de  $\varphi$ . Factor de potencia.

$n$  = N<sup>o</sup> de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en m $\Omega$ /m.

### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0)(I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241$$

$$Al = 0.028264$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

$T$  = Temperatura del conductor (°C).

$T_0$  = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45

$I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6  $I_n$ ).

### Fórmulas Resistencia Tierra

### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

### Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

### Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L<sub>c</sub>: Longitud total del conductor (m)

L<sub>p</sub>: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

## Red Alumbrado Público 1

### Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 3

Cos φ : 1

### Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálc. (R S T) (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	6,5 6,5 6,17			4x6	57/1	90
2	2	3	4	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	6,5 6,5 6,17			4x6	57/1	90
3	3	4	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	6,17 6,5 6,17			4x6	57/1	90
4	4	5	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	6,17 6,17 6,17			4x6	57/1	90
5	5	6	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	6,17 6,17 5,85			4x6	57/1	90
6	6	7	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,85 6,17 5,85			4x6	57/1	90
7	7	8	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,85 5,85 5,85			4x6	57/1	90
8	8	9	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,85 5,85 5,52			4x6	57/1	90
9	9	10	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,52 5,85 5,52			4x6	57/1	90
10	10	11	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,52 5,52 5,52			4x6	57/1	90
11	11	12	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,52 5,52 5,2			4x6	57/1	90
12	12	13	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,2 5,52 5,2			4x6	57/1	90
13	13	14	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,2 5,2 5,2			4x6	57/1	90
14	14	15	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,2 5,2 4,87			4x6	57/1	90
15	15	16	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,87 5,2 4,87			4x6	57/1	90
16	16	17	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 2,27 2,27			4x6	57/1	90
17	17	18	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,95 2,27			4x6	57/1	90

18	18	19	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,95 1,95			4x6	57/1	90
19	19	20	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,95 1,95			4x6	57/1	90
20	20	21	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,62 1,95			4x6	57/1	90
21	21	22	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,62 1,62			4x6	57/1	90
22	22	23	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,62 1,62			4x6	57/1	90
23	23	24	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,3 1,62			4x6	57/1	90
24	24	25	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,3 1,3			4x6	57/1	90
25	25	26	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 1,3 1,3			4x6	57/1	90
26	26	27	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 1,3			4x6	57/1	90
27	27	28	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97			4x6	57/1	90
28	28	29	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,97 0,97			4x6	57/1	90
29	29	30	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,97			4x6	57/1	90
30	30	31	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,97			4x6	57/1	90
31	31	32	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,97			4x6	57/1	90
32	32	33	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65			4x6	57/1	90
33	33	34	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,65			4x6	57/1	90
34	34	35	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,65			4x6	57/1	90
35	35	36	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
36	36	37	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0,32			4x6	57/1	90
37	37	38	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,32			4x6	57/1	90
38	16	39	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,92 2,6 2,6			4x6	57/1	90
39	39	40	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,6 2,27 2,27			4x6	57/1	90
40	40	41	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 2,27 2,27			4x6	57/1	90
41	41	42	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 1,95 2,27			4x6	57/1	90
42	42	43	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 1,95 1,95			4x6	57/1	90
43	43	44	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,95 1,95			4x6	57/1	90
44	44	45	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,62 1,95			4x6	57/1	90
45	45	46	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,62 1,62			4x6	57/1	90
46	46	47	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,62 1,62			4x6	57/1	90
47	47	48	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,3 1,62			4x6	57/1	90
48	48	49	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,3 1,3			4x6	57/1	90
49	49	50	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,3 1,3			4x6	57/1	90
50	50	51	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 0,97 1,3			4x6	57/1	90
51	51	52	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 0,97 0,97			4x6	57/1	90
52	52	53	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97			4x6	57/1	90
53	53	54	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,65 0,97			4x6	57/1	90
54	54	55	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,65 0,65			4x6	57/1	90
55	55	56	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65			4x6	57/1	90
56	56	57	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,65			4x6	57/1	90
57	57	58	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,32			4x6	57/1	90
58	58	59	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
59	59	60	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0,32			4x6	57/1	90
60	60	61	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0			4x6	57/1	90
61	1	62	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	13,81 13,73 14,01			4x16	82/1	90
62	62	63	9	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	13,81 13,73 14,01			4x16	82/1	90
63	63	64	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	13,81 13,73 13,68			4x16	82/1	90
64	64	65	10	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	13,49 13,73 13,68			4x16	82/1	90
65	65	66	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,2 4,87 4,87			4x6	57/1	90
66	66	67	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,55 4,22 4,22			4x6	57/1	90
67	67	68	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,55 3,9 4,22			4x6	57/1	90
68	68	69	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,55 3,9 3,9			4x6	57/1	90
69	69	70	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,22 3,9 3,9			4x6	57/1	90
70	70	71	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,25 2,6 2,92			4x6	57/1	90
71	71	72	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,6 2,27 1,95			4x6	57/1	90
72	72	73	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 2,27 1,95			4x6	57/1	90
73	73	74	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 1,95 1,95			4x6	57/1	90
74	74	75	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 1,95 1,62			4x6	57/1	90
75	75	76	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,95 1,62			4x6	57/1	90
76	76	77	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,65			4x6	57/1	90
77	77	78	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0			4x6	57/1	90
78	78	79	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0			4x6	57/1	90
79	77	80	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,65			4x6	57/1	90
80	80	81	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,65			4x6	57/1	90
81	81	82	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
82	82	83	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0,32			4x6	57/1	90
83	83	84	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,32			4x6	57/1	90
84	76	85	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,65 0,97			4x6	57/1	90
85	85	86	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,65 0,65			4x6	57/1	90
86	86	87	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65			4x6	57/1	90
87	87	88	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,65			4x6	57/1	90
88	88	89	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,32			4x6	57/1	90
89	89	90	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
90	90	91	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0,32			4x6	57/1	90
91	91	92	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0			4x6	57/1	90
92	71	93	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,65			4x6	57/1	90

93	93	94	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,32			4x6	57/1	90
94	94	95	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
95	95	96	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0,32			4x6	57/1	90
96	96	97	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0			4x6	57/1	90
97	70	98	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97			4x6	57/1	90
98	98	99	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,97 0,97			4x6	57/1	90
99	99	100	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,97			4x6	57/1	90
100	100	101	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65			4x6	57/1	90
101	101	102	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,65			4x6	57/1	90
102	102	103	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,65			4x6	57/1	90
103	103	104	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
104	104	105	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0,32			4x6	57/1	90
105	105	106	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,32			4x6	57/1	90
106	66	107	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,65			4x6	57/1	90
107	107	108	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,65			4x6	57/1	90
108	108	109	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
109	109	110	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0,32			4x6	57/1	90
110	110	111	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,32			4x6	57/1	90
111	65	112	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	8,29 8,53 8,81			4x10	76/1	90
112	112	113	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	8,29 8,53 8,49			4x10	76/1	90
113	113	114	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,97 8,53 8,49			4x10	76/1	90
114	114	115	40	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,97 8,21 8,49			4x10	76/1	90
115	115	116	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,97 8,21 8,16			4x10	76/1	90
116	116	117	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
117	117	118	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0,32			4x6	57/1	90
118	118	119	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0			4x6	57/1	90
119	116	120	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,32 7,88 7,84			4x10	76/1	90
120	120	121	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97			4x6	57/1	90
121	121	122	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,97 0,97			4x6	57/1	90
122	122	123	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,97			4x6	57/1	90
123	123	124	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65			4x6	57/1	90
124	124	125	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,65			4x6	57/1	90
125	125	126	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,65			4x6	57/1	90
126	126	127	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
127	127	128	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0,32			4x6	57/1	90
128	128	129	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,32			4x6	57/1	90
129	120	130	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,09 4,05 4,05			4x6	57/1	90
130	130	131	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,09 4,05 3,72			4x6	57/1	90
131	131	132	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,77 4,05 3,72			4x6	57/1	90
132	132	133	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,77 3,72 3,72			4x6	57/1	90
134	1	135	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,65			4x6	57/1	90
135	135	136	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,97 0,65			4x6	57/1	90
136	136	137	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65			4x6	57/1	90
138	138	139	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	8,12 8,12 8,12			4x6	57/1	90
139	139	140	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,79 8,12 8,12			4x6	57/1	90
140	140	141	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,79 7,79 8,12			4x6	57/1	90
141	141	142	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,79 7,79 7,79			4x6	57/1	90
142	142	143	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,47 7,79 7,79			4x6	57/1	90
143	143	144	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,14 6,82 7,14			4x6	57/1	90
144	144	145	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	6,17 5,85 5,85			4x6	57/1	90
145	145	146	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,85 5,85 5,85			4x6	57/1	90
146	146	147	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,85 5,52 5,85			4x6	57/1	90
147	147	148	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,85 5,52 5,52			4x6	57/1	90
148	148	149	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,52 5,52 5,52			4x6	57/1	90
149	149	150	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,87 4,55 4,87			4x6	57/1	90
150	150	151	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,25 2,92 2,92			4x6	57/1	90
151	151	152	27	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,62 1,95			4x6	57/1	90
152	152	153	10	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0,32			4x6	57/1	90
153	153	154	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0			4x6	57/1	90
154	137	155	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,32			4x6	57/1	90
155	155	156	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,32			4x6	57/1	90
156	156	157	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
157	157	158	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0			4x6	57/1	90
158	158	159	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0			4x6	57/1	90
160	160	161	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,84 0,84 0,56			4x6	57/1	90
161	160	162	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,84 -0,84 -0,56			4x6	57/1	90
162	162	163	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-1,41 -1,41 -1,69			4x6	57/1	90
163	163	164	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-1,41 -1,69 -1,69			4x6	57/1	90
164	164	165	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-1,69 -1,69 -1,69			4x6	57/1	90
165	165	166	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,84 0,84			4x6	57/1	90
166	166	167	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,56 0,84			4x6	57/1	90
167	167	168	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,56 0,56			4x6	57/1	90
168	168	169	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,56 0,56			4x6	57/1	90
169	169	170	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,28 0,56			4x6	57/1	90
170	170	171	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,28 0,28			4x6	57/1	90

171	171	172	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,28 0,28		4x6	57/1	90
172	172	173	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,28		4x6	57/1	90
173	162	174	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,56 0,84		4x6	57/1	90
174	174	175	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,56 0,56		4x6	57/1	90
175	175	176	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,56 0,56		4x6	57/1	90
176	176	177	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,28 0,56		4x6	57/1	90
177	177	178	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,28 0,28		4x6	57/1	90
178	178	179	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,28 0,28		4x6	57/1	90
179	179	180	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,28		4x6	57/1	90
180	181	182	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,84 0,56		4x6	57/1	90
181	182	183	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,56 0,56		4x6	57/1	90
182	183	184	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,56 0,28		4x6	57/1	90
183	184	185	26	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,56 0,28		4x6	57/1	90
184	185	186	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,28 0,28		4x6	57/1	90
185	186	187	27	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,28 0		4x6	57/1	90
186	187	188	27	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,28 0		4x6	57/1	90
187	161	181	4	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,84 0,84 0,56		4x6	57/1	90
187	138	188	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97		4x6	57/1	90
188	188	189	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,97 0,97		4x6	57/1	90
189	189	190	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,97		4x6	57/1	90
190	190	191	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65		4x6	57/1	90
191	191	192	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,65		4x6	57/1	90
192	192	193	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,65		4x6	57/1	90
193	193	194	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32		4x6	57/1	90
194	194	195	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0,32		4x6	57/1	90
195	195	196	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,32		4x6	57/1	90
196	143	197	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,65		4x6	57/1	90
197	197	198	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,65		4x6	57/1	90
198	198	199	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32		4x6	57/1	90
199	199	200	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0,32		4x6	57/1	90
200	200	201	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,32		4x6	57/1	90
201	144	202	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97		4x6	57/1	90
202	202	203	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97		4x6	57/1	90
203	203	204	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,65 0,97		4x6	57/1	90
204	204	205	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,65 0,65		4x6	57/1	90
205	205	206	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65		4x6	57/1	90
206	206	207	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,65		4x6	57/1	90
207	207	208	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,32		4x6	57/1	90
208	208	209	27	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32		4x6	57/1	90
209	209	210	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0,32		4x6	57/1	90
210	210	211	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0		4x6	57/1	90
211	149	212	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65		4x6	57/1	90
212	212	213	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,32		4x6	57/1	90
213	213	214	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,32		4x6	57/1	90
214	214	215	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32		4x6	57/1	90
215	215	216	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0		4x6	57/1	90
216	216	217	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0		4x6	57/1	90
217	150	218	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,62 1,62		4x6	57/1	90
218	218	219	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,62 1,62		4x6	57/1	90
219	219	220	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,3 1,62		4x6	57/1	90
220	220	221	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,3 1,3		4x6	57/1	90
221	221	222	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 1,3 1,3		4x6	57/1	90
222	222	223	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 1,3		4x6	57/1	90
223	223	224	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97		4x6	57/1	90
224	224	225	9	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97		4x6	57/1	90
225	225	226	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,97 0,97		4x6	57/1	90
226	226	227	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,97		4x6	57/1	90
227	227	228	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65		4x6	57/1	90
228	228	229	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,65		4x6	57/1	90
229	229	230	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,65		4x6	57/1	90
230	230	231	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32		4x6	57/1	90
231	231	232	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0,32		4x6	57/1	90
232	232	233	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,32		4x6	57/1	90
235	236	237	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,65 0,65		4x6	57/1	90
236	237	238	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65		4x6	57/1	90
237	238	239	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,65		4x6	57/1	90
238	239	240	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,32		4x6	57/1	90
239	240	241	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32		4x6	57/1	90
240	241	242	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0,32		4x6	57/1	90
241	242	243	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0		4x6	57/1	90
241	236	234	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-1,82 -1,78 -2,1		4x6	57/1	90
243	243	244	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 -0,32		4x6	57/1	90
244	244	245	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 -0,32 -0,32		4x6	57/1	90
245	245	246	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,32 -0,32 -0,32		4x6	57/1	90
246	246	247	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,32 -0,32 -0,65		4x6	57/1	90

247	247	248	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,32 -0,65 -0,65			4x6	57/1	90
248	248	249	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,65 -0,65 -0,65			4x6	57/1	90
249	249	250	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,65 -0,65 -0,97			4x6	57/1	90
250	250	251	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,65 -0,97 -0,97			4x6	57/1	90
251	251	252	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,97 -0,97 -0,97			4x6	57/1	90
252	252	253	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,97 -0,97 -1,3			4x6	57/1	90
253	253	254	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,97 -1,3 -1,3			4x6	57/1	90
254	254	255	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-1,3 -1,3 -1,3			4x6	57/1	90
255	255	152	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-1,3 -1,3 -1,62			4x6	57/1	90
255	151	256	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,3 0,97			4x6	57/1	90
256	256	257	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 1,3 0,97			4x6	57/1	90
257	257	258	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97			4x6	57/1	90
258	258	259	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,65			4x6	57/1	90
259	259	260	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,97 0,65			4x6	57/1	90
260	260	261	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65			4x6	57/1	90
261	261	262	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,32			4x6	57/1	90
262	262	263	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,32			4x6	57/1	90
263	263	264	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
264	264	265	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0			4x6	57/1	90
265	265	266	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0			4x6	57/1	90
266	120	165	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,25 2,53 2,81			4x6	57/1	90
266	39	267	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0			4x6	57/1	90
267	267	268	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0			4x6	57/1	90
268	133	269	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,77 3,72 3,4			4x6	57/1	90
269	269	270	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,44 3,72 3,4			4x6	57/1	90
270	270	271	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,44 3,4 3,4			4x6	57/1	90
271	271	272	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,44 3,4 3,07			4x6	57/1	90
272	272	273	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,12 3,4 3,07			4x6	57/1	90
273	273	274	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,12 3,07 3,07			4x6	57/1	90
274	274	275	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,12 3,07 2,75			4x6	57/1	90
275	275	276	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,79 3,07 2,75			4x6	57/1	90
276	276	277	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,79 2,75 2,75			4x6	57/1	90
277	277	278	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,79 2,75 2,42			4x6	57/1	90
278	278	279	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
279	279	280	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0			4x6	57/1	90
280	280	281	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0			4x6	57/1	90
281	234	282	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0			4x6	57/1	90
282	282	283	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0			4x6	57/1	90
283	1	284	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	9,09 9,09 9,42			4x10	76/1	90
284	284	138	47	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	9,09 9,09 9,42			4x10	76/1	90
283	234	278	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-2,14 -2,42 -2,1			4x6	57/1	90
284	236	285	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,84 1,13 1,13			4x6	57/1	90
285	287	286	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,84 1,13			4x6	57/1	90
286	286	288	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,84 0,84			4x6	57/1	90
287	288	289	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,56 0,56			4x6	57/1	90
288	289	290	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,28 0,56			4x6	57/1	90
289	290	291	26	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,28 0,28			4x6	57/1	90
290	291	292	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,28 0,28			4x6	57/1	90
291	292	293	27	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,28			4x6	57/1	90
292	287	285	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-0,56 -1,13 -1,13			4x6	57/1	90
293	288	294	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,28 0,28			4x6	57/1	90
294	294	295	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,28			4x6	57/1	90
295	1	296	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	8,03 8,03 7,71			4x10	76/1	90
296	296	297	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,71 8,03 7,71			4x10	76/1	90
297	297	298	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,71 7,71 7,71			4x10	76/1	90
298	298	299	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,71 7,71 7,38			4x10	76/1	90
299	299	300	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,38 7,71 7,38			4x10	76/1	90
300	300	301	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,38 7,38 7,38			4x10	76/1	90
301	301	302	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,38 7,38 7,06			4x10	76/1	90
302	302	303	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,06 7,38 7,06			4x10	76/1	90
303	303	304	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,06 7,06 7,06			4x10	76/1	90
304	304	305	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	7,06 7,06 6,73			4x10	76/1	90
305	305	306	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	6,73 7,06 6,73			4x10	76/1	90
306	306	307	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	6,73 6,73 6,73			4x10	76/1	90
307	307	308	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	6,73 6,73 6,41			4x10	76/1	90
308	308	309	40	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,6 2,92 2,6			4x6	57/1	90
309	309	310	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,6 2,6 2,6			4x6	57/1	90
310	310	311	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,6 2,6 2,27			4x6	57/1	90
311	311	312	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 2,6 2,27			4x6	57/1	90
312	312	313	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 2,27 2,27			4x6	57/1	90
313	313	314	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 2,27 1,95			4x6	57/1	90
314	314	315	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 2,27 1,95			4x6	57/1	90
315	315	316	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,95 1,95			4x6	57/1	90
316	316	317	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,95 1,62			4x6	57/1	90
317	317	318	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,95 1,62			4x6	57/1	90

318	318	319	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,62 1,62			4x6	57/1	90
319	319	320	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,62 1,3			4x6	57/1	90
320	320	321	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,62 1,3			4x6	57/1	90
321	321	322	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,3 1,3			4x6	57/1	90
322	322	323	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,3 0,97			4x6	57/1	90
323	323	324	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 1,3 0,97			4x6	57/1	90
324	324	325	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97			4x6	57/1	90
325	325	326	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,65			4x6	57/1	90
326	326	327	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,97 0,65			4x6	57/1	90
327	327	328	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65			4x6	57/1	90
328	328	329	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,32			4x6	57/1	90
329	329	330	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,65 0,32			4x6	57/1	90
330	330	331	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
331	331	332	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0			4x6	57/1	90
332	332	333	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0			4x6	57/1	90
333	308	334	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,81 3,81 3,81			4x6	57/1	90
334	334	335	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
335	335	336	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0			4x6	57/1	90
336	336	337	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,32 0			4x6	57/1	90
337	334	338	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,49 3,16 3,49			4x6	57/1	90
338	338	339	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,49 3,16 3,16			4x6	57/1	90
339	339	340	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,6 2,6 2,6			4x6	57/1	90
340	340	341	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,6 2,27 2,6			4x6	57/1	90
341	341	342	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,6 2,27 2,27			4x6	57/1	90
342	342	343	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 2,27 2,27			4x6	57/1	90
343	343	344	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 1,95 2,27			4x6	57/1	90
344	344	345	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,27 1,95 1,95			4x6	57/1	90
345	345	346	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,95 1,95			4x6	57/1	90
346	346	347	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,62 1,95			4x6	57/1	90
347	347	348	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,95 1,62 1,62			4x6	57/1	90
348	348	349	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,62 1,62			4x6	57/1	90
349	349	350	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,3 1,62			4x6	57/1	90
350	350	351	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,62 1,3 1,3			4x6	57/1	90
351	351	352	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 1,3 1,3			4x6	57/1	90
352	352	353	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 0,97 1,3			4x6	57/1	90
353	353	354	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,3 0,97 0,97			4x6	57/1	90
354	354	355	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,97 0,97			4x6	57/1	90
355	355	356	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,65 0,97			4x6	57/1	90
356	356	357	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97 0,65 0,65			4x6	57/1	90
357	357	358	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,65 0,65			4x6	57/1	90
358	358	359	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,65			4x6	57/1	90
359	359	360	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,65 0,32 0,32			4x6	57/1	90
360	360	361	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0,32 0,32			4x6	57/1	90
361	361	362	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0,32			4x6	57/1	90
362	362	363	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,32 0 0			4x6	57/1	90
363	339	364	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,56 0,56			4x6	57/1	90
364	364	365	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,56 0,56 0,28			4x6	57/1	90
365	365	366	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,56 0,28			4x6	57/1	90
366	366	367	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,28 0,28			4x6	57/1	90
367	367	368	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28 0,28 0			4x6	57/1	90
368	368	369	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,28 0			4x6	57/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	230,94	0	(26.485 W)					
2-R	0,1		0,043						
2-S	0,1		0,043						
2-T	0,095		0,041						
3-R	0,18		0,078	(-75 W)					
3-S	0,18		0,078						
3-T	0,172		0,074						
4-R	0,543		0,235						
4-S	0,562		0,243	(-75 W)					
4-T	0,535		0,231						
5-R	0,925		0,401						
5-S	0,943		0,408						
5-T	0,916		0,397	(-75 W)					
6-R	1,307		0,566	(-75 W)					
6-S	1,325		0,574						
6-T	1,279		0,554						
7-R	1,67		0,723						
7-S	1,707		0,739	(-75 W)					
7-T	1,642		0,711						
8-R	2,032		0,88						

8-S	2,07	0,896					
8-T	2,004	0,868	(-75 W)				
9-R	2,395	1,037	(-75 W)				
9-S	2,432	1,053					
9-T	2,348	1,017					
10-R	2,738	1,186					
10-S	2,795	1,21	(-75 W)				
10-T	2,691	1,165					
11-R	3,099	1,342					
11-S	3,156	1,366					
11-T	3,052	1,322	(-75 W)				
12-R	3,442	1,491	(-75 W)				
12-S	3,499	1,515					
12-T	3,376	1,462					
13-R	3,767	1,631					
13-S	3,843	1,664	(-75 W)				
13-T	3,7	1,602					
14-R	4,107	1,778					
14-S	4,183	1,811					
14-T	4,041	1,75	(-75 W)				
15-R	4,286	1,856	(-75 W)				
15-S	4,361	1,889					
15-T	4,209	1,822					
16-R	4,53	1,961					
16-S	4,621	2,001	(-75 W)				
16-T	4,453	1,928					
17-R	4,663	2,019					
17-S	4,773	2,067	(-75 W)				
17-T	4,605	1,994					
18-R	4,796	2,077					
18-S	4,906	2,125					
18-T	4,758	2,06	(-75 W)				
19-R	4,923	2,132	(-75 W)				
19-S	5,033	2,179					
19-T	4,884	2,115					
20-R	5,037	2,181					
20-S	5,166	2,237	(-75 W)				
20-T	5,017	2,173					
21-R	5,157	2,233					
21-S	5,286	2,289					
21-T	5,157	2,233	(-75 W)				
22-R	5,277	2,285	(-75 W)				
22-S	5,406	2,341					
22-T	5,277	2,285					
23-R	5,372	2,326					
23-S	5,52	2,39	(-75 W)				
23-T	5,391	2,335					
24-R	5,467	2,367					
24-S	5,615	2,432					
24-T	5,506	2,384	(-75 W)				
25-R	5,558	2,407	(-75 W)				
25-S	5,706	2,471					
25-T	5,596	2,423					
26-R	5,634	2,439					
26-S	5,801	2,512	(-75 W)				
26-T	5,691	2,464					
27-R	5,706	2,471					
27-S	5,873	2,543					
27-T	5,782	2,504	(-75 W)				
28-R	5,786	2,505	(-75 W)				
28-S	5,953	2,578					
28-T	5,862	2,538					
29-R	5,84	2,529					
29-S	6,026	2,609	(-75 W)				
29-T	5,934	2,569					
30-R	5,883	2,547					
30-S	6,068	2,628					
30-T	5,991	2,594					
31-R	5,943	2,573					
31-S	6,128	2,654					
31-T	6,071	2,629					
32-R	5,974	2,587					
32-S	6,16	2,667					
32-T	6,113	2,647	(-75 W)				
33-R	6,04	2,615	(-75 W)				



33-S	6,226	2,696					
33-T	6,179	2,675					
34-R	6,063	2,625					
34-S	6,26	2,711	(-75 W)				
34-T	6,213	2,69					
35-R	6,101	2,642					
35-S	6,298	2,727					
35-T	6,27	2,715	(-75 W)				
36-R	6,137	2,657	(-75 W)				
36-S	6,334	2,743					
36-T	6,306	2,731					
37-R	6,137	2,657					
37-S	6,372	2,759	(-75 W)				
37-T	6,344	2,747					
38-R	6,137	2,657					
38-S	6,372	2,759					
38-T	6,384	2,764	(-75 W)				
39-R	4,663	2,019					
39-S	4,741	2,053					
39-T	4,573	1,98	(-75 W)				
40-R	4,8	2,078	(-75 W)				
40-S	4,863	2,106					
40-T	4,695	2,033					
41-R	4,96	2,148					
41-S	5,023	2,175	(-75 W)				
41-T	4,855	2,102					
42-R	5,105	2,21					
42-S	5,149	2,23					
42-T	4,999	2,165	(-75 W)				
43-R	5,265	2,28	(-75 W)				
43-S	5,289	2,29					
43-T	5,139	2,225					
44-R	5,391	2,334					
44-S	5,416	2,345	(-75 W)				
44-T	5,266	2,28					
45-R	5,531	2,395					
45-S	5,536	2,397					
45-T	5,406	2,341	(-75 W)				
46-R	5,664	2,453	(-75 W)				
46-S	5,65	2,446					
46-T	5,52	2,39					
47-R	5,779	2,502					
47-S	5,764	2,496	(-75 W)				
47-T	5,634	2,44					
48-R	5,887	2,549					
48-S	5,854	2,535					
48-T	5,743	2,487	(-75 W)				
49-R	6,001	2,599	(-75 W)				
49-S	5,95	2,576					
49-T	5,838	2,528					
50-R	6,101	2,642					
50-S	6,05	2,62	(-75 W)				
50-T	5,938	2,571					
51-R	6,192	2,681					
51-S	6,122	2,651					
51-T	6,028	2,61	(-75 W)				
52-R	6,287	2,722	(-75 W)				
52-S	6,198	2,684					
52-T	6,104	2,643					
53-R	6,363	2,755					
53-S	6,274	2,717	(-75 W)				
53-T	6,181	2,676					
54-R	6,451	2,793					
54-S	6,34	2,745					
54-T	6,268	2,714	(-75 W)				
55-R	6,538	2,831	(-75 W)				
55-S	6,405	2,774					
55-T	6,334	2,743					
56-R	6,595	2,856					
56-S	6,463	2,798	(-75 W)				
56-T	6,391	2,767					
57-R	6,652	2,881					
57-S	6,501	2,815					
57-T	6,448	2,792	(-75 W)				
58-R	6,709	2,905	(-75 W)				

58-S	6,539	2,831					
58-T	6,486	2,809					
59-R	6,747	2,922					
59-S	6,577	2,848	(-75 W)				
59-T	6,524	2,825					
60-R	6,786	2,938					
60-S	6,577	2,848					
60-T	6,562	2,841	(-75 W)				
61-R	6,82	2,953*	(-75 W)				
61-S	6,577	2,848					
61-T	6,562	2,841					
62-R	0,36	0,156					
62-S	0,358	0,155					
62-T	0,365	0,158					
63-R	0,501	0,217					
63-S	0,498	0,215					
63-T	0,508	0,22	(-75 W)				
64-R	0,814	0,352	(-75 W)				
64-S	0,809	0,35					
64-T	0,818	0,354					
65-R	0,967	0,419					
65-S	0,964	0,418	(-75 W)				
65-T	0,973	0,421					
66-R	1,242	0,538	(-75 W)				
66-S	1,224	0,53					
66-T	1,232	0,534					
67-R	1,457	0,631					
67-S	1,424	0,616	(-75 W)				
67-T	1,432	0,62					
68-R	1,743	0,755					
68-S	1,671	0,724					
68-T	1,699	0,736	(-75 W)				
69-R	2,029	0,878	(-75 W)				
69-S	1,919	0,831					
69-T	1,947	0,843					
70-R	2,362	1,023					
70-S	2,229	0,965	(-75 W)				
70-T	2,257	0,977					
71-R	2,551	1,105					
71-S	2,383	1,032					
71-T	2,428	1,051	(-75 W)				
72-R	2,697	1,168	(-75 W)				
72-S	2,513	1,088					
72-T	2,541	1,1					
73-R	2,849	1,234					
73-S	2,665	1,154	(-75 W)				
73-T	2,675	1,158					
74-R	3,001	1,3					
74-S	2,798	1,212					
74-T	2,808	1,216	(-75 W)				
75-R	3,115	1,349	(-75 W)				
75-S	2,898	1,255					
75-T	2,894	1,253					
76-R	3,222	1,395					
76-S	3,005	1,301	(-75 W)				
76-T	2,985	1,293					
77-R	3,283	1,422	(-75 W)				
77-S	3,066	1,327					
77-T	3,031	1,312					
78-R	3,313	1,435	(-75 W)				
78-S	3,096	1,341					
78-T	3,031	1,312					
79-R	3,313	1,435					
79-S	3,121	1,351	(-75 W)				
79-T	3,031	1,312					
80-R	3,308	1,432					
80-S	3,103	1,344	(-75 W)				
80-T	3,068	1,328					
81-R	3,34	1,446					
81-S	3,135	1,358					
81-T	3,116	1,349	(-75 W)				
82-R	3,378	1,463	(-75 W)				
82-S	3,173	1,374					
82-T	3,154	1,366					
83-R	3,378	1,463					

83-S	3,211	1,391	(-75 W)				
83-T	3,192	1,382					
84-R	3,378	1,463					
84-S	3,211	1,391					
84-T	3,232	1,4	(-75 W)				
85-R	3,298	1,428					
85-S	3,062	1,326					
85-T	3,061	1,325	(-75 W)				
86-R	3,374	1,461	(-75 W)				
86-S	3,119	1,351					
86-T	3,118	1,35					
87-R	3,431	1,486					
87-S	3,176	1,375	(-75 W)				
87-T	3,175	1,375					
88-R	3,486	1,509					
88-S	3,212	1,391					
88-T	3,229	1,398	(-75 W)				
89-R	3,534	1,53	(-75 W)				
89-S	3,245	1,405					
89-T	3,262	1,412					
90-R	3,572	1,547					
90-S	3,283	1,421	(-75 W)				
90-T	3,3	1,429					
91-R	3,608	1,562					
91-S	3,283	1,421					
91-T	3,336	1,445	(-75 W)				
92-R	3,648	1,58	(-75 W)				
92-S	3,283	1,421					
92-T	3,336	1,445					
93-R	2,619	1,134					
93-S	2,429	1,052					
93-T	2,497	1,081	(-75 W)				
94-R	2,674	1,158	(-75 W)				
94-S	2,465	1,067					
94-T	2,533	1,097					
95-R	2,714	1,175					
95-S	2,505	1,085	(-75 W)				
95-T	2,573	1,114					
96-R	2,748	1,19					
96-S	2,505	1,085					
96-T	2,607	1,129	(-75 W)				
97-R	2,795	1,21	(-75 W)				
97-S	2,505	1,085					
97-T	2,607	1,129					
98-R	2,416	1,046	(-75 W)				
98-S	2,282	0,988					
98-T	2,31	1					
99-R	2,476	1,072					
99-S	2,362	1,023	(-75 W)				
99-T	2,39	1,035					
100-R	2,533	1,097					
100-S	2,419	1,048					
100-T	2,466	1,068	(-75 W)				
101-R	2,59	1,121	(-75 W)				
101-S	2,476	1,072					
101-T	2,523	1,093					
102-R	2,628	1,138					
102-S	2,533	1,097	(-75 W)				
102-T	2,58	1,117					
103-R	2,656	1,15					
103-S	2,562	1,109					
103-T	2,623	1,136	(-75 W)				
104-R	2,692	1,166	(-75 W)				
104-S	2,598	1,125					
104-T	2,659	1,151					
105-R	2,692	1,166					
105-S	2,636	1,141	(-75 W)				
105-T	2,697	1,168					
106-R	2,692	1,166					
106-S	2,636	1,141					
106-T	2,737	1,185	(-75 W)				
107-R	1,288	0,558					
107-S	1,292	0,559	(-75 W)				
107-T	1,301	0,563					
108-R	1,326	0,574					

108-S	1,33	0,576					
108-T	1,358	0,588	(-75 W)				
109-R	1,364	0,591	(-75 W)				
109-S	1,368	0,592					
109-T	1,396	0,604					
110-R	1,364	0,591					
110-S	1,406	0,609	(-75 W)				
110-T	1,434	0,621					
111-R	1,364	0,591					
111-S	1,406	0,609					
111-T	1,478	0,64	(-75 W)				
112-R	1,179	0,511					
112-S	1,183	0,512					
112-T	1,199	0,519	(-75 W)				
113-R	1,468	0,636	(-75 W)				
113-S	1,48	0,641					
113-T	1,494	0,647					
114-R	1,775	0,769					
114-S	1,808	0,783	(-75 W)				
114-T	1,82	0,788					
115-R	2,36	1,022					
115-S	2,409	1,043					
115-T	2,442	1,057	(-75 W)				
116-R	2,579	1,117	(-75 W)				
116-S	2,635	1,141					
116-T	2,667	1,155					
117-R	2,619	1,134					
117-S	2,675	1,158	(-75 W)				
117-T	2,706	1,172					
118-R	2,655	1,15					
118-S	2,675	1,158					
118-T	2,743	1,188	(-75 W)				
119-R	2,693	1,166	(-75 W)				
119-S	2,675	1,158					
119-T	2,743	1,188					
120-R	2,781	1,204					
120-S	2,852	1,235	(-75 W)				
120-T	2,882	1,248					
121-R	2,861	1,239	(-75 W)				
121-S	2,932	1,27					
121-T	2,962	1,283					
122-R	2,918	1,264					
122-S	3,008	1,303	(-75 W)				
122-T	3,038	1,316					
123-R	2,973	1,287					
123-S	3,062	1,326					
123-T	3,111	1,347	(-75 W)				
124-R	3,03	1,312	(-75 W)				
124-S	3,12	1,351					
124-T	3,168	1,372					
125-R	3,068	1,328					
125-S	3,177	1,376	(-75 W)				
125-T	3,225	1,396					
126-R	3,106	1,345					
126-S	3,215	1,392					
126-T	3,282	1,421	(-75 W)				
127-R	3,144	1,361	(-75 W)				
127-S	3,253	1,408					
127-T	3,32	1,438					
128-R	3,144	1,361					
128-S	3,291	1,425	(-75 W)				
128-T	3,358	1,454					
129-R	3,144	1,361					
129-S	3,291	1,425					
129-T	3,396	1,471	(-75 W)				
130-R	3,041	1,317					
130-S	3,109	1,346					
130-T	3,139	1,359	(-75 W)				
131-R	3,3	1,429	(-75 W)				
131-S	3,365	1,457					
131-T	3,377	1,462					
132-R	3,54	1,533					
132-S	3,622	1,568	(-75 W)				
132-T	3,614	1,565					
133-R	3,78	1,637					

133-S	3,86	1,671					
133-T	3,852	1,668	(-75 W)				
135-R	0,088	0,038	(-75 W)				
135-S	0,088	0,038					
135-T	0,066	0,028					
136-R	0,145	0,063					
136-S	0,164	0,071	(-75 W)				
136-T	0,123	0,053					
137-R	0,187	0,081					
137-S	0,207	0,089					
137-T	0,166	0,072	(-75 W)				
138-R	1,114	0,482					
138-S	1,114	0,482					
138-T	1,152	0,499	(-75 W)				
139-R	1,437	0,622	(-75 W)				
139-S	1,437	0,622					
139-T	1,476	0,639					
140-R	1,867	0,809					
140-S	1,885	0,816	(-75 W)				
140-T	1,923	0,833					
141-R	2,322	1,005					
141-S	2,339	1,013					
141-T	2,396	1,038	(-75 W)				
142-R	2,776	1,202	(-75 W)				
142-S	2,793	1,21					
142-T	2,85	1,234					
143-R	3,051	1,321					
143-S	3,08	1,334	(-75 W)				
143-T	3,137	1,358					
144-R	3,469	1,502					
144-S	3,479	1,507					
144-T	3,555	1,539	(-75 W)				
145-R	3,774	1,634	(-75 W)				
145-S	3,77	1,632					
145-T	3,845	1,665					
146-R	4,119	1,783					
146-S	4,114	1,781	(-75 W)				
146-T	4,189	1,814					
147-R	4,481	1,941					
147-S	4,458	1,93					
147-T	4,552	1,971	(-75 W)				
148-R	4,826	2,09	(-75 W)				
148-S	4,784	2,071					
148-T	4,878	2,112					
149-R	5,032	2,179					
149-S	4,99	2,161	(-75 W)				
149-T	5,084	2,202					
150-R	5,337	2,311					
150-S	5,276	2,285					
150-T	5,39	2,334	(-75 W)				
151-R	5,568	2,411	(-75 W)				
151-S	5,485	2,375					
151-T	5,599	2,424					
152-R	5,722	2,478					
152-S	5,64	2,442	(-75 W)				
152-T	5,779	2,502					
153-R	5,741	2,486					
153-S	5,64	2,442					
153-T	5,798	2,511	(-75 W)				
154-R	5,781	2,503	(-75 W)				
154-S	5,64	2,442					
154-T	5,798	2,511					
155-R	0,259	0,112	(-75 W)				
155-S	0,278	0,12					
155-T	0,213	0,092					
156-R	0,299	0,129					
156-S	0,338	0,146	(-75 W)				
156-T	0,253	0,11					
157-R	0,337	0,146					
157-S	0,376	0,163					
157-T	0,291	0,126	(-75 W)				
158-R	0,373	0,162	(-75 W)				
158-S	0,412	0,178					
158-T	0,291	0,126					
159-R	0,373	0,162					

159-S	0,456		0,197	(-75 W)				
159-T	0,291		0,126					
160-R	3,336		1,444					
160-S	3,442		1,49					
160-T	3,504		1,517					
161-R	3,401		1,473					
161-S	3,507		1,519					
161-T	3,553		1,539					
162-R	3,319		1,437					
162-S	3,425		1,483					
162-T	3,491		1,512	(-65 W)				
163-R	3,192		1,382					
163-S	3,298		1,428	(-65 W)				
163-T	3,343		1,448					
164-R	3,065		1,327	(-65 W)				
164-S	3,15		1,364					
164-T	3,196		1,384					
165-R	2,917		1,263					
165-S	3,003		1,3					
165-T	3,048		1,32	(-65 W)				
166-R	2,982		1,291					
166-S	3,089		1,337	(-65 W)				
166-T	3,134		1,357					
167-R	3,047		1,32					
167-S	3,154		1,366					
167-T	3,219		1,394	(-65 W)				
168-R	3,112		1,348	(-65 W)				
168-S	3,219		1,394					
168-T	3,284		1,422					
169-R	3,157		1,367					
169-S	3,284		1,422	(-65 W)				
169-T	3,349		1,45					
170-R	3,201		1,386					
170-S	3,328		1,441					
170-T	3,414		1,478	(-65 W)				
171-R	3,246		1,405	(-65 W)				
171-S	3,372		1,46					
171-T	3,459		1,498					
172-R	3,246		1,405					
172-S	3,417		1,48	(-65 W)				
172-T	3,503		1,517					
173-R	3,246		1,405					
173-S	3,417		1,48					
173-T	3,548		1,536	(-65 W)				
174-R	3,384		1,465					
174-S	3,49		1,511					
174-T	3,576		1,549	(-65 W)				
175-R	3,449		1,493	(-65 W)				
175-S	3,555		1,539					
175-T	3,641		1,577					
176-R	3,493		1,513					
176-S	3,62		1,567	(-65 W)				
176-T	3,706		1,605					
177-R	3,537		1,532					
177-S	3,664		1,587					
177-T	3,771		1,633	(-65 W)				
178-R	3,582		1,551	(-65 W)				
178-S	3,709		1,606					
178-T	3,816		1,652					
179-R	3,582		1,551					
179-S	3,753		1,625	(-65 W)				
179-T	3,86		1,672					
180-R	3,582		1,551					
180-S	3,753		1,625					
180-T	3,905		1,691	(-65 W)				
181-R	3,415		1,479	(-65 W)				
181-S	3,521		1,525					
181-T	3,563		1,543					
182-R	3,469		1,502					
182-S	3,593		1,556	(-65 W)				
182-T	3,618		1,567					
183-R	3,534		1,53					
183-S	3,658		1,584					
183-T	3,683		1,595	(-65 W)				
184-R	3,599		1,559	(-65 W)				

184-S	3,723	1,612					
184-T	3,728	1,614					
185-R	3,645	1,579					
185-S	3,79	1,641	(-65 W)				
185-T	3,774	1,634					
186-R	3,688	1,597					
186-S	3,833	1,66					
186-T	3,816	1,653	(-65 W)				
187-R	3,736	1,618	(-65 W)				
187-S	3,881	1,681					
187-T	3,816	1,653					
188-R	3,736	1,618					
188-S	3,929	1,701	(-65 W)				
188-T	3,816	1,653					
188-R	1,178	0,51	(-75 W)				
188-S	1,178	0,51					
188-T	1,217	0,527					
189-R	1,235	0,535					
189-S	1,254	0,543	(-75 W)				
189-T	1,293	0,56					
190-R	1,295	0,561					
190-S	1,314	0,569					
190-T	1,373	0,595	(-75 W)				
191-R	1,352	0,586	(-75 W)				
191-S	1,371	0,594					
191-T	1,43	0,619					
192-R	1,389	0,601					
192-S	1,426	0,617	(-75 W)				
192-T	1,484	0,643					
193-R	1,417	0,614					
193-S	1,454	0,63					
193-T	1,527	0,661	(-75 W)				
194-R	1,457	0,631	(-75 W)				
194-S	1,494	0,647					
194-T	1,567	0,679					
195-R	1,457	0,631					
195-S	1,532	0,663	(-75 W)				
195-T	1,605	0,695					
196-R	1,457	0,631					
196-S	1,532	0,663					
196-T	1,643	0,712	(-75 W)				
197-R	3,095	1,34					
197-S	3,146	1,362	(-75 W)				
197-T	3,203	1,387					
198-R	3,135	1,357					
198-S	3,186	1,379					
198-T	3,263	1,413	(-75 W)				
199-R	3,171	1,373	(-75 W)				
199-S	3,222	1,395					
199-T	3,299	1,429					
200-R	3,171	1,373					
200-S	3,26	1,412	(-75 W)				
200-T	3,337	1,445					
201-R	3,171	1,373					
201-S	3,26	1,412					
201-T	3,381	1,464	(-75 W)				
202-R	3,488	1,51					
202-S	3,498	1,515					
202-T	3,574	1,548					
203-R	3,53	1,528					
203-S	3,54	1,533	(-75 W)				
203-T	3,616	1,566					
204-R	3,61	1,563					
204-S	3,6	1,559					
204-T	3,696	1,6	(-75 W)				
205-R	3,686	1,596	(-75 W)				
205-S	3,657	1,584					
205-T	3,753	1,625					
206-R	3,743	1,621					
206-S	3,715	1,608	(-75 W)				
206-T	3,81	1,65					
207-R	3,8	1,645					
207-S	3,753	1,625					
207-T	3,867	1,674	(-75 W)				
208-R	3,834	1,66	(-75 W)				

208-S	3,775		1,635					
208-T	3,89		1,684					
209-R	3,886		1,683					
209-S	3,827		1,657	(-75 W)				
209-T	3,941		1,707					
210-R	3,924		1,699					
210-S	3,827		1,657					
210-T	3,979		1,723	(-75 W)				
211-R	3,964		1,716	(-75 W)				
211-S	3,827		1,657					
211-T	3,979		1,723					
212-R	5,086		2,202					
212-S	5,044		2,184					
212-T	5,139		2,225	(-75 W)				
213-R	5,146		2,228	(-75 W)				
213-S	5,104		2,21					
213-T	5,179		2,242					
214-R	5,182		2,244					
214-S	5,158		2,234	(-75 W)				
214-T	5,215		2,258					
215-R	5,22		2,261					
215-S	5,196		2,25					
215-T	5,253		2,275	(-75 W)				
216-R	5,258		2,277	(-75 W)				
216-S	5,234		2,267					
216-T	5,253		2,275					
217-R	5,258		2,277					
217-S	5,276		2,285	(-75 W)				
217-T	5,253		2,275					
218-R	5,474		2,37	(-75 W)				
218-S	5,413		2,344					
218-T	5,527		2,393					
219-R	5,569		2,412					
219-S	5,527		2,393	(-75 W)				
219-T	5,641		2,443					
220-R	5,665		2,453					
220-S	5,622		2,435					
220-T	5,755		2,492	(-75 W)				
221-R	5,764		2,496	(-75 W)				
221-S	5,722		2,478					
221-T	5,855		2,535					
222-R	5,844		2,531					
222-S	5,822		2,521	(-75 W)				
222-T	5,955		2,579					
223-R	5,917		2,562					
223-S	5,895		2,552					
223-T	6,045		2,618	(-75 W)				
224-R	5,966		2,583					
224-S	5,944		2,574					
224-T	6,095		2,639					
225-R	6		2,598	(-75 W)				
225-S	5,978		2,589					
225-T	6,129		2,654					
226-R	6,058		2,623					
226-S	6,054		2,622	(-75 W)				
226-T	6,205		2,687					
227-R	6,115		2,648					
227-S	6,111		2,646					
227-T	6,281		2,72	(-75 W)				
228-R	6,172		2,672	(-75 W)				
228-S	6,169		2,671					
228-T	6,338		2,745					
229-R	6,21		2,689					
229-S	6,226		2,696	(-75 W)				
229-T	6,396		2,769					
230-R	6,248		2,705					
230-S	6,264		2,712					
230-T	6,453		2,794	(-75 W)				
231-R	6,286		2,722	(-75 W)				
231-S	6,302		2,729					
231-T	6,491		2,811					
232-R	6,286		2,722					
232-S	6,34		2,745	(-75 W)				
232-T	6,529		2,827					
233-R	6,286		2,722					



233-S	6,34	2,745					
233-T	6,576	2,848	(-75 W)				
234-R	5,983	2,591					
234-S	6,109	2,645	(-75 W)				
234-T	5,95	2,577					
236-R	6,121	2,651					
236-S	6,244	2,704					
236-T	6,107	2,644	(-75 W)				
237-R	6,197	2,683	(-75 W)				
237-S	6,302	2,729					
237-T	6,164	2,669					
238-R	6,254	2,708					
238-S	6,359	2,753	(-75 W)				
238-T	6,221	2,694					
239-R	6,311	2,733					
239-S	6,397	2,77					
239-T	6,278	2,718	(-75 W)				
240-R	6,369	2,758	(-75 W)				
240-S	6,435	2,786					
240-T	6,316	2,735					
241-R	6,407	2,774					
241-S	6,473	2,803	(-75 W)				
241-T	6,354	2,751					
242-R	6,445	2,791					
242-S	6,473	2,803					
242-T	6,392	2,768	(-75 W)				
243-R	6,485	2,808	(-75 W)				
243-S	6,473	2,803					
243-T	6,392	2,768					
243-R	6,413	2,777					
243-S	6,427	2,783					
243-T	6,676	2,891	(-75 W)				
244-R	6,413	2,777					
244-S	6,427	2,783	(-75 W)				
244-T	6,636	2,874					
245-R	6,413	2,777	(-75 W)				
245-S	6,387	2,765					
245-T	6,596	2,856					
246-R	6,377	2,761					
246-S	6,35	2,75					
246-T	6,56	2,841	(-75 W)				
247-R	6,35	2,75					
247-S	6,324	2,738	(-75 W)				
247-T	6,52	2,823					
248-R	6,312	2,733	(-75 W)				
248-S	6,267	2,714					
248-T	6,463	2,799					
249-R	6,255	2,708					
249-S	6,21	2,689					
249-T	6,406	2,774	(-75 W)				
250-R	6,198	2,684					
250-S	6,153	2,664	(-75 W)				
250-T	6,33	2,741					
251-R	6,141	2,659	(-75 W)				
251-S	6,076	2,631					
251-T	6,254	2,708					
252-R	6,061	2,624					
252-S	5,996	2,597					
252-T	6,174	2,673	(-75 W)				
253-R	5,984	2,591					
253-S	5,92	2,564	(-75 W)				
253-T	6,079	2,632					
254-R	5,912	2,56	(-75 W)				
254-S	5,83	2,524					
254-T	5,988	2,593					
255-R	5,817	2,519					
255-S	5,735	2,483					
255-T	5,893	2,552	(-75 W)				
256-R	5,677	2,458	(-75 W)				
256-S	5,595	2,423					
256-T	5,687	2,462					
257-R	5,753	2,491					
257-S	5,69	2,464	(-75 W)				
257-T	5,763	2,495					
258-R	5,833	2,526					

258-S	5,77	2,498					
258-T	5,843	2,53	(-75 W)				
259-R	5,905	2,557	(-75 W)				
259-S	5,842	2,53					
259-T	5,897	2,553					
260-R	5,963	2,582					
260-S	5,918	2,563	(-75 W)				
260-T	5,954	2,578					
261-R	6,023	2,608					
261-S	5,978	2,589					
261-T	6,014	2,604	(-75 W)				
262-R	6,08	2,633	(-75 W)				
262-S	6,035	2,613					
262-T	6,052	2,621					
263-R	6,118	2,649					
263-S	6,093	2,638	(-75 W)				
263-T	6,09	2,637					
264-R	6,152	2,664					
264-S	6,127	2,653					
264-T	6,124	2,652	(-75 W)				
265-R	6,186	2,679	(-75 W)				
265-S	6,161	2,668					
265-T	6,124	2,652					
266-R	6,186	2,679					
266-S	6,201	2,685	(-75 W)				
266-T	6,124	2,652					
267-R	4,701	2,036	(-75 W)				
267-S	4,779	2,069					
267-T	4,573	1,98					
268-R	4,701	2,036					
268-S	4,821	2,087	(-75 W)				
268-T	4,573	1,98					
269-R	4,02	1,741	(-75 W)				
269-S	4,097	1,774					
269-T	4,07	1,762					
270-R	4,241	1,836					
270-S	4,335	1,877	(-75 W)				
270-T	4,289	1,857					
271-R	4,473	1,937					
271-S	4,564	1,976					
271-T	4,518	1,956	(-75 W)				
272-R	4,694	2,033	(-75 W)				
272-S	4,783	2,071					
272-T	4,717	2,043					
273-R	4,886	2,116					
273-S	4,99	2,161	(-75 W)				
273-T	4,907	2,125					
274-R	5,088	2,203					
274-S	5,189	2,247					
274-T	5,106	2,211	(-75 W)				
275-R	5,29	2,291	(-75 W)				
275-S	5,389	2,333					
275-T	5,286	2,289					
276-R	5,463	2,366					
276-S	5,578	2,415	(-75 W)				
276-T	5,458	2,363					
277-R	5,655	2,449					
277-S	5,767	2,497					
277-T	5,647	2,445	(-75 W)				
278-R	5,838	2,528	(-75 W)				
278-S	5,948	2,575					
278-T	5,808	2,515					
279-R	5,863	2,539					
279-S	5,973	2,586					
279-T	5,833	2,526	(-75 W)				
280-R	5,901	2,555	(-75 W)				
280-S	6,011	2,603					
280-T	5,833	2,526					
281-R	5,901	2,555					
281-S	6,051	2,62	(-75 W)				
281-T	5,833	2,526					
282-R	6,021	2,607	(-75 W)				
282-S	6,147	2,662					
282-T	5,95	2,577					
283-R	6,021	2,607					

283-S	6,187		2,679	(-75 W)				
283-T	5,95		2,577					
284-R	0,332		0,144					
284-S	0,332		0,144					
284-T	0,344		0,149					
285-R	6,173		2,673	(-65 W)				
285-S	6,308		2,732					
285-T	6,17		2,672					
286-R	6,279		2,719					
286-S	6,466		2,8					
286-T	6,345		2,747	(-65 W)				
287-R	6,227		2,696					
287-S	6,397		2,77	(-65 W)				
287-T	6,26		2,711					
288-R	6,336		2,744	(-65 W)				
288-S	6,541		2,832					
288-T	6,42		2,78					
289-R	6,381		2,763					
289-S	6,606		2,861	(-65 W)				
289-T	6,485		2,808					
290-R	6,425		2,782					
290-S	6,651		2,88					
290-T	6,55		2,836	(-65 W)				
291-R	6,471		2,802	(-65 W)				
291-S	6,697		2,9					
291-T	6,596		2,856					
292-R	6,471		2,802					
292-S	6,74		2,918	(-65 W)				
292-T	6,639		2,875					
293-R	6,471		2,802					
293-S	6,74		2,918					
293-T	6,687		2,896	(-65 W)				
294-R	6,336		2,744					
294-S	6,573		2,846	(-65 W)				
294-T	6,452		2,794					
295-R	6,336		2,744					
295-S	6,573		2,846					
295-T	6,48		2,806	(-65 W)				
296-R	0,236		0,102	(-75 W)				
296-S	0,236		0,102					
296-T	0,227		0,098					
297-R	0,519		0,225					
297-S	0,53		0,23	(-75 W)				
297-T	0,51		0,221					
298-R	0,802		0,347					
298-S	0,814		0,352					
298-T	0,793		0,343	(-75 W)				
299-R	1,1		0,476	(-75 W)				
299-S	1,111		0,481					
299-T	1,078		0,467					
300-R	1,371		0,594					
300-S	1,394		0,604	(-75 W)				
300-T	1,35		0,585					
301-R	1,657		0,717					
301-S	1,68		0,727					
301-T	1,635		0,708	(-75 W)				
302-R	1,915		0,829	(-75 W)				
302-S	1,938		0,839					
302-T	1,882		0,815					
303-R	2,162		0,936					
303-S	2,196		0,951	(-75 W)				
303-T	2,13		0,922					
304-R	2,448		1,06					
304-S	2,482		1,075					
304-T	2,416		1,046	(-75 W)				
305-R	2,695		1,167	(-75 W)				
305-S	2,729		1,182					
305-T	2,652		1,148					
306-R	2,944		1,275					
306-S	2,989		1,294	(-75 W)				
306-T	2,901		1,256					
307-R	3,255		1,409					
307-S	3,3		1,429					
307-T	3,212		1,391	(-75 W)				
308-R	3,466		1,501	(-75 W)				

308-S	3,512	1,521					
308-T	3,413	1,478					
309-R	3,809	1,649					
309-S	3,893	1,686	(-75 W)				
309-T	3,756	1,626					
310-R	3,98	1,724					
310-S	4,064	1,76					
310-T	3,927	1,701	(-75 W)				
311-R	4,152	1,798	(-75 W)				
311-S	4,235	1,834					
311-T	4,08	1,767					
312-R	4,304	1,864					
312-S	4,407	1,908	(-75 W)				
312-T	4,232	1,833					
313-R	4,456	1,93					
313-S	4,559	1,974					
313-T	4,384	1,898	(-75 W)				
314-R	4,616	1,999	(-75 W)				
314-S	4,719	2,043					
314-T	4,524	1,959					
315-R	4,75	2,057					
315-S	4,871	2,109	(-75 W)				
315-T	4,658	2,017					
316-R	4,883	2,114					
316-S	5,005	2,167					
316-T	4,791	2,074	(-75 W)				
317-R	5,009	2,169	(-75 W)				
317-S	5,131	2,222					
317-T	4,899	2,121					
318-R	5,129	2,221					
318-S	5,271	2,282	(-75 W)				
318-T	5,019	2,173					
319-R	5,238	2,268					
319-S	5,38	2,329					
319-T	5,128	2,22	(-75 W)				
320-R	5,352	2,318	(-75 W)				
320-S	5,494	2,379					
320-T	5,223	2,262					
321-R	5,452	2,361					
321-S	5,614	2,431	(-75 W)				
321-T	5,323	2,305					
322-R	5,547	2,402					
322-S	5,709	2,472					
322-T	5,418	2,346	(-75 W)				
323-R	5,638	2,441	(-75 W)				
323-S	5,799	2,511					
323-T	5,49	2,377					
324-R	5,718	2,476					
324-S	5,899	2,554	(-75 W)				
324-T	5,57	2,412					
325-R	5,79	2,507					
325-S	5,972	2,586					
325-T	5,643	2,443	(-75 W)				
326-R	5,866	2,54	(-75 W)				
326-S	6,048	2,619					
326-T	5,7	2,468					
327-R	5,923	2,565					
327-S	6,124	2,652	(-75 W)				
327-T	5,757	2,493					
328-R	5,98	2,589					
328-S	6,181	2,676					
328-T	5,814	2,518	(-75 W)				
329-R	6,04	2,615	(-75 W)				
329-S	6,241	2,702					
329-T	5,854	2,535					
330-R	6,078	2,632					
330-S	6,298	2,727	(-75 W)				
330-T	5,892	2,551					
331-R	6,116	2,648					
331-S	6,336	2,744					
331-T	5,93	2,568	(-75 W)				
332-R	6,154	2,665	(-75 W)				
332-S	6,374	2,76					
332-T	5,93	2,568					
333-R	6,154	2,665					

333-S	6,41	2,776	(-75 W)				
333-T	5,93	2,568					
334-R	3,672	1,59					
334-S	3,718	1,61	(-75 W)				
334-T	3,619	1,567					
335-R	3,709	1,606					
335-S	3,754	1,626					
335-T	3,656	1,583	(-75 W)				
336-R	3,743	1,621	(-75 W)				
336-S	3,788	1,64					
336-T	3,656	1,583					
337-R	3,743	1,621					
337-S	3,826	1,657	(-75 W)				
337-T	3,656	1,583					
338-R	3,918	1,697					
338-S	3,943	1,707					
338-T	3,865	1,674	(-75 W)				
339-R	4,153	1,798	(-75 W)				
339-S	4,157	1,8					
339-T	4,08	1,767					
340-R	4,316	1,869					
340-S	4,32	1,871	(-75 W)				
340-T	4,243	1,837					
341-R	4,496	1,947					
341-S	4,48	1,94					
341-T	4,423	1,915	(-75 W)				
342-R	4,659	2,017	(-75 W)				
342-S	4,625	2,003					
342-T	4,568	1,978					
343-R	4,811	2,083					
343-S	4,777	2,069	(-75 W)				
343-T	4,72	2,044					
344-R	4,963	2,149					
344-S	4,91	2,126					
344-T	4,872	2,11	(-75 W)				
345-R	5,123	2,218	(-75 W)				
345-S	5,05	2,187					
345-T	5,012	2,17					
346-R	5,25	2,273					
346-S	5,177	2,242	(-75 W)				
346-T	5,139	2,225					
347-R	5,39	2,334					
347-S	5,297	2,294					
347-T	5,279	2,286	(-75 W)				
348-R	5,516	2,389	(-75 W)				
348-S	5,405	2,341					
348-T	5,387	2,333					
349-R	5,631	2,438					
349-S	5,52	2,39	(-75 W)				
349-T	5,501	2,382					
350-R	5,75	2,49					
350-S	5,62	2,433					
350-T	5,621	2,434	(-75 W)				
351-R	5,859	2,537	(-75 W)				
351-S	5,71	2,473					
351-T	5,712	2,473					
352-R	5,954	2,578					
352-S	5,805	2,514	(-75 W)				
352-T	5,807	2,514					
353-R	6,054	2,621					
353-S	5,885	2,548					
353-T	5,907	2,558	(-75 W)				
354-R	6,145	2,661	(-75 W)				
354-S	5,957	2,58					
354-T	5,979	2,589					
355-R	6,221	2,694					
355-S	6,034	2,613	(-75 W)				
355-T	6,055	2,622					
356-R	6,301	2,728					
356-S	6,094	2,639					
356-T	6,135	2,657	(-75 W)				
357-R	6,373	2,76	(-75 W)				
357-S	6,148	2,662					
357-T	6,189	2,68					
358-R	6,441	2,789					

358-S	6,216		2,692	(-75 W)				
358-T	6,258		2,71					
359-R	6,493		2,811					
359-S	6,251		2,707					
359-T	6,309		2,732	(-75 W)				
360-R	6,556		2,839	(-75 W)				
360-S	6,292		2,725					
360-T	6,351		2,75					
361-R	6,59		2,853					
361-S	6,327		2,74	(-75 W)				
361-T	6,385		2,765					
362-R	6,628		2,87					
362-S	6,327		2,74					
362-T	6,424		2,781	(-75 W)				
363-R	6,664		2,886	(-75 W)				
363-S	6,327		2,74					
363-T	6,424		2,781					
364-R	4,213		1,824					
364-S	4,217		1,826					
364-T	4,14		1,793	(-65 W)				
365-R	4,265		1,847	(-65 W)				
365-S	4,269		1,849					
365-T	4,175		1,808					
366-R	4,304		1,864					
366-S	4,326		1,873	(-65 W)				
366-T	4,214		1,825					
367-R	4,336		1,878					
367-S	4,358		1,887					
367-T	4,246		1,839	(-65 W)				
368-R	4,37		1,892	(-65 W)				
368-S	4,392		1,902					
368-T	4,246		1,839					
369-R	4,37		1,892					
369-S	4,419		1,913	(-65 W)				
369-T	4,246		1,839					

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

**Caida de tensión total en los distintos itinerarios:**

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38 = 2.76 %

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61 = 2.84 %

1-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79 = 1.31 %

1-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-80-81-82-83-84 = 1.4 %

1-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-85-86-87-88-89-90-91-92 = 1.44 %

1-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-93-94-95-96-97 = 1.13 %

1-62-63-64-65-66-67-68-69-70-98-99-100-101-102-103-104-105-106 = 1.19 %

1-62-63-64-65-66-107-108-109-110-111 = 0.64 %

1-62-63-64-65-112-113-114-115-116-117-118-119 = 1.19 %

1-62-63-64-65-112-113-114-115-116-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129 = 1.47 %

1-284-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154 = 2.51 %

1-135-136-137-155-156-157-158-159 = 0.13 %

1-62-63-64-65-112-113-114-115-116-120-165-166-167-168-169-170-171-172-173 = 1.54 %

1-62-63-64-65-112-113-114-115-116-120-165-164-163-162-174-175-176-177-178-179-180 = 1.69 %

1-62-63-64-65-112-113-114-115-116-120-165-164-163-162-160-161-181-182-183-184-185-186-187-188 = 1.65 %

1-284-138-188-189-190-191-192-193-194-195-196 = 0.71 %

1-284-138-139-140-141-142-143-197-198-199-200-201 = 1.46 %

1-284-138-139-140-141-142-143-144-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211 = 1.72 %

1-284-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-212-213-214-215-216-217 = 2.27 %

1-284-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233 = 2.85 %

1-62-63-64-65-112-113-114-115-116-120-130-131-132-133-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-234-236-237-238-239-240-241-242-243 = 2.77 %

1-284-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-255-254-253-252-251-250-249-248-247-246-245-244-243 = 2.89 %

1-284-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266 = 2.65 %

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-39-267-268 = 1.98 %

1-62-63-64-65-112-113-114-115-116-120-130-131-132-133-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281 = 2.53 %

1-62-63-64-65-112-113-114-115-116-120-130-131-132-133-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-234-282-283 = 2.58 %

1-62-63-64-65-112-113-114-115-116-120-130-131-132-133-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-234-236-285-287-286-288-289-290-291-292-293 = 2.9 %

1-62-63-64-65-112-113-114-115-116-120-130-131-132-133-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-234-236-285-287-286-288-294-295 = 2.81 %

1-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333 = 2.57 %

1-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-334-335-336-337 = 1.58 %

1-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-334-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363 = 2.78 %

1-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-334-338-339-364-365-366-367-368-369 = 1.84 %

# **LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN**



## PROPIETARIOS AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN

La línea discurre por terrenos de dominio público, todo dentro del T.M. de Numancia de la Sagra (Toledo)

## DATOS DE LA INSTALACIÓN

INSTALACIÓN: Línea Subterránea de Media Tensión.

POBLACIÓN: Numancia de la Sagra (Toledo)

UBICACIÓN: SECTOR 7

TENSIÓN: 15 KV

LONGITUD DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA: LÍNEA 2.966,84m

ZONA: B

POTENCIA A TRANSPORTAR: 5X400 KVA

TIPO DE CONDUCTOR: RHZ1-2OL 12/20 KV 3(1x240) mm<sup>2</sup> Al.

ENTERRADA BAJO TUBO

La conexión se efectuará en barras de 15 kV de la subestación de Illescas, realizando nueva línea que recogerá los centros de transformación de distribución y cerrará en el centro 45CWN4 mediante una celda telecontrolada.

## EMPRESA SUMINISTRADORA

La empresa que dará suministro eléctrico a la instalación que nos ocupa, será UNIÓN ELÉCTRICA FENOSA, realizándose ésta a través de la L.M.T. que hay en las proximidades.

## TRAZADO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Las dimensiones y tipología de las canalizaciones se ajustan a lo dispuesto en los proyectos tipo de Unión Fenosa.

La línea se realizará con cable Tipo RHZ1-2OL 12/20 KV 1x240 KAL + H16

La longitud de la línea es: 2.966,84m

## CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

	<b>RHZ1-2OL 12/20 KV 1x240 KAL + H16</b>			
Sección mm <sup>2</sup>	95	150	<b>240</b>	400
φ Exterior aprox. mm	30	33	<b>37</b>	44
φ Cuerda min/max mm	11/12	13, .9/15	<b>17.8/19</b>	22.9/24.6
Radio mínimo curvatura en mm	420	480	<b>560</b>	680
Espesor nominal aislamiento mm	5.5	5.5	<b>5,5</b>	5.5
Espesor nominal cubierta mm	2.7	3	<b>3</b>	3
Nº. min. alambres conductor	15	15	<b>30</b>	53
Temp. °C Max. Normal/CC máx.5 seg90/250		90/250	<b>90/250</b>	90/250
Nivel aislamiento impulsos kV	125	125	<b>125</b>	125
Intensidad edmis. cc. 0,1 seg KA	27,9	44.1	<b>70.5</b>	117.6
Intensidad admis. Aire a 40º	245	320	<b>435</b>	580
Intensidad edmis. enterrada a25º	250	315	<b>415</b>	530
Resistencia máx. A 20°C Ω/Km	0.520	0.206	<b>0,125</b>	0.0776
Capacidad µF/Km	0,235	0.257	<b>0.310</b>	0,360
Coefficiente autoinducción m H/Km	0.364	0,342	<b>0.318</b>	0.292
Reactancia inductiva en Ω/Km	0.119	0.110	<b>0,104</b>	0.097
Peso aprox. Kg/Km	910	1.140	<b>1.540</b>	2.300

## Cables entubados en zanja

Los tubos normalizados, según la Norma UNE-EN 50086, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J. Dichos tubos irán siempre

acompañados de un tubo de polietileno de alta densidad de color verde de 125 mm de diámetro para la posible instalación de cables de telecomunicaciones según la Norma UNE-EN 50086-2-4.

Los tubos irán alojados en zanjas cuyas dimensiones y números de tubos que puede albergar son las que se muestran en la Tabla 3. En todo momento la profundidad mínima a la parte superior del tubo más próxima a la superficie del suelo no será menor de 60 cm en el caso de canalización bajo acera, ni de 80 cm bajo calzada.

Tabla 3

Canalización	Ancho (cm.)	Profundidad (cm.)			
		80	100	120	140
BAJO ACERA	20	1	2	---	---
	40	2	4	6	---
	60	---	---	9	---
A BORDE DE LA CALZADA	40	---	1+1R	3+1R	5+1R
CRUCE DE CALZADA	40	---	1+1R	3+1R	5+1R
	60	---	---	---	8+1R

Donde R significa tubo de reserva

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 4 cm de espesor. A continuación, se cubrirán los tubos y se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que el tubo verde de comunicaciones irá situado por encima a 4 cm aproximadamente.

Se colocarán también una o dos (para el caso de 9 tubos) cintas de señalización de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm y a la parte superior del tubo de 25 cm.

En los cruzamientos de calzadas y ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido y se situarán sobre una capa de 4 cm de espesor. A continuación, se colocará el tubo verde de comunicaciones a 4 cm de la parte superior del tubo asegurando que este quede cubierto con una capa de como mínimo 4 cm de hormigón.

### Dimensionado

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- Se ubicará, preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público, bajo acera, evitando los ángulos pronunciados.
- El radio interior de curvatura, después de colocado el cable será, como mínimo, de  $10(D+d)$ , siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor.
- Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta.
- Las distancias a fachadas estarán, siempre que sea posible, de acuerdo con lo especificado por los reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes.
- Los cables se alojarán en zanjas a una profundidad de 0.80 m y una anchura de 60 cm, cuando contengan hasta tres líneas (ternas).

### Arquetas de registro

No se instalarán arquetas de registro.

## **Cintas de señalización de peligro**

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización, se colocará también una cinta de señalización o dos (para el caso de 9 tubos) para el caso de cables entubados.

La cinta de señalización será de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm en el caso de cables entubados y 10 cm al suelo en el caso de los cables directamente enterrados.

En ambos casos quedará como mínimo a 25 cm de la parte superior de los cables o tubos.

El material empleado en la fabricación de la cinta para la señalización de cables enterrados será polietileno. La cinta será opaca, de color amarillo naranja vivo S 0580-Y20R de acuerdo con la Norma UNE 48103. El ancho de la cinta de polietileno será de  $150\pm 5$  mm y su espesor será de  $0,1\pm 0,01$  mm

## **Paralelismo**

Los cables subterráneos de MT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones

### **Otros cables de energía eléctrica**

Los cables de MT podrán instalarse paralelamente a otros de BT o AT, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 25 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

### **Cables de telecomunicación**

En el caso de paralelismos entre cables MT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado

En todo caso, en paralelismos con cables telefónicos, deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo con C.T.N.E. En el caso de un paralelismo de longitud superior a 500 m, bien los cables de telecomunicación o los de alta tensión, deberán llevar pantalla electromagnética.

### **Agua, vapor. etc...**

Los cables de MT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel de los cables eléctricos.

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

## **Gas**

Deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 5.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Tabla 5

Canalización y acometida	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados	Distancia mínima (d') cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior(*)	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(\*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente

### Alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

#### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado

#### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

Los cables de MT se instalarán separados de la conducción de alcantarillado bajo tubo a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo será de 1 metro.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la conducción de alcantarillado bajo tubo quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de conducción de alcantarillado bajo tubo se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

### Cruzamientos con vías de comunicación

#### Vías Públicas

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 80 cm. Los tubos serán normalizados y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada

#### Ferrocarriles

En los cruzamientos con ferrocarriles, los cables deberán ir entubados y la parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 m respecto de la cara inferior de la traviesa, rebasando las vías férreas en 1,5 m por cada extremo. Los tubos serán normalizados y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril y perpendiculares a la vía siempre que sea posible.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, calzadas con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras “topo” de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena

### **Cruzamientos con otros servicios**

#### **Otros cables de energía eléctrica**

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de MT discurren por debajo de los de BT.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica será de 25 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado

#### **Con cables de telecomunicación**

La separación mínima entre los cables de MT y los de telecomunicación será de 20 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable MT como del cable de telecomunicación será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado

#### **Agua. Vapor. etc...**

En los cruzamientos de cables con conducciones de agua se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado

#### **Gas**

En los cruces de cables con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 6. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Tabla 6

Canalización y acometida	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados	Distancia mínima (d') cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(\*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente

## **Alcantarillado**

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

### **a) Conducción de alcantarillado en galería**

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

### **b) Conducción de alcantarillado bajo tubo**

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

## **Depósitos de carburantes**

Los cables se dispondrán separados mediante tubos normalizados según el punto 2.1.2, los cuales distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo

## **Empalmes y terminales**

En los puntos de unión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes adecuados a las características de los conductores a unir. Estos empalmes podrán ser encintados, premoldeados o con relleno de resina. Los empalmes no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable empalmado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- El empalme debe estar protegido para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- El empalme debe resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

Las piezas de empalme y terminales serán de compresión. Los terminales podrán ser de tipo enchufables de acuerdo con la Norma UEFE 1.3.40.04 A.

## **Puesta a tierra**

En las redes subterráneas de Media Tensión se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de maniobra y protección
- Apoyo
- Autoválvulas o pararrayos
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables

Las envolturas o pantallas metálicas de los cables deben ser convenientemente puestas a tierra en los extremos y en los empalmes de dichos cables, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra

Son:

- línea de tierra
- Electrodo de puesta a tierra

### **a) Línea de tierra**

Esta constituida por conductores de cobre o su sección equivalente en otro tipo de material. En función de la corriente de defecto y la duración del mismo, las secciones mínimas del conductor a emplear por la línea de tierra, a efectos de no alcanzar su temperatura máxima se deducirá según la expresión siguiente:

En donde:

$I_d$  = Corriente de defecto en amperios.

$t$  = Tiempo de duración de la falta en segundos.

13 para conductor de cobre

$\alpha$  (para  $t \leq 5$  seg).

4,5 para conductor de acero

$\Delta\theta = 160^\circ$  para conductor aislado,  $180^\circ$  para conductor desnudo

Una vez calculada la sección, se elegirá de las normalizadas, el valor igual o inmediatamente superior al calculado. En ningún caso, esta sección será inferior a 50 mm<sup>2</sup> para el cobre y 100 mm<sup>2</sup> para el acero.

Los conductores a utilizar cumplirán con la R.U. 3401 para el caso de cobre, la UNE 21.019 para uso de cable de acero y UNE 36.080 para redondo de acero.

## b) Electrodo de Puesta a tierra

Estarán constituidos por picas, pudiendo ser estas de la siguiente clase:

- Picas de acero con protección catódica según R.U. 6503.

- Picas de acero-cobre según norma UEFE 1.3.48.01.

## CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### Resistencia del conductor

La resistencia  $R$  del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura  $T$  de funcionamiento de la línea.

Se adopta el valor correspondiente a  $T = 90^\circ \text{C}$  que viene determinado por la expresión:

$$R_{90} = R_{20} [1 + \alpha(90-20)] \Omega/\text{km}$$

Siendo  $\alpha = 0,00403$  para el aluminio.

CONDUCTOR	SECCIÓN NOMINAL	RESISTENCIA MAX.	RESISTENCIA MAX.
	mm <sup>2</sup>	A 20°C (Ω/km)	A 90°C (Ω/km)
	50	0.4	0.7
	95	0.320	0,410
	150	0.206	0.264
RHZ1 12/20 kV	240	0.125	0,160
	400	0.0776	0,0994

### Reactancia del conductor

La reactancia kilométrica de la línea se calcula según la

Expresión:

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

Y sustituyendo en ella el coeficiente de inducción mutua  $L$  por su valor:

$$L = (K + 4,605 \log \frac{2D_m}{d}) 10^{-4} \text{ H/km}$$

Se llega a:

$$X = 2\pi f (K + 4,605 \log \frac{20 D_m}{d}) 10^{-4} \Omega/\text{km lkm}$$

donde:

X = Reactancia. en ohmios por km.

f = Frecuencia de la red en hercios.

$D_m$  = Separación media geométrica entre conductores en mm.

d = Diámetro del conductor en mm.

K = Constante que, para conductores masivos es igual a 0,5  
y para conductores cableados toma los valores siguientes:

Nº de alambres	3	7	19	37	1 61 ó más
K	0,78	0,64	0,55	0,53	0,51

SECCIÓN NOMINAL (mm <sup>2</sup> )	REACTANCIA LINEAL (Ω/km)
50	0,2
95	0,119
150	0,110
<b>240</b>	<b>0,104</b>
400	0,097

## Capacidad

La capacidad para cables con un solo conductor depende de:

a) Las dimensiones del mismo (longitud, diámetro de los conductores, incluyendo las eventuales capas semiconductoras, diámetro debajo de la pantalla).

b) La permitividad o constante dieléctrica E del aislamiento

Para el caso de los cables de campo radial, la capacidad será:

$$C = \frac{0.0241 \cdot \epsilon}{\log D/d}$$

Siendo:

D = Diámetro del aislante.

d = Diámetro del conductor incluyendo la capa semiconductor.

$\epsilon = 2,4$  (XLPE);  $\epsilon = 3$  (EPR)

En cuanto a la intensidad de carga es la corriente capacitiva que circula debido a la capacidad entre el conductor y la pantalla. La corriente de carga en servicio trifásico simétrico para la tensión más elevada de la red es:

$$I_c = 2\pi f C \frac{U_m}{\sqrt{3}} \quad 10^{-3} \text{ A/Km}$$

en donde:

C = Capacidad (μF/km)

$U_m$  = Tensión más elevada de la red

SECCIÓN mm <sup>2</sup>	50	95	150	<b>240</b>	400
CAPACIDAD μF/Km	0.235	0.2	0,257	<b>0,310</b>	0,360
$I_c$ A/km	0.7	0,746	0,816	<b>0,984</b>	1.143
$U_m = 17.5$ kV					
$I_c$ Alkm	0.98	1,023	1,119	<b>1,349</b>	1.567
$U_m = 24$ kV					



## Intensidad máxima admisible

El valor de la intensidad que puede circular en régimen permanente, sin provocar un calentamiento exagerado del conductor, depende según el tipo de canalización de una serie de condiciones.

La intensidad admisible del cable determinado para la instalación tipo, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las características de la instalación real. A continuación, se exponen algunos casos particulares de instalación, cuyas características afectan al valor máximo de la intensidad admisible, indicándose los coeficientes de corrección que se deben aplicar:

### Instalación enterrada

a) Cables enterrados en terrenos con temperatura distinta de 25° C.

Coeficiente de corrección para temperatura del terreno distinta a 25°C

Temperaturas de corrección	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Coeficiente	1.11	1,07	1,04	1,00	0.96	0.92	0.88	0,83	0,78

b) Cables directamente enterrados o en conducciones enterradas en terrenos de resistividad térmica distinta de

100 -----  
°C. cm  
W

Resistividad térmica  
del terreno  
°C. cm

100-----  
W

Coeficiente  
de  
corrección

	80	100	120	150	200	250
Coeficiente de corrección	1,09	1	0,93	0.85	0.75	0,68

c) Ternas de cables agrupados bajo tierra.

Numero de cables o ternas	2	3	4	5	6	8	10	12
Factor da corrección	0.85	0.75	0.68	0,84	0.60	0.56	0.53	0.50

d) Cables enterrados en una zanja a diferentes profundidades.

Profundidad de instalación cm	70	100	120	150	200
Coeficiente de corrección	1,03	1	0,98	0,96	0,94

e) Cables enterrados en una zanja en el interior de tubos o similares.

Siempre que la longitud de la instalación tubular no exceda de 15 m, no será necesario aplicar un coeficiente corrector de intensidad.

Cuando la longitud del tubo supere los 15 m, se recomienda aplicar un coeficiente corrector de 0,8 cuando la terna de cables unipolares se instale en el interior de un mismo tubo. Si se trata de una línea con tres conductores unipolares instalados en tubos independientes para cada conductor, podrá aplicarse un coeficiente corrector de 0,9.

### Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

Es la intensidad que no provoca ninguna disminución de las características de aislamiento de los conductores, incluso después de un número elevado de cortocircuitos. Se la calcula admitiendo que el

calentamiento de los conductores se realiza en un sistema adiabático y para una temperatura máxima admitida por el aislamiento de 250°C.

Intensidades de corto circuito admisibles en los cables seleccionados para diferentes tiempos

Corriente de cortocircuito en (KA)

DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO (seg.)									
SECCIÓN mm <sup>2</sup>	0.1	0.2	0.3	0.5	1	1.5	2	2.5	3
95	27.9	19.3	16.2	12.5	8.8	7.2	6.3	5.6	5.1
150	44.1	30.5	25.5	19.8	14	11.4	9.9	8.9	8.1
<b>240</b>	<b>70.6</b>	<b>48.7</b>	<b>40.8</b>	<b>31.7</b>	<b>22.3</b>	<b>18.2</b>	<b>15.8</b>	<b>14.2</b>	<b>13</b>
400	117.4	81.2	68.0	52.8	37.2	30.4	26.4	23.6	21.6

### Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea viene dada por la formula:

$$\Delta U = \sqrt{3} I (R \cos\phi + X \sin\phi) \cdot L$$

Donde:

$\Delta U$  = Caída de tensión en voltios.

I = Intensidad de la línea en amperios.

R = Resistencia del conductor en n/km.

X = Reactancia inductiva en n/km.

L = Longitud de la línea en km.

teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos\phi}$$

donde:

P = Potencia transportada en kilovatios.

U = Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$\Delta U\% = P \frac{L}{10 U^2} (R + X \operatorname{tg}\phi)$$

TENSIÓN KV	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	CAÍDA DE TENSIÓN ( $\Delta U\%$ )		
		COS $\phi$ =0.8	COS $\phi$ =0.9	COS $\phi$ =18
<b>15</b>	95	22.1X10 <sup>-5</sup> PL	20.7X10 <sup>-5</sup> PL	18.2X10 <sup>-5</sup> PL
	150	14.4X10 <sup>-5</sup> PL	14.1X10 <sup>-5</sup> PL	11.7X10 <sup>-5</sup> PL
	<b>240</b>	<b>10.5X10<sup>-5</sup>PL</b>	<b>9.3X10<sup>-5</sup>PL</b>	<b>7.1X10<sup>-5</sup>PL</b>
	400	7.6X10 <sup>-5</sup> PL	6.5X10 <sup>-5</sup> PL	4.4X10 <sup>-5</sup> PL
20	95	12.4X10 <sup>-5</sup> PL	11.6X10 <sup>-5</sup> PL	10.2X10 <sup>-5</sup> PL
	150	8.6X10 <sup>-5</sup> PL	7.9X10 <sup>-5</sup> PL	6.6X10 <sup>-5</sup> PL
	240	5.9X10 <sup>-5</sup> PL	5.2X10 <sup>-5</sup> PL	4X10 <sup>-5</sup> PL
	400	4.3X10 <sup>-5</sup> PL	3.6X10 <sup>-5</sup> PL	2.4X10 <sup>-5</sup> PL

## Potencia a transportar

La potencia que puede transportar la línea nos viene limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente.

Por lo tanto, la potencia máxima será:

$$P_{\max} = \sqrt{3} U I \cos\varphi$$

Donde:

$P_{\max}$  = Potencia máxima de transporte.

U = Tensión compuesta en kV.

I = Intensidad máxima en A.

$\cos\varphi$  = Factor de potencia.

TENSIÓN KV	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	POTENCIA MÁXIMA KW		
		COS $\varphi$ =0.8	COS $\varphi$ =0.9	COS $\varphi$ =1
<b>15</b>	95	5.196	5.846	6.495
	150	6.547	7.366	8.184
	<b>240</b>	<b>8.626</b>	<b>9.704</b>	<b>10.782</b>
	400	11.016	12.393	13.770
20	95	6.928	7.794	8.660
	150	8.729	9.821	10.912
	240	11.501	12.938	14.376
	400	14.688	16.524	18.360

## Pérdidas de Potencia

La fórmula a aplicar para calcular la pérdida de potencia es la siguiente:

$$\Delta P = 3RLI^2$$

Siendo:

$\Delta U$  = Pérdidas de potencia en vatios.

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

L = Longitud de la Línea en km.

I = Intensidad de la Línea en amperios.

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos\varphi}$$

siendo:

P = Potencia en kilovatios.

U = Tensión compuesta en kilovoltios.

$\cos\varphi$  = Factor de potencia.

Se llega a la conclusión de que la pérdida de potencia en tanto por ciento será:

$$\Delta P\% = \frac{PLR}{10 U^2 \cos^2 \varphi}$$

PERDIDA DE POTENCIA EN %

TENSIÓN KV	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	COS φ =0.8	COS φ =0.9	COS φ =1
<b>15</b>	95	28.4X10 <sup>-5</sup> PL	22.4X10 <sup>-5</sup> PL	18.2X10 <sup>-5</sup> PL
	150	18.3X10 <sup>-5</sup> PL	14.4X10 <sup>-5</sup> PL	11.7X10 <sup>-5</sup> PL
	<b>240</b>	<b>11.1X10<sup>-5</sup>PL</b>	<b>8.7X10<sup>-5</sup>PL</b>	<b>7.1X10<sup>-5</sup>PL</b>
	400	6.9X10 <sup>-5</sup> PL	5.4X10 <sup>-5</sup> PL	4.4X10 <sup>-5</sup> PL
20	95	16X10 <sup>-5</sup> PL	12.6X10 <sup>-5</sup> PL	10.2X10 <sup>-5</sup> PL
	150	10.3X10 <sup>-5</sup> PL	8.1X10 <sup>-5</sup> PL	6.6X10 <sup>-5</sup> PL
	240	6.2X10 <sup>-5</sup> PL	4.9X10 <sup>-5</sup> PL	4X10 <sup>-5</sup> PL
	400	3.8X10 <sup>-5</sup> PL	3X10 <sup>-5</sup> PL	2.4X10 <sup>-5</sup> PL

# **CÁLCULOS LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN**

# ANEXO DE CALCULOS

## Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$I = S \times 1000 / 1,732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1.732 \times I [(L \times \text{Cos}\phi / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad.

Cos  $\phi$  = Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.

X<sub>u</sub> = Reactancia por unidad de longitud en m $\Omega$ /m.

n = N<sup>o</sup> de conductores por fase.

## Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C. (Conductores bimetálicos,  $\rho_{20} = \text{Stotal}/\Sigma(s/\rho)$ , siendo  $\rho$  y s la resistividad y sección de los distintos metales que componen el conductor)

$$\text{Cu} = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$\text{Al} = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$\text{AlMgSi} = 0.03250 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$\text{Ac (Acero)} = 0.192 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$\text{Ac-Al (Acero recubierto Al)} = 0.0848 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0.003929$$

$$\text{Al y demás conductores} = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{HEPR} = 90^\circ\text{C (105}^\circ\text{C, } U_0/U \leq 18/30 \text{ kv)}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductores Recubiertos} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductores Desnudos} = 85^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

## Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{\text{pccM}} = \text{Scc} \times 1000 / 1.732 \times U$$

Siendo:

I<sub>pccM</sub>: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

Scc: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

$$* I_{\text{cccs}} = K_c \times S / (\text{tcc})^{1/2}$$

Siendo:

Icccs: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".

S: Sección de un conductor en mm<sup>2</sup>.

tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

Kc: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

## Red Alta Tensión 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 15000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección <= 300 mm<sup>2</sup>. KcCu = 115, KcAl = 76

- PVC, Sección > 300 mm<sup>2</sup>. KcCu = 102, KcAl = 68

- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94

- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94

- HEPR, U<sub>o</sub>/U > 18/30. KcCu = 143, KcAl = 94

- HEPR, U<sub>o</sub>/U <= 18/30. KcCu = 135, KcAl = 89

- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	23	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	28,69	3x240	200	320/1
2	2	3	244	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	28,69	3x240	200	320/1
3	3	4	267	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	13,3	3x240	200	320/1
4	4	5	134	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	13,3	3x240	200	320/1
5	5	6	17	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-2,1	3x240	200	320/1
6	6	7	122	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-2,1	3x240	200	320/1
7	7	8	34	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-2,1	3x240	200	320/1
8	8	9	18	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-2,1	3x240	200	320/1
9	9	10	186	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-2,1	3x240	200	320/1
10	10	11	71	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-17,49	3x240	200	320/1
11	11	12	212	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-17,49	3x240	200	320/1
12	12	13	69	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-17,49	3x240	200	320/1
13	13	14	31	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-32,89	3x240	200	320/1
14	14	15	56	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-32,89	3x240	200	320/1
15	15	16	155	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-48,29	3x240	200	320/1
16	16	17	86	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-48,29	3x240	200	320/1
17	1	18	192	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-44,09	3x240	200	320/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	2,736	14.997,265	0,018	-15,396 A(-400 KVA)
2	2,949	14.997,052	0,02	0 A(0 kVA)
3	5,208	14.994,792	0,035	-15,396 A(-400 KVA)
4	6,353	14.993,647	0,042	0 A(0 kVA)
5	6,927	14.993,073	0,046*	-15,396 A(-400 KVA)
6	6,916	14.993,084	0,046	0 A(0 kVA)
7	6,833	14.993,167	0,046	0 A(0 kVA)
8	6,81	14.993,189	0,045	0 A(0 kVA)
9	6,798	14.993,202	0,045	0 A(0 kVA)
10	6,672	14.993,328	0,044	-15,396 A(-400 KVA)
11	6,272	14.993,729	0,042	0 A(0 kVA)
12	5,076	14.994,925	0,034	0 A(0 kVA)
13	4,686	14.995,313	0,031	-15,396 A(-400 KVA)
14	4,357	14.995,643	0,029	0 A(0 kVA)
15	3,763	14.996,237	0,025	-15,396 A(-400 KVA)
16	1,343	14.998,657	0,009	0 A(0 kVA)
17	0	15.000	0	48,287 A(1.254,521 kVA)
18	0	15.000	0	44,09 A(1.145,479 kVA)

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

**A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.**

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2(kW)$	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario. $3RI^2(kW)$
1	1	2	0,007	
2	2	3	0,073	
3	3	4	0,017	
4	4	5	0,009	
5	5	6	0	
6	6	7	0	
7	7	8	0	
8	8	9	0	
9	9	10	0	
10	10	11	0,008	
11	11	12	0,023	
12	12	13	0,008	
13	13	14	0,012	
14	14	15	0,022	
15	15	16	0,131	
16	16	17	0,073	
17	1	18	0,135	



# **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

A continuación, se definen las características de los Centros de Transformación MT/BT y su acometida con L.M.T. subterránea, destinado al suministro de energía para una urbanización, y justificar los materiales empleados en el suministro eléctrico.

Se instalarán 5 Centros de Transformación de interior con caseta prefabricada de 400 KVA, del tipo *miniBLOK - 24* de Ormazabal.

- **Emplazamiento**

Los Centros se hallan ubicados según planos adjuntos.

- **Características Generales del Centro de Transformación**

Los Centros de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Gas Natural Fenosa a la tensión trifásica de 15 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

La alimentación al nuevo Centro se alimentará mediante una línea de MT subterránea.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

- **CGMCOSMOS:** Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

- **Programa de necesidades y potencia instalada en kVA**

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400/230 V, con una potencia máxima simultánea de  $365,37 \text{ kW} \times 5 = 1.826,85 \text{ kW}$ .

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de  $400 \text{ kVA} \times 5 = 2.000 \text{ kVA}$ .

- **Descripción de la instalación**

- **Obra Civil**

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

- **Características de los Materiales**

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

- Descripción

miniBLOK es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión (MT).

miniBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 36 kV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kVA.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así

como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Así mismo, la utilización de aparataje de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

#### - Envoltente

Los edificios prefabricados de hormigón para miniBLOK están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envoltente.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

#### - Ventilación

La ventilación natural optimizada dispuesta en miniBLOK reduce el calentamiento del transformador, permitiendo obtener del mismo el máximo aprovechamiento y unas condiciones de operación óptimas.

La ventilación del transformador está formado por 2 rejillas laterales y 1 rejilla perimetral en la parte superior, facilitando una perfecta ventilación del interior del Centro de Transformación. Las rejillas laterales están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación.

#### - Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180° de tal forma que para maniobrar el cuadro de BT basta con abrir la puerta derecha.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la inferior.

#### - Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura, de color blanco-crema en la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación, siendo de textura rugosa en las paredes.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

#### - Calidad

El montaje de miniBLOK se realiza íntegramente en fábrica asegurando así la calidad del montaje y ha sido acreditado con el Certificado de Calidad AENOR de acuerdo a ISO 9000.

#### - Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone

de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Puesta a tierra

Para el correcto conexionado de la tierra de herrajes dispone de una pletina de Cu accesible frontalmente, a esta pletina confluyen las tierras de las celdas, transformador, cuadro de BT y herrajes. Tiene también un orificio de 14 mm de diámetro para la toma de tierra exterior.

La unión de la tierra de neutro exterior se efectúa directamente a la barra de neutro del cuadro de BT.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Los Centros de Transformación miniBLOK se transportan totalmente montados. Para su ubicación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adaptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm. de espesor.

Se recomienda una acera de un metro de anchura a lo largo del frente de maniobra para la zona desde la que el operario realiza las operaciones con las celdas de MT y el cuadro de BT.

- **Características Detalladas**

Nº de transformadores: 5

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores

Longitud:	2100 mm
Fondo:	2100 mm
Altura:	2240 mm
Altura vista:	1540 mm
Peso:	7500 kg

Dimensiones de la excavación

Longitud:	4300 mm
Fondo:	4300 mm
Profundidad:	800 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

· **Instalación Eléctrica**

· Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 15 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 13,5 kA eficaces.

· Características de la Aparatura de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparatura Empleados en la Instalación.

Celdas: **CGMCOSMOS-2L1P**

El sistema CGMCOSMOS está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

#### - Celdas CGMCOSMOS

El sistema CGMCOSMOS compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

#### - Base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia 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.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

#### - Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta 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, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMCOSMOS y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

#### - Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema CGMCOSMOS compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto 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 puesto a tierra).

#### - Mando

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

#### - Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P)

En las celdas CGMCOSMOS-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

#### - Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

#### - Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

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

#### - Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal            24 kV

#### Nivel de aislamiento

##### Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV

##### Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

- Características Descriptivas de la Aparata MT y Transformadores

#### E/S1,E/S2,PT1: **CGMCOSMOS-2LP**

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

CGMCOSMOS-2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS.

La celda CGMCOSMOS-2LP está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior 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 bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### Transformador 1: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/- 5%, +/- 2,5%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro
- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

#### Cuadros BT - B2 Transformador 1: **CBTO**

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Nivel de aislamiento  
Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 10 kV

entre fases: 2,5 kV

- Intensidad Asignada de Corta duración 1 s: 24 kA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

- Características constructivas:

- Anchura: 1000 mm
- Altura: 1360 mm
- Fondo: 350 mm

- Otras características:

- Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)
- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparata.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

- **Medida de la energía eléctrica**

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

- **Unidades de protección, automatismo y control**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

- **Puesta a tierra**

- Tierra de protección



Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

- Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

- **Instalaciones secundarias**

- Alumbrado

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

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

# **CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

- **Intensidad de Media Tensión**

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]  
U<sub>p</sub> tensión primaria [kV]  
I<sub>p</sub> intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA. X 6 = 2.400 kVA

- I<sub>p</sub> = 15,4 A

- **Intensidad de Baja Tensión**

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]  
U<sub>s</sub> tensión en el secundario [kV]  
I<sub>s</sub> intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

- I<sub>s</sub> = 549,9 A.

- **Cortocircuitos**

- **Observaciones**

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

- **Cálculo de las intensidades de cortocircuito**

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [MVA]  
 $U_p$  tensión de servicio [kV]  
 $I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

$P$  potencia de transformador [kVA]  
 $E_{cc}$  tensión de cortocircuito del transformador [%]  
 $U_s$  tensión en el secundario [V]  
 $I_{ccs}$  corriente de cortocircuito [kA]

#### · **Cortocircuito en el lado de Media Tensión**

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 15 kV, la intensidad de cortocircuito es :

·  $I_{ccp} = 13,5 \text{ kA}$

#### · **Cortocircuito en el lado de Baja Tensión**

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

·  $I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$

#### · **Dimensionado del embarrado**

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

#### · **Comprobación por densidad de corriente**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

#### · **Comprobación por sollicitación electrodinámica**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

·  $I_{cc(din)} = 33,7 \text{ kA}$

#### · **Comprobación por sollicitación térmica**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo

de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

- $I_{cc(ter)} = 13,5 \text{ kA}$ .

- ***Protección contra sobrecargas y cortocircuitos***

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

#### Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de 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 del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 32 A.

#### Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### - Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

- ***Dimensionado de los puentes de MT***

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

#### Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 15,4 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

- ***Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.***

***Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de***

## **Transformación.**

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA
- 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 kVA
- **Dimensionado del pozo apagafuegos**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

- **Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra**
- **Investigación de las características del suelo**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

- **Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.  
Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d_{maxcal.}} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot w \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c) \quad (2.9.2.a)$$

donde:

- U<sub>n</sub> Tensión de servicio [kV]
- L<sub>a</sub> Longitud de las líneas aéreas [km]
- L<sub>c</sub> Longitud de las líneas subterráneas [km]
- C<sub>a</sub> Capacidad de las líneas aéreas [0,006 mF/km]

C<sub>c</sub> Capacidad de líneas subterráneas [0.250 mF/km]  
I<sub>d max cal.</sub> Intensidad máxima calculada [A]

La I<sub>d max</sub> en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d \text{ max cal.}} = 20,89 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d \text{ max}} = 10 \text{ A}$$

#### · **Diseño preliminar de la instalación de tierra**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### · **Cálculo de la resistencia del sistema de tierra**

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: U<sub>r</sub> = 15 kV

Puesta a tierra del neutro:

- Longitud de líneas aéreas L<sub>a</sub> = 10 km
- Longitud de líneas subterráneas L<sub>c</sub> = 1 km
- Limitación de la intensidad a tierra I<sub>dm</sub> = 10 A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- V<sub>bt</sub> = 8000 V

Características del terreno:

- Resistencia de tierra R<sub>o</sub> = 150 Ohm·m
- Resistencia del hormigón R'<sub>o</sub> = 3000 Ohm

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

I<sub>d</sub> intensidad de falta a tierra [A]  
R<sub>t</sub> resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
V<sub>bt</sub> tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

$U_n$	tensión de servicio [V]
$w$	pulsación del sistema ( $w=2 \cdot p \cdot f$ )
$C_a$	capacidad de las líneas aéreas (0.006 mF/km)
$L_a$	longitud de las líneas aéreas [km]
$C_c$	capacidad de las líneas subterráneas (0.250 mF/km)
$L_c$	longitud de las líneas subterráneas [km]
$R_t$	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
$I_d$	intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 8 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 999,73 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

$R_t$	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
$R_o$	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$K_r$	coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 6,6649$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 25-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 2.5x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:



- De la resistencia  $K_r = 0,121$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0291$
- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0633$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

$K_r$       coeficiente del electrodo  
 $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $R'_t$       resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

- $R'_t = 18,15 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

- $I'_d = 10 \text{ A}$

#### · **Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación**

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

$R'_t$       resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
 $I'_d$       intensidad de defecto [A]  
 $V'_d$       tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'd = 181,5 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

$K_c$	coeficiente
$R_o$	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$I'_d$	intensidad de defecto [A]
$V'_c$	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'c = 94,95 \text{ V}$$

#### · **Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

$K_p$	coeficiente
$R_o$	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$I'_d$	intensidad de defecto [A]
$V'_p$	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$\cdot V'p = 43,65 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

#### · **Cálculo de las tensiones aplicadas**

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$\cdot t = 0,7 \text{ seg}$$

$$\cdot K = 72$$

$$\cdot n = 1$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

K      coeficiente  
t      tiempo total de duración de la falta [s]  
n      coeficiente  
R<sub>o</sub>    resistividad del terreno en [Ohm·m]  
V<sub>p</sub>    tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K      coeficiente  
t      tiempo total de duración de la falta [s]  
n      coeficiente  
R<sub>o</sub>    resistividad del terreno en [Ohm·m]  
R'<sub>o</sub>    resistividad del hormigón en [Ohm·m]  
V<sub>p(acc)</sub>    tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 43,65 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_{p(acc)} = 94,95 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'd = 181,5 \text{ V} < V_{bt} = 8000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 5 \text{ A} < I_d = 10 \text{ A} < I_{dm} = 10 \text{ A}$$

#### · **Investigación de las tensiones transferibles al exterior**

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

Aunque no es preciso mantener la separación entre ambos sistemas de tierra, según se deduce de los cálculos, se desea mantener voluntariamente esta separación.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$

(2.9.8.a)

donde:

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $I'_d$  intensidad de defecto [A]  
 $D$  distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

- $D = 0,24$  m

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

· **Corrección y ajuste del diseño inicial**

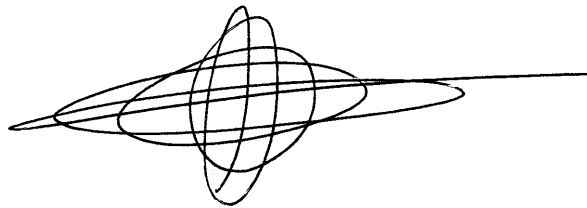
Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "K<sub>r</sub>" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

## CONCLUSIÓN

Por cuanto antecede, el Ingeniero Técnico Industrial que suscribe, estima que, con estos datos, que esta dispuesto a ampliar y aclarar si se considera necesario, y los planos que se acompañan, ese Servicio tendrá suficiente material para formarse una clara idea de las instalaciones que se pretenden y tomara este Proyecto como base para otorgar el permiso necesario para su realización.

Yuncos, octubre de 2019

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

La propiedad:

Rafael Uceda Martín  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado 292 y 13980

# **PLIEGO DE CONDICIONES**

# **PLIEGO DE CONDICIONES**

## **Condiciones Generales**

### **1. OBJETO.**

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

### **2. DISPOSICIONES GENERALES.**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación de trabajo, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda de 18 de marzo de 1.968, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al proyecto. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

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

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

### **3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.**

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

#### **3.1. DATOS DE LA OBRA.**

Se entregará al Contratista dos copias de los Planos y un Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la obra.

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

Por otra parte el Contratista, simultáneamente al levantamiento del Acta de Recepción Provisional, entregará planos actualizados de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de obra dos expedientes completos de los trabajos realmente ejecutados.

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

#### **3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.**

Antes de comenzar las obras la Dirección Técnica hará el replanteo de las mismas, con especial atención a los puntos singulares, siendo obligación del Contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

Se levantará, por triplicado, Acta de Replanteo, firmada por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

### 3.3. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.

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

### 3.4. MATERIALES.

Los materiales que hayan de ser empleados en las obras serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin antes haber sido reconocidos por la Dirección Técnica, que podrá rechazar si no reuniesen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivara su empleo.

### 3.5. ENSAYOS.

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

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

### 3.6. LIMPIEZA Y SEGURIDAD DE LAS OBRAS.

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

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

### 3.7. MEDIOS AUXILIARES.

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

### 3.8. EJECUCION DE LAS OBRAS.

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

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

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de obra, no podrá hacer ninguna alteración ni modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas.

La ejecución de las obras será confiada a personal cuyos conocimientos técnicos y prácticos les permita realizar el trabajo correctamente, debiendo tener al frente del mismo un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

### 3.9. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA.

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes.



Serán también de cuenta del Contratista los gastos que se originen por inspección y vigilancia no facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

## **Condiciones Técnicas para la Ejecución de Redes Subterráneas de Distribución en Baja Tensión.**

### **1. OBJETO.**

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de distribución.

### **2. CAMPO DE APLICACION.**

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.

### **3. EJECUCION DEL TRABAJO.**

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

#### **3.1. 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.

#### **3.2. APERTURA DE ZANJAS.**

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

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.

### 3.3. CANALIZACION.

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.

#### 3.3.1. Zanja.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen 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.

##### 3.3.1.1. 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.

##### 3.3.1.2. 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-BT-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 ó 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 tapanán 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.

### 3.3.2. 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 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.

### 3.3.3. 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.

### 3.4. 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 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.

### 3.5. 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 ésto 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 tapanán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

### 3.6. PROTECCION MECANICA.

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.

### 3.7. SEÑALIZACION.

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.

### 3.8. IDENTIFICACION.

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

### 3.9. 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.

### 3.10. REPOSICION 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.

### 3.11. 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.

### 3.12. MONTAJES DIVERSOS.

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

#### 3.12.1. Armario de distribución.

La fundación de los armarios tendrán 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.

#### **4. 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.

#### **5. RECEPCION 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.

## **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.

### **EJECUCION DE LOS TRABAJOS.**

#### **CAPITULO 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. Reactancias y condensadores.

Serán las adecuadas a las lámparas. Su tensión será de 230 V.

Sólo se admitirán las reactancias y condensadores procedentes de una fábrica conocida y con gran solvencia en el mercado.

Llevarán inscripciones en las que se indique el nombre o marca del fabricante, la tensión o tensiones nominales en voltios, la intensidad nominal en amperios, la frecuencia en hertzios, el factor de potencia y la potencia nominal de la lámpara o lámparas para las cuales han sido previstos.

Si las conexiones se efectúan mediante bornes, regletas o terminales, deben fijarse de tal forma que no podrán soltarse o aflojarse al realizar la conexión o desconexión. Los terminales, bornes o regletas no deben servir para fijar ningún otro componente de la reactancia o condensador.

Las máximas pérdidas admisibles en el equipo de alto factor serán las siguientes:

v.s.b.p. 18 W: 8 W.  
v.s.b.p. 35 W: 12 W.  
v.s.a.p. 70 W: 13 W.  
v.s.a.p. 150 W: 20 W.  
v.s.a.p. 250 W: 25 W.  
v.m.c.c. 80 W: 12 W.  
v.m.c.c. 125 W: 14 W.  
v.m.c.c. 250 W: 20 W.

La reactancia alimentada a la tensión nominal, suministrará una corriente no superior al 5%, ni inferior al 10% de la nominal de la lámpara.

La capacidad del condensador debe quedar dentro de las tolerancias indicadas en las placas de características.

Durante el funcionamiento del equipo de alto factor no se producirán ruidos, ni vibraciones de ninguna clase.

En los casos que las luminarias no lleven el equipo incorporado, se utilizará una caja que contenga los dispositivos de conexión, protección y compensación.

#### Artículo 7. 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 8. 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 9. Brazos murales.

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m<sup>2</sup>.

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:

<u>Peso de la luminaria (kg)</u>	<u>Carga vertical (kg)</u>
1	5
2	6
3	8
4	10
5	11
6	13
8	15
10	18
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 10. Báculos y columnas.

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m<sup>2</sup>.

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:

<u>Altura (m.)</u>	<u>Fuerza horizontal (kg)</u>	<u>Altura de aplicación (m.)</u>
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 11. 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 12. 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 13. Protección de bajantes.

Se realizará en tubo de hierro galvanizado de 2" diámetro, provista en su extremo superior de un capuchón de protección de P.V.C., 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 P.V.C. 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 14. Tubería para canalizaciones subterráneas.

Se utilizará exclusivamente tubería de PVC rígida de los diámetros especificados en el proyecto.

#### Artículo 15. Cable fiador.

Se utilizará exclusivamente cable espiral galvanizado reforzado, de composición 1x19+0, de 6 mm. de diámetro, en acero de resistencia 140 kg/mm<sup>2</sup>, 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.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo del cable y diámetro.

## **CAPITULO II: EJECUCION.**

## Artículo 16. 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 SUBTERRANEAS.

### ZANJAS

#### Artículo 17. 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 18. 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 19. 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.

## CIMENTACION DE BACULOS Y COLUMNAS

### Artículo 20. 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.

## HORMIGON

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/m<sup>3</sup>. 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 tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura "H" del 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 22. 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 23. 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 45x45x5 y la tapa, prefabricada, de hormigón de  $R_k = 160 \text{ kg/cm}^2$ , armado con diámetro 10 o metálica y marco de angular 45x45x5. 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 25x15x12 prefabricados de hormigón, debiendo quedar la rasante a 12 cm. sobre el nivel del terreno natural.

### Artículo 24. 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 25. 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 26. 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 autosoldable 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 27. 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 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> 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 28. Bajantes.

En las protecciones se utilizará, exclusivamente, el tubo y accesorios descritos en el apartado 2.1.11.



Dicho tubo alcanzará una altura mínima de 2,50 m. sobre el suelo.

## CAPITULO II-B. CONDUCCIONES AEREAS.

### Artículo 29. 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 30. 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 31. 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 32. 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 33. 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, 60x60x6 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 34. Paso a subterráneo.

Se realizará según el Artículo 28.

#### Artículo 35. Palometas.

Serán galvanizadas, en angular 60x60x6 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 15, 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 36. 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 la base, 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 15, 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 37. 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 38. 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 39. 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 40. 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 trespelillo, 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 41. 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**

### **1. COMPROBACIONES ANTES DE REALIZAR LAS MEDIDAS.**

#### **1.1. 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 arcones, 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.

## 1.2. MEDIDA DE LUMINANCIAS.

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.

## 1.3. MEDIDA DE ILUMINANCIAS.

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(l).

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%.

#### **1.4. COMPROBACION DE LAS MEDICIONES LUMINOTECNICAS.**

Los valores medios de las magnitudes medidas no diferirán más de un 10 % respecto a los valores de cálculo de proyecto.

### **2. MEDIDA DE LUMINANCIA.**

La luminancia en un punto de la calzada se obtiene mediante la fórmula:

$$L = \Sigma (I \cdot r/h^2)$$

donde el sumatorio ( $\Sigma$ ) 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.

Un 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.

#### **2.1. SELECCION DE LA RETICULA 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.

#### **2.2. POSICION 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.

### 2.3. AREA LIMITE.

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.

### 3. 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,  $\gamma$  el ángulo formado por la dirección de incidencia en el punto con la vertical y h la altura de la luminaria. El sumatorio ( $\Sigma$ ) comprende todas las luminarias de la instalación.

#### 3.1. SELECCION DE LA RETICULA 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 todo 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.

#### 3.2. AREA LIMITE.

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 esta definida por una distancia al punto de medida de 5 veces la altura de montaje H de las luminarias de la instalación considerada.

#### 3.3. METODO SIMPLIFICADO DE MEDIDA DE LA ILUMINANCIA MEDIA.

El método denominado de los "nueve puntos" permite determinar de forma simplificada, la iluminancia media ( $E_m$ ), así como también las uniformidades media ( $U_m$ ) 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.

#### **4. 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 ( $E_m$ ).

#### **5. 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  $\theta$  (grados) es el ángulo entre la dirección de incidencia de la luz en el ojo y la dirección de observación. El sumatorio ( $\sum$ ) 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:

$$TI = 65 \cdot L_v / (L_m)^{0,8} \text{ (en \%)}$$



que es una fórmula válida para luminancias medias de calzada ( $L_m$ ) entre 0,05 y 5  $cd/m^2$ .

### 5.1. ANGULO 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  $20^\circ$  con la línea de visión, ya que se suponen apantalladas por el techo del vehículo, tal y como se representa en la figura 8.

### 5.2. POSICION 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  $20^\circ$  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  $20^\circ$ ) 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.

### 5.3. CONTROL DE LA LIMITACION DEL 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.

## 6. RELACION 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.

#### 6.1. NUMERO Y POSICION DE LOS PUNTOS DE CALCULO EN 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.

#### 6.2. NUMERO Y POSICION DE LOS PUNTOS DE CALCULO 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.

## **Condiciones para la Obra Civil y Montaje de las líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados**

### 1. PREPARACION Y PROGRAMACION 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.

## **2. ZANJAS.**

### **2.1. ZANJAS EN TIERRA.**

#### **2.1.1. Ejecución.**

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

#### **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 georradar, 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 sustancias 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 rasilla 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 a vertedero 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.

2.1.2. Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

2.1.2.1. 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.

2.1.2.2. Zanja para media tensión en terreno 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.

### 2.1.2.3. 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.

### 2.2. 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.

### 2.3. 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.

### 2.4. 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.

### 2.5. 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.

## 3. GALERIAS.

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.

### 3.1. GALERIAS 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.

### 3.2. GALERIAS 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.

### 4. ATARJEAS 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.

## **5. 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.

## **6. 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.

### **6.1. 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, crujendo 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 ó 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.

## 6.2. DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES DE EJECUCION.

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 responderá 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 ó 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.

### 6.3. CARACTERISTICAS PARTICULARES DE EJECUCION DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

#### 6.3.1. 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.

### 6.3.2. 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.

### 6.3.3. 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.

## **7. TENDIDO DE CABLES.**

### **7.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.**

#### **7.1.1. 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.

#### **7.1.2. 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 mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifásicos y a 5 kg/mm<sup>2</sup> 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.

## 7.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERIA O TUBULARES.

### 7.2.1. 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.

### 7.2.2. 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.

## **8. MONTAJES.**

### 8.1. 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 un deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

### 8.2. 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 semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

### 8.3. AUTOVALVULAS 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 mm<sup>2</sup> 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.  $\phi$  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.

### 8.4. 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.

### 8.5. COLOCACION DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

#### 8.5.1. 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.

#### 8.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

## 9. CONVERSIONES AEREO-SUBTERRANEAS.



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.

## **10. 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.

## **11. 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 responsables 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.

## **12. ENSAYOS ELECTRICOS DESPUES DE LA INSTALACION.**

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.

## **Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior prefabricados**

### **1. 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.

### **2. OBRA CIVIL.**

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

#### **2.1. 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 la 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 proporcionarse una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

#### **2.2. EXCAVACION.**

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.

#### **2.3. 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.

#### 2.4. EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGON.

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 deberán 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.

#### 2.5. EVACUACION Y EXTINCION 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.

## 2.5. VENTILACION.

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 IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

## 3. INSTALACION ELECTRICA.

### 3.1. APARAMENTA A.T.

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 ( $SF_6$ ) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en  $SF_6$  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  $SF_6$  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 aparamenta 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 apartamento 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 SF<sub>6</sub> 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 conexas 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 termorretráctiles 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.

### 3.2. 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.

### 3.3. 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 mm<sup>2</sup> de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm<sup>2</sup> 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.

### 3.4. ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.

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.

### 3.5. 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).

### **3.6. 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 mm<sup>2</sup>.
- 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 mm<sup>2</sup>. 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.

### **4. NORMAS DE EJECUCION 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.

### **5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

La aparamenta 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 terminada 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.

## **6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

### **6.1. PREVENCIÓNES 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.



## **6.2. 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.

## **6.3. SEPARACION 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.

## **6.4. 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.

## **7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.**

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.

## **8. LIBRO DE ORDENES.**

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.

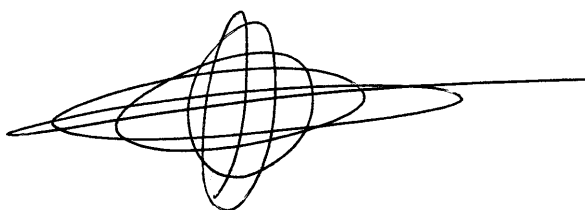
## **9. RECEPCION DE LA OBRA.**

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.

Yuncos, octubre de 2019

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

La propiedad:

Rafael Uceda Martín  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado 292 y 13980

# **SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE EN EL TRABAJO**

## ÍNDICE

### **1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

1.1. INTRODUCCIÓN.

1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

### **2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

2.1. INTRODUCCIÓN.

2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

### **3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

3.1. INTRODUCCION.

3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

### **4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

4.1. INTRODUCCION.

4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.

4.2.4. MEDIDAS ESPECIFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

4.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

### **5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL**

5.1. INTRODUCCION.

5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

5.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.

5.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

5.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

# **ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO, CON APLICACIÓN INTEGRAL DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

## **1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

### **1.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del 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*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### **1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.**

#### **1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A 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.

#### **1.2.2. 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.

#### **1.2.3. 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 aún 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.

#### 1.2.4. 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.

#### 1.2.5. 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.

#### 1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### 1.2.7. 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.

#### 1.2.8. 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.

#### 1.2.9. 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.

#### 1.2.10. 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.



#### 1.2.11. 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.

#### 1.2.12. 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.

#### 1.2.13. 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.

#### 1.2.14. 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.

#### 1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO 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.

#### 1.2.16. 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.

### **1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

#### 1.3.1. 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.

#### **1.3.2. 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.

### **1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.**

#### **1.4.1. 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.

#### **1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.**

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.

#### **1.4.3. 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.

## **2. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

### **2.1. INTRODUCCION.**

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.

### **2.2. OBLIGACION 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.

### **3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

#### **3.1. INTRODUCCION.**

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 de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

#### **3.2. OBLIGACION 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 realizará 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 preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

##### **3.2.1. 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.

### 3.2.2. 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.

### 3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION 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.

### 3.2.4. 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 antiimpactos 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 señalará 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, barro 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 señalarán 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 hinca, 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 antidesprendimientos 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 pisonos 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 antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### 3.2.5. 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 antiproyecciones.

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 antiproyección 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.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

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.

#### **4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

##### **4.1. INTRODUCCION.**

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 tales cualquier 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 Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) 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, 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 básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

##### **4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

###### **4.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción 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 prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Enfoscados y enlucidos.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Pintura y barnizados.
- 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).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, 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.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- 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.

#### 4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, 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, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, 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 (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) 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 tablonos 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 están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará 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).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### 4.2.3. 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 zahorras.

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 zapatas 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.

### Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

### 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 al 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, arriándose 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 tablonas, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

### 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 grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

### Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

### Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablonés, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

### Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

### 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.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

### 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 o de planta, 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.

#### 4.2.4. MEDIDAS ESPECIFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

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.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Arco eléctrico.
- Incendio y explosiones. Electrocutaciones y quemaduras.
- Ventilación e Iluminación.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130º) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400º). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.
- Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Se inspeccionará el estado del terreno.

Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).

Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.

Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.

Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y delimitación.

No se almacenarán objetos en el interior del CT.

Se ubicarán protecciones frente a sobreesfuerzos y contra incendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.

Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc).

Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.

Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.

La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc).

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.



La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.

Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la

vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

#### **4.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.**

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 básico 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.

#### **5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.**

##### **5.1. INTRODUCCION.**

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.

##### **5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

###### **5.2.1. 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.

###### **5.2.2. 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.

### 5.2.3. 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.

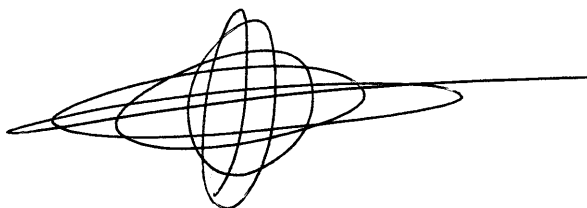
### 5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

- 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 antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

### 5.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unifilar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.
- Material de señalización y delimitación (cintas, señales, etc).

Yuncos, octubre de 2019



La propiedad:

Rafael Uceda Martín  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado 292 y 13980

# **PRESUPUESTO**

**Presupuesto parcial nº 1 SOTERRAMIENTO LMT**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
1.1	MI	Desmontaje de actual instalación de Línea aérea de alta tensión y zanqueo y canalización para la instalación de la línea subterránea/ mano de obra, conexiónado y trabajos mecánicos.			
		Total MI .....	630,000	66,34	41.794,20
1.2	MI	MI. Línea subterránea RHZ1 12/20 20L conductor 3(1x240 mm2) Al bajo tubo en zanja sobre lecho de arena y en canalización bajo acera, incluso p.p. de placa de protección y cinta de señalización, totalmente instalada.			
		Total MI .....	634,000	9,01	5.712,34
1.3	Mi	MI. Tubo de PVC corrugado de diámetro 200 mm. ROJO colocado en zanja de distribución de líneas eléctricas, siguiendo normas de la compañía suministradora, incluida canalización para red de baja tensión de una o dos ternas, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso capa de arena de 25cm., cintas de señalización, excavación y rellenado de zanja.			
		Total MI .....	634,000	2,60	1.648,40
1.4	MI	MI. Tubo de PVC corrugado de diámetro 110 mm. colocado en zanja de distribución de líneas eléctricas, siguiendo normas de la compañía suministradora, sin incluir cables.			
		Total MI .....	634,000	1,26	798,84
<b>Total presupuesto parcial nº 1 SOTERRAMIENTO LMT :</b>					<b>49.953,78</b>

**Presupuesto parcial nº 2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
2.1	Ud	Ud. Obra civil para centro de transformación de superficie, consistente en: explanación del terreno, excavación de la base, extendido de arena para asentamiento del C.T., limpieza.			
		Total Ud .....:	5,000	100,02	500,10
2.2	Ud	Ud. Centro de transformación COMPACTO para ubicación en superficie, equipado con un transformador en baño de aceite de 400 Kvas, elementos de protección y maniobra, totalmente instalado y telegestionado. Incluso Línea de toma de tierra + neutro + masa.			
		Total Ud .....:	5,000	42.833,27	214.166,35
<b>Total presupuesto parcial nº 2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN :</b>					<b>214.666,45</b>

**Presupuesto parcial nº 3 RED DE MEDIA TENSIÓN**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
3.1	MI	MI. Línea subterránea RHZ1 12/20 20L conductor 3(1x240 mm2) Al bajo tubo en zanja sobre lecho de arena y en canalización bajo acera, incluso p.p. de placa de protección y cinta de señalización, totalmente instalada.			
		<b>Total MI .....</b>	<b>2.966,840</b>	<b>18,10</b>	<b>53.699,80</b>
3.2	Mi	MI. Tubo de PVC corrugado de diámetro 200 mm. ROJO colocado en zanja de distribución de líneas eléctricas, siguiendo normas de la compañía suministradora, incluida canalización para red de baja tensión de una o dos ternas, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso capa de arena de 25cm., cintas de señalización, excavación y relleno de zanja.			
		<b>Total MI .....</b>	<b>2.966,840</b>	<b>2,60</b>	<b>7.713,78</b>
3.3	MI	MI. Tubo de PVC corrugado de diámetro 110 mm. colocado en zanja de distribución de líneas eléctricas, siguiendo normas de la compañía suministradora, sin incluir cables.			
		<b>Total MI .....</b>	<b>2.966,840</b>	<b>1,26</b>	<b>3.738,22</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 3 RED DE MEDIA TENSIÓN :</b>					<b>65.151,80</b>

**Presupuesto parcial nº 4 RED BAJA TENSIÓN**

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
<b>4.1</b>	<b>MI</b>	<b>MI. Tubo de PVC corrugado de diámetro 160 mm. ROJO colocado en zanja de distribución de líneas eléctricas, siguiendo normas de la compañía suministradora, incluida canalización para red de baja tensión de una o dos ternas, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso capa de arena de 25cm., cintas de señalización, excavación y rellenado de zanja.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT1			1	390,000			390,000	
CT2			1	315,000			315,000	
CT3			1	285,000			285,000	
CT4			1	201,000			201,000	
CT5			1	75,000			75,000	
							1.266,000	1.266,000
			<b>Total MI .....</b>		<b>1.266,000</b>		<b>12,88</b>	<b>16.306,08</b>
<b>4.2</b>	<b>MI</b>	<b>MI. Tubo de PVC corrugado de diámetro 110 mm. colocado en zanja de distribución de líneas eléctricas, siguiendo normas de la compañía suministradora, sin incluir cables.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT1			1	390,000			390,000	
CT2			1	315,000			315,000	
CT3			1	285,000			285,000	
CT4			1	201,000			201,000	
CT5			1	75,000			75,000	
							1.266,000	1.266,000
			<b>Total MI .....</b>		<b>1.266,000</b>		<b>1,26</b>	<b>1.595,16</b>
<b>4.3</b>	<b>MI</b>	<b>MI. Línea subterránea B.T. Al XZ1 0,6/1Kv de 4x240 mm2 Al, bajo tubo en zanja sobre lecho de arena y en canalización en cruce de calzada, incluso p.p. cinta de señalización, totalmente instalada.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT1			1	1.560,000			1.560,000	
CT2			1	1.260,000			1.260,000	
CT3			1	1.140,000			1.140,000	
CT4			1	804,000			804,000	
CT5			1	300,000			300,000	
							5.064,000	5.064,000
			<b>Total MI .....</b>		<b>5.064,000</b>		<b>14,09</b>	<b>71.351,76</b>
<b>4.4</b>	<b>Ud</b>	<b>Ud. Suministro y montaje de BTV exterior de B/T.</b>						
			<b>Total Ud .....</b>		<b>35,000</b>		<b>1.759,45</b>	<b>61.580,75</b>
<b>4.5</b>	<b>Ud</b>	<b>Ud. Terminales y conexión línea de B.T. en BTV y CT con puesta a tierra.</b>						
			<b>Total Ud .....</b>		<b>35,000</b>		<b>234,44</b>	<b>8.205,40</b>
<b>4.6</b>	<b>Ud</b>	<b>Ud. Bancada y protección prefabricada para colocación de BTV, incluso cimentación, colocación de tres tubos de 0,80 m. de longitud de PVC de 110 mm., para acometida eléctrica a dos parcelas, según normativa de la Compañía.</b>						
			<b>Total Ud .....</b>		<b>35,000</b>		<b>493,29</b>	<b>17.265,15</b>
<b>4.7</b>	<b>Ud</b>	<b>Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm2. conexionado mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18. Incluida unión y mano de obra.</b>						
			<b>Total Ud .....</b>		<b>15,000</b>		<b>5,69</b>	<b>85,35</b>
<b>4.8</b>	<b>Ud</b>	<b>Ud. Cruzamiento instalación de gas</b>						
			<b>Total Ud .....</b>		<b>2,000</b>		<b>1.170,49</b>	<b>2.340,98</b>
			<b>Total presupuesto parcial nº 4 RED BAJA TENSIÓN :</b>					<b>178.730,63</b>



**Presupuesto parcial nº 5 ALUMBRADO PÚBLICO**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1	MI	MI. Cable conductor de 0.6-1 kv. de 4x6 mm <sup>2</sup> , colocado.			
		Total MI .....	8.515,000	2,71	23.075,65
5.2	MI	MI. Cable amarillo-verde de PVC de 750 V de 4x16 mm <sup>2</sup> , colocado.			
		Total MI .....	77,500	5,43	420,83
5.3	M	m. Cable conductor de 0.6-1 kv. de 4x10 mm <sup>2</sup> , colocado.			
		Total m .....	562,500	4,07	2.289,38
5.4	M	m. Red de alumbrado exterior con un tubo de PVC de D=100 mm, conductor Cu RV-k 0.6/1 kV 4x16 mm <sup>2</sup> y conductor de protección Cu H07V 1x4 mm <sup>2</sup> verde-amarillo, tendida subterránea sobre lecho de arena y bajo tubo rígido PVC en cruce de calzadas, totalmente instalada y conexiónada, sin excavación ni relleno (al incluirse en la red de baja tensión).			
		Total m .....	9.156,000	1,76	16.114,56
5.5	Ud	ud. Columna cilíndrica de 8 m de altura con brazo de 1,5 m tipo Benito-Light o similar con luminaria cerrada con lámpara de 75 W de para viales de 8 m de calzada separadas a una distancia máxima de 25 m compuesta de: columna fabricada en acero S-235 JR galvanizada en caliente, luminaria TOP con fijación de diámetro 60mm, i/ anclaje a dado de hormigón (sin incluir éste), puesta a tierra, replanteo, montaje, pequeño material y conexasiónado.			
		Total ud .....	191,000	318,38	60.810,58
5.6	Ud	Ud. LUMINARIA 75W PARA ALUMBRADO PUBLICO			
		Total ud .....	191,000	279,09	53.306,19
5.7	Ud	ud. Columna cilíndrica de 4 m de altura con brazo de 1,5 m tipo Benito-Light o similar con luminaria cerrada con lámpara de 65 W de para viales de 4 m de calzada separadas a una distancia máxima de 25 m compuesta de: columna fabricada en acero S-235 JR galvanizada en caliente, luminaria TOP con fijación de diámetro 60mm, i/ anclaje a dado de hormigón (sin incluir éste), puesta a tierra, replanteo, montaje, pequeño material y conexasiónado.			
		Total ud .....	68,000	257,42	17.504,56
5.8	Ud	LUMINARIA PARA FAROL ORNAMENTAL 65 W			
		Total UD .....	68,000	216,77	14.740,36
5.9	Ud	Ud. Armario de alumbrado público i/peana y Cuadro general de maniobra y protección con encendido astronómico y programable, con seccionador general, disyuntores magnetotérmicos, contador tripolar y cortacircuitos, colocado.			
		Total Ud .....	1,000	4.199,59	4.199,59
5.10	Ud	Ud. Cimentación para báculo de 50x50x90 cm., con hormigón HM-20/P/20 con cuatro redondos de anclaje con rosca, i/arqueta de derivación adosada a la cimentación de 55x55x60 cm. realizada con fábrica de medio pie de ladrillo recibido con mortero de cemento y arena de río, enfoscada interiormente, i/tapa de fundición, excavación y retirada de tierras sobrantes a vertedero, totalmente terminada.			
		Total Ud .....	259,000	108,42	28.080,78
5.11	Ud	Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm <sup>2</sup> . conexasiónado mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18. Incluida unión y mano de obra.			
		Total Ud .....	39,000	5,69	221,91
<b>Total presupuesto parcial nº 5 ALUMBRADO PÚBLICO :</b>					<b>220.764,39</b>

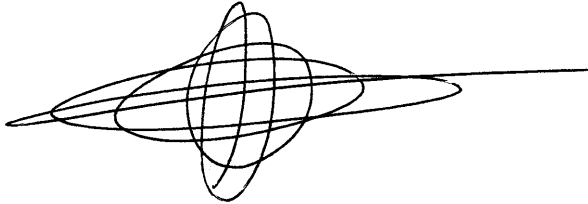
## Presupuesto de ejecución material

1 SOTERRAMIENTO LMT	49.953,78
2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	214.666,45
3 RED DE MEDIA TENSIÓN	65.151,80
4 RED BAJA TENSIÓN	178.730,63
5 ALUMBRADO PÚBLICO	220.764,39
<b>Total .....</b>	<b>729.267,05</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **SETECIENTOS VEINTINUEVE MIL DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS CON CINCO CÉNTIMOS.**

Yuncos, octubre de 2019



La Propiedad



Ingeniero Técnico Industrial  
Rafael Uceda Martín  
Nº Colegiado 292 y 13980

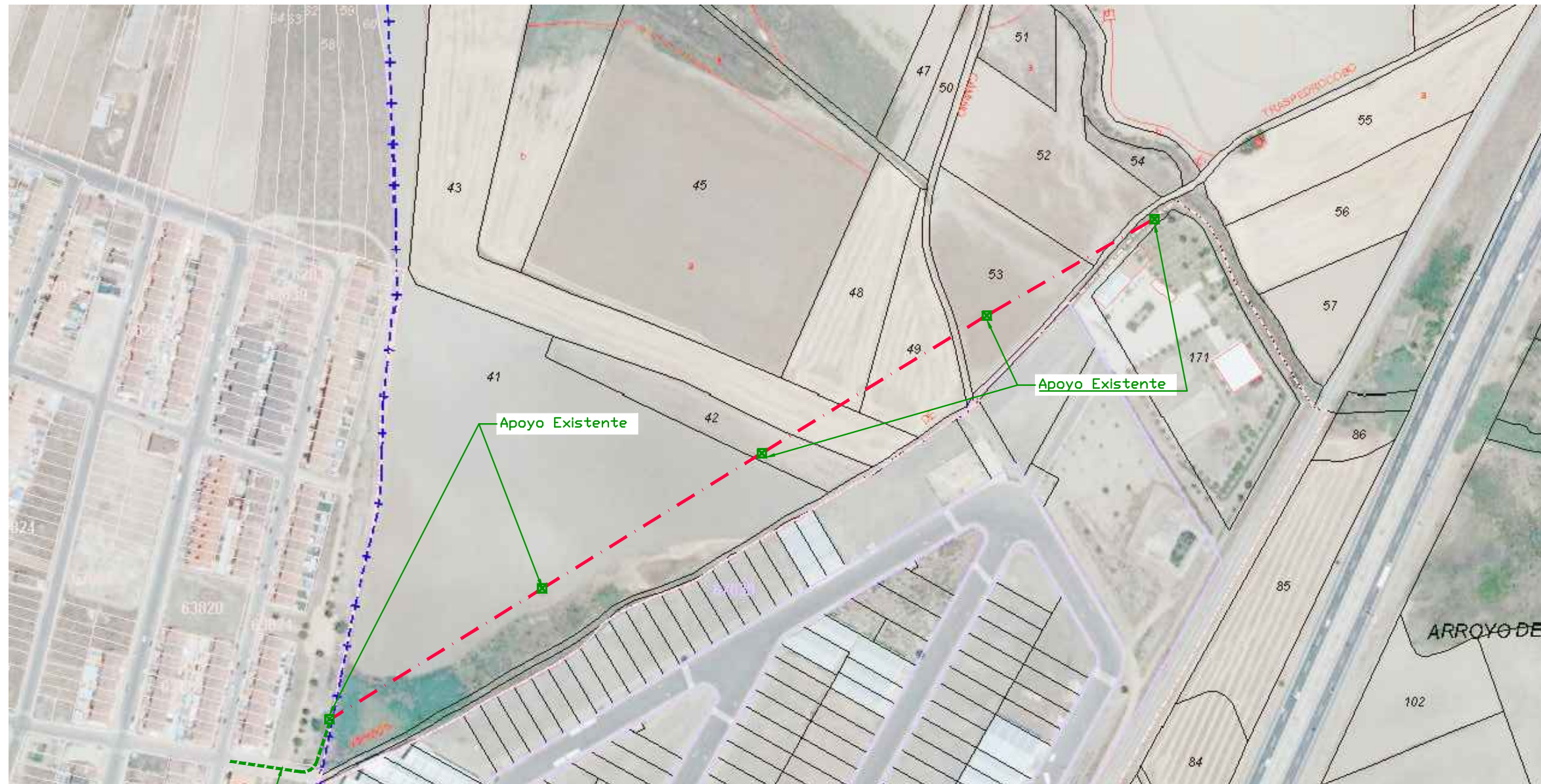
# PLANOS



		<p><b>PROYECTO:</b>  <b>RED DE B.T, A.P, C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA          AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b></p>		
<p><b>PLANO DE SITUACIÓN</b></p>		<p><b>ESCALA</b> S/E</p>	<p><b>FECHA</b> 10-19</p>	<p><b>PLANO N°</b> 1</p>
<p><i>PROPIEDAD</i> <b>HULOMA, S.A.</b></p>		<p>Ingeniero Tecnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN          Colegiado n° 13980 y 292</p>		<p><b>REF</b> 5547</p>









Línea Subterránea  
Existente

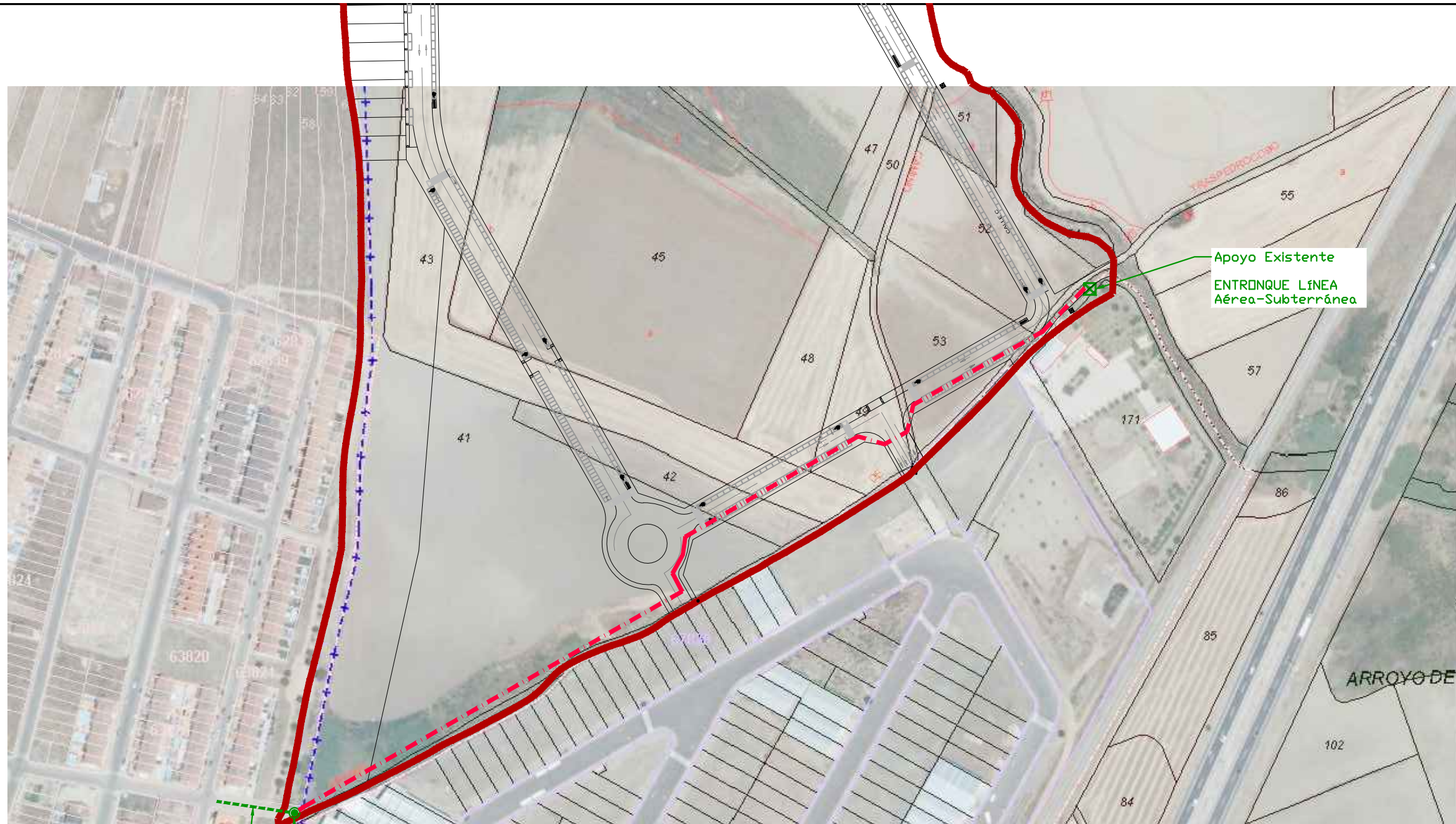
Leyenda

--- 600 m de L.M.T. Aérea Actual

☒ Apoyo Existente

	<b>PROYECTO:</b> <b>RED DE B.T., A.P., C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA          AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>		
	PLANO DE ESTADO ACTUAL LMT AEREA	ESCALA 1/3.000	FECHA 10-19
PROPIEDAD HULOMA, S.A.		Ingeniero Técnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN Colegiado n° 13980 y 292	
			REF 5547






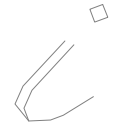
Línea Subterránea Existente

Entronque-Conexión Subterránea con Línea Existente

Apoyo Existente  
ENTRONQUE LÍNEA Aérea-Subterránea

Leyenda

- - - 634 m de L.M.T. Soterrada
- X Apoyo Existente

		<b>PROYECTO:</b> <b>RED DE B.T., A.P., C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA</b> <b>AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>		
PLANO DE ESTADO SOTERRADO DE LA LMT	ESCALA 1/3.000	FECHA 10-19	PLANO N° 3	
PROPIEDAD HULOMA, S.A.	Ingeniero Técnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547	





PUNTO DE  
ENTRONQUE EN  
BARRAS DE M.T.  
DE SUBESTACIÓN  
ILLESCAS I

C.T. EXISTENTE  
45CWN4

SECTOR RESIDENCIAL  
SP-8 YUNCOS

SUELO RÚSTICO YUNCOS

SECTOR INDUSTRIAL  
SP-23 YUNCOS

FUTURA CONEXIÓN  
SEGÚN PROPUESTA  
MUNICIPAL

SECTOR 8 NUMANCIA

DI-01  
20.652,27m<sup>2</sup>

Parcela 1-1  
28.939,35 m<sup>2</sup>

Parcela 4-1  
110.872,48 m<sup>2</sup>

DE-01  
5.272,26m<sup>2</sup>

Parcela 3  
417,27 m<sup>2</sup>

DE-02  
346,97m<sup>2</sup>

DE-06  
28m<sup>2</sup>

DE-11  
2.806,09m<sup>2</sup>

DI-03  
1.963,97m<sup>2</sup>

DE-12  
516,84m<sup>2</sup>

DI-04  
1.060,29m<sup>2</sup>

DE-14  
925,54m<sup>2</sup>

DE-15  
20m<sup>2</sup>

DI-05  
4.143,69m<sup>2</sup>

DE-16  
436,69m<sup>2</sup>

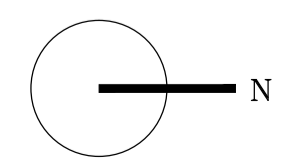
DI-02  
2.795,79m<sup>2</sup>

DE-09  
490m<sup>2</sup>

DE-10  
20m<sup>2</sup>

DE-13  
20m<sup>2</sup>

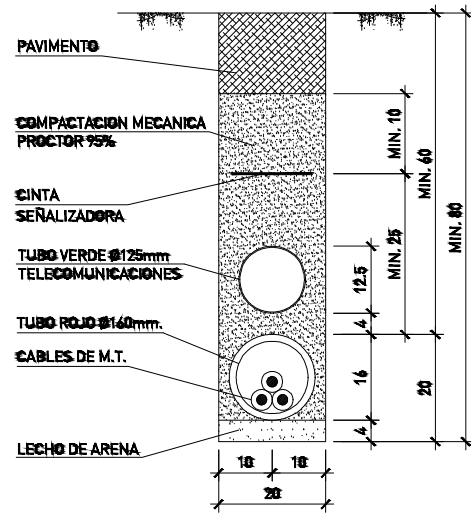
	TRANSFORMADOR
	3x (1x240) mm <sup>2</sup> AL, RHZ1-20L 12/20kV
	LIMITE SECTOR



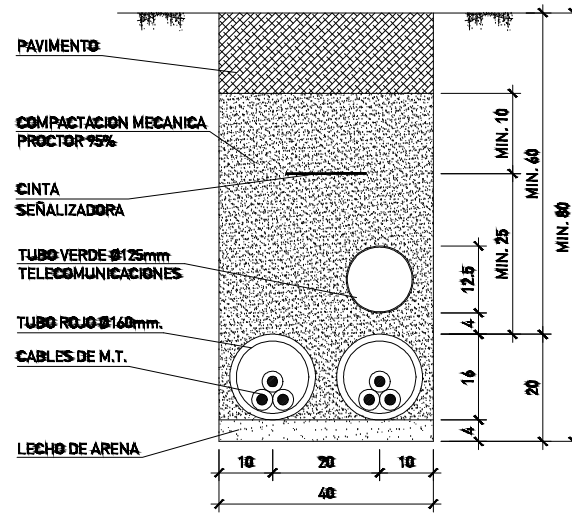
 PROPIEDAD HULOMA, S.A.	PROYECTO: <b>RED DE B.T., A.P., C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA          AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>		
	PLANO DE MEDIA TENSIÓN Y C.T.	ESCALA 1/2.000	FECHA 10-19
Ingeniero Técnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTÍN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547	



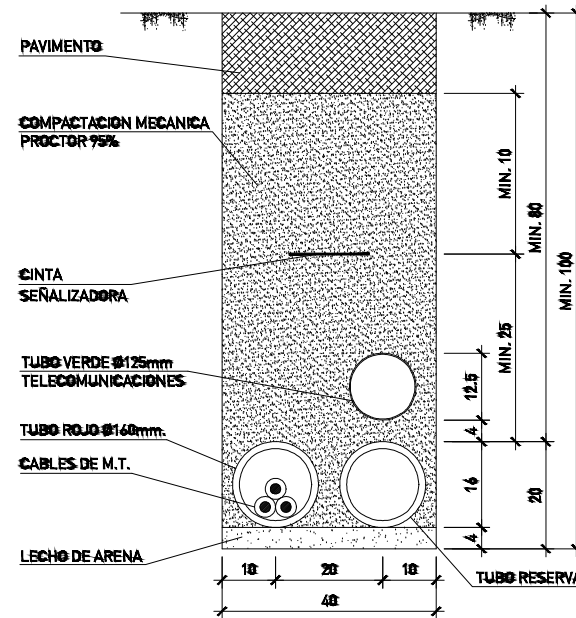
CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO ACERA  
1 LÍNEA



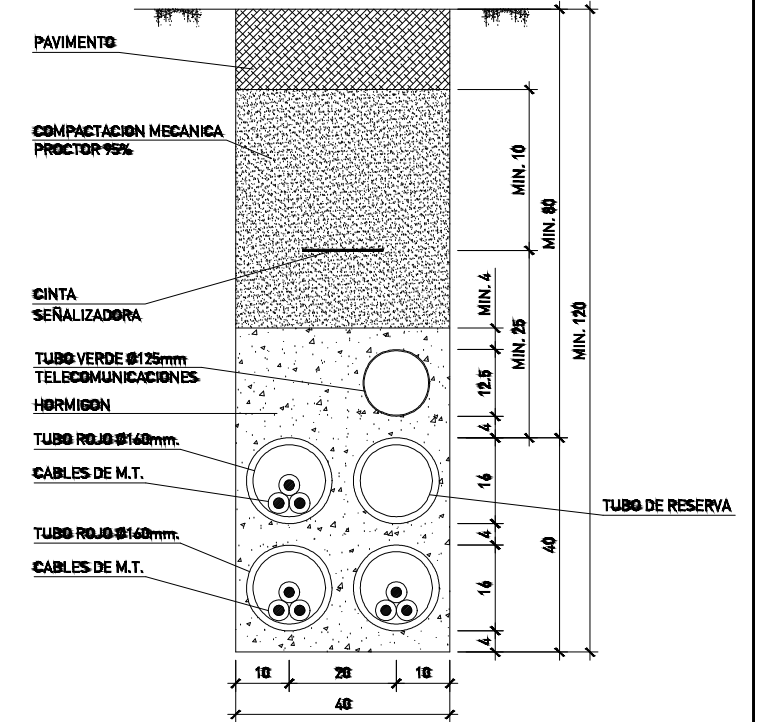
CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO ACERA  
2 LÍNEAS  
DISPOSICIÓN HORIZONTAL



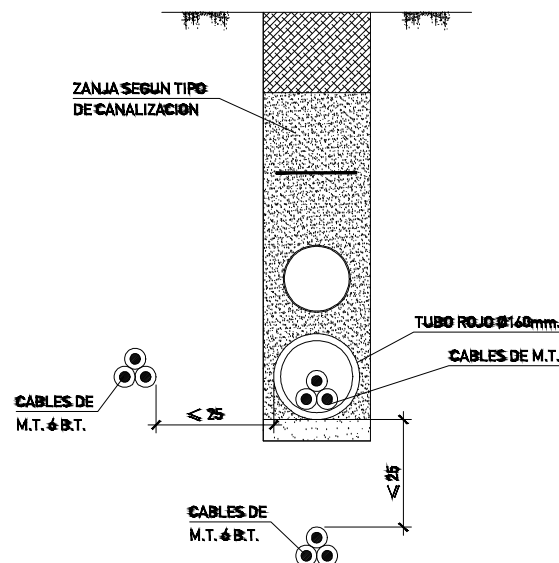
CANALIZACIÓN ENTUBADA A BORDE DE CALZADA  
(1+R) LÍNEAS  
DISPOSICIÓN HORIZONTAL



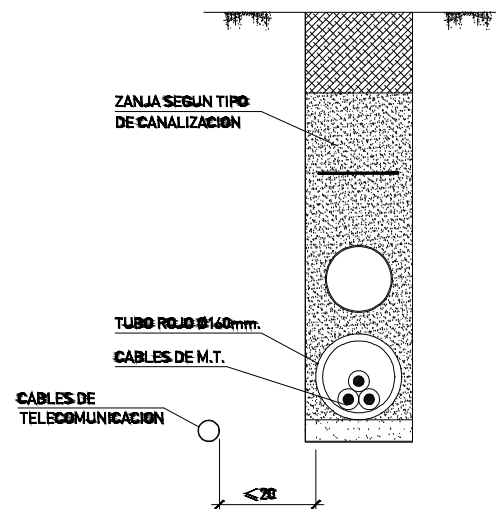
CANALIZACIÓN ENTUBADA  
CRUZAMIENTO CON CALZADA  
(3+R) LÍNEAS




PARALELISMO CON  
CABLES ELECTRICOS



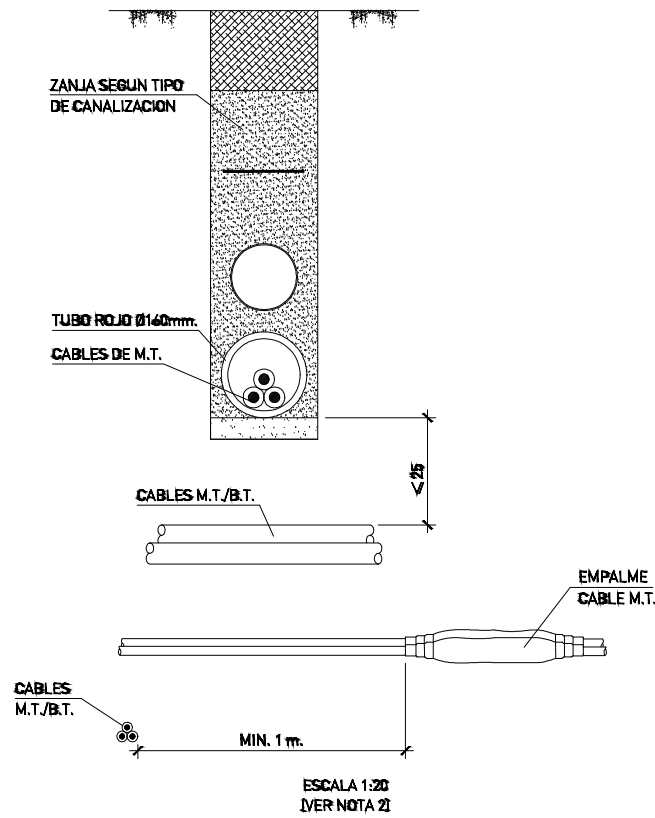
PARALELISMO CON  
CABLES DE TELECOMUNICACIÓN



	PROYECTO: <b>RED DE B.T., A.P., C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA                  AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>			
	PLANO DE CANALIZACIONES Y PARALELISMOS	ESCALA S/E	FECHA 10-19	PLANO N° 5
PROPIEDAD HULOMA, S.A.		Ingeniero Tecnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547

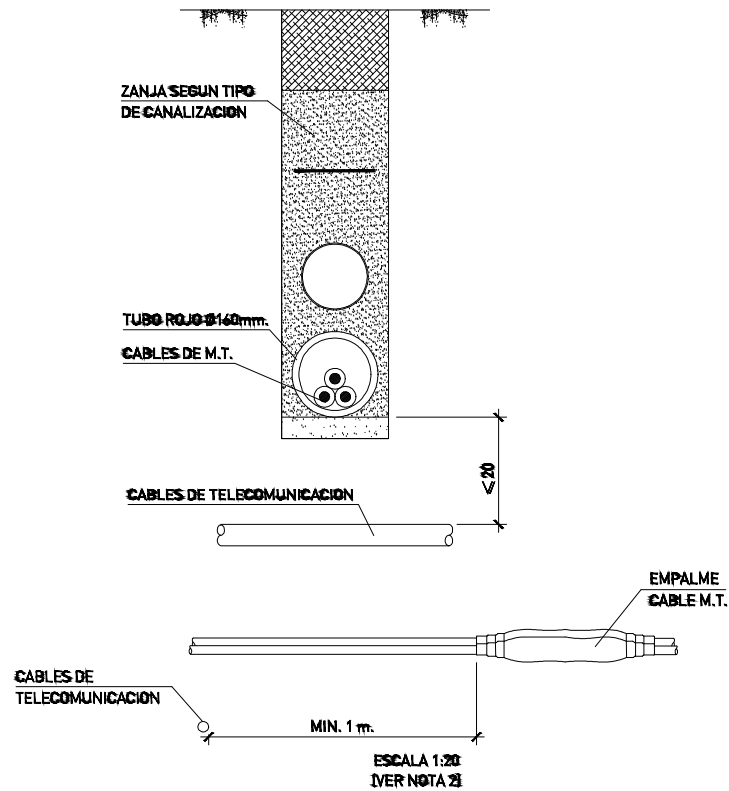


**CRUZAMIENTO CON CABLES ELECTRICOS**



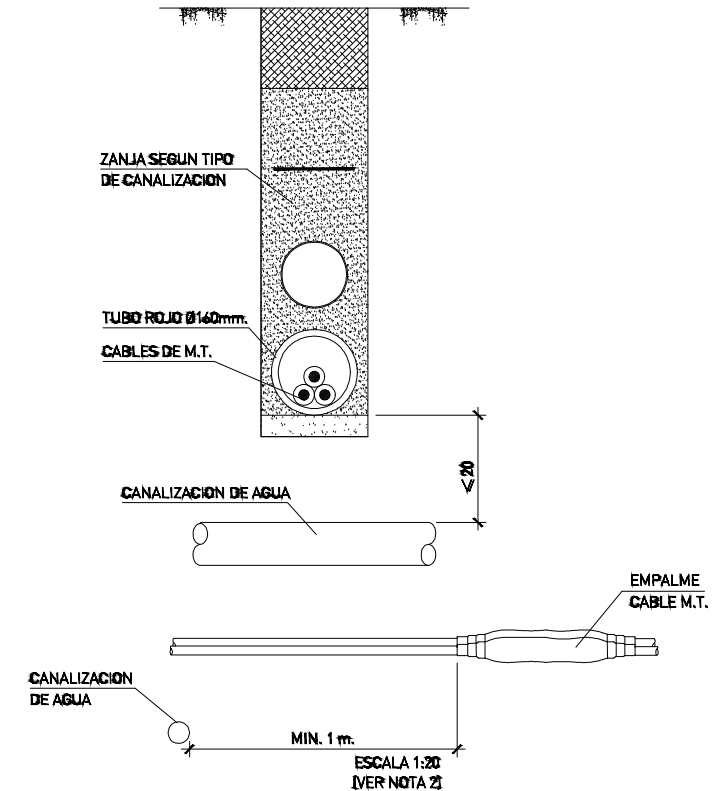
- NOTAS.-**
- 1.- EN EL CASO DE CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE CABLES ELECTRICOS, SE CUMPLIRA TAMBIEN CON LA DISPOSICION Y COTAS INDICADAS EN EL PLANO
  - 2.- LA DISTANCIA DEL PUNTO DE CRUCE A LOS EMPALMES SERA SUPERIOR A 1 m.
  - 3.- COTAS EN cm

**CRUZAMIENTO CON CABLES DE TELECOMUNICACION**



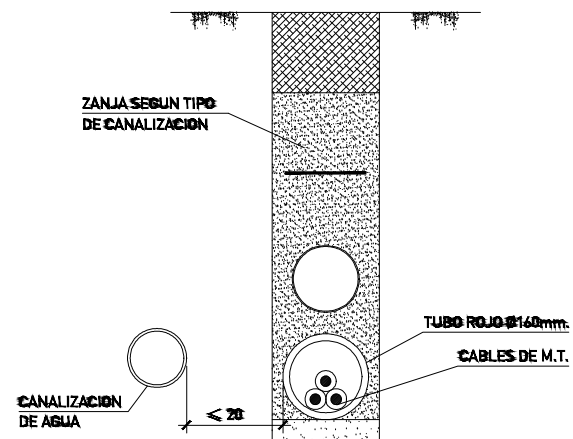
- NOTAS.-**
- 1.- EN EL CASO DE CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE CABLES DE TELECOMUNICACION, SE CUMPLIRA TAMBIEN CON LA DISPOSICION Y COTAS INDICADAS EN EL PLANO
  - 2.- LA DISTANCIA DEL PUNTO DE CRUCE A LOS EMPALMES SERA SUPERIOR A 1 m.
  - 3.- COTAS EN cm

**CRUZAMIENTO CON CANALIZACIONES DE AGUA**



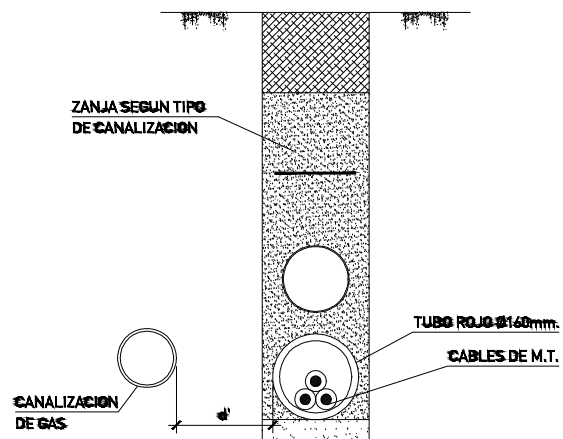
- NOTAS.-**
- 1.- EN EL CASO DE CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE CANALIZACIONES DE AGUA, SE CUMPLIRA TAMBIEN CON LA DISPOSICION Y COTAS INDICADAS EN EL PLANO
  - 2.- LA DISTANCIA DEL PUNTO DE CRUCE A LOS EMPALMES SERA SUPERIOR A 1 m.
  - 3.- COTAS EN cm

**PARALELISMOS CON CANALIZACIONES DE AGUA**



- NOTA.-**
- LA DISTANCIA MINIMA ENTRE LOS EMPALMES DE LOS CABLES Y LAS JUNTAS DE LAS CANALIZACIONES DE AGUA SERA DE 1 METRO  
COTAS EN cm

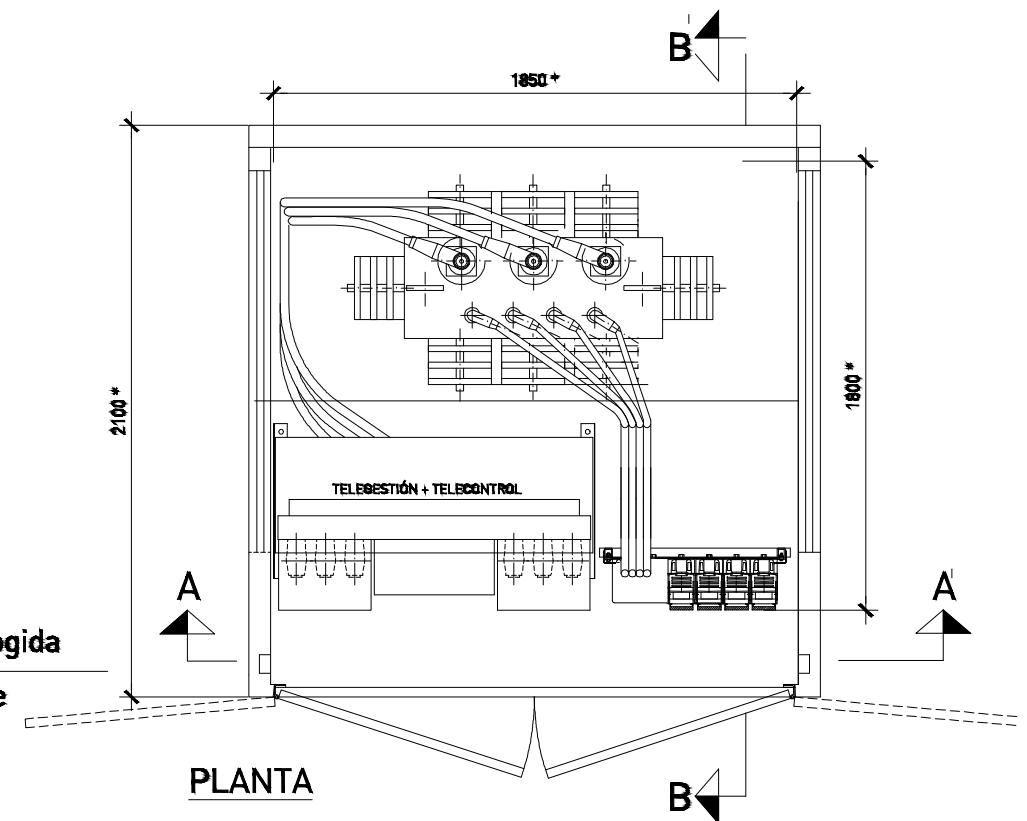
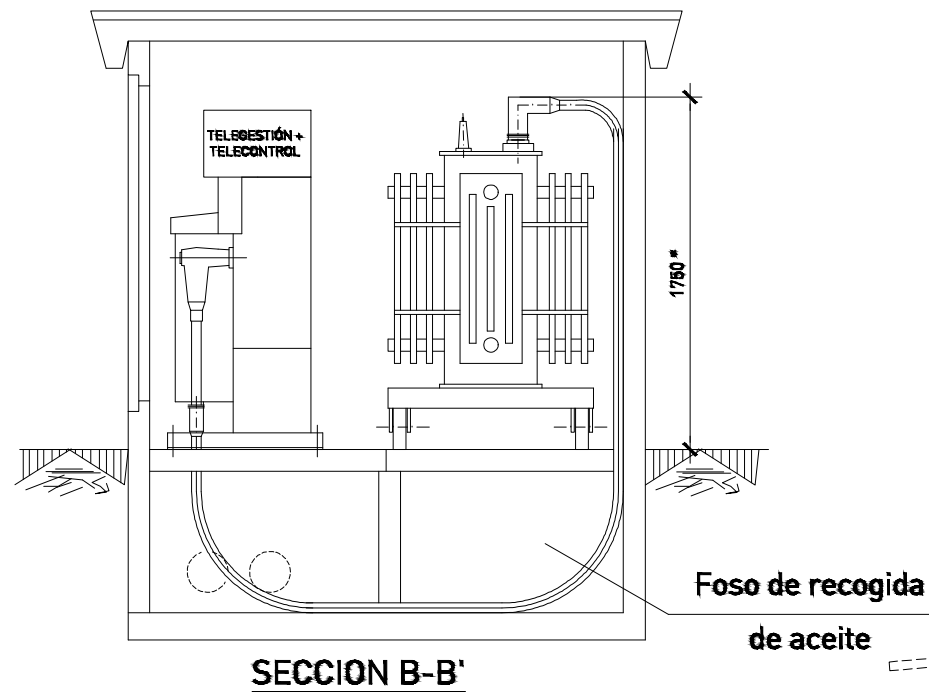
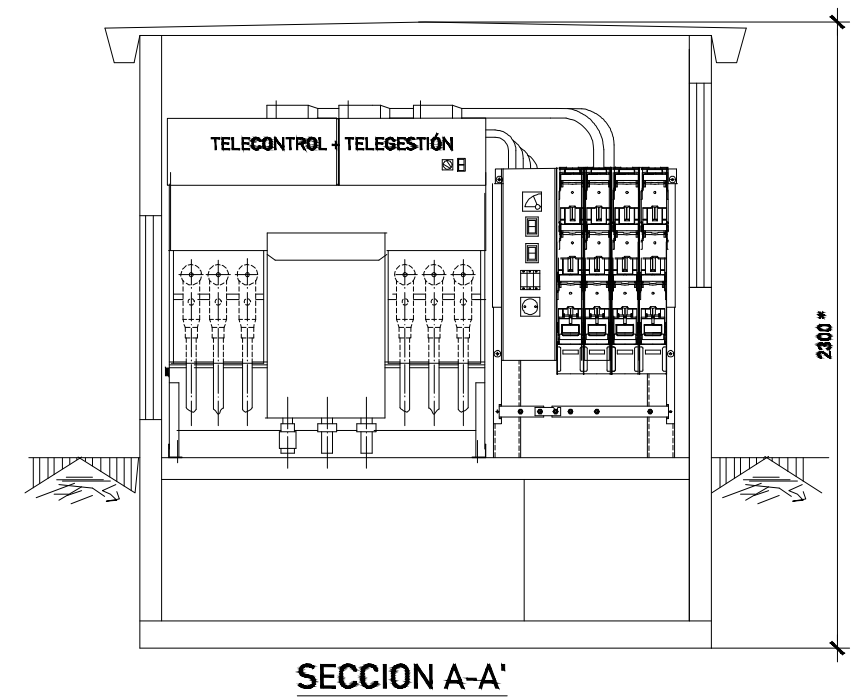
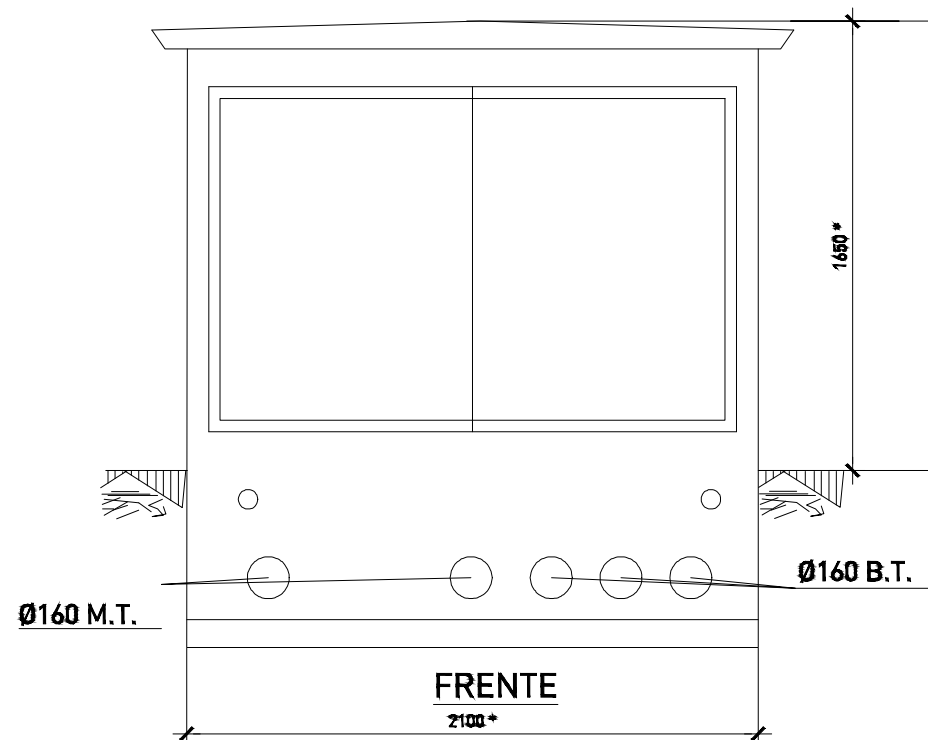
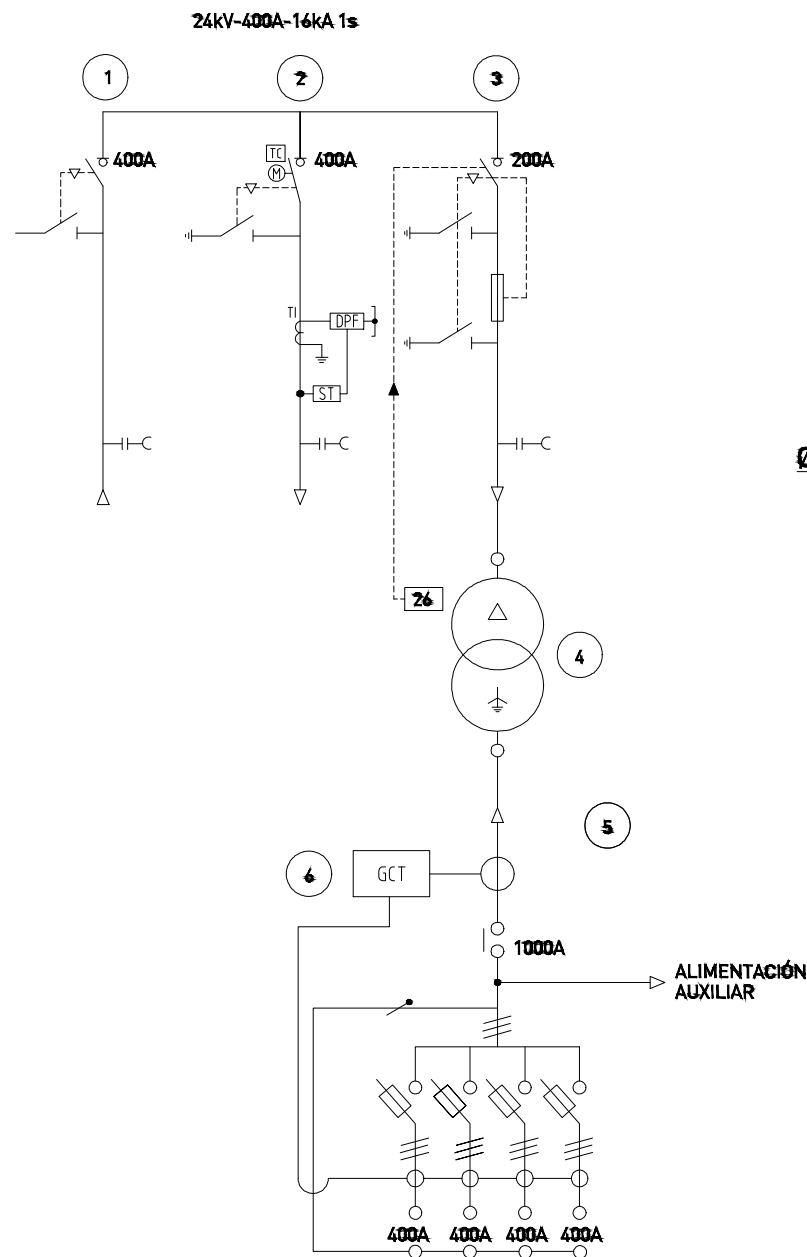
**PARALELISMOS CON CANALIZACIONES DE GAS**



- NOTA.-**
- LA DISTANCIA MINIMA ENTRE LOS EMPALMES DE LOS CABLES Y LAS JUNTAS DE LAS CANALIZACIONES DE GAS SERA DE 1 METRO

DISTANCIAS EN PARALELISMOS CON CANALIZACIONES DE GAS			
	PRESION DE LA INSTALACION DE GAS	DISTANCIA MINIMA ENTRE CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS	DISTANCIA MINIMA ENTRE CABLES BAJO TUBO
CANALIZACIONES Y ACOMETIDAS	EN ALTA PRESION > 4 bar	0.40 m.	0.25 m.
	EN MEDIA Y BAJA PRESION < 4 bar	0.25 m.	0.15 m.
ACOMETIDA INTERIOR	EN ALTA PRESION > 4 bar	0.40 m.	0.25 m.
	EN MEDIA Y BAJA PRESION < 4 bar	0.25 m.	0.10 m.

	<b>PROYECTO:</b> <b>RED DE B.T., A.P., C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>		
	PLANO DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS L.M.T.	ESCALA S/E	FECHA 10-19
PROPIEDAD HULOMA, S.A.	Ingeniero Tecnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547



\* DIMENSIONES MÁXIMAS  
SUPERFICIE MÁXIMA A OCUPAR = 4,5 M2

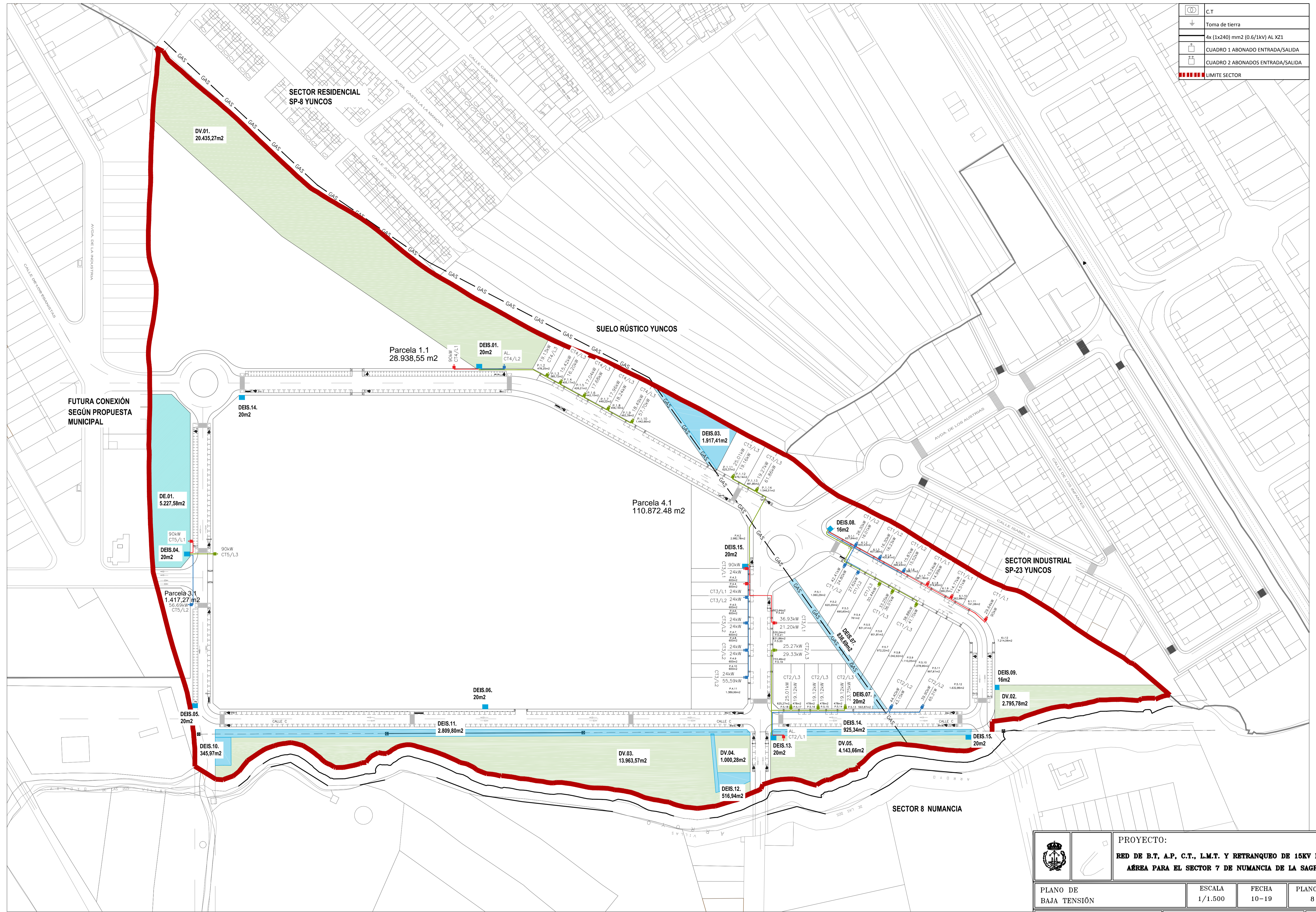
Ti: Trafo de Intensidad MT  
ST: Sensor de Tensión  
TC: Telecontrol  
DPF: Detector de Paso de Falta

- 1.- CELDA INTERRUPTOR-SECCIONADOR 24KV. 400A.
- 2.- CELDA INTERRUPTOR-SECCIONADOR TELECONTROLADO 24KV. 400A.
- 3.- CELDA INTERRUPTOR-SECCIONADOR CON FUSIBLE COMBINADO 24KV.
- 4.- TRANSFORMADOR
- 5.- CBTC
- 6.- GESTOR DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

	<b>PROYECTO:</b> <b>RED DE B.T. A.P. C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA</b> <b>AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>		
	PLANO DE: DETALLE DE C.T. COMPACTA CGC minibLOC 24KV VISTAS EXTERIORES ESQUEMA UNIFILAR	ESCALA S/E	FECHA 10-19
PROPIEDAD HULOMA, S.A.	Ingeniero Técnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547



	C.T
	Toma de tierra
	4x (1x240) mm2 (0.6/1kV) AL XZ1
	CUADRO 1 ABONADO ENTRADA/SALIDA
	CUADRO 2 ABONADOS ENTRADA/SALIDA
	LIMITE SECTOR



FUTURA CONEXIÓN  
SEGÚN PROPUESTA  
MUNICIPAL

SECTOR RESIDENCIAL  
SP-8 YUNCOS

SUELO RÚSTICO YUNCOS

SECTOR INDUSTRIAL  
SP-23 YUNCOS

SECTOR 8 NUMANCIA

DV.01.  
20.435,27m<sup>2</sup>

Parcela 1.1  
28.938,55 m<sup>2</sup>

Parcela 4.1  
110.872,48 m<sup>2</sup>

DE.01.  
5.227,58m<sup>2</sup>

Parcela 3.1  
1.417,27m<sup>2</sup>

DEIS.05.  
20m<sup>2</sup>

DEIS.10.  
345,97m<sup>2</sup>

DEIS.06.  
20m<sup>2</sup>

DEIS.11.  
2.809,80m<sup>2</sup>

DV.03.  
13.963,57m<sup>2</sup>

DV.04.  
1.000,28m<sup>2</sup>

DEIS.12.  
516,94m<sup>2</sup>

DEIS.15.  
20m<sup>2</sup>

DEIS.13.  
20m<sup>2</sup>

DEIS.07.  
20m<sup>2</sup>

DEIS.14.  
925,34m<sup>2</sup>

DEIS.08.  
16m<sup>2</sup>

DEIS.09.  
16m<sup>2</sup>

DEIS.15.  
20m<sup>2</sup>

DV.02.  
2.795,78m<sup>2</sup>

DEIS.15.  
20m<sup>2</sup>



PROYECTO:  
**RED DE B.T., A.P., C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA  
AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA**

PLANO DE  
BAJA TENSIÓN

ESCALA  
1/1.500

FECHA  
10-19

PLANO N°  
8

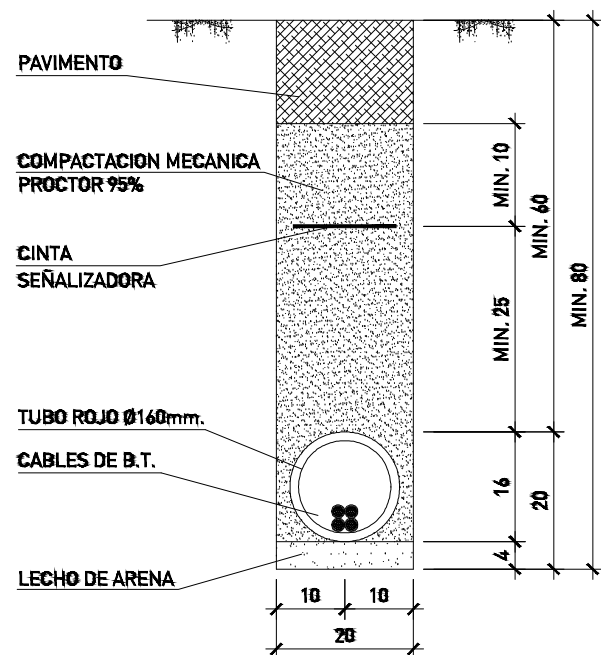
PROPIEDAD  
HULOMA, S.A.

Ingeniero Técnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTÍN  
Colegiado n° 13980 y 292

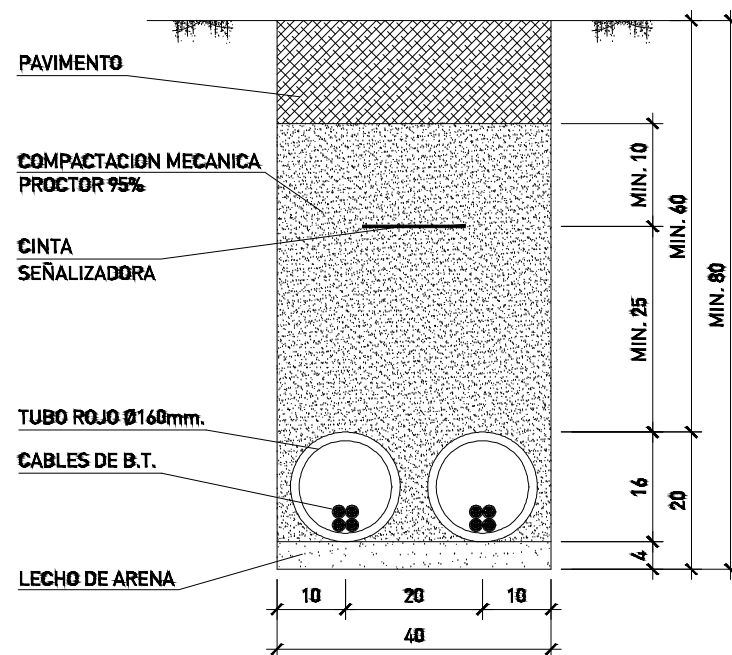
REF  
5547



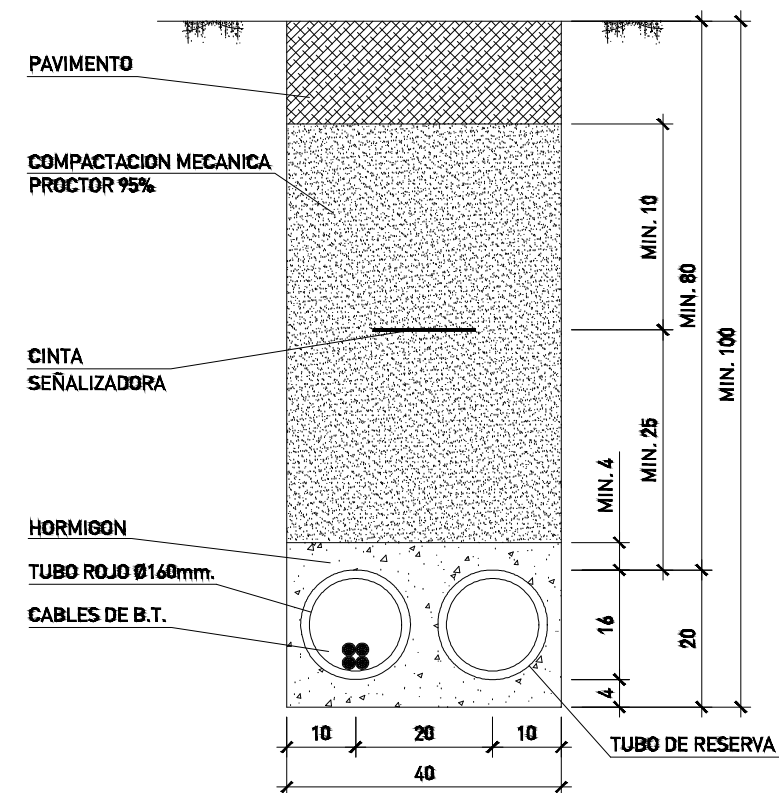
CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO ACERA  
1 LÍNEA



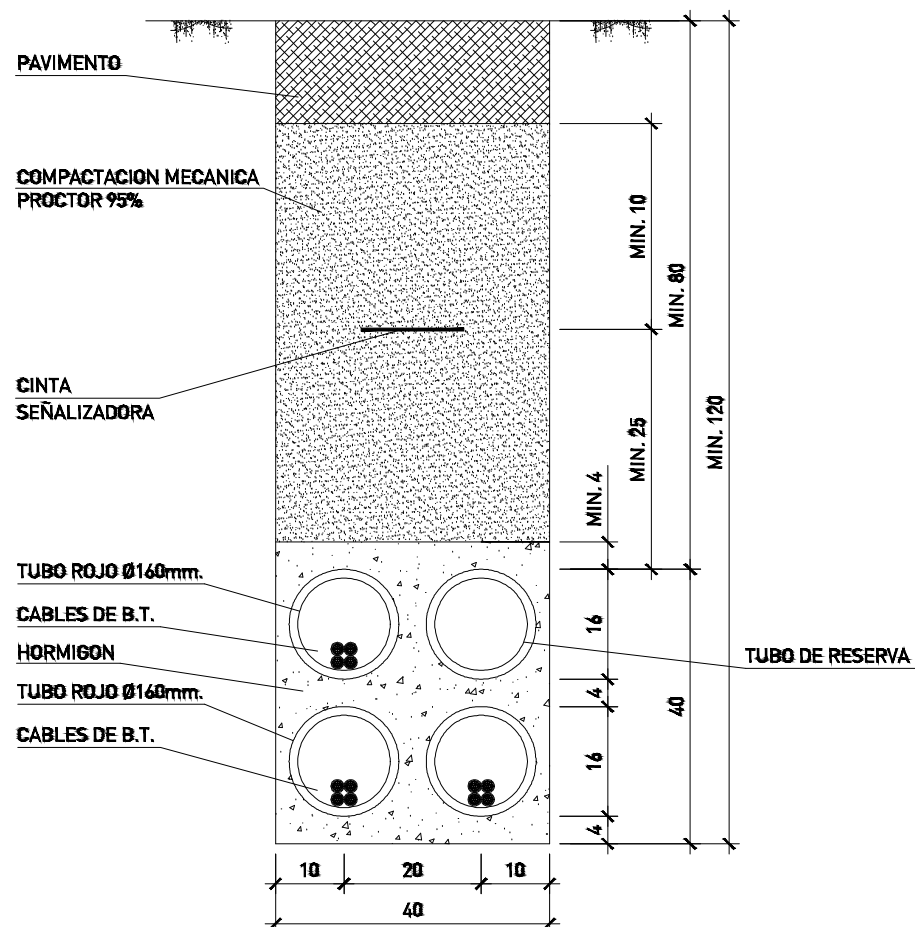
CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO ACERA  
2 LÍNEA  
DISPOSICIÓN HORIZONTAL




CANALIZACIÓN ENTUBADA  
CRUZAMIENTO CON CALZADA (1+R)  
LÍNEAS  
DISPOSICIÓN HORIZONTAL

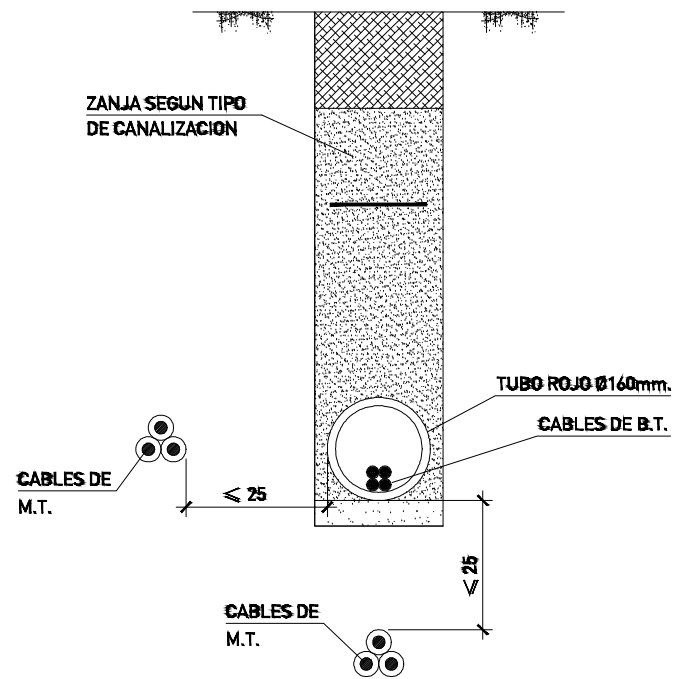


CANALIZACIÓN ENTUBADA  
CRUZAMIENTO CON CALZADA  
(3+R) LÍNEAS

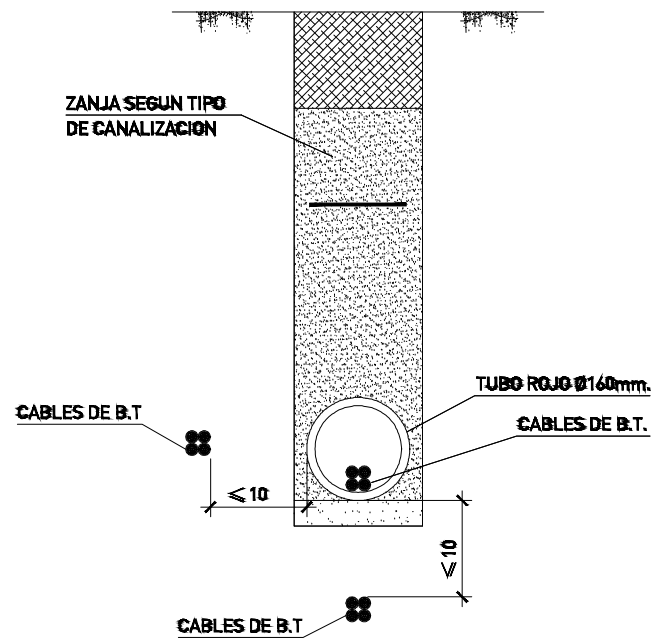


		PROYECTO: <b>RED DE B.T., A.P., C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA                  AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>		
		PLANO DE CANALIZACIONES DE LINEA SUBTERRANEA DE B.T.	ESCALA S/E	FECHA 10-19
PROPIEDAD HULOMA, S.A.		Ingeniero Tecnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547

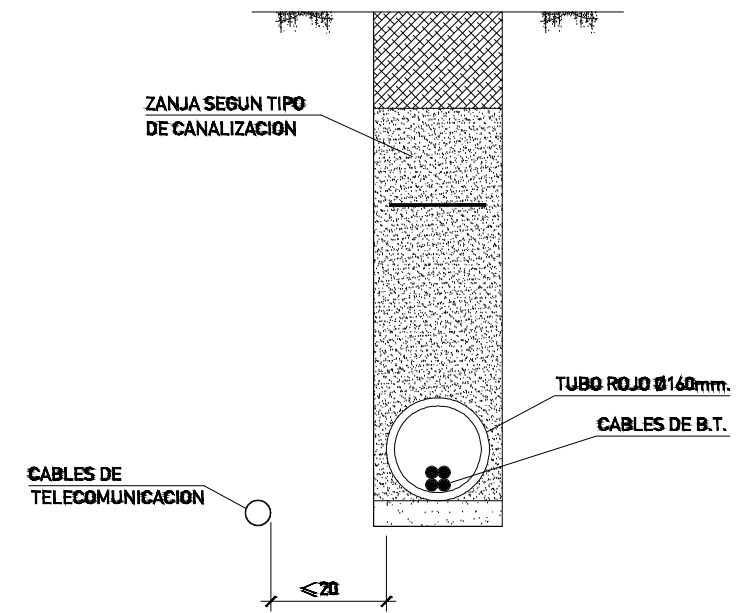
PARALELISMOS CON  
CABLES ELÉCTRICOS DE M.T.



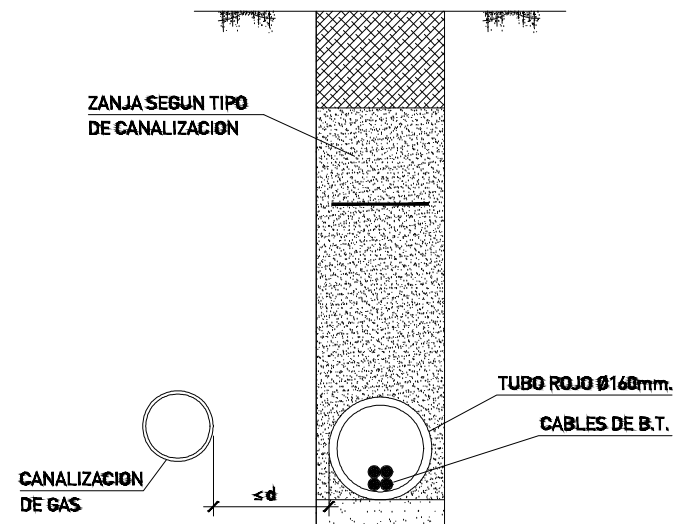
PARALELISMOS CON  
CABLES ELÉCTRICOS



PARALELISMOS CON  
CABLES DE TELECOMUNICACIÓN



PARALELISMOS CON  
CANALIZACIONES DE GAS

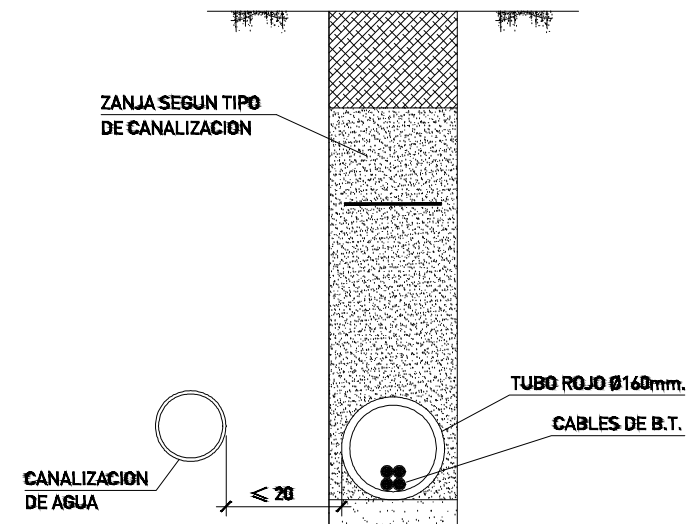


NOTA.-

LA DISTANCIA MINIMA ENTRE LOS EMPALMES DE LOS CABLES Y LAS JUNTAS DE LAS CANALIZACIONES DE GAS SERA DE 1 METRO



Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados
En alta presión > 4 bar	0.40 m
En media y baja presión ≤ 4 bar	0.20 m

PARALELISMOS CON  
CANALIZACIONES DE AGUA

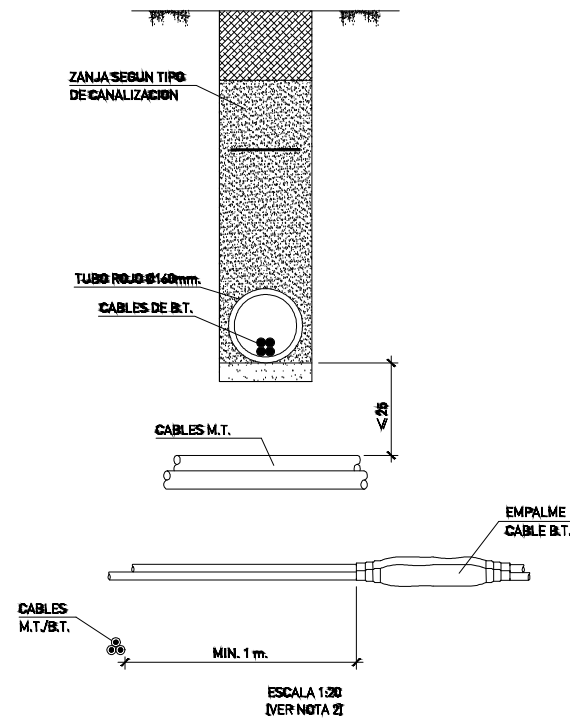


NOTA.-

LA DISTANCIA MINIMA ENTRE LOS EMPALMES DE LOS CABLES Y LAS JUNTAS DE LAS CANALIZACIONES DE AGUA SERA DE 1 METRO  
COTAS EN cm

		PROYECTO: <b>RED DE B.T., A.P., C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA                  AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>		
		PLANO DE PARALELISMOS DE LINEA SUBTERRANEA DE B.T.	ESCALA S/E	FECHA 10-19
PROPIEDAD HULOMA, S.A.		Ingeniero Tecnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547

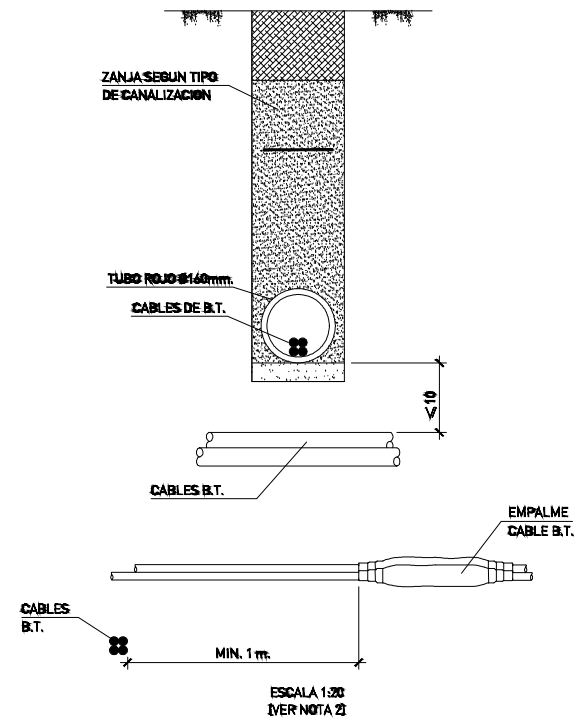
CRUZAMIENTO CON  
CABLES ELÉCTRICOS



NOTAS.-

- 1.- EN EL CASO DE CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE CABLES ELÉCTRICOS, SE CUMPLIRA TAMBIÉN CON LA DISPOSICIÓN Y COTAS INDICADAS EN EL PLANO
- 2.- LA DISTANCIA DEL PUNTO DE CRUCE A LOS EMPALMES SERÁ SUPERIOR A 1 m.
- 3.- COTAS EN cm

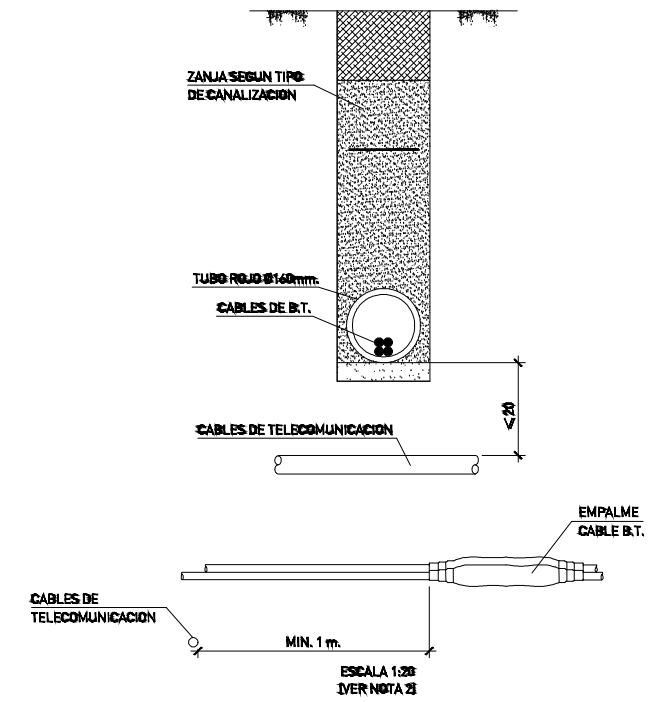
CRUZAMIENTO CON  
CABLES ELÉCTRICOS



NOTAS.-

- 1.- EN EL CASO DE CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE CABLES ELÉCTRICOS, SE CUMPLIRA TAMBIÉN CON LA DISPOSICIÓN Y COTAS INDICADAS EN EL PLANO
- 2.- LA DISTANCIA DEL PUNTO DE CRUCE A LOS EMPALMES SERÁ SUPERIOR A 1 m.
- 3.- COTAS EN cm

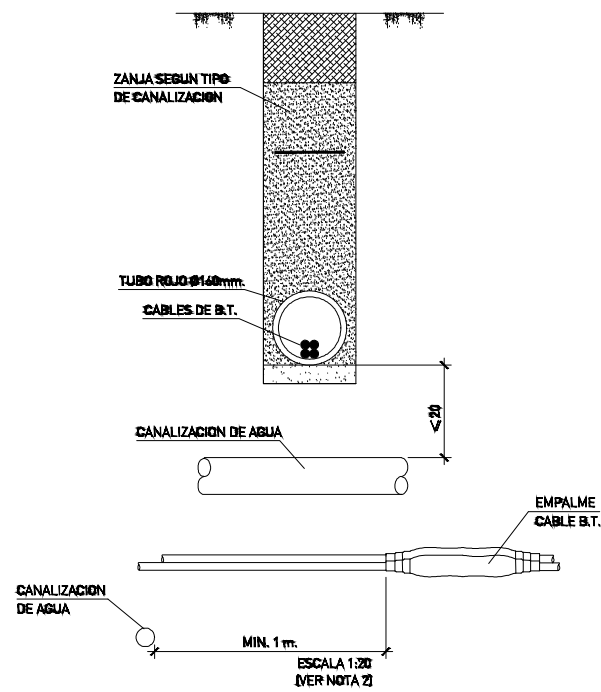
CRUZAMIENTO CON  
CABLES DE TELECOMUNICACIÓN



NOTAS.-

- 1.- EN EL CASO DE CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE CABLES DE TELECOMUNICACIÓN, SE CUMPLIRA TAMBIÉN CON LA DISPOSICIÓN Y COTAS INDICADAS EN EL PLANO
- 2.- LA DISTANCIA DEL PUNTO DE CRUCE A LOS EMPALMES SERÁ SUPERIOR A 1 m.
- 3.- COTAS EN cm

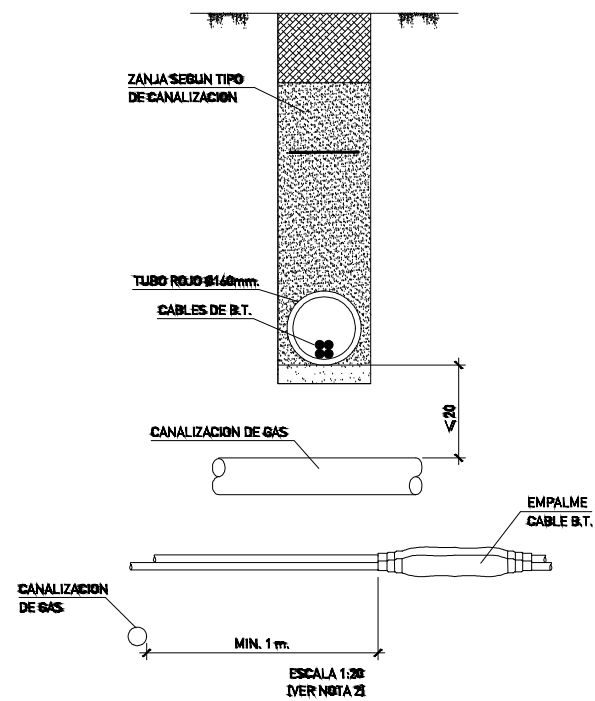
CRUZAMIENTO CON  
CANALIZACIONES DE AGUA



NOTAS.-


- 1.- EN EL CASO DE CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE CANALIZACIONES DE AGUA, SE CUMPLIRA TAMBIÉN CON LA DISPOSICIÓN Y COTAS INDICADAS EN EL PLANO
- 2.- LA DISTANCIA DEL PUNTO DE CRUCE A LOS EMPALMES SERÁ SUPERIOR A 1 m.
- 3.- COTAS EN cm

CRUZAMIENTO CON  
CANALIZACIONES DE GAS



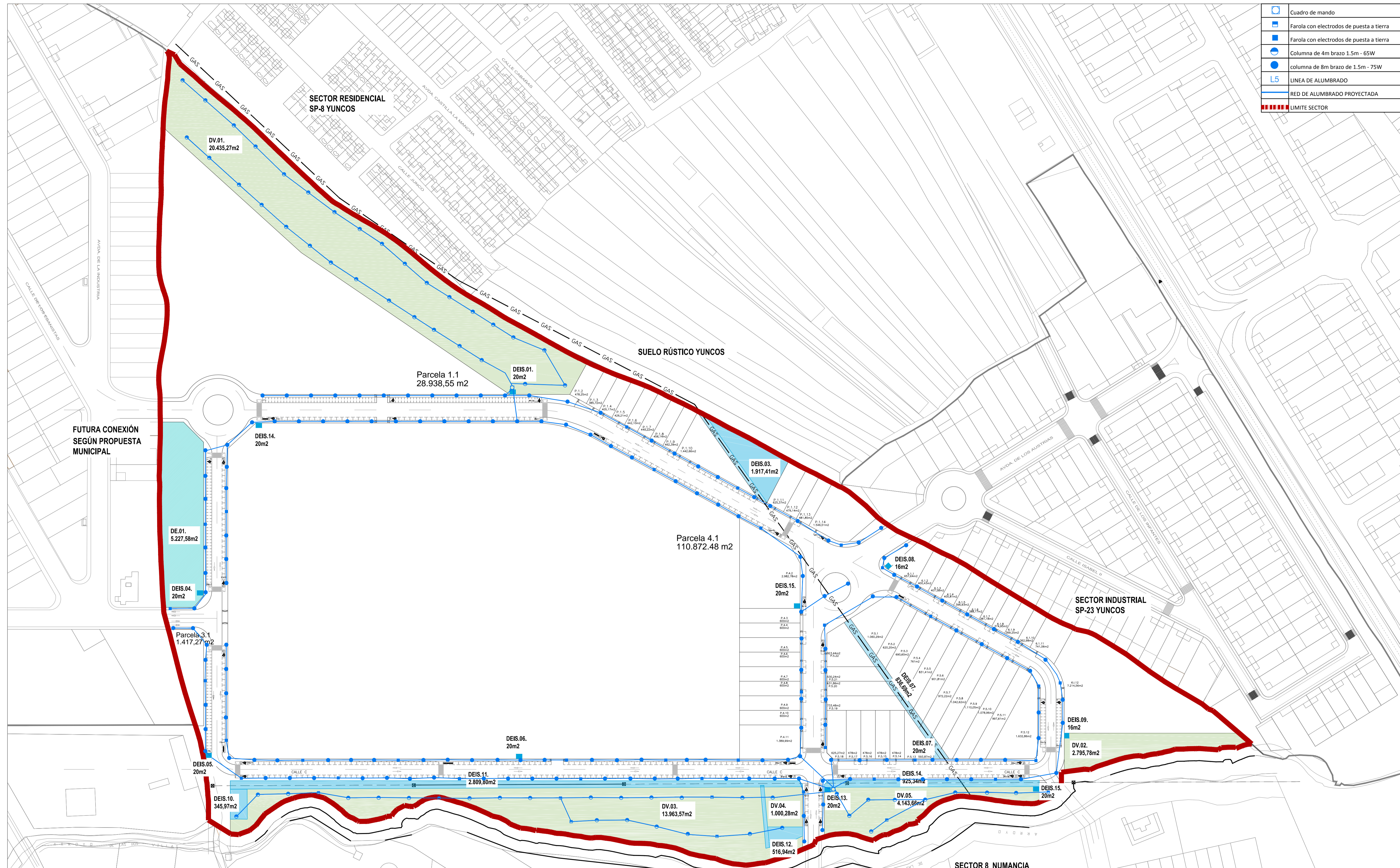
NOTAS.-

- 1.- EN EL CASO DE CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE CANALIZACIONES DE GAS, SE CUMPLIRA TAMBIÉN CON LA DISPOSICIÓN Y COTAS INDICADAS EN EL PLANO
- 2.- LA DISTANCIA DEL PUNTO DE CRUCE A LOS EMPALMES SERÁ SUPERIOR A 1 m.

		PROYECTO: <b>RED DE B.T., A.P., C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA                  AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>		
		PLANO DE CRUZAMIENTOS DE LINEA SUBTERRANEA DE B.T.	ESCALA S/E	FECHA 10-19
PROPIEDAD HULOMA, S.A.		Ingeniero Tecnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547



	Cuadro de mando
	Farola con electrodos de puesta a tierra
	Farola con electrodos de puesta a tierra
	Columna de 4m brazo 1.5m - 65W
	columna de 8m brazo de 1.5m - 75W
	LÍNEA DE ALUMBRADO
	RED DE ALUMBRADO PROYECTADA
	LÍMITE SECTOR

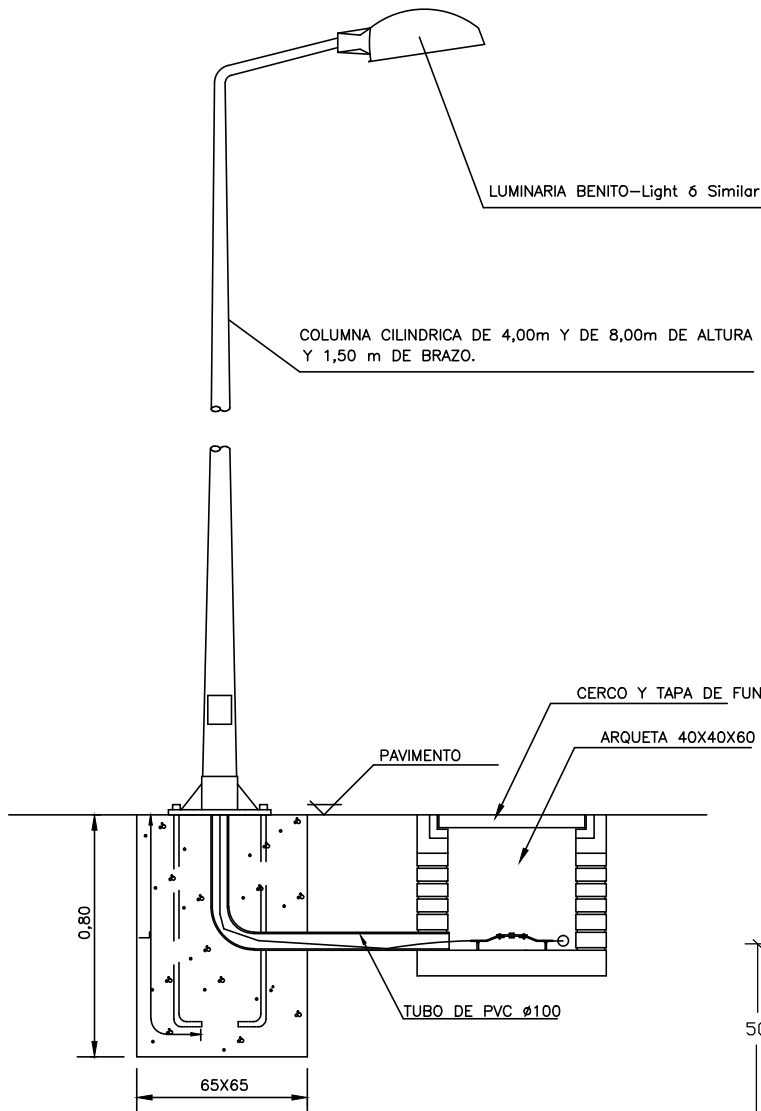


FUTURA CONEXIÓN  
SEGÚN PROPUESTA  
MUNICIPAL

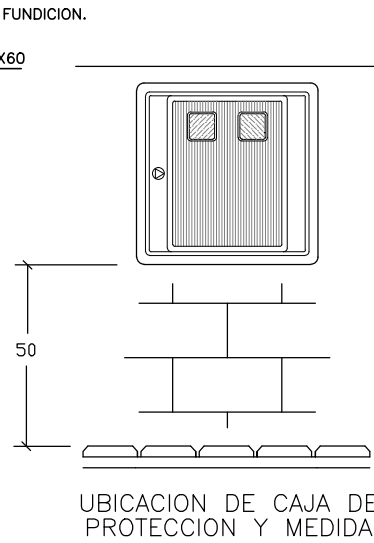
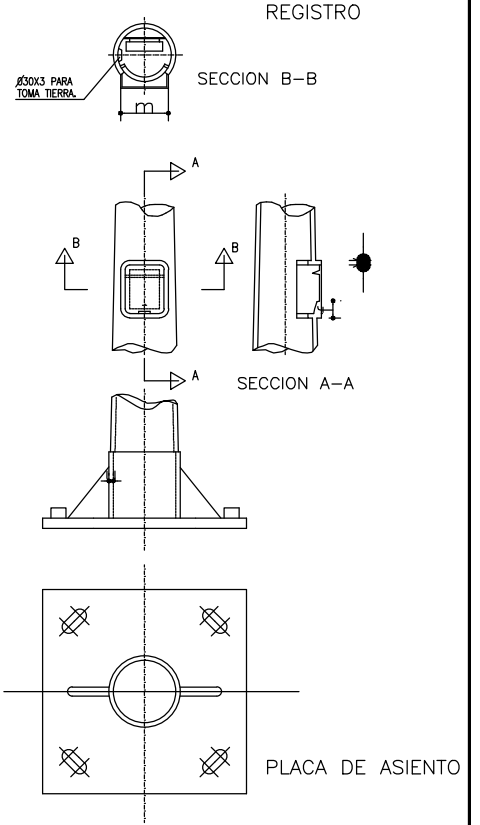
	PROYECTO:		
	RED DE B.T., A.P., C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA		
PLANO DE ALUMBRADO PÚBLICO	ESCALA 1/1.500	FECHA 10-19	PLANO N° 12
PROPIEDAD HULOMA, S.A.	Ingeniero Técnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTÍN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547


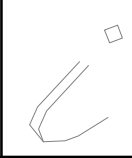


LUMINARIA VIALES EXTERIORES.

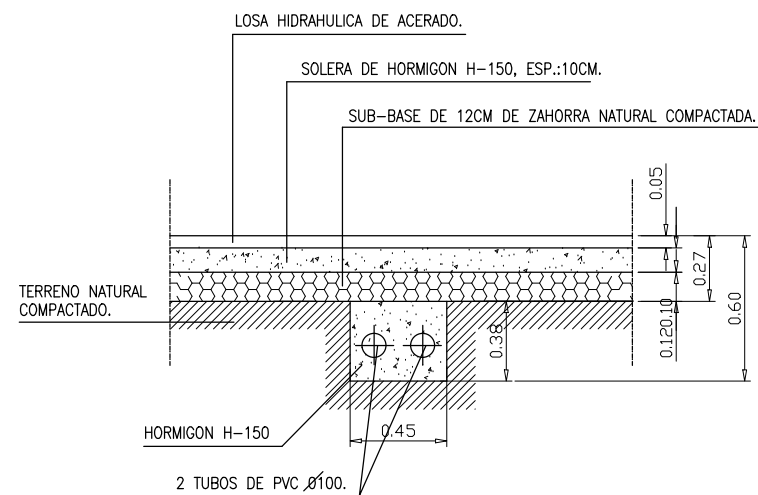


DETALLE BACULO E:1/20

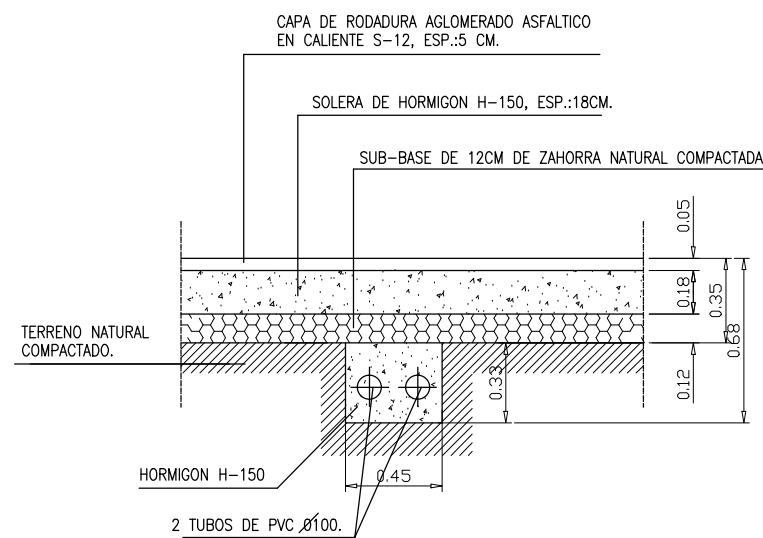


		<b>PROYECTO:</b> <b>RED DE B.T, A.P, C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA</b> <b>AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>		
		PLANO DE DETALLES 1	ESCALA S/E	FECHA 10-19
PROPIEDAD HULOMA, S.A.		Ingeniero Tecnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547

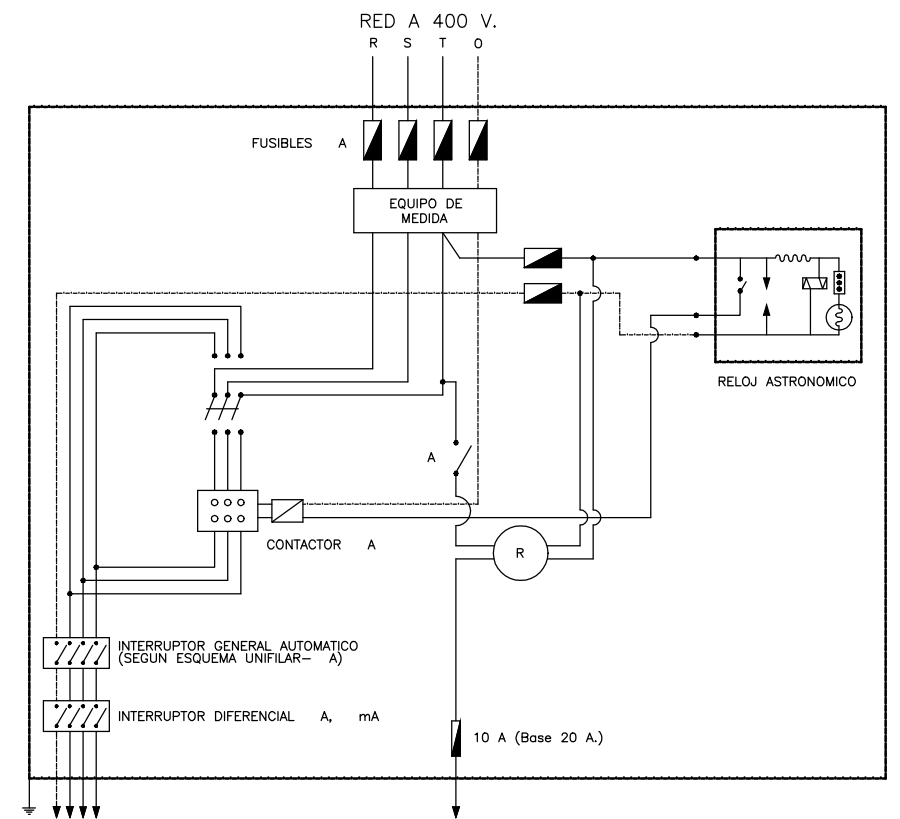
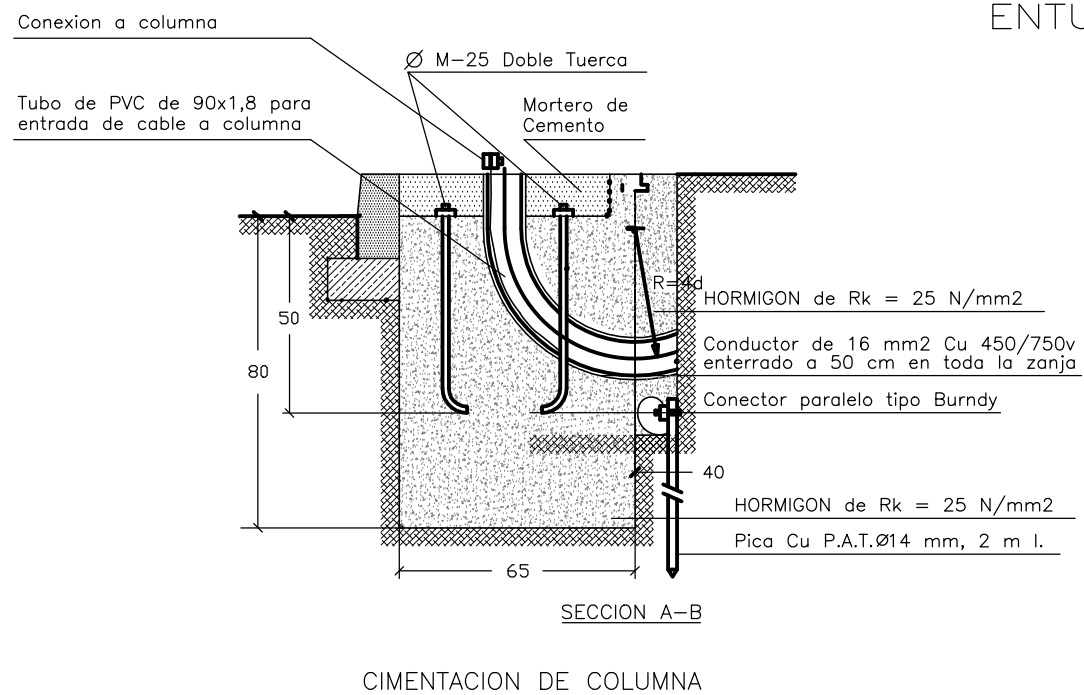




DETALLE CANALIZACION ENTERRADA BAJO ACERAS E:1/20



DETALLE CANALIZACION ENTUBADA BAJO CALZADA E:1/20



CUADRO UN ENCENDIDO/UN APAGADO CON CELULA PARA REDUCCION DE CONSUMO

	<b>PROYECTO:</b> <b>RED DE B.T, A.P, C.T., L.M.T. Y RETRANQUEO DE 15KV LÍNEA</b> <b>AÉREA PARA EL SECTOR 7 DE NUMANCIA DE LA SAGRA</b>		
	PLANO DE DETALLES DE CANALIZACION, ESQUEMA ALUMBRADO Y CIMENTACION DE COLUMNA	ESCALA S/E	FECHA 10-19
<b>PROPIEDAD</b> HULOMA, S.A.	Ingeniero Tecnico Industrial RAFAEL UCEDA MARTIN Colegiado n° 13980 y 292		REF 5547